

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебной и воспитательной работе
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И.Э.Бученков



18.12.2018

Регистрационный № УД-32-18/42.17

19.12.2018

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**«Методы системного анализа и статистической обработки результатов
измерений в природопользовании»**

специальности переподготовки 1-57 01 71 «Промышленная экология и
рациональное использование природных ресурсов» (квалификация «инженер-
эколог») в соответствии с типовым учебным планом переподготовки,
утвержденным 15 сентября 2017 года, регистрационный № 25-13/72

Минск, 2018

Разработчик:

В. В. Журавков, доцент, заведующий кафедрой экологических информационных систем учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой дополнительного образования учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № 4 от 04.12 2018)

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол № 4 от 18.12, 2018)

ВВЕДЕНИЕ

Учебная программа дисциплины **«Методы системного анализа и статистической обработки результатов измерений в природопользовании»** составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Основы информационных технологий», «Теория вероятности и математическая статистика», «Компьютерная визуализация экологической информации», «Статистические методы обработки данных». Изучение дисциплины формирует необходимую базу для освоения в дальнейшем таких курсов, как «Использование современной компьютерной техники в промышленной экологии», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза», «Технические основы охраны окружающей среды».

Цель учебной дисциплины – формирование знаний, умений и навыков в области теории и практики использования методов системного анализа и статистической обработки результатов измерений в природопользовании.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение видов экологической информации и особенностей ее обработки;
- освоение методов статистического, пространственного анализа и моделирования экологических данных;
- получение практических навыков методов статистического, пространственного анализа и моделирования экологических данных.

Учебная дисциплина относится к циклу общепрофессиональных дисциплин.

Слушатель, освоивший дисциплину «Методы системного анализа и статистической обработки результатов измерений в природопользовании», должен обладать:

академическими компетенциями:

- знать основные вопросы теории систем;
- уметь осуществлять структурный анализ систем;
- знать принципы и основы моделирования;
- знать многокритериальные модели оптимального управления;
- уметь применять методы математической статистики при обработке данных экспериментальных исследований и излагать результаты исследований.

профессиональными компетенциями:

- знать важнейшие аналитические методы и их возможности в анализе объектов окружающей среды;
- уметь оценивать результаты мониторинга и использовать их в управлении качеством окружающей среды.

Слушатель должен

знать:

- системный анализ и системный подход в описании природных объектов;
- основные вопросы теории систем;
- законы функционирования и структурный анализ систем;
- методику составления структурной схемы системы и основные положения теории выбора;

- численные методы, используемые при решении системных задач;
- многокритериальные модели оптимального управления принятия решения и методы принятия технических решений;
- принципы и основы моделирования;
- классификацию моделей алгоритмизации;
- математические модели в экологии и основные виды экологической информации, типы и источники экологических данных;
- основные методы статистического и пространственного анализа экологических данных.

уметь:

- проводить первичную обработку экологической информации на основе основных типов и источников экологических данных;
- выполнять основные виды (корреляционный, регрессионный, дисперсионный, факторный, кластерный, дискриминантный) статистического и пространственного анализа экологической информации;
- выполнять спектральные и пространственные преобразования экологических данных.

владеть:

- методами обработки и анализа экологических данных;
- навыками работы с программными пакетами и средствами, применяемые при обработке и анализе экологической информации.

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как темы, в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные и практические занятия. Примерная тематика практических работ приведена в информационно-методической части.

Всего на изучение учебной дисциплины «Методы системного анализа и статистической обработки результатов измерений в природопользовании» отведено всего 40 академических часов, из них 20 часов аудиторных (лекции – 8 ч, практические занятия – 8 ч., лабораторные занятия – 4 ч., самостоятельная работа – 20 ч.).

Форма текущей аттестации: зачет.

Форма получения образования: заочная.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Экологическая информация и особенности ее обработки. Виды и классификация экологической информации. Типы и источники экологических данных. Система показателей экологической статистики.

Первичная статистическая обработка данных. Сущность и цели обработки данных. Этапы обработки данных. Программные средства, применяемые при обработке и анализе экологической информации. Основные этапы развития применения статистических методов обработки данных в экологии. Современные достижения в области моделирования экологических процессов. Современные статистические методы компьютерной обработки данных.

Изучение распределений случайных величин. Качество данных. Этапы обработки данных. Разновидности исследований. Шкалы измерений. Анализ резко выделяющихся наблюдений.

Описательная статистика. оценка закона распределения. Построение гистограммы распределения. Проверка соответствия выбранной модели закона распределения исходным данным. Виды измерений. Погрешности измерений. Обработка результатов наблюдений при косвенных измерениях. Обработка результатов наблюдений при прямых измерениях. Обработка результатов наблюдений при совместных и совокупных измерениях. Обработка результатов наблюдений, распределенных по закону Пуассона.

Проверка статистических гипотез относительно двух выборочных совокупностей. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных выборок. Проверка гипотезы о равенстве двух средних независимых нормальных выборок. Проверка гипотезы о равенстве средних зависимых нормальных выборок.

Дисперсионный анализ. Непараметрический критерий Вилкоксона для проверки однородности двух независимых выборок. Непараметрический критерий Вилкоксона для проверки однородности двух зависимых выборок. Цель и задачи дисперсионного анализа.

Факторный анализ. Однофакторный анализ в модели с фиксированными эффектами. однофакторный анализ в модели со случайными эффектами. Двухфакторный дисперсионный анализ. Проверка однородности дисперсий. Ранговый однофакторный анализ. Ранговый двухфакторный анализ. Постановка задач статистического исследования зависимостей. Измерители парной статистической связи.

Корреляционный анализ. Анализ коэффициента корреляции. Оценка степени тесноты связи при нелинейной зависимости. Анализ частных связей. Анализ множественных связей. Ранговые коэффициенты корреляции. Зависимость между признаками, измеренными в номинальной или порядковой шкалах.

Регрессионный анализ. Основные понятия регрессионного анализа. Простая линейная регрессия. Проверка адекватности линии регрессии. Проверка гипотез относительно параметров линейной регрессии. Доверительные интервалы для линии регрессии. Обратная простая линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Криволинейная регрессия.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

1. Первичная статистическая обработка данных (*осн.*: [1], [2], [3], [4], [5]; *доп.*: [7], [8]).
2. Изучение распределений случайных величин (*осн.*: [1], [3]; *доп.*: [7], [8]).
3. Описательная статистика. оценка закона распределения (*осн.*: [1], [3], [4], [6]; *доп.*: [7], [8]).
4. Проверка статистических гипотез относительно двух выборочных совокупностей (*осн.*: [1], [2], [5], [6]; *доп.*: [7], [8]).
5. Дисперсионный анализ (*осн.*: [2], [3], [4], [5]; *доп.*: [7], [8]).
6. Факторный анализ (*осн.*: [4], [5]; *доп.*: [7], [8]).
7. Корреляционный анализ (*осн.*: [4], [5]; *доп.*: [7], [8]).
8. Регрессионный анализ (*осн.*: [2], [3], [4], [5]; *доп.*: [7], [8]).

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Сущность и цели обработки данных: качество данных, этапы обработки данных.
2. Сущность и цели обработки данных: вычислительные аспекты обработки данных, разновидности исследований, шкалы измерений
3. Анализ резко выделяющихся наблюдений.
4. Построение гистограммы распределения.
5. Проверка соответствия выбранной модели закона распределения исходным данным: критерий согласия χ^2 (хи-квадрат).
6. Проверка соответствия выбранной модели закона распределения исходным данным: критерий согласия Колмогорова.
7. Проверка соответствия выбранной модели закона распределения исходным данным: критерий согласия ω^2 (омега-квадрат).
8. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных выборок.
9. Проверка гипотезы о равенстве двух средних независимых нормальных выборок.
10. Проверка гипотезы о равенстве двух средних зависимых нормальных выборок.
11. Непараметрический критерий Вилкоксона для проверки однородности двух независимых выборок.
12. Непараметрический критерий Вилкоксона для проверки однородности двух зависимых выборок.
13. Однофакторный дисперсионный анализ в модели с фиксированными эффектами.
14. Проверка гипотезы о влиянии фактора на исследуемую величину.
15. Оценка эффектов уровней фактора.
16. Однофакторный дисперсионный анализ в модели со случайными эффектами.
17. Двухфакторный дисперсионный анализ.
18. Двухфакторный дисперсионный анализ с пересечением уровней.
19. Двухфакторный дисперсионный анализ с группировкой уровней.
20. Проверка однородности дисперсий.
21. Непараметрические методы факторного анализа: Ранговый однофакторный анализ.
22. Непараметрические методы факторного анализа: Ранговый двухфакторный анализ.
23. Корреляционный анализ: Постановка задач статистического исследования зависимостей.
24. Измерители парной статистической связи.
25. Понятие об индексе корреляции.
26. Коэффициент корреляции как измеритель степени тесноты связи.
27. Оценка показателя тесноты связи по выборочным данным.
28. Анализ коэффициента корреляции.
29. Оценка степени тесноты связи при нелинейной зависимости.

- 30. Анализ частных связей.
- 31. Анализ множественных связей.
- 32. Ранговые коэффициенты корреляции.
- 33. Зависимость между признаками, измеренными в номинальной или порядковой шкалах.
- 34. Регрессионный анализ: основные понятия регрессионного анализа
- 35. Простая линейная регрессия.
- 36. Проверка адекватности модели регрессии.
- 37. Проверка гипотез относительно параметров линейной регрессии.
- 38. Доверительные интервалы для линии регрессии.
- 39. Обратная простая регрессия.
- 40. Множественная линейная регрессия.
- 41. Криволинейная регрессия.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И. С. Белюченко и др. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2015. – 312 с.
2. Геоestatистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева. – М.: Наука, 2010. – 327 с.
3. Математические методы обработки данных в экологии / А. А. Волчек и др. – Минск: РИВШ, 2018. – 210 с.
4. Экологическое картографирование / Г. Н. Огуреева, Т. В. Котова, Л. Г. Емельянова. – Москва: Юрайт, 2018. – 155 с.
5. Дистанционное зондирование земли / Е. Н. Сутырина. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
6. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование / К. В. Шошина, Р. А. Алешко. – Архангельск: ИД САФУ, 2014. – Ч. 1. – 76 с.

Дополнительная:

7. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков – М.: Академический Проект, 2005. — 352 с.
8. Методы статистической обработки экологической информации: дискриминантный, корреляционный и регрессионный анализ / А. Л. Буляница, И. С. Кноп, В. Е. Курочкин. – Санкт-Петербург, 2005. – 48 с.