

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Классификация наблюдений, экологическая ординация и синтаксономия БЗ.ДВ.3

Направление подготовки: 022000.62 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Моделирование в экологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Костерина Е.А. , Чижикова Н.А.

**Рецензент(ы):**

Зарипов Ш.Х.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 221115

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Костерина Е.А. кафедры моделирования экологических систем отделение экологии , Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru ; доцент, к.н. Чижикова Н.А. кафедры моделирования экологических систем отделение экологии , Nelly.Chizhikova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

формирование представления об экспертных шкалах и современных методах многомерного статистического анализа данных в экологии: ординации и классификации; формирование понимания общих и наиболее важных понятий и математической основы данных методов и развитие практических навыков анализа данных. Все это может быть использовано выпускниками в профессиональной деятельности в области охраны окружающей среды и оценки воздействий на окружающую среду, а также во всех научных и практических областях, где требуется анализ влияния человеческой деятельности и условий окружающей среды на структуру и состояние сообществ растений и животных.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 022000.62 Экология и природопользование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Классификация наблюдений, экологическая ординация и синтаксономия" (Б3.ДВ.3) относится к вариативной части учебного цикла Б3 "Профессиональные (специальные) дисциплины" профиля "Моделирование в экологии" и осваивается на 4 курсе (7 семестр). Она базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих курсов математического и естественнонаучного цикла (Б2) "Математика", "Информатика", "Теория вероятностей и матстатистика" и общих курсов профессионального цикла (Б3) "Общая экология", "Биоразнообразие". Полученные при освоении дисциплины знания и умения облегчают освоение дисциплин "Моделирование и анализ пространственных данных", "Компьютерные программы прикладной статистики" вариативной части профиля "Моделирование в экологии", а также могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы и выпускной работы бакалавра.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ОК-13 (общекультурные компетенции)	владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ОК-2 (общекультурные компетенции)	уметь логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-6 (общекультурные компетенции)	иметь базовые знания в области информатики и современных геоинформационных технологий, владеть навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернета, владеть ГИС-технологиями; уметь работать с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	обладать базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию
ПК-11 (профессиональные компетенции)	владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике
ПК-2 (профессиональные компетенции)	обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользовании, иметь представление о современной естественнонаучной картине мира, владеть методами химического анализа, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб, иметь навыки идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации, включая использование методов прикладной статистики и геоинформационных технологий
ПК-4 (профессиональные компетенции)	иметь базовые общепрофессиональные (общеекологические) представления о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды, о системном анализе и моделировании в экологии и природопользовании
ПК-6 (профессиональные компетенции)	знать основы природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, методов оценки и прогнозирования воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды, быть способным понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования, в том числе, с использованием методов математической статистики, геоинформационных технологий и математического моделирования
ПК-9 (профессиональные компетенции)	владеть методами прикладной экологии, экологического картографирования, экологической экспертизы и мониторинга; владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы методов анализа многомерных данных.

2. должен уметь:

применять методы классификации и ординации для решения практических задач.

3. должен владеть:

необходимыми теоретическими знаниями о многомерных распределениях и практическими навыками использования прикладного программного обеспечения, предназначенного для реализации методов анализа многомерных данных.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания и навыки в своей научно-практической деятельности

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Синтаксономия и экспертные шкалы.	7	1	4	0	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Классификация многомерных наблюдений, реализация методов классификации на языке R.	7	2-12	28	0	8	контрольная работа отчет
3.	Тема 3. Математические методы ординации и их реализация на языке R.	7	13-17	10	0	6	отчет
4.	Тема 4. Рандомизационные методы анализа данных и их реализация на языке R.	7	18	2	0	2	отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Контрольная работа по разделам 1, 3 и 4	7	18	0	0	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			44	0	18	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Синтаксономия и экспертные шкалы.

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Классы природных объектов и экспертные шкалы в экологических науках. Синтаксономия в фитоценологии: классификация растительности, её сложность, обусловленная континуумом. Основные принципы классификации растительности: доминантный (физиономический) подход, эколого-флористический подход. Принципы выделения синтаксонов. Сильные и слабые стороны методов при классификации луговых и лесных сообществ. Метод классификации Браун-Бланке, понятие о диагностических, характерных, дифференцирующих, константных видах. Кодекс фитосоциологической номенклатуры. Основные высшие синтаксоны растительности России по классификации Браун-Бланке. Программа Juice для выполнения классификации по методу Браун-Бланке.

#### *лабораторная работа (2 часа(ов)):*

Разбор программы Juice для выполнения синтаксономии.

### Тема 2. Классификация многомерных наблюдений, реализация методов классификации на языке R.

#### *лекционное занятие (28 часа(ов)):*

Классификация многомерных наблюдений: многомерные выборки; постановка задачи классификации. Классификация при полностью описанных классах. Параметрическая классификация. Непараметрическая классификация при наличии обучающих выборок. Кластерный анализ. Классификация задач кластерного анализа. Параллельные кластер-процедуры, использующие понятие эталонных точек или множеств, в случае известного и неизвестного числа классов. Последовательные кластер-процедуры: решение задачи группирования, метод k-средних. Меры близости объектов классификации. Меры близости классов. Иерархические процедуры - методы ближайшего соседа, дальнего соседа, наименьшей внутриклассовой дисперсии, центров, средневзвешенных расстояний. Иерархические процедуры с весами и без весов. Классификация нормированных данных. Классификация дихотомических данных. Сравнение различных иерархических процедур. Методы предварительной обработки наблюдений. Выявление естественного разбиения объектов классификации на классы. Построение древовидных экспертных систем и регрессионных деревьев (CART). Реализация методов классификации на языке R.

#### *лабораторная работа (8 часа(ов)):*

Анализ данных с помощью классификации средствами языка R.

### Тема 3. Математические методы ординации и их реализация на языке R.

#### *лекционное занятие (10 часа(ов)):*

Определение ординации. Представление данных в виде многомерного облака точек. Математические методы ординации: обзор четырех базовых методов. Анализ главных компонент (Principal component analysis, PCA), собственные числа и собственные вектора, интерпретация. Модификации метода главных компонент: стандартизация и центрирование, их необходимость и случаи использования. Понятие нелинейной структуры данных, козноклины. Эффект арки, эффект подковы и их причины. Метод главных координат и неметрическое многомерное шкалирование. Анализ соответствия. Детрендированный анализ соответствия (бестрендовый или с удаленным трендом). Сокращения названий методов ординации, принятые в англоязычной литературе. Методы прямой и непрямой ординации. Значение ординации для снижения размерности данных. Прокрустова корреляция. Рекомендации по выбору методов. Реализация методов ординации на языке R.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Анализ данных с помощью ординации средствами системы R.

**Тема 4. Рандомизационные методы анализа данных и их реализация на языке R.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Тест Мантеля для проверки связи между объектами как альтернатива корреляционному анализу, алгоритм метода. Метод ANOSIM анализа сходства групп объектов как альтернатива дисперсионному анализу, алгоритм метода.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Анализ данных спомощью рандомизационных методов средствами системы R.

**Тема 5. Контрольная работа по разделам 1, 3 и 4**

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Синтаксономия и экспертные шкалы.	7	1	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
2.	Тема 2. Классификация многомерных наблюдений, реализация методов классификации на языке R.	7	2-12	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
				подготовка к отчету	14	отчет
3.	Тема 3. Математические методы ординации и их реализация на языке R.	7	13-17	подготовка к отчету	16	отчет
4.	Тема 4. Рандомизационные методы анализа данных и их реализация на языке R.	7	18	подготовка к отчету	4	отчет
5.	Тема 5. Контрольная работа по разделам 1, 3 и 4	7	18	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
	Итого				46	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Лекции содержат в себе изложение математических основ методов и разбор конкретных ситуаций применения методов (case study) с использованием компьютерных презентаций. На каждой лекции предполагается опрос студентов по предыдущему материалу.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с использованием готовых пакетов прикладных программ и методических разработок преподавателей кафедры моделирования экологических систем. На каждом занятии предполагается групповое обсуждение поставленной задачи, сложностей при ее решении и полученных результатов.

Интерактивные формы проведения занятий составляют 40% аудиторной нагрузки.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Синтаксономия и экспертные шкалы.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Студентам будет предложено заполнить глоссарий по теме, либо самостоятельно построить синтаксономическую классификацию с помощью программы Juice.

### **Тема 2. Классификация многомерных наблюдений, реализация методов классификации на языке R.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Студенту будет предложено письменно ответить на вопросы, связанные с тематикой классификации многомерных наблюдений.

отчет , примерные вопросы:

Студентам будет предложено самостоятельно провести классификацию учебных данных и подготовить отчет, с описанием кода и графическим и табличным описанием результатов.

### **Тема 3. Математические методы ординации и их реализация на языке R.**

отчет , примерные вопросы:

Студентам будет предложено самостоятельно провести ординацию учебных данных и подготовить отчет, с описанием кода и графическим и табличным описанием результатов.

### **Тема 4. Рандомизационные методы анализа данных и их реализация на языке R.**

отчет , примерные вопросы:

Студентам будет предложено самостоятельно проанализировать учебные данные методами Mantel и Anosim и подготовить отчет, с описанием кода и графическим и табличным описанием результатов.

### **Тема 5. Контрольная работа по разделам 1, 3 и 4**

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерный вопрос для проведения контрольной: Вы хотите проординировать луговые сообщества растений. В качестве информации у вас есть данные о проективном покрытии травянистых видов. Какой из методов ординации вы можете использовать (возможно несколько вариантов ответа): А) Методы прямой ординации Б) Методы непрямой ординации В) Анализ соответствия Г) Канонический анализ соответствия

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Текущий контроль успеваемости и контроль выполнения самостоятельной работы осуществляются путем устного опроса студентов на лекциях, проверки решений на практических занятиях и по результатам выполнения контрольной работы. Самостоятельная работа студентов предполагает проведение самостоятельного анализа данных, проработку теоретического материала и развитие практических навыков с использованием основной и дополнительной литературы и Интернет-источников.



## Примеры билетов.

### Билет N 1

1. Синтаксономия в фитоценологии: классификация растительности, её сложность, обусловленная континуумом.
2. Метод главных координат.

### Билет N 2

1. Классификация при полностью описанных классах.
2. Тест Мантеля для проверки связи между объектами как альтернатива корреляционному анализу

## 7.1. Основная литература:

- Теория вероятностей и математическая статистика, Гмурман, Владимир Ефимович, 2007г.
2. Методы эконометрики: Учебник / С.А. Айвазян; Московская школа экономики МГУ им. М.В. Ломоносова (МШЭ). - М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. - 512 с. (доступно по университетской подписке на <http://znanium.com/bookread.php?book=196548>)
  3. Brian Everitt, Torsten Hothorn. An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R. Springer, 2011. (доступно по университетской подписке на сайте издательства Springer <http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-9650-3/page/1>)
  4. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г. Использование языка R для статистической обработки данных: учебно-методическое пособие. - Казань: Изд-во КГУ, 2007. (в свободном доступе в каталоге учебных ресурсов КФУ [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=59689](http://kpfu.ru/publication?p_id=59689))
  5. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г. Основные понятия языка R: учебно-методическое пособие. - Казань: Изд-во КГУ, 2007. (в свободном доступе в каталоге учебных ресурсов КФУ [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=59687](http://kpfu.ru/publication?p_id=59687))
  6. Wolfgang Karl Härdle, Léopold Simar. Applied Multivariate Statistical Analysis. Springer, 2012. (доступно по университетской подписке на сайте издательства Springer <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-17229-8/page/1>)

## 7.2. Дополнительная литература:

- Многомерный анализ данных методами прикладной статистики, Барковский, Станислав Станиславович; Захаров, Вячеслав Михайлович; Лукашов, Андрей Михайлович, 2010г.
2. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике / Д.М. Дайитбегов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2010. - 578 с. (имеется в библиотеке Знаниум <http://znanium.com/bookread.php?book=251791>)
  3. Балдин, К. В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : Учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2010. - 473 с. (имеется в библиотеке Знаниум <http://znanium.com/bookread.php?book=414902>)
  4. Гусева Е.Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие. М: Флинта, 2011. - 221 с. (<http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=406064>)

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- Научная библиотека издательства Springer - <http://link.springer.com>  
Статистическая система R - <http://www.R-project.org>  
Страница Ordination methods for ecologists университета Оклахомы - <http://ordination.okstate.edu/>  
Страница пакета vegan для многомерного анализа данных - <http://vegan.r-forge.r-project.org/>  
Страница разработчиков программы Juice - <http://www.sci.muni.cz/botany/juice/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Классификация наблюдений, экологическая ординация и синтаксономия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Проектор и интерактивная доска; компьютеры с установленной системой R.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 022000.62 "Экология и природопользование" и профилю подготовки Моделирование в экологии .

Автор(ы):

Костерина Е.А. \_\_\_\_\_

Чижикова Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Ш.Х. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.