

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы анализа структуры сообщества

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

06.04.01 - Биология

---

Направленность образовательной программы

Биоразнообразие и биоресурсы

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Методы анализа структуры сообщества относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1: Находит и творчески использует имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития УК-6.2: Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяя реалистические цели профессионального роста УК-6.3: Планирует профессиональную траекторию с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда УК-6.4: Действует в условиях неопределенности, корректируя планы и шаги по их реализации с учетом имеющихся ресурсов	УК-6.1: Может анализировать и применять имеющийся опыт анализа структуры сообществ  УК-6.2: Умеет планировать цели и задачи для исследования структуры сообществ  УК-6.3: Умеет использовать современное программное обеспечение при выполнении исследования  УК-6.4: Владеет навыками выбора оптимальных методов анализа структуры конкретного сообщества	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-2: Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные	ПК-2.1: Знает: - современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования	ПК-2.1: Знает основные понятия учения о биоценозе как о структурной единице экосистемы; иметь представление о механизмах формирования структуры сообщества; основные структурные характеристики сообщества, принципы и методы	Расчетно-графическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-2.2: Умеет: - использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов</p> <p>ПК-2.3: Владеет - навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением статистических и аналитических подходов</p>	<p>классификации и ординации сообществ.</p> <p>ПК-2.2: Умеет оценивать состояние и динамику биоценозов, прогнозировать изменение их структуры под воздействием природных и антропогенных факторов, рассчитывать и интерпретировать структурные характеристики сообщества, проводить классификацию и ординацию сообществ.</p> <p>ПК-2.3: Владеет навыками анализа данных о структуре сообщества в среде R.</p>		
---	---	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>28</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>43</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

			(практические занятия/лабораторные работы), часы		
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Тема 1. Основы учения о биоценозе	5	0	2	2	3
Тема 2. Разнообразие как структурная характеристика биоценоза	8	0	2	2	6
Тема 3. Ранговые распределения и распределение видов по численности	10	0	4	4	6
Тема 4. Методы анализа сходства сообществ	8	0	4	4	4
Тема 5. Кластерный анализ	10	0	4	4	6
Тема 6. Методы ординации сообществ	10	0	4	4	6
Тема 7. Функциональный аспект структуры сообществ	10	0	4	4	6
Тема 8. Филогенетический аспект структуры сообществ	10		4	4	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	28	29	43

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основы учения о биоценозе

Тема 2. Разнообразие как структурная характеристика биоценоза

Тема 3. Ранговые распределения и распределение видов по численности

Тема 4. Методы анализа сходства сообществ

Тема 5. Кластерный анализ

Тема 6. Методы ординации сообществ

Тема 7. Функциональный аспект структуры сообществ

Тема 8. Филогенетический аспект структуры сообществ

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестам;
- подготовка к решению задач;
- подготовка к зачету.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной

терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

#### Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций. Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках. Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

#### Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

#### Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

## **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции УК-6:**

1. Что характеризует равномерность распределения численности животных?

- а) видовое богатство;                      б) выравненность;
- в) численность;                              г) плотность.

2. Организмы или сообщества организмов, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания – это:

- а) биоиндикаторы;    б) автотрофы;                      в) синантропы;                      г) редуценты.

3. Качественные и количественные характеристики биоты, позволяющие оценивать ее состояние, степень нагрузок на нее со стороны хозяйственной деятельности, проводить сравнительный анализ в пространстве и во времени, выявлять тенденции изменений и принимать адекватные управленческие решения – это:

- а) анализаторы;                      б) стабилизаторы;    в) индикаторы;                      г) убиквисты.

4. К антропофильным видам относят:

- а) иноземные виды;
- б) слабо представленные виды;
- в) местные виды, культивируемые в агроценозах;
- г) виды, типичные для охраняемых ландшафтов.

5. Вид – коренной обитатель какой-либо местности, давно на ней живущий, но не обязательно здесь возникший и первоначально эволюционировавший, называется:

- а) синантропным;    б) адвентивным;    в) аборигенным;                      г) антропофильным.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50–100% правильных ответов
не зачтено	менее 50% правильных ответов

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Расчетно-графическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Задания генерируются автоматически путем комбинирования различных вариантов индексов видового богатства, разнообразия, сходства, типов графиков и моделей для аппроксимации. В результате каждый студент получает уникальное задание.

#### Задание 1

В текстовом файле содержатся данные по девяти пробам из разных местообитаний (матрица виды  $\times$  пробы). Первые три – зарастающее поле, следующие три – залежь, последние три – сформированный луг. Данные представлены в виде натуральных численностей.

- а. Рассчитайте матрицу расстояний между всеми пробами с использованием индекса Брэя-Кёртиса.
- б. Постройте профиль сходства первой и девятой проб с использованием обобщенного семейства индексов.
- в. Проведите кластерный анализ сходства всех проб с использованием метода ближнего соседа. Постройте дендрограмму сходства.
- г. Рассчитайте альфа-, бета- и гамма-разнообразие в рамках аддитивной схемы декомпозиции разнообразия (два уровня: отдельные пробы и совокупность всех проб) на основе индекса Шеннона.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Расчетно-графическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	50–100% правильно выполненных задач

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	менее 50% правильно выполненных задач

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач



	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-6

1. Иерархичность и разномасштабность биотических сообществ. Дискретность и континуум.
2. Проблема классификация сообществ растений. Способы синтаксономической классификации: преимущества и недостатки.
3. Механизмы формирования структуры сообщества
4. Теория трофической регуляции структуры биоценозов: гипотезы контроля сверху и снизу, каскадные эффекты в экосистемах и практика биоманипулирования.
5. Представление о типологическом (структурном) разнообразии сообщества (разнообразие жизненных форм, экологических и эколого-ценотических групп, географических и генетических элементов).
6. Индексы видового богатства.
7. Индексы видового разнообразия.
8. Индексы доминирования и выровненности.
9. Семейства индексов: энтропии Реньи и числовые эквиваленты, энтропии Цаллиса.
10. Ранговое распределение и кривая доминирования-разнообразия. Теоретические модели ранговых распределений.

11. Распределение видов по численности. Теоретические модели распределения видов по численности.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Формы представления данных в программной среде R.
  2. Способы расчета индексов разнообразия в пакете vegan.
  3. Графический анализ с помощью ранговых распределений и распределения видов по численности.
  4. Аппроксимация эмпирических данных теоретическими моделями ранговых распределений.
  5. Методы анализа видового и типологического разнообразия сообщества на локальном, региональном и глобальном уровнях.
  6. Типологическое разнообразие и методы его изучения (спектры эколого-ценотических групп видов, жизненных форм, типов ценопопуляций).
  7. Индикаторные и ключевые виды при изучении структуры сообщества.
  8. Качественные индексы сходства.
  9. Количественные индексы сходства.
  10. Параметрическое семейство индексов сходства.
  11. Концепция альфа-, бета- и гамма-разнообразия.
  12. Мультипликативная схема декомпозиции разнообразия.
  13. Аддитивная схема декомпозиции разнообразия.
  14. Иерархическая декомпозиция разнообразия.
  15. Бета-разнообразие как обобщенный индекс сходства.
  16. Способы расчета индексов сходства в пакете vegan.
  17. Построение и анализ дендрограмм в среде R.
  18. Практическая реализация методов декомпозиции разнообразия.
  19. Основы кластерного анализа.
  20. Методы иерархической кластеризации.
  21. Анализ главных компонент как базовый метод ординации
  22. Ординация сообществ на основе матрицы расстояний
  23. Анализ избыточности как метод ограниченной ординации
  24. Практическая реализация методов ординации в пакете vegan
  25. Использование функциональных признаков организмов для изучения структуры сообщества.
- Типы признаков
26. Методы измерения функционального сходства видов. Функциональное разнообразие
  27. Использование филогенетических данных для изучения структуры сообщества
  28. Принципы построения филогенетических деревьев. Филогенетическое разнообразие
  29. Филогенетическая структура сообщества

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знание материала в объеме не менее 50%, наличие ошибок (не более 3). Неточности и ошибки в демонстрации навыков, частично устраняемые после наводящих вопросов преподавателя. В текущей успеваемости при обучении по дисциплине – “зачтено”, “удовлетворительно” или выше по всем видам деятельности.
не	Знание только самых основ, неумение сопоставлять и анализировать. Навыки не

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	сформированы. И/ИЛИ “незачтено” в текущей успеваемости при обучении по дисциплине более чем по одному виду деятельности.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Шилов И. А. Экология популяций и сообществ : учебник / И. А. Шилов. - Москва : Юрайт, 2023. - 227 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-13188-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=841014&idb=0>.
2. Мастицкий С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R : монография / Мастицкий С.Э.; Шитиков В.К. - Москва : ДМК-пресс, 2015. - 496 с. - ISBN 978-5-97060-301-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=772944&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Экологический мониторинг : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подгот. 05.03.06 "Экология и природопользование", 06.03.01 "Биология". Ч. 10 / Нац. исслед. Нижегор. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского ; под ред. Д. Б. Гелашвили. - Нижний Новгород : ННГУ, 2019. - 188 с. - ISBN 978-5-91326-542-5 : 4755.90., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.r-project.org/> – R Project: The R Project for Statistical Computing – язык программирования и среда разработки для статистических вычислений.
2. <http://cran.r-project.org/> – CRAN: The Comprehensive R Archive – архив пакетов для расширения языка программирования R.
3. <http://www.rstudio.com/> – RStudio – среда разработки для языка программирования R.
4. <http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/> – Систематизированный каталог информационных ресурсов Национальной стратегии и плана действий по сохранению биоразнообразия России.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Зрянин Владимир Александрович, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.