

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Введение в вычислительную экологию Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Костерина Е.А. , Савельев А.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 221319

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) заместитель директора по образовательной деятельности Костерина Е.А. директорат института экологии и природопользования Институт экологии и природопользования , Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Савельев А.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com ; доцент, к.н. Чижикова Н.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Nelly.Chizhikova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

формирование представления о современных методах многомерного статистического анализа данных в экологии - методах градиентного анализа и классификации; о рандомизационных методах анализа взаимосвязей и анализа сходства объектов, о построении регрессионных моделей; 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 во всех фундаментальных и практических областях, где требуется анализ наблюдений за состоянием индивидуумов, популяций и сообществ растений и животных, а также требуется оценка взаимосвязи их состояния с природными и антропогенными воздействиями окружающей среды.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Введение в количественные методы в экологии" (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 |
|---|--|
| ОПК-1 (профессиональные компетенции) | владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию |
| ОПК-3 (профессиональные компетенции) | владением профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОПК-4 (профессиональные компетенции) | владением базовыми общепрофессиональными (общезоологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды |
| ОПК-8 (профессиональные компетенции) | владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности |
| ОПК-9 (профессиональные компетенции) | способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности |
| ПК-11 (профессиональные компетенции) | Способность проводить мероприятия и мониторинг по защите окружающей среды от вредных воздействий; осуществлять производственный экологический контроль |
| ПК-13 (профессиональные компетенции) | Владение навыками планирования и организации полевых и камеральных работ, а также участия в работе органов управления |
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия |
| ПК-2 (профессиональные компетенции) | владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия |
| ПК-20 (профессиональные компетенции) | владением методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации и использовать теоретические знания на практике; методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|--|---|
| ПК-5 (профессиональные компетенции) | способностью реализовать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных агросистем и созданию культурных ландшафтов |
| ПК-8 (профессиональные компетенции) | владение знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологического менеджмента и аудита, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, основы техногенных систем и экологического риска |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы методов анализа многомерных данных.

2. должен уметь:

применять методы градиентного анализа и классификации, а также рандомизационные методы 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 научной и практической деятельности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет 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. Регрессионные модели. | 7 | 1-2 | 4 | 0 | 4 | Отчет |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | | | | Лекции | Практи- ческие занятия | Лабора- торные работы | |
| 2. | Тема 2. Статистические методы классификации. | 7 | 2-8 | 6 | 0 | 20 | Отчет Контрольная работа |
| 3. | Тема 3. Рандомизационные методы анализа классов и выборок, реализация методов на языке R. | 7 | 9 | 2 | 0 | 4 | Отчет |
| 4. | Тема 4. Градиентный анализ, реализация методов на языке R. | 7 | 10-13 | 6 | 0 | 18 | Отчет |
| 5. | Тема 5. Контрольная работа по разделам 1, 3 и 4. | 7 | 14 | 0 | 0 | 0 | Контрольная работа |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 7 | | 0 | 0 | 0 | Зачет |
| | Итого | | | 18 | 0 | 46 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Регрессионные модели.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Проверка исходных данных: аномальные точки, мультиколлинеарность предикторов. Предположения об исходных данных: нормальность, однородность, независимость наблюдений, фиксированные значения предиктора. Модели: линейные, нелинейные, двумерная и множественная регрессия, аддитивная регрессия. Проверка параметров модели и оценка качества модели.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Знакомство с системой R. Построение регрессионных моделей с помощью инструментов системы R.

Тема 2. Статистические методы классификации.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Постановка задачи классификации. Данные, используемые для классификации: их размерность, шкала измерения, законы распределения. Обзор методов классификации. Классификация при полностью описанных классах. Параметрическая классификация, метод максимального правдоподобия. Дискриминантный анализ. 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. Нейронная сеть Кохонена. Метрические и неметрические меры сходства объектов классификации. Меры близости классов. Иерархические процедуры - методы ближайшего соседа, дальнего соседа, центров, средневзвешенных расстояний, оптимизационные, с весами и без весов. Нормирование данных, предпосылки и цели. Ограничения методов при классификации дихотомических данных, способы решения проблемы. Сравнение методов иерархической классификации. Предварительная обработка наблюдений. Дендрограммы и агломерационный график: интерпретация и выявление естественного разбиения на классы. Древоподобные экспертные системы и регрессионные деревья (CART).

лабораторная работа (20 часа(ов)):

Инструменты языка R для выполнения классификации данных.

Тема 3. Рандомизационные методы анализа классов и выборок, реализация методов на языке R.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Тест Мантеля для проверки связи между классами объектов: возможность анализа многомерных данных, алгоритм метода и интерпретация результатов. Метод ANOSIM анализа сходства групп объектов, возможности для оценки качества экспертных (субъективных) классификаций, алгоритм метода и интерпретация результатов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Реализация рандомизационных методов Anosim и Mantel с помощью инструментов системы R.

Тема 4. Градиентный анализ, реализация методов на языке R.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Постановка задачи градиентного анализа. Понятие градиента факторов и среды. Многомерность и нелинейная структура данных. Метод градиентного анализа: ординация. Виды техник. Прямой и непрямой градиентный анализ. Области применения градиентного анализа. Примеры. Реализация методов на языке R.

лабораторная работа (18 часа(ов)):

Градиентный анализ с помощью 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. Регрессионные модели. | 7 | 1-2 | подготовка к отчету | 4 | отчет |
| 2. | Тема 2. Статистические методы классификации. | 7 | 2-8 | подготовка к контрольной работе | 4 | контрольная работа |
| | | | | подготовка к отчету | 14 | |

| N | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 3. | Тема 3. Рандомизационные методы анализа классов и выборки, реализация методов на языке R. | 7 | 9 | подготовка к отчету | 4 | отчет |
| 4. | Тема 4. Градиентный анализ, реализация методов на языке R. | 7 | 10-13 | подготовка к отчету | 16 | отчет |
| 5. | Тема 5. Контрольная работа по разделам 1, 3 и 4. | 7 | 14 | подготовка к контрольной работе | 2 | контрольная работа |
| | Итого | | | | 44 | |

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. Регрессионные модели.

отчет , примерные вопросы:

Студенту предлагается провести регрессионный анализ учебных данных в системе R и подготовить отчет с комментариями кода и результатов анализа.

Тема 2. Статистические методы классификации.

контрольная работа , примерные вопросы:

Студенту предлагается выполнить задание в среде R и проанализировать полученный результат. Пример задания: 1. Подберите метод кластерного анализа, наиболее подходящий для полученного вами набора исходных данных. 2. Выполните классификацию данных методом k-средних в среде R.

отчет , примерные вопросы:

Студенту предлагается выполнить классификацию данных и подготовить отчет с анализом результатов.

Тема 3. Рандомизационные методы анализа классов и выборок, реализация методов на языке R.

отчет, примерные вопросы:

Студенту предлагается провести рандомизационный анализ учебных данных в системе R и подготовить отчет с комментариями кода и результатов анализа.

Тема 4. Градиентный анализ, реализация методов на языке R.

отчет, примерные вопросы:

Студенту предлагается провести градиентный анализ учебных данных в системе R и подготовить отчет с комментариями кода и результатов анализа.

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

контрольная работа, примерные вопросы:

Примерный вопрос для контрольной работы. Перестановочный тест Монте-Карло показал, что фактор влажности при 0.064 уровне значимости (p-value) может быть признан значимым фактором, влияющим на видовой состав ординированных фитоценозов. Если мы зададимся уровнем доверия 0.95, можно ли признать влажность статистически значимым фактором, отвечающим за состав фитоценозов?

Итоговая форма контроля

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Текущий контроль успеваемости и контроль выполнения самостоятельной работы осуществляются путем устного опроса студентов на лекциях, проверки решений на практических занятиях и по результатам выполнения контрольных заданий. Самостоятельная работа студентов предполагает проработку теоретического материала и развитие практических навыков с использованием основной и дополнительной литературы и Интернет-источников. Предполагается две контрольные работы.

Вопросы к зачету:

1. В чем суть дискриминантного анализа?
2. Объясните алгоритм перестановочного теста Мантеля.
3. Регрессионная модель.
4. Классификация
5. Рандомизационные методы
6. В чем суть кластерного анализа?
7. В чем различие между дивизимными и агломеративными методами кластерного анализа?
8. В чем суть градиентного анализа?
9. Объясните суть перестановочного теста Монте-Карло?
10. В чем суть теста ANOSIM?

7.1. Основная литература:

1. Методы эконометрики: Учебник / С.А. Айвазян; Московская школа экономики МГУ им. М.В. Ломоносова (МШЭ). - М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. - 512 с. ISBN 978-5-9776-0153-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/196548>
2. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 357 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003818-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/184099>
3. Общая теория статистики: Учеб. пособие / С.Н. Лысенко, И.А. Дмитриева. - М.: Вуз. учебник, 2009. - 219 с. ISBN 978-5-9558-0115-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/166015>

7.2. Дополнительная литература:

1. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике / Д.М. Дайитбегов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2010. - 578 с. ISBN 978-5-9558-0191-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/251791>
2. Теория вероятностей и математическая статистика / Балдин К.В., Башлыков В.Н., Рукосуев А.В., - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2018. - 472 с.: ISBN 978-5-394-02108-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/414902>
3. Гусева, Е. Н. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : Уч. пособ. / Е. Н. Гусева. - 5-е изд., стереотип. - М. : Флинта, 2011. - 220 с. - ISBN 978-5-9765-1192-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/406064>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Библиотека, посвященная методам системной экологии - <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/>
Методы классификации и редукции данных - <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A16/Volgabas4/Volgabas4.htm>
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/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Введение в вычислительную экологию" 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 в компьютерном классе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.03.06 "Экология и природопользование".

Автор(ы):

Костерина Е.А. _____

Савельев А.А. _____

Чижикова Н.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Ш.Х. _____

"__" _____ 201__ г.