

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ

Учебная программа для специальности 1-33 01 02 Геоэкология

Авто-разработчик – кандидат физико-математических наук,
доцент И.К. Пирштук

І. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Математические методы в геоэкологии» знакомит студентов с основными математическими методами и алгоритмами обработки, анализа и прогнозирования информации в геоэкологических системах, возможностями и границами применения этих методов.

В курсе рассматриваются методы и алгоритмы, которые могут быть использованы для исследований геоэкологических систем с применением математического аппарата с целью выявления закономерностей взаимосвязи между природой, человеком и обществом.

При изучении указанной дисциплины преследуются две основные цели: 1) дать студентам базовые представления о математических методах и алгоритмах анализа данных и прогнозирования; 2) сформировать у будущих специалистов навыки применения математических методов и алгоритмов при анализе процессов, описывающих естественнонаучные явления, и навыки применения различных методов прогнозирования этих процессов.

При изложении курса важно показать возможности использования аппарата математической статистики при решении прикладных задач, возникающих в различных областях деятельности человека. Целесообразно иллюстрировать излагаемый материал практическими примерами, а также обратить внимание на алгоритмические аспекты решения статистических задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия описательной статистики;
- методы прикладного статистического анализа (регрессионный, корреляционный, дисперсионный, факторный, кластерный);
- приемы статистического моделирования на ЭВМ;
- методы прогнозирования временных рядов;
- задачи линейной и транспортной оптимизации.

уметь:

- выбирать математическую модель для геоэкологических исследований;
- выявлять возможные математические зависимости;

– применять математический аппарат для геоэкологических исследований.

Общий объем аудиторных часов курса – 52 , из них лекции составляют 30 часов; практические занятия – 12 часов, КСР – 10 часов. Завершается изучение дисциплины зачетом.

II. ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название разделов и тем	Всего аудиторных часов	в том числе		
			лекций	практических	инд. раб., КСР
1.	Методы математической статистики и распознавания образов	34	18	16	–
1.1	Описательная статистика	7	4	3	–
1.2	Аналитическая статистика	7	4	3	–
1.3	Измерение взаимосвязи и прогнозирование	6	2	4	–
1.4	Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов (МНК)	4	2	2	–
1.5	О точности регрессионной модели	4	2	2	–
1.6	Дисперсионный анализ	3	2	1	–
1.7	Кластерный анализ	3	2	1	–
2	Имитационное моделирование	4	4	–	–
2.1	Понятие о статистическом моделировании. Базовая случайная величина. Дискретные и непрерывные случайные величины	4	4	–	–
3	Временные ряды	6	4	2	–
3.1	Временные ряды, ряды динамики.	4	2	2	–
3.2	Прогнозирование	2	–	–	–

4	Методы оптимизации и теория графов	8	4	4	–
4.1	Линейная и транспортная оптимизация. Теория графов.	8	4	4	–
	Итого	52	30	22	–

III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Методы математической статистики и распознавания образов

1.1 Описательная статистика

Введение. Основные понятия описательной статистики. Шкалы измерений. Вариационные ряды. Гистограммы, диаграммы. Формализованное описание окружающей среды.

1.2 Аналитическая статистика

Средние величины. Показатели вариации / простая и взвешенная дисперсия, межгрупповая дисперсия, общая дисперсия совокупности, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации признака / и их применение для анализа выбросов вредных веществ в атмосферу.

1.3 Измерение взаимосвязи и прогнозирование

Установление формы связи между явлениями. Способы выражения связи. Корреляционный анализ зависимостей. Коэффициент корреляции признаков для различных шкал измерений и методы его вычисления. Парная корреляция при выявлении причин и следствий деградации ресурсов.

1.4 Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов

Регрессионная зависимость двух признаков. Метод наименьших квадратов (МНК) Виды регрессионной зависимости. Выбор общего вида регрессии для оптимальной оценки гидроэкологического состояния территории. Множественная регрессия.

1.5 О точности регрессионной модели

Исследование точности регрессионной модели. Мера адекватности регрессионной зависимости. Коэффициент детерминации. Решающие правила проверки гипотез о значимости параметров регрессии. Доверительные интервалы для параметров модели влияния деятельности человека на литосферу. Прогноз. Доверительный интервал прогноза.

1.6 Дисперсионный анализ

Постановка задачи и идея дисперсионного анализа. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Оценивание влияния факторов. Использование дисперсионного анализа для определения экологического состояния водоемов республики.

1.7 Кластерный анализ

Основы кластерного анализа: вероятностный и геометрический подходы. Гипотеза компактности. Решающие правила для вновь поступающих наблюдений. Выделение экологически чистых районов.

2. Имитационное моделирование

2.1 Понятие о статистическом моделировании.

Базовая случайная величина (БСВ). Дискретные и непрерывные случайные величины.

3. Временные ряды. Тренды. Прогнозирование

3.1 Временные ряды, ряды динамики.

Методы выделения типа тенденции (трендов) динамики. Методика измерения параметров тренда временного ряда. Выделение сезонных составляющих.

3.2 Прогнозирование

Прогнозирование на основе тренда и сезонности экологических проблем сельского хозяйства.

4. Методы оптимизации и теория графов

4.1 Линейная и транспортная оптимизация.

Теория графов

Нормальная форма задачи линейного программирования. Постановка транспортной задачи. Правила нахождения начального базисного решения. Теория графов. Ее основные элементы и методы.

IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная

1. Теоретико-игровые и вероятностные методы в экологии/ Математические модели рационального природопользования, часть II. – Новосибирск, Наука, 1989.
2. Теория статистики: Учебник/ Под ред. Р.А. Шмойловой. 2-е издание, доп. и перераб. – М. Финансы и статистика, 2003.
3. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика. Ч.1: Основы моделирования и первичная обработка данных. Ч.2: Исследование зависимостей. – М.Фин. и стат., 1987.
4. Харин Ю.С. и др. Основы имитационного и статистического моделирования. Мн. 1997.
5. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.:Юнити, 1998.
6. Чертко Н.К. Математические методы в физической географии. – Мн.: Университетское. 1987.
7. Лудерер Б., Ноллау А., Феттерс К. Высшая математика в экономике, технике, информатике / Пер. с нем. Под ред. А.В. Самусенко, В.В. Казаченка. – Мн.: Вышэйшая школа.
8. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики.

Дополнительная

1. Сбор, обработка и моделирование экспериментальной информации: Учебное пособие. – Тирасполь, 1996.
2. Математические модели в экологии. Межвузовский сборник. – Горький: ГГУ, 1980.
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.Н. Основы системного анализа. – 2-е издание. – Томск, 1997.
4. Венецкий И.Г. Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формы в экономическом анализе. М., Статистика, 1994.
5. Евдокимов В.В. Экономическая информатика. Учебник для вузов. – Спб., 1997
6. Теоретические и прикладные проблемы геоэкологии // Тезисы докладов Международной научной конференции 26-29 сентября 2001 г., Минск
7. Теория вероятностей, математическая статистика. Задачи, упражнения, тестовые задания: учебное пособие / Харин Ю.С. [и др.]. – Минск: БГУ. 2009. – 302 с.

Приложение

Примерная тематика практических занятий

1. Примеры решения типовых задач по описательной статистике.
2. Вариационные ряды. Гистограммы, диаграммы. Формализованное описание окружающей среды.
3. Примеры решения типовых задач по аналитической статистике.
4. Средние величины. Простая и взвешенная дисперсии, межгрупповая дисперсия, общая дисперсия совокупности, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации признака и возможности их применения при исследовании геоэкологических систем.
5. Задачи на построение гистограмм, диаграмм, полигонов частот и других характеристик.
6. Решение задач с применением линейных регрессионных зависимостей и других моделей.
7. О точности и адекватности моделей линейной регрессионной зависимости.
8. Исследование регрессионных зависимостей.
9. Временные ряды. Тренды. Прогнозирование.
10. Решение задач с применением метода линейного программирования.
11. Решение задач по теме «Транспортная оптимизация».