

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Анисовна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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

Биолого-химический факультет
Кафедра общей биологии и биоэкологии

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной деятельности
«10» ноября 2020 г.
Начальник управления

/М.А. Миненкова/

Одобрено учебно-методическим советом
Протокол «10» ноября 2020 г. № 8

Председатель

/Т.Е. Суслин/

Рабочая программа дисциплины

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование

Профиль:

Биология и химия

Квалификация

Бакалавр

Формы обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
Биолого-химического факультета

Протокол «8» ноября 2020 г. № 8

Председатель УМКом

/И.Ю. Лялина/

Рекомендовано кафедрой общей биологии
и биоэкологии

Протокол «11» ноября 2020 г. № 11

Зав. кафедрой

/М.И. Гордеев/

Мытищи
2020

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

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

Рабочая программа дисциплины «Моделирование экосистем» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 125 от 22.02.2018 г.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, и является элективной дисциплиной.

год начала подготовки 2020

Содержание

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
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.....	7
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	24
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины формирование у студентов знаний о моделировании, как одном из важнейших методов научного познания, с помощью которого создается модель (условный образ) объекта исследования. Моделирование в экологической среде позволяет прогнозировать развитие биологических популяций, управлять численностью отдельных видов и предсказывать влияние угрожающих развитию факторов.

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 формировать универсальные учебные действия обучающихся

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, и является элективной дисциплиной. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения других дисциплин: Основы математической обработки информации, Общая экология и др. Полученные в процессе обучения знания могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при написании 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:	48,2
Лекции	24
Практические	24
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	16
Контроль	7,8

Формой промежуточной аттестации является: зачет в 9 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем)	Кол-во часов
-----------------------------	--------------

Дисциплины с кратким содержанием	Лекции	Практические занятия
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	2
Тема 5. Демографические модели. Модели динамики численности. Модели возрастной структуры популяции.	2	4
Тема 6. Моделирование процессов в сообществах и экосистемах. Модели пространственного распределения организмов.	2	4
Тема 7. Модель конкурентных отношений. Модель системы «хищник – жертва».	2	2
Тема 8. Моделирование глобальных процессов в биосфере. Имитационные модели. Примеры глобальных имитационных моделей.	2	2
Тема 9. Применение некоторых количественных методов в экологических исследованиях.	4	4
Итого:	24	24

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчетности
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	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Тестовые задания
Биосфера как си-	Биосфера как система.	2	Анализ	Основная и	Доклад с

стема. Экосистема как объект математического моделирования.	Характеристики экосистем. Структура экосистемы. Энергетические, вещественные и информационные потоки в экосистемах. Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием.		литературных источников, конспектирование	рекомендуемая учебная и научная литература	презентацией на практическом занятии Реферат.
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. Конструирование модели.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Тестовые задания
Моделирование воздействия среды на биоценотические компоненты экосистем.	Взаимосвязь экосистемы со средой и пределы толерантности воздействий. Влияние факторов. Модели зависимости скорости биологических процессов от температуры. Влияние среды на рождаемость. Лимитирующие факторы. Оценка их влияния.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
Демографические модели.	Модели динамики численности популяций. Модели возрастной структуры популяций. Модели выживания.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.	Модели конкуренции за ресурсы, отношений «хищник – жертва». Модели пространственного распределения организмов. Модель экологиче-	2	Анализ литературных источников, кон-	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презент-

	ской ниши. Модели сукцессионного процесса. Модели устойчивости сообществ.		спектирование		тацией на практическом занятии Реферат.
Моделирование глобальных процессов в биосфере.	Модели биогеохимических циклов. Модели продуктивности. Модели потока энергии. Модели эволюции биосферы.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
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. Применение статистических методов в моделировании экологических процессов. Построение и тестирование моделей в пакете rattle.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
		16			

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 формировать универсальные учебные действия обучающихся	1. Работа на аудиторных занятиях (лекции, практические занятия) 2. Самостоятельная работа

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

Оценива-	Уровень сформирова-	Этап формирования	Описание показателей	Критерии	Шкала оце-
----------	---------------------	-------------------	----------------------	----------	------------

емые ком- пе- тен- ции	рованно- сти			оцени- вания	нива- ния
ДПК-2	Порого- вый	1. Работа на аудиторных занятиях (лекции, практические занятия) 2. Самостоятельная работа	знать: - принципы системности; - критерии выделения систем; - основные положения системной организации мира; - направления изучения экосистем при системном подходе; - составные компоненты образовательной среды, сущностные характеристики образовательной среды для формирования универсальных учебных действий обучающихся; - возможности образовательной среды для формирования универсальных учебных действий. уметь: - применять предметные, педагогические и методические знания в профессиональной деятельности; - использовать некоторые возможности образовательной среды в формировании универсальных учебных действий; - достигнуть положительного результата в формировании универсальных учебных действий обучающихся.	Опрос, тестирование. Доклад, презентация зачет	41-60
	Продви- нутый	1. Работа на аудиторных занятиях (лекции, практические занятия)	знать: - принципы системности; - принципы системного анализа; - свойства основных	Опрос, тестирование Практические работы	61-100

		2. Самостоятельная работа	математических моделей, применяемых в популяционной экологии, биогеоценологии и других биологических дисциплинах; - составные компоненты образовательной среды для формирования универсальных учебных действий обучающихся; - возможности образовательной среды для формирования универсальных учебных действий. уметь: анализировать методы научных исследований в целях решения исследовательских и практических задач; качественно провести преподаваемый учебный предмет; достигнуть положительного результата в процессе обучения и воспитания посредством использования возможностей образовательной среды; - достигнуть положительного результата в формировании универсальных учебных действий обучающихся. владеть: - методами прикладной экологии; - основными методами математического моделирования в экологии; - методами обработки и анализа экологической информации; - методами системного анализа экологической обстановки; - навыками работы с прикладными пакетами программ;	Доклад, презентация. Реферат. зачет	
--	--	----------------------------------	---	--	--

			- навыками организации педагогического процесса с использованием современных образовательных технологий - навыками поиска информации о биологических объектах в различных источниках (учебных текстах, справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах Интернета) и критически ее оценивать; - способностью формирования универсальных учебных действий обучающихся.		
--	--	--	--	--	--

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 занятий:

Тема 1: Общие понятия теории систем. Принципы системности.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Системы и закономерности их формирования и развития. Системообразующий фактор. Разновидности систем. Функция системы. Структура систем. Сложность системы. (Структурный и поведенческий уровни). Информация и ее свойства. Информационный подход к анализу систем. Динамика системы. Открытые и закрытые системы. Механизмы развития системы. Принципы системности.

Тема 2: Экосистема как объект моделирования.

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Специфика системного подхода в экологии. Основные уровни организации жизни. Биосфера как система. Характеристики экосистем. Понятиями «сообщество», «экосистема», «биогеоценоз». Структура экосистемы. Энергетические, вещественные и информационные потоки в экосистемах. Реализация системных принципов (эмерджентности, иерархической организации, несовместимости, контролирующего поведения, рекуррентного объяснения, осуществимости, множественности моделей, минимаксного моделирования и др.) в экологии. Дедуктивные и индуктивные методы объяснения и прогнозирования в экологии. Суть полимодельного подхода.

Тема 3: Классификация моделей. Модели в экологии.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Принципы системного анализа. Подходы и методы системного анализа. Основные этапы системного анализа. Модель, ее признаки. Концептуальные и математические модели и этапы их построения. Экосистема как объект моделирования. Информационное описание экосистем. Классификация моделей. Анали-

тические, имитационные и эмпирико-статистические модели. Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием.

Тема 4: Моделирование воздействия среды на биоценотические компоненты экосистем.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Взаимосвязь экосистемы со средой и пределы толерантности воздействий. Влияние факторов. Модели зависимости скорости биологических процессов от температуры и освещенности. Лимитирующие факторы. Оценка их влияния.

Тема 5: Демографические модели. Модели динамики численности.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Модели динамики численности популяций. Ряды Фибоначчи, экспоненциальная модель, логистическая модель. Емкость и сопротивляемость среды. Модели выживания.

Тема 6: Демографические модели. Модели возрастной структуры популяций

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Модели возрастной структуры популяций. Возрастные группы. Коэффициенты выживания и плодовитости. Модель возрастной структуры Льюиса и Лесли. Определение допустимого изъятия особей.

Тема 7: Модели конкуренции популяций.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Допущения в моделях Лотки-Вольтерра. Модели конкуренции за ресурсы, отношений «хищник – жертва».

Тема 8: Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Модели экологической ниши. Модель многомерной (фундаментальной) экологической ниши Хатчинсона. Модели пространственного распределения организмов. Модель «Число видов/площадь». Модели распределения значимости видов.

Модели сукцессионных изменений. Модель сукцессии на основе марковских цепей.

Тема 9: Моделирование глобальных процессов в биосфере.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Модели глобальных биогеохимических циклов (углерода, кислорода, азота). Модели продуктивности. Модели потока энергии. Модель эволюции биосферы. Эмпирические обобщения, лежащие в основе модели. Модель устойчивости биосферы.

Тема 10: Применение некоторых количественных методов в экологических исследованиях.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Модели водных экосистем. Модели лесных сообществ. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли. Эколого-экономические модели. Модели глобального развития.

Тема 11: Использование пакетов статистических программ в моделировании экологических процессов.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Основные статистические пакеты свободного программного обеспечения и их возможности. Статистическая программа PAST. Знакомство со статистической средой R и некоторыми, используемыми в ней прикладными пакетами для экологических исследований. Возможности программного обеспечения. Анализ структуры населения. Анализ пространственного размещения организмов.

Тема 12: Многомерные статистические модели в экологии.

Перечень вопросов, выносимых на занятие: Многомерный анализ и его применение в экологических исследованиях. Анализ главных компонент. Дискриминантный анализ. Факторный анализ. Кластерный анализ. Моделирование в программе PAST.

Вопросы для опроса и собеседования:

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 блок-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 прогнозируемое 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;
- 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.

$$\frac{k_1}{\varepsilon_1} = \frac{k_2}{\varepsilon_2} \quad \frac{x_\infty}{x_0} u \frac{y_\infty}{y_0}$$

3. Рассмотреть систему Вольтерра в случае

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 (приближенно) 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.

X	1,2	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
y								
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.

Примерная тематика рефератов:

1. Принципы общей теории систем. Сущность и основные характеристики сложных систем.
2. Взаимодействие внешних функций и внутренней саморегуляции системы. Равновесие систем.
3. Механизмы саморазвития систем.
4. Системные законы и их роль в аналитической деятельности.
5. Моделирование и его роль в познании.
6. Процесс формализации при построении математических моделей.
7. Семейства математических моделей, их преимущества и недостатки.
8. Детерминированные модели в экологии.
9. Имитационные экологические модели.
10. Использование стохастических моделей для решения экологических задач.
11. Оптимизация решения при допустимости незначительного загрязнения окружающей среды.
12. Системный анализ при исследовании структуры и функционирования экологических систем.
13. Модели, описывающие пищевые цепи, межвидовые и внутривидовые отношения в экосистеме.
14. Пирамида биомасс, продукции и энергии в экосистеме.
15. Продукция элементов экосистемы и ее в целом, продуктивность сообществ.
16. Загрязнение экосистемы и влияние его на структуру и функционирование экосистем.
17. Математическое моделирование продукционных процессов в экосистеме.
18. Модель глобального биогеохимического цикла углерода.
19. Модель круговорота кислорода.
20. Модель глобального цикла азота.
21. Колебания «хищник-жертва», теория и примеры.
22. Видовое разнообразие, количественная оценка.
23. Математические модели популяций. Основные уравнения, учитывающие конкуренцию, логистическое уравнение.
24. Особенности моделирования океанической биоты.
25. Особенности моделирования наземных экосистем.
26. Демографические модели.
27. Моделирование антропогенных воздействий на биосферу.
28. Глобальные климатические модели.
29. Сравнение различных моделей динамики органического вещества почв при стандартных сценариях глобального изменения климата.

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.

Программа освоения дисциплины предусматривает опрос и собеседование, подготовку доклада и презентации, реферата, выполнение практических заданий, тестирование.

Критерии балльно-рейтинговой оценки знаний

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в «зачтено» / «не зачтено» (форма контроля – зачёт), по следующей схеме:

41 баллов и выше	«зачтено»
40 баллов и ниже	«не зачтено»

Текущий контроль освоения компетенций студентом оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутом. При этом учитывается посещаемость студентом лекций, лабораторных/практических занятий, активность студента на лабораторных/практических занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контроль-

ных работ (тестов), участие студентов в научной работе (например, написание рефератов, докладов и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

- контроль посещений – 20 баллов,
- опрос и собеседование – 30 баллов
- тестирование – 10 баллов,
- реферат – 10 баллов,
- доклад – 10 баллов,
- презентация – 10 баллов,
- зачет – 10 баллов.

При проведении зачёта учитывается посещаемость студентом лекционных занятий, активность на лабораторных занятиях, выполнение самостоятельной работы, отработка пропущенных занятий по уважительной причине.

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). Про-	5

блема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении.	
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

Максимальное количество баллов за доклад с презентацией – 20 баллов.

Шкала оценивания реферата

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Реферат	Содержание соответствуют 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 позицию.	0-2

Максимальное количество баллов – 10.

Шкала оценивания тестирования и выполнения 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.

Шкала оценивания ответа на зачете

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.	10
Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	8
Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	5
Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	1

Максимальное количество баллов – 10

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

1. Ризниченко, Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов. — М. : Юрайт, 2018. — 183 с. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E.
2. Степановских А.С. Общая экология [Электронный ресурс]: учебник для вузов. — 2-е изд. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71031.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Андреева, Е.А. Оптимальное управление биологическими сообществами [Электронный ресурс]. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 240с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261008804.html>
2. Красс, М.С. Моделирование эколого-экономических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - 2-е изд. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 272 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=398940>
3. Мешалкин, В.П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 357 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=560753>
4. Сурков, Ф.А. Системный анализ и математическое моделирование сложных экологических и экономических систем. Теоретические основы и приложения [Электронный ресурс] / Сурков Ф.А., Селютин В.В. - Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2015. - 162 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=989763>

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/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

Методические рекомендации к лекциям

Лекция представляет собой логическое изложение материала в соответствии с планом лекции, который сообщается студентам в начале каждой лекции, и имеет законченную форму, т.е. содержит пункты, позволяющие охватить весь материал, который требуется довести до студентов. Содержание каждой лекции имеет определенную направленность и учитывает уровень подготовки студентов.

Студент должен иметь лекционную тетрадь. Пропущенные лекции студент восполняет конспектированием соответствующего раздела учебника.

Методические рекомендации к практическим занятиям

Практические занятия по курсу «Моделирование экосистем» проводятся в соответствии с учебным планом и на основе утвержденной рабочей программы дисциплины (РПД) по вычитанному на лекциях материалу и связаны с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Только после усвоения лекционного материала он будет закрепляться на практических занятиях, как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения задач, выполнения практических заданий.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний через выполнение заданий, обсуждение актуальных вопросов и более детальной их проработки. Практические занятия включают набор вопросов и задач, соответствующих заявленной теме.

Особенность практических занятий заключается в демонстрации презентаций, чтении докладов и рефератов, дискуссионному обсуждению актуальных вопросов и решению поставленных задач. Благодаря такому подходу, осуществляется закрепление теоретического материала, расширяется научный кругозор и уровень знаний студентов. Студентам заблаговременно сообщаются содержание и задачи предстоящего занятия. При выполнении практических заданий по дисциплине студенты знакомятся с различными подходами к описанию экосистем и происходящих в них процессов. Это позволяет лучше понять экологические закономерности, а также получить представление о методах прогнозирования и управления экосистемами.

При подготовке к коллоквиуму нужно прорабатывать каждый изучаемый вопрос, исходя из теоретических положений курса. Полезно составить краткий план решения вопроса. Решение проблемных вопросов следует излагать подробно, логические посылки и суждения располагать в строгом порядке. Выводы при необходимости нужно сопровождать примерами, комментариями, схемами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, и по возможности с конкретными примерами и выводом. Это позволит не только хорошо усвоить материал, но и научиться применять знания на практике, расширит научный кругозор.

Студенты, пропустившие и не отработавшие занятия по соответствующим темам, не допускаются к экзамену.

Отработка студентами пропущенных занятий проводится по расписанию в специально установленные преподавателем часы. Преподаватель проводит беседу со студентами по теоретическому материалу занятия.

К сдаче экзамена и зачета допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план, получившие положительные оценки за контрольные работы, промежуточное и итоговое тестирование.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1: Общие понятия теории систем. Принципы системности.

Содержание занятия	Оборудование
1. Общие понятия теории систем. 2. Определение «системы», ее структура и функции. 3. Принципы системности.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Системы и закономерности их формирования и развития.
Системообразующий фактор.
Разновидности систем.
Функция и структура систем.
Сложность системы. (Структурный и поведенческий уровни).
Информация и ее свойства. Информационный подход к анализу систем.
Динамика системы. Механизмы развития системы.
Принципы системности.

Тема 2: Экосистема как объект моделирования.

Содержание занятия	Оборудование
1. Экосистема как объект моделирования. 2. Системные принципы в экологии. 3. Прогнозирование в экологии.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Специфика системного подхода в экологии.
Характеристики экосистем. Структура экосистемы.
Энергетические, вещественные и информационные потоки в экосистемах.
Реализация системных принципов (эмерджентности, иерархической организации, несовместимости, контролирующего поведения, рекуррентного объяснения, осуществимости, множественности моделей, минимаксного моделирования и др.) в экологии.
Методы объяснения и прогнозирования в экологии. Суть полимодельного подхода.

Тема 3: Классификация моделей. Модели в экологии.

Содержание занятия	Оборудование
1. Системный анализ и его этапы. 2. Классификация моделей. 3. Управление природопользованием.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Принципы, подходы и методы системного анализа.
Основные этапы системного анализа.
Концептуальные и математические модели и этапы их построения.
Информационное описание экосистем.
Аналитические модели.
Имитационные модели.
Эмпирико-статистические модели.
Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием.

Тема 4: Моделирование воздействия среды на биоценотические компоненты экосистем.

Содержание занятия	Оборудование
1. Роль абиотических факторов в функционировании экосистем. 2. Оценка воздействия абиотических факторов.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Взаимосвязь экосистемы со средой и пределы толерантности воздействий.
 Модели зависимости скорости биологических процессов от температуры.
 Модели зависимости скорости биологических процессов от освещенности.
 Лимитирующие факторы. Методы оценки их влияния.

Тема 5: Демографические модели. Модели динамики численности.

Содержание занятия	Оборудование
1. Концепция устойчивости популяций. 2. Принципы организации и функционирования популяций. 3. Демографические модели в экологии. 4. Оценка динамики численности популяций.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Ряды Фибоначчи.
 Экспоненциальная модель.
 Модель ограниченного роста.
 Логистическая модель роста популяции.
 Емкость и сопротивляемость среды.

Тема 6: Демографические модели. Модели возрастной структуры популяций

Содержание занятия	Оборудование
1. Возрастная структура популяций. 2. Кривые выживания. 3. Моделирование хозяйственного использования популяций.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Модели возрастной структуры популяций. Возрастные группы.
 Коэффициенты выживания и плодовитости.
 Модель возрастной структуры Льюиса и Лесли.
 Закон стабильности возрастной структуры Лотки.
 Определение допустимого изъятия особей из популяции.
 Модели с запаздыванием. Колебательные режимы.

Тема 7: Модели конкуренции популяций.

Содержание занятия	Оборудование
1. Модель конкуренции. 2. Модель «хищник-жертва».	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:
 Допущения в моделях Лотки-Вольтерра.
 Модель конкуренции за ресурсы.
 Принцип конкурентного исключения Гаузе.
 Модель отношений «хищник – жертва».
 Модель Ивлева и «правило кооперации хищников».

Тема 8: Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.

Содержание занятия	Оборудование
1. Модели экологической ниши. 2. Модели пространственного распределения. 3. Модели сукцессионных процессов.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:
 Модели экологической ниши. Модель многомерной (фундаментальной) экологической ниши Хатчинсона.
 Модели пространственного распределения организмов. Модель «Число видов/площадь».
 Модели распределения значимости видов.
 Модели сукцессионных изменений. Модель сукцессии на основе марковских цепей.

Тема 9: Моделирование глобальных процессов в биосфере.

Содержание занятия	Оборудование
1. Биосфера, как глобальная экосистема. 2. Моделирование глобальных биогеохимических циклов. 3. Модели глобальных процессов в биосфере.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:
 Модель биогеохимического цикла углерода.
 Модель биогеохимического цикла кислорода.
 Модель биогеохимического цикла азота.
 Модели продуктивности экосистем.
 Модели потока энергии.
 Модель эволюции биосферы. Эмпирические обобщения, лежащие в основе модели.
 Модель устойчивости биосферы.

Тема 10: Применение некоторых количественных методов в экологических исследованиях.

Содержание занятия	Оборудование
1. Моделирование поведения экосистем. 2. Моделирование антропогенных воздействий на экосистемы. 3. Социально-экологические модели.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:
 Модели водных экосистем.
 Модели лесных сообществ.
 Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли.
 Эколого-экономические модели.
 Модели глобального развития.

Тема 11: Использование пакетов статистических программ в моделировании экологических процессов.

Содержание занятия	Оборудование
1. Использование пакетов статистических программ в экологических исследованиях. 2. Основные статистические пакеты свободного программного обеспечения и их возможности.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Статистическая программа PAST.

Статистическая среда R и прикладные пакеты для экологических исследований.

Анализ структуры населения.

Анализ пространственного размещения организмов.

Тема 12: Многомерные статистические модели в экологии.

Содержание занятия	Оборудование
1. Многомерный статистический анализ и его возможности, область применения. 2. Многомерные статистические модели в экологии.	Мультимедийный проектор. Ноутбук (компьютер).

Перечень вопросов, выносимых на занятие:

Многомерный анализ и его применение в экологических исследованиях.

Анализ главных компонент.

Дискриминантный анализ.

Факторный анализ.

Кластерный анализ.

Моделирование в программе PAST.

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.