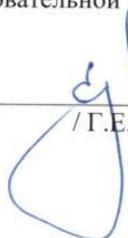


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталия Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МГОУ)  
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**

**Системная экология**

**Направление подготовки**

06.03.01 Биология

**Профиль:**

Биоэкология

**Квалификация**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
биолого-химического факультета  
Протокол от «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:

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

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

Рабочая программа дисциплины «Системная экология» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 920 от 7 августа 2020 г.

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

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2021

## 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..... **Ошибка! Закладка не определена.**
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ **Ошибка! Закладка не определена.**
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..... 23

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цель освоения дисциплины «Системная экология»:** с точки зрения теории систем рассмотреть основные экологические закономерности в природе. Сформировать у студентов представление об основных принципах математического моделирования в экологии.

### Задачи дисциплины:

- изучение общих положений теории систем;
- рассмотрение законов и экологических правил;
- применение математических методов при решении теоретических и прикладных задач в экологии;
- ознакомление с современным состоянием имитационного моделирования больших экосистем.

## 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 (модулем).

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения других дисциплин обязательной части. Дисциплина является одной из завершающих в системе экологических дисциплин.

## 3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объём дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объём дисциплины в зачетных единицах	2
Объём дисциплины в часах	72
Контактная работа	36,2
Лекции	12 <sup>1</sup>
Практические занятия	24
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	28

Форма промежуточной аттестации: зачет в 8 семестре.

<sup>1</sup> Реализуется с применением дистанционных образовательных технологий

### 3.2.Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов		
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Тема 1.</b> Предмет и методы системной экологии. Общие понятия теории систем. Определение «системы», ее структура и функции.	2	2	2
<b>Тема 2.</b> Классификация, иерархия, свойства, регулирование. Информационный подход к анализу систем.	2		2
<b>Тема 3.</b> Принципы системности в экологии. Системный подход в экологических исследованиях.	2		4
<b>Тема 4.</b> Биосфера как система. Иерархия и структура экосистем, потоки вещества, энергии и информации.	2		
<b>Тема 5.</b> Системный анализ и его применение к экологическим системам. Метод моделирования.	2		4
<b>Тема 6.</b> Детерминистические модели. Модели динамики популяций. Линейные модели. Логистическая модель. Уравнения Вольтерра. Модель конкурентных отношений.		2	
<b>Тема 7.</b> Детерминистические модели. Модель системы «хищник – жертва». Модель возрастной структуры популяции (Льюиса-Лесли).		2	
<b>Тема 8.</b> Стохастические модели. Случайные процессы в популяциях. Случайные изменения среды.		2	1
<b>Тема 9.</b> Модели пространственного распределения организмов.		2	1
<b>Тема 10.</b> Дисперсионный анализ. Марковские цепи (модель сукцессионных изменений).		2	1
<b>Тема 11.</b> Описательные многомерные модели. Анализ главных компонент.		2	1
<b>Тема 12.</b> Кластерный анализ. Непараметрические методы.		2	1
<b>Тема 13.</b> Прогностические многомерные модели. Дискриминантный анализ.		2	1
<b>Тема 14.</b> Канонический анализ.		2	1
Имитационные модели. Примеры глобальных имитационных моделей.		2	1
<b>Тема 15.</b> Модели на основе теории катастроф.		2	4
<b>Тема 16.</b> Модели экосистем. Модель эволюции биосферы.	2		4
<b>Итого:</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>28</b>

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчётности
Основы теории систем.	<p>Организация систем. Эффективное функционирования систем. Взаимодействие системы и среды. Системность и управление.</p>	4	<p>Анализ литературных источников, конспектирование. Подготовка реферата и доклада с презентацией</p>	<p>Основная и рекомендательная учебная и научная литература Интернет-ресурсы</p>	<p>Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.</p>
Системный подход в экологии.	<p>Модели конкуренция за ресурсы, выживания, миграций и устойчивость сообществ, распределения ресурсов в сообществах, динамики структуры сообществ.</p>	4	<p>Анализ литературных источников, конспектирование. Подготовка реферата и доклада с презентацией</p>	<p>Основная и рекомендательная учебная и научная литература Интернет-ресурсы</p>	<p>Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.</p>
Системный анализ в экологии и основные принципы моделирования	<p>Этапы системного анализа. Построение модели изучаемой системы в общем случае. Роль экспертных оценок. Планирование эксперимента. Методы анализа больших систем.</p>	4	<p>Анализ литературных источников, конспектиро-</p>	<p>Основная и рекомендательная учебная и научная литература Интернет-ресурсы</p>	<p>Доклад с презентацией на прак-</p>

			вание. Подготовка реферата и доклада с презентацией	мая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	тическом занятии Реферат.
Математические модели и их компьютерная реализация с использованием пакетов прикладных программ.	Основные операции над переменными и наблюдениями. Основные операции с таблицами данных. Парный и множественный корреляционный анализ. Процедура: парные и частные корреляции. Канонический анализ. Параметрические и непараметрические методы сравнения средних. Дисперсионный анализ. Линейный и нелинейный множественный регрессионный анализ. Множественная регрессия, множественная нелинейная регрессия, нелинейное оценивание. Методы классификационного анализа. Дискриминантный анализ. Кластерный анализ. Модели дискриминантного анализа Факторный анализ. Общие представления о клеточных автоматах и нейронных сетях.	8	Анализ литературных источников, конспектирование. Подготовка реферата и доклада с презентацией	Основная и рекомендательная учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
Модели в экологии.	Модели водных экосистем. Модели продукционного процесса растений. Модели лесных сообществ. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли. Эколого-экономические модели. Модели глобального развития.	8	Анализ литературных источников, конспектирование. Подготовка реферата и доклада с презентацией	Основная и рекомендательная учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.

				ре- сурсы	
		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
<b>ДПК-2</b> Способен участвовать в процедурах мониторинга окружающей среды в местах проведения исследований и проводить анализ природных образцов	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия); 2. Самостоятельная работа.
<b>ДПК-4</b> Способен участвовать в оценке объектов природной среды, их безопасности для здоровья людей и окружающей среды	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические 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
<b>ДПК-2</b>	Пороговый	Работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия) Тема: 1,2,3,4,5.	<b>знать:</b> - принципы системности; - критерии выделения, виды, структуру и функции систем; - направления изучения экосистем при системном подходе; - принципы системного анализа; <b>уметь:</b> - демонстрировать знание основ природоохранных биотехнологий;	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией.	Шкала оценивания опроса и собеседования Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации
	Продвинутый	Самостоятельная работа	<b>уметь:</b> - использовать методы экологического мониторинга;	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного	Шкала оценивания опроса.

			<p>- проводить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов.</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>- основными методами математического моделирования в экологии.</p> <p>- навыками работы с прикладными пакетами программ</p>	<p>ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ.</p> <p>Тестовый контроль.</p> <p>Доклад с презентацией.</p> <p>Реферат.</p> <p>Зачет..</p>	<p>Шкала оценивания тестирования</p> <p>Шкала оценивания доклада</p> <p>Шкала оценивания презентации</p> <p>Шкала оценивания реферата.</p>
ДПК-4	Пороговый	<p>Работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия)</p> <p>Тема: 6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16.</p> <p>.</p>	<p><b>знать:</b></p> <p>- методы системной экологии: наблюдение; эксперимент; статистические методы; численное и компьютерное моделирование.</p> <p><b>уметь:</b></p> <p>- демонстрировать знания экологического законодательства Российской Федерации; нормативных и методических материалов по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.</p>	<p>Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ.</p> <p>Тестовый контроль.</p> <p>Доклад с презентацией.</p>	<p>Шкала оценивания опроса и собеседования</p> <p>Шкала оценивания тестирования</p> <p>Шкала оценивания доклада</p> <p>Шкала оценивания презентации</p>
	Продвинутый	Самостоятельная работа	<p><b>уметь:</b></p> <p>- использовать основные контрольные показатели нормирования загрязняющих веществ (ПДК) при оценке объектов окружающей среды и их безопасности для здоровья людей;</p> <p>- использовать методологию системного анализа и моделирования</p>	<p>Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ.</p> <p>Тестовый</p>	<p>Шкала оценивания опроса.</p> <p>Шкала оценивания тестирования</p> <p>Шкала оценивания</p>

			<p>для прогноза путей устойчивого и безопасного развития отдельных регионов и человечества в целом;</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>- навыком моделирования развития биологических процессов в природе.</p>	<p>контроль. Доклад с презентацией. Реферат. Зачет.</p>	<p>доклада Шкала оценивания презентации Шкала оценивания реферата.</p>
--	--	--	---	---	--

### 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 семинаров и 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: Детерминистические модели. Модели динамики популяций.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Модели динамики численности популяции. Ряды Фибоначчи. Неограниченный рост: экспоненциальная модель Т.Мальтуса. Ограниченный рост: модель П.Ферхюльста. Емкость и сопротивляемость среды.

##### **Тема 3: Детерминистические модели. Модель возрастной структуры популяции.**

*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 4: Модели конкуренции популяций.**

*Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие:* Допущения в моделях Лотки-Вольтерра. Модели конкуренции за ресурсы, отношений «хищник – жертва». Закон конкурентного исключения Г.Ф.Гаузе.

##### **Тема 5: Модели пространственного распределения организмов..**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Модель «Число видов/площадь». Модели распределения значимости видов.

##### **Тема 6: Марковские цепи (модель сукцессионных изменений).**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Модели сукцессионных изменений. Модель сукцессии на основе марковских цепей. Переходная матрица. Переходные, замкнутые и поглощающие состояния. Время первого достижения равновесия.

##### **Тема 7: Описательные многомерные модели. Анализ главных компонент.**

*Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие:* Цели применения многомерных методов в анализе биологических данных. Классификация методов многомерного статисти-

стического анализа. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов.

**Тема 8: Кластерный анализ.**

*Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие:* Основные понятия и задачи кластерного анализа. Анализ дендрограмм кластерных решений. Модель ландшафтного распределения видов.

**Тема 9: Прогностические многомерные модели. Дискриминантный анализ.**

*Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие:* Распознавание образов. Дискриминантный анализ в исследовании структуры объектов и признаков. Модель выживания по половому признаку.

**Тема 10: Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.**

*Перечень вопросов, заданий, выносимых на занятие:* Модели экологической ниши. Модель многомерной (фундаментальной) экологической ниши Хатчинсона. Модели водных экосистем. Модели лесных сообществ.

**Тема 11: Иммитационные модели. Глобальные имитационные модели.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Модели глобальных биогеохимических циклов (углерода, кислорода, азота). Модели продуктивности. Модели потока энергии. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли.

**Тема 12: Модель эволюции биосферы.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Модель эволюции биосферы. Эмпирические обобщения, лежащие в основе модели. Модель устойчивости биосферы.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Дайте определение системы.
2. Какие системы называются открытыми, изолированными, закрытыми?
3. Какие системы называют гомогенными, гетерогенными?
4. Дайте определение эмерджентности системы.
5. Что называется целевой функцией или стратегией системы?
6. Что называется динамикой системы?
7. Перечислите основные характеристики экосистемы.
8. Приведите иерархию биологической организации экосистем.
9. В чем заключается процесс самоорганизации системы?
10. На чем основывается информационная классификация моделей экосистем?
11. Охарактеризуйте этапы системного анализа.
12. На чем основана классификация статических и динамических моделей?
13. Дайте краткую характеристику детерминированных и недетерминированных моделей.
14. Составьте схему системного анализа для решения практических экологических задач и опишите основные этапы.
15. Составьте блок-схему для анализа водного баланса.

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

- 1) минимальное значение
- 2) максимальное значение
- 3) среднее значение

- 4) стандартное отклонение
- 5) критерий Стьюдента.

### 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  $\lambda$  рождения особью детеныша в два раза больше вероятности  $\mu$  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  $\lambda$  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  $\chi^2$  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:  $r_{xy}=0,34$ ;  $r_{yz}=0,61$ ;  $r_{xz}=0,83$ . Объ-

ем выборки равен 100. Стандартное значение коэффициента Стьюдента при числе степеней свободы 97 и уровне значимости 1% равно 1,98.

### **Примерная тематика рефератов**

1. Принципы общей теории систем.
2. Системообразующие факторы
3. Обзор классификаций систем.
4. Сущность и основные характеристики сложных систем.
5. Структурная вариативность систем.
6. Временная организация систем.
7. Функциональный подход к системам и его составляющие.
8. Взаимодействие внешних функций и внутренней саморегуляции системы.
9. Равновесие систем.
10. Механизмы саморазвития систем.
11. Структура системного анализа.
12. Системные законы и их роль в аналитической деятельности.
13. Методы системного анализа.
14. Моделирование и его роль в познании.
15. Процесс формализации при построении математических моделей.
16. Модель глобального биогеохимического цикла углерода.
17. Модель круговорота кислорода.
18. Модель глобального цикла азота.
19. Особенности моделирования океанической биоты.
20. Особенности моделирования наземных экосистем.
21. Демографические модели.
22. Моделирование антропогенных воздействий на биосферу.
23. Глобальные климатические модели.
24. Сравнение различных моделей динамики органического вещества почв при стандартных сценариях глобального изменения климата.

### **Контрольные вопросы к зачету по дисциплине**

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. Предмет и место системной экологии среди биологических наук.
7. Становление и развитие системных идей в экологии.
8. Иерархичность экологических систем.
9. Место живых систем среди других систем и их классификация.
10. Свойство «эмерджентности» систем, примеры.
11. Саморегуляция экологических систем.
12. Конечная и экспоненциальная скорости роста.
13. Видовое и структурное разнообразие в экосистемах.
14. Устойчивость и стабильность экологических систем.
15. Принципы системного анализа.
16. Структура системного анализа.
17. Классификация моделей.
18. Моделирование, этапы построения модели, области применения моделей
19. Динамические модели экологических процессов.
20. Основные статистические методы в экологии.
21. Параметрические и непараметрические методы.

22. Методы классификационного анализа. Применение дискриминантного анализа в экологии.
23. Непараметрический дискриминантный анализ.
24. Кластерный анализ.
25. Применение дисперсионного анализа в экологии.
26. Линейный и нелинейный множественный регрессионный анализ.
27. Многомерные статистические методы в экологических исследованиях. Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа.
28. Канонический анализ.
29. Имитационное моделирование и принципы экологического прогноза.

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

Система университетского образования базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности, в том числе лекций, лабораторных и самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов направлена на увеличение объема знаний в области популяционной генетики. Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение литературы в соответствии с прилагаемым списком, углубленный анализ прослушанных лекций, оформление лабораторных работ, контроль знаний с использованием вопросов для проверки. Предполагается написание реферативных работ для более углубленного изучения какого-либо раздела. Объем реферата не менее 10 страниц печатного текста. Завершение работы над рефератом заканчивается за неделю до наступления зачетно-экзаменационной сессии.

Студенты, пропустившие два и более занятия, пишут содержательно-тематический отчет-конспект (в форме логико-терминологической схемы, отражающей содержание темы) о самостоятельном освоении содержания тем пропущенных занятий. В процессе лабораторных занятий рекомендуется проводить тестовый контроль. Для проведения текущего, самостоятельного и итогового контроля разработаны вопросы для самоконтроля, тестовые задания, вопросы и практические задания к экзамену.

#### **Критерии балльно-рейтинговой оценки знаний**

*Итоговая оценка знаний* студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в «зачтено» /«не зачтено» (промежуточная форма контроля – зачет), 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 продвинутым. При этом учитывается посещаемость студентом лекций, практических занятий, активность студента на практических занятиях, результаты промежуточных устных контрольных опросов, итоги тестов, написание рефератов, докладов, представление презентаций. Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

- контроль посещений – 20 баллов,
- практические занятия – 20 баллов,
- опрос и собеседование – 10 баллов
- доклад – 10 баллов.
- презентация – 10 баллов,

- тестирование – 10 баллов,
- реферат – 10 баллов;
- зачёт — 10 баллов.

#### **Оценивание посещаемости занятий**

<b>Критерий оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Регулярное посещение занятий, высокая активность на практических занятиях, содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.	15-20
Систематическое посещение занятий, участие на практических занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, 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.	10-15
Нерегулярное посещение занятий, низкая активность на практических занятиях, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.	5-10
Регулярные пропуски занятий и отсутствие активности работы, студент показал незнание материала по содержанию дисциплины.	0-5

#### **Шкала оценивания практических работ**

<b>Показатель</b>	<b>Баллы</b>
Все работы полностью выполнены, и грамотно оформлены. Полученные выводы хорошо раскрывают суть изучаемых биологических процессов и явлений.	16-20
Все работы полностью выполнены. Могут иметься незначительные ошибки, связанные большей частью с техническими, а не смысловыми аспектами выполнения. Полученные выводы хорошо раскрывают суть изучаемых биологических процессов и явлений.	10-16
Работы выполнены лишь частично. Имеются незначительные ошибки как с соблюдением протокола выполнения работ, так и в структурно-логической части. Полученные выводы не полностью раскрывают суть изучаемых биологических процессов и явлений.	5-10
Работы выполнены лишь частично. Имеются серьезные нарушения как с соблюдением протокола выполнения работ, так и в структурно-логической части. Полученные выводы не раскрывают суть изучаемых биологических процессов и явлений.	0-4

Максимальное количество баллов – 20

#### **Шкала оценивания тестирования**

<b>Критерии оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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»	0-2
---	-----

Максимальное количество баллов – 10

#### Шкала оценивания опроса и собеседования

Показатель	Баллы
Свободное владение материалом	5
Достаточное усвоение материала	4
Поверхностное усвоение материала	2
Неудовлетворительное усвоение материала	0

Максимальное количество баллов – 10 (по 5 баллов за каждый опрос).

#### 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 с использованием малого числа литературных источников 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, работа выполнена с использованием малого числа литературных источников и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие научные достижения. 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 доклада

Показатель	Балл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, студент свободно отвечает на вопросы по теме доклада.	10

Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, студент отвечает на большую часть вопросов по теме доклада.	6
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	4
Доклад не соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Максимальное количество баллов – 10.

### Шкала оценивания презентации

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Возможности технологии <i>PowerPoint</i> использованы уместно (презентация иллюстрирует, а не дублирует доклад студента; выдержана в едином стиле; оптимизировано количество слайдов).	10
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны единичные незначительные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (переизбыток текстовой информации; стилистические ошибки; количество слайдов не оптимально).	6
Представляемая информация относительно систематизирована, логическая связь неявная. Проблема раскрыта не полностью. Имеются отдельные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (информация в основном текстовая, дублирующая; речь студента презентация перенасыщена или напротив не раскрывает материал; плохое визуальное оформление презентации; количество слайдов недостаточно или презентация перегружена).	4
Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Имеется ряд грубых ошибок при оформлении в <i>PowerPoint</i> (информация в основном текстовая, дублирующая речь студента; презентация перенасыщена или напротив не раскрывает материал; плохое визуальное оформление презентации).	1

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. Блинов, Л. Н. Экология : учебное пособие для вузов / Л. Н. Блинов, В. В. Полякова, А. В. Семенча ; под общей редакцией Л. Н. Блинова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00221-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450677>
2. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451558>
3. Степановских, А. С. Общая экология : учебник для вузов / А. С. Степановских. — 2-е изд. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с. — ISBN 5-238-00854-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71031.html>

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Мананков, А. В. Урбоэкология и техносфера : учебник и практикум для вузов / А. В. Мананков. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 494 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06909-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472938>
2. Мешалкин, В.П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаука. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 357 с. — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=560753>
3. Прикладная экология: учеб. пособие / Грушко М.П.[и др.]. - 2-е изд. - СПб. : Лань, 2018. - 268с. - Текст: непосредственный
4. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов /

- Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07872-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470479>
5. Хасанова, Г.Б. Социальная экология: учеб. пособие для вузов. - М. : КНОРУС, 2016. - 214с. – Текст: непосредственный
  6. Шилов, И. А. Экология популяций и сообществ : учебник для вузов / И. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13188-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469799>
  7. Шилов, И. А. Экология : учебник для вузов / И. А. Шилов. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 539 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09080-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468567>

### **6.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

#### **Рекомендуемое свободное программное обеспечение:**

1. Статистическая среда R [www.r-project.org](http://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 и проведению практических и лабораторных работ для направления подготовки 06.03.01 – Биология, профиль «Биоэкология», квалификация (степень) выпускника бакалавр [Текст]. — М., 2021.
2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ, предусмотренных в рамках направления подготовки 06.03.01 – Биология, профиль «Биоэкология», квалификация (степень) выпускника бакалавр [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

**Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства**

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

**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.