

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт экологии и устойчивого развития

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системный анализ и моделирование в экологии**

Кафедра экологии

Образовательная программа

**05.03.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) программы  
**Экологическая безопасность**

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

Форма обучения  
**Очная**

Статус дисциплины: **Обязательная часть,  
Базовый модуль направления**

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Системный анализ и моделирование в экологии» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, (уровень бакалавриат) от «07» августа 2020 г. №894

Составители: кафедра экологии, Асадулаев З.М. док. биол. наук, профессор,  
Давудова Э.З., канд. биол. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры экологии от «05» июля 2022 г., протокол №10.

Зав. кафедрой  Магомедов М.Д.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии Института экологии и устойчивого развития от  
«05» июля 2022 г., протокол №10.

Председатель  Теймуров А.А.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «08»  
июля 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Системный анализ и моделирование в экологии» входит в обязательную часть базовый модуль направления, ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Дисциплина реализуется в Институте экологии и устойчивого развития кафедрой экологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием знаний принципов и концепций системного анализа и моделирования применительно к экологии

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-3, ОПК-5; профессиональных - ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Объем дисциплины 5 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий: лекции (16 ч.), практические занятия (32 ч.), самостоятельная работа (24 ч.).

### Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
5	72	46	16	30			24	зачет	
6	108	44	22	22			64	экзамен	
	180	90	38	52			90		

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Системный анализ и моделирование в экологии» являются формирование у обучающихся системных базисных знаний принципов и концепций системного анализа и моделирования применительно к экологии

Основными задачами курса являются:

- ознакомить студента с основными принципами системного анализа в экологии.
- научить студентов навыкам и приемам моделирования различных процессов, явлений и сложных систем.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Системный анализ и моделирование в экологии» входит в обязательную часть ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, профиль подготовки «Экологическая безопасность».

Дисциплина «Системный анализ и моделирование в экологии» входит в блок дисциплин базового модуля по направлению подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование (уровень подготовки бакалавриат). Программа направлена на обучение студентов грамотному восприятию практических проблем, связанных с экологией.

Общая трудоемкость курса 180 часов. Чтение курса планируется в 5-6 семестрах на 3-м году обучения.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<b>ОПК-3</b> Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	<b>Б-ОПК-3.1.</b> Использует основные методы отбора проб компонентов окружающей среды, стандартные измерительно-аналитические приборы и оборудование для анализа проб и загрязняющих веществ	<i>Знает:</i> - базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности; <i>Умеет:</i> - Использует основные методы отбора проб компонентов окружающей среды, стандартные измерительно-аналитические приборы и оборудование для анализа проб и загрязняющих веществ; <i>Владеет:</i> - методы отбора проб компонентов окружающей среды, стандартные измерительно-аналитические приборы и оборудование для анализа проб и загрязняющих веществ.	Индивидуальный, фронтальный опрос
	<b>Б-ОПК-3.2.</b> Применяет методы полевых исследований для сбора экологических данных	<i>Знает:</i> - методы полевых исследований для сбора экологических данных; <i>Умеет:</i> - Применяет методы полевых исследований для сбора экологических данных; <i>Владеет:</i> - методами полевых исследований для сбора экологических данных	

	<p><b>Б-ОПК-3.3.</b> Применяет картографические материалы, космические и аэрофотоснимки при проведении исследований и работ экологической направленности</p>	<p><i>Знает:</i> - как применять картографические материалы, космические и аэрофотоснимки при проведении исследований и работ экологической направленности; <i>Умеет:</i> - Применять картографические материалы, космические и аэрофотоснимки при проведении исследований и работ экологической направленности; <i>Владеет:</i> - картографическим, космическим материалом и аэрофотоснимками при проведении исследований и работ экологической направленности</p>	
	<p><b>Б-ОПК-3.4.</b> Обрабатывает и систематизирует результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды с использованием статистических методов</p>	<p><i>Знает:</i> - как обрабатывать и систематизировать результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды с использованием статистических методов; <i>Умеет:</i> - обрабатывать и систематизировать результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды с использованием статистических методов; <i>Владеет:</i> - методами обработки и систематизации результатов полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды с использованием статистических методов</p>	Индивидуальный, фронтальный опрос
<p><b>ОПК-5</b> Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий</p>	<p><b>Б-ОПК 5.1.</b> Использует современные методы поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных (с учетом основных требований информационной безопасности)</p>	<p><i>Знает:</i> - современные методы поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных (с учетом основных требований информационной безопасности); <i>Умеет:</i> - решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий; <i>Владеет:</i> - современными методами поиска, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных (с учетом основных требований информационной безопасности)</p>	Индивидуальный, фронтальный опрос

	<b>Б-ОПК 5.2.</b> Применяет знания в области геоинформатики и ГИС-технологий, пользуется стандартными программными продуктами для обработки и визуализации экологических данных	<i>Знает:</i> - как применять знания в области геоинформатики и ГИС-технологий, пользоваться стандартными программными продуктами для обработки и визуализации экологических данных; <i>Умеет:</i> - Применять знания в области геоинформатики и ГИС-технологий, пользоваться стандартными программными продуктами для обработки и визуализации экологических данных; <i>Владеет:</i> - знаниями в области геоинформатики и ГИС-технологий, стандартными программными продуктами для обработки и визуализации экологических данных;	Индивидуальный, фронтальный опрос
<b>ПК-5</b> Способен выбирать и использовать методы экологических исследований, соответствующее оборудование, программное обеспечение для решения исследовательских задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	<b>Б-ПК-5.1.</b> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	<i>Знает:</i> - элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР; <i>Умеет:</i> - Готовить элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР; <i>Владеет:</i> - элементами документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	индивидуальный, фронтальный опрос
	<b>Б-ПК-5.2.</b> Выбирает технические средства и методы (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	<i>Знает:</i> - методы экологических исследований, соответствующее оборудование, программное обеспечение для решения исследовательских задач, поставленных специалистом более высокой квалификации; <i>Умеет:</i> - Выбирать технические средства и методы (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР; <i>Владеет:</i> - техническими средствами и методами (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Системные идеи в экологии. Состав и структура экологии</b>								
1	Смена методологической	5	2		4		2	индивидуальный,

	парадигмы в естествознании							фронтальный опрос.
2	Система: анализ основных понятий, принципов и постулатов	5	2		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос
3	Определение исходных понятий	5	2		4		2	индивидуальный, фронтальный опрос.
4	Определение экологии и ее логическая структура	5	2		2		2	индивидуальный, фронтальный опрос, коллоквиум.
	<i>Итого по модулю 1:</i>		8		14		10	
<b>Модуль 2. Описание экосистем. Методы построения и исследования моделей экосистем</b>								
5	Логико-математические методы анализа экологической информации	5	2		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос.
6	Основные этапы исследования экосистем	5	2		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос
7	Множества. Исходные положения и терминология. Операции над множествами	5	2		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос.
8	Статистические методы анализа данных	5	2		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос, коллоквиум.
	<i>Итого по модулю 2:</i>		8		16		16	
<b>Модуль 3. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки</b>								
10	Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразии).	6	4		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос.
11	Методы построения моделей видового обилия	6	4		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос, коллоквиум.
	<i>Итого по модулю 3:</i>		8		8		8	
<b>Модуль 4. Дифференцирующее разнообразие. Группирование и моделирование конечных множеств</b>								
12	Местообитание: структура и классификация.	6	2		2		4	индивидуальный, фронтальный опрос.
13	Меры и модели бета-разнообразия	6	4		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос.
14	Меры сходства и различия. Меры включения и пересечения	6	4		4		4	индивидуальный, фронтальный опрос
15	Графы и орграфы	6	2		2		4	индивидуальный, фронтальный опрос.
16	Плеяды и дендрограммы	6	2		2		4	индивидуальный, фронтальный опрос, коллоквиум.
	<i>Итого по модулю 4</i>		14		14		20	
<b>Модуль 5. Подготовка к экзамену</b>								
	Подготовка к экзамену	36					36	экзамен
	<i>Итого по модулю 5:</i>	36					36	
	<b>ИТОГО:</b>	180	38		52		90	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

*Модуль 1. Системные идеи в экологии. Состав и структура экологии*

Тема 1. Смена методологической парадигмы в естествознании.

Становление и развитие системных идей в экологии. Системный подход. Системный анализ.

Тема 2. Система: анализ основных понятий, принципов и постулатов

Теоретические основы системного анализа. Система. Состав системы. Структура системы. Постулаты системного подхода.

Тема 3. Определение исходных понятий

Понятие. Деление объема понятий. Правила деления. Терминология. Определение.

Тема 4. Определение экологии и ее логическая структура

Экология как системная наука. Положение экологии в современном знании и ее основные подразделения. Предмет экологии. Цель научной дисциплины.

*Модуль 2. Описание экосистем. Методы построения и исследования моделей экосистем.*

Тема 5. Логико-математические методы анализа экологической информации.

Логика и эксперимент. Традиционная логика. Математическая логика. Основные символы математической логики.

Тема 6. Основные этапы исследования экосистем.

Формулировка цели и постановка задачи. Рабочая гипотеза: концептуализация задачи. Методы исследования. Полевые наблюдения, описания и эксперименты. Камеральная обработка данных. Проверка и интерпретация эмпирической модели. Завершающий синтез.

Тема 7. Множества. Исходные положения и терминология Операции над множествами

Введение в существо проблемы. Теория множеств. Элементы множества.

Объединение. Пересечение. Разность.

Тема 8. Статистические методы анализа данных.

Статистика. Шкалы измерения. Среднее значение и дисперсия совокупности.

*Модуль 3. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки*

Тема 9. Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).

Видовое богатство. Видовое обилие. Индекс Менхиника. Индекс Маргалефа. Индекс Шеннона. Индекс Бриллюэна. Индексы доминирования.

Тема 10. Методы построения моделей видового обилия

Модель геометрического распределения. Модель логарифмического распределения. Логарифмические нормальное распределение. Модель разломанного стержня.

*Модуль 4. Дифференцирующее разнообразие.*

*Группирование и моделирование конечных множеств*

Тема 11. Местообитание: структура и классификация

Местообитание. Градиентный анализ. Классификация местообитаний.

Тема 12. Меры и модели бета-разнообразия

Показатели бета-разнообразия по присутствию-отсутствию видов. Критерии оценки бета-разнообразия. Составление матриц.

Тема 13. Меры сходства и различия. Меры включения и пересечения

Основные индексы общности. Коэффициенты сходства Жаккара. Коэффициенты сходства Серенсена-Чекановского. Математическое определение мер включения множеств. Коэффициенты перекрывания.

Тема 14. Графы и орграфы

Основные типы графов и их структура. Несвязные и связные графы. Организация систем.

Тема 15. Плеяды и дендрограммы

Кластерный анализ. Дендриты и плеяды. Способы построения дендрограмм: простое соединение, полное соединение, среднее соединение.

#### **4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.**

*Модуль 1. Системные идеи в экологии. Состав и структура экологии*

Тема 1. Смена методологической парадигмы в естествознании.

Вопросы к теме:

1. Становление и развитие системных идей в экологии.
2. Системный подход.
3. Системный анализ.

Тема 2. Система: анализ основных понятий, принципов и постулатов

Вопросы к теме:

1. Теоретические основы системного анализа.
2. Система. Состав системы. Структура системы.
3. Постулаты системного подхода.

Тема 3. Определение исходных понятий

Вопросы к теме:

1. Понятие. Деление объема понятий. Правила деления.
2. Терминология. Определение.

Тема 4. Определение экологии и ее логическая структура

Вопросы к теме:

1. Экология как системная наука.
2. Положение экологии в современном знании и ее основные подразделения.
3. Предмет экологии. Цель научной дисциплины.

*Модуль 2. Описание экосистем.*

*Методы построения и исследования моделей экосистем*

Тема 5. Логико-математические методы анализа экологической информации.

Вопросы к теме:

1. Логика и эксперимент.
2. Традиционная логика.
3. Математическая логика. Основные символы математической логики.

Тема 6. Основные этапы исследования экосистем.

Вопросы к теме:

1. Формулировка цели и постановка задачи.
2. Рабочая гипотеза: концептуализация задачи.
3. Методы исследования. Полевые наблюдения, описания и эксперименты.
4. Камеральная обработка данных. Проверка и интерпретация эмпирической модели. Завершающий синтез.

Тема 7. Множества. Исходные положения и терминология. Операции над множествами

Вопросы к теме:

1. Введение в существо проблемы.
2. Теория множеств.
3. Элементы множества.
4. Объединение.
5. Пересечение.
6. Разность.

Тема 8. Статистические методы анализа данных.

Вопросы к теме:

1. Статистика.
2. Шкалы измерения.
3. Среднее значение и дисперсия совокупности.

*Модуль 3. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки*

Тема 9. Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).

Вопросы к теме:

1. Видовое богатство. Видовое обилие.
2. Индекс Менхиника. Индекс Маргалефа.
3. Индекс Шеннона. Индекс Бриллюэна.
4. Индексы доминирования.

Тема 10. Методы построения моделей видового обилия

Вопросы к теме:

1. Модель геометрического распределения.
2. Модель логарифмического распределения.
3. Логарифмические нормальное распределение.
4. Модель разломанного стержня.

*Модуль 4. Дифференцирующее разнообразие. Группирование и моделирование конечных множеств*

Тема 11. Местообитание: структура и классификация

Вопросы к теме:

1. Местообитание.
2. Градиентный анализ.
3. Классификация местообитаний.

Тема 12. Меры и модели бета-разнообразия

Вопросы к теме:

1. Показатели бета-разнообразия по присутствию-отсутствию видов.
2. Критерии оценки бета-разнообразия.
3. Составление матриц.

Тема 13. Меры сходства и различия. Меры включения и пересечения

Вопросы к теме:

1. Основные индексы общности.
2. Коэффициенты сходства Жаккара и Серенсена-Чекановского.
3. Математическое определение мер включения множеств.
4. Коэффициенты перекрывания.

Тема 14. Графы и оргграфы

Вопросы к теме:

1. Основные типы графов и их структура.
2. Несвязные и связные графы.
3. Организация систем.

Тема 15. Плеяды и дендрограммы

Вопросы к теме:

1. Кластерный анализ.
2. Дендриты и плеяды.
3. Способы построения дендрограмм: простое соединение, полное соединение, среднее соединение.

***Примерные лабораторные работы:***

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<b>Лабораторная работа № 1</b> Проведение системного анализа природных объектов		
Раздел 3. Описание экосистем. <u>Тема 1.</u> Основные этапы исследования экосистем.	Ознакомление с основными этапами проведения системного анализа природных объектов	Овладение методикой проведения системного анализа природных объектов
<b>Лабораторная работа № 2</b> Операции над множествами. Объединение множеств		

Раздел 4. Методы построения и исследования моделей экосистем <u>Тема 7-8.</u> Множества. Исходные положения и терминология. Операции над множествами.	На основе представленных данных провести объединение множеств	Ознакомление с процедурой объединения множеств.
<b>Лабораторная работа № 3</b> Статистические методы анализа данных.		
Раздел 4. Методы построения и исследования моделей экосистем <u>Тема 9.</u> Статистические методы анализа данных.	Ознакомление с основными статистическими методами анализа данных (среднее арифметическое, стандартное отклонение и т.д.).	Овладение основными статистическими методами анализа данных (среднее арифметическое, стандартное отклонение и т.д.).
<b>Лабораторная работа № 4</b> Ранжирование видовых списков по численности элементов множеств		
Раздел 5. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки. <u>Тема 10.</u> Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).	На основании данных, полученных в полевых исследованиях произвести ранжирование видовых списков по численности элементов множеств	Ознакомление с методикой ранжирование видовых списков по численности элементов множеств
<b>Лабораторная работа № 5</b> Индексы видового богатства Маргалефа и Менхиника.		
Раздел 5. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки. <u>Тема 10.</u> Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).	Провести расчёт индексов видового богатства Маргалефа и Менхиника на основе данных, полученных в полевых исследованиях	Овладение методикой расчета индексов видового богатства Маргалефа и Менхиника
<b>Лабораторная работа № 6</b> Индексы видового разнообразия Шеннона и Бриллюэна.		
Раздел 5. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки. <u>Тема 10.</u> Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).	Провести расчёт индексов видового разнообразия Шеннона и Бриллюэна на основе данных, полученных в полевых исследованиях	Овладение методикой расчета индексов видового разнообразия Шеннона и Бриллюэна
<b>Лабораторная работа №7</b> Индексы доминирования Макинтоша и Бергера-Паркера.		
Раздел 5. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки. <u>Тема 10.</u> Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).	Провести расчёт индексов доминирования Макинтоша и Бергера-Паркера на основе данных, полученных в полевых исследованиях	Овладение методикой расчета индексов доминирования Макинтоша и Бергера-Паркера
<b>Лабораторная работа № 8</b> Составление матриц для определения бета-разнообразия		
Раздел 6. Дифференцирующее разнообразие <u>Тема 13.</u> Меры и модели бета-разнообразия	Ознакомление с методиками составления матриц для определения бета-разнообразия	Научиться составлять матрицы для определения бета-разнообразия
<b>Лабораторная работа №9</b> Построение графов и орграфов		
Раздел 7. Группирование и моделирование конечных множеств <u>Тема 15.</u> Графы и орграфы	На основе представленных данных провести построение графов и орграфов для определения бета-разнообразия	Научиться строить графы и орграфы для определения бета-разнообразия
<b>Лабораторная работа №10</b> Построение плеяд и дендрограмм.		
Раздел 7. Группирование и моделирование конечных	На основе представленных данных провести построение	Научиться строить плеяды и дендрограммы для

множеств <u>Тема 15.</u> Плеяды и дендрограммы	плеяд и дендрограмм для определения бета-разнообразия	определения бета-разнообразия
---	---	-------------------------------

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Системный анализ и моделирование в экологии» применяются такие виды технологий, как неимитационные (проблемные лекции и семинары, тематические дискуссии, презентации, круглый стол) и имитационные: игровые (исследовательские игры, учебные игры) и неигровые (анализ конкретных ситуаций).

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература»

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме 54 часов, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
<i>Модуль 1. Системные идеи в экологии. Состав и структура экологии.</i>	
<u>Тема 1.</u> Смена методологической парадигмы в естествознании.	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<u>Тема 2.</u> Система: анализ основных понятий, принципов и постулатов	
<u>Тема 3.</u> Определение исходных понятий	
<u>Тема 4.</u> Определение экологии и ее логическая структура	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<i>Модуль 2. Описание экосистем. Методы построения и исследования моделей экосистем.</i>	
<u>Тема 5.</u> Логико-математические методы анализа экологической информации.	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<u>Тема 6.</u> Основные этапы исследования экосистем.	
<u>Тема 7.</u> Множества. Исходные положения и терминология. Операции над множествами	
<u>Тема 8.</u> Статистические методы анализа данных.	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и

	электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<i>Модуль 3. Разнообразие множеств: методы системного описания и оценки</i>	
<u>Тема 9.</u> Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие).	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<u>Тема 10.</u> Методы построения моделей видового обилия	
<i>Модуль 4. Дифференцирующее разнообразие. Группирование и моделирование конечных множеств</i>	
<u>Тема 11.</u> Местообитание: структура и классификация	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<u>Тема 12.</u> Меры и модели бета-разнообразия	
<u>Тема 13.</u> Меры сходства и различия. Меры включения и пересечения	
<u>Тема 14.</u> Графы и орграфы	- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; - поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
<u>Тема 15.</u> Плеяды и дендрограммы	

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### ***Примерный перечень тестовых заданий для текущего, промежуточного и итогового контроля.***

1. Американский науковед Т.Кун в 1962 г. впервые ввел определение

- 1) парадигма
- 2) система
- 3) определение
- 4) синтез

2. Установите соответствие понятий

1. биоэкология
2. геоэкология
3. антропоэкология

а) комплекс дисциплин, который изучает взаимоотношения живых систем разных рангов со средой и между собой

б) комплекс дисциплин, который изучает геосферы, их динамику и взаимодействие

- в) комплекс дисциплин, который изучает взаимоотношения человеческого общества и природы
3. Методы, в которых исследователь сознательно производит определенные изменения в экосистеме - это
- 1) полевые наблюдения
  - 2) экспериментальные методы
  - 3) метод моделирования
  - 4) метод синтеза
4. Экологическая катастрофа характеризуется
- 1) нарушением равновесия в экосистемах
  - 2) обратимостью последствий
  - 3) необратимостью последствий
  - 4) вымиранием некоторых видов организмов
5. Комплекс взаимосвязанных популяций разных видов живых существ и изменяемой ими абиотической среды, обладающие способностью к саморегуляции и самовозобновлению всех главных компонентов их биоты
- 1) сообщество
  - 2) экосистема
  - 3) биосфера
  - 4) биотоп

***Примерная тематика рефератов:***

1. Система: анализ основных понятий, принципов и постулатов
2. Становление и развитие системных идей в экологии
3. Постулаты системного подхода
4. Положение экологии в современном знании и ее основные подразделения
5. Логико-математические методы анализа экологической информации
6. Методы исследования. Полевые наблюдения, описания и эксперименты.
7. Камеральная обработка данных.
8. Проверка и интерпретация эмпирической модели. Завершающий синтез.
9. Множества. Исходные положения и терминология
10. Операции над множествами (объединение, пересечение, разность)
11. Статистические методы анализа данных
12. Модели и индексы видового обилия (альфа-разнообразие)
13. Видовое богатство. Видовое обилие.
14. Индекс Менхиника. Индекс Маргалефа.
15. Индекс Шеннона. Индекс Бриллюэна.
16. Индексы доминирования.
17. Методы построения моделей видового обилия
18. Модель геометрического распределения.
19. Модель логарифмического распределения.
20. Логарифмическое нормальное распределение.
21. Модель разломанного стержня.
22. Местообитание: структура и классификация
23. Меры и модели бета-разнообразия
24. Показатели бета-разнообразия по присутствию-отсутствию видов.
25. Критерии оценки бета-разнообразия.
26. Составление матриц.

***Ориентировочный перечень вопросов к зачету, экзамену по всему курсу:***

1. Становление и развитие системных идей в экологии.
2. Системный подход.

3. Системный анализ.
4. Теоретические основы системного анализа.
5. Система. Состав системы. Структура системы.
6. Постулаты системного подхода.
7. Понятие. Деление объема понятий. Правила деления.
8. Терминология. Определение.
9. Экология как системная наука.
10. Положение экологии в современном знании и ее основные подразделения.
11. Предмет экологии. Цель научной дисциплины.
12. Логика и эксперимент.
13. Традиционная логика.
14. Математическая логика. Основные символы математической логики.
15. Формулировка цели и постановка задачи.
16. Рабочая гипотеза: концептуализация задачи.
17. Методы исследования. Полевые наблюдения, описания и эксперименты.
18. Камеральная обработка данных. Проверка и интерпретация эмпирической модели. Завершающий синтез.
19. Введение в существо проблемы. Теория множеств.
20. Элементы множества. Объединение.
21. Пересечение. Разность. Статистика.
22. Шкалы измерения. Среднее значение и дисперсия совокупности.
23. Видовое богатство. Видовое обилие.
24. Индекс Менхиника. Индекс Маргалефа.
25. Индекс Шеннона. Индекс Бриллюэна.
26. Индексы доминирования.
27. Модель геометрического распределения.
28. Модель логарифмического распределения.
29. Логарифмическое нормальное распределение.
30. Модель разломанного стержня.
31. Местообитание. Градиентный анализ.
32. Классификация местообитаний.
33. Показатели бета-разнообразия по присутствию-отсутствию видов.
34. Критерии оценки бета-разнообразия.
35. Составление матриц.
36. Основные индексы общности.
37. Коэффициенты сходства Жаккара и Серенсена-Чекановского.
38. Математическое определение мер включения множеств.
39. Коэффициенты перекрытия.
40. Основные типы графов и их структура. Несвязные и связные графы.
41. Организация систем. Кластерный анализ. Дендриты и плеяды.
42. Способы построения дендрограмм: простое соединение, полное соединение, среднее соединение.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 40баллов,

- устный или письменный ответ – 40 баллов,
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- коллоквиум - 100 баллов.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса

*Интернет-адрес сайта. В качестве сайта курса рекомендуется использовать сайт кафедры или факультета (института), специализированные учебные сайты (например, на платформе Moodle).*

б) основная литература:

1. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: [учеб. пособие] / Пузаченко Ю.Г. - М.: Академия, 2004. - 408 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - ISBN 5-7695-1348-9: 269-50.
2. ЭБС ДГУ. Математическое моделирование в экологии. Историко-методологический анализ / В.Н. Тутубалин, Ю. Барабашева, А.А. Григорян, Г.Н. Девяткова. - Москва: Языки русской культуры, 1999. - 208 с. - ISBN 5-7859-0112-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213215> (29.08.2020).
3. ЭБС ДГУ. Челноков, А.А. Общая и прикладная экология: учебное пособие / А.А. Челноков, К.Ф. Саевич, Л.Ф. Ющенко; под общ. ред. К.Ф. Саевича. - Минск: Вышэйшая школа, 2014. - 656 с.: ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-985-06-2400-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452747> (29.08.2020).

б) дополнительная литература:

1. Степановских А.С. Прикладная экология. Охрана окружающей среды: учеб. для вузов по экол. специальностям / Степановских А.С. - М.: ЮНИТИ-Дана, 2003. - 750, [1] с. : ил.; 21 см. - (Oikos). - Библиогр.: с.739-747. - ISBN 5-238-00484-2: 256-00.
2. ЭБС ДГУ. Наац, В.И. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы / В.И. Наац, И.Э. Наац. - Москва: Физматлит, 2009. - 326 с. - ISBN 978-5-9221-1160-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76600> (29.08.2020).
3. ЭБС ДГУ. Гривко, Е.В. Экология: прикладные аспекты / Е.В. Гривко, А.А. Шайхутдинова, М.Ю. Глуховская; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 330 с. : табл. - Библиогр.: с. 300-303. - ISBN 978-5-7410-1672-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481758> (29.08.2020).

## 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. - Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 28.08.2021). – Яз. рус., англ.

2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 28.08.2021).

3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. –

Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru> свободный (дата обращения: 28.08.2021).

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, лабораторных работ курса «Системный анализ и моделирование в экологии», и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература»

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимент в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Изучение данной дисциплины не предполагает использование информационных технологий и специального программного обеспечения.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Учебная аудитория, оборудованная мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий.

Учебные аудитории для проведения практических занятий.