

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Статистические методы гидрометеорологического прогнозирования Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Важнова Н.А.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 214316

Казань
2016

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) ассистент, к.н. Важнова Н.А. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования ,
Nadezhda.Vazhnova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Статистические методы гидрометеорологического прогнозирования" являются формирование у учащихся:

- базовых знаний из области математической статистики, теории вероятностей, дискриминантного анализа и др. для построения прогностических моделей, адаптированных к задачам гидрометеорологии;
- теоретической базы и практических навыков по поиску информативных предсказателей, формированию архивных выборок и реализации вычислительных процедур с применением ЭВМ.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.04 Гидрометеорология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина реализуется "по выбору" (Б1.В.ДВ.7). Для усвоения дисциплины студенты должны владеть базовыми знаниями из математики (цикл Б.1) и профессиональной дисциплины "Синоптическая метеорология". В связи с этим наиболее оптимальное время ее реализации 4 курс 8 семестр.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК - 3 (профессиональные компетенции)	владение теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства
ПК - 6 (профессиональные компетенции)	владение теоретическими знаниями в области охраны атмосферы и гидросферы (вод суши и Мирового океана), основами управления в сфере использования климатических, водных и рыбных ресурсов и навыками планирования и организации полевых и камеральных работ

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

место, роль и возможности статистических методов гидрометеорологического прогнозирования среди иерархии других (гидродинамических, синоптических) методов прогнозирования.

2. должен уметь:

отбирать наиболее информативные предсказатели.

3. должен владеть:

практическими навыками построения простейших прогностических моделей и реализации их на ЭВМ.

Владеть основными компетенциями

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Введение. Основные понятия линейной алгебры и математической статистики.	8	1	2	4	0	устный опрос
2.	Тема 2. Теория регрессионных прогностических моделей	8	2-3	2	6	0	домашнее задание контрольная работа
3.	Тема 3. Методы "средних эталонов" для 2-х фазных прогнозов	8	4-5	2	6	0	домашнее задание устный опрос
4.	Тема 4. Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для 2-х фазных прогнозов	8	6-7	4	6	0	домашнее задание контрольная работа
5.	Тема 5. Теория ДА для 3-х фазных прогнозов	8	8-9	4	4	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Теория непараметрического ДА для 2-х фазных прогнозов	8	10-11	2	4	0	контрольная работа домашнее задание
7.	Тема 7. Теория вероятностных прогнозов	8	12	2	2	0	устный опрос
8.	Тема 8. Использование результатов разложения метеорологических полей по ЕОФ для целей прогнозирования	8	13	2	2	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			20	34	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия линейной алгебры и математической статистики.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Линейные пространства. Линейная, множественная и частная корреляция. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ. Отображение метеорологических рядов и карт в виде n-х векторов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Критерии применимости отображений метеорологических рядов и карт в виде n-х векторов.

Тема 2. Теория регрессионных прогностических моделей

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теория регрессионных прогностических моделей. Построение линейных регрессионных моделей (РМ). Технология разыскания весовых множителей при предикторах. Качественные показатели использования РМ. Требования к составу предикторов. Метод пошаговой регрессии. Критика метода РМ и пример их использования. Множественная и частная корреляции.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Критерии применимости метода и примеры его практического применения.

Тема 3. Методы "средних эталонов" для 2-х фазных прогнозов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод "средних эталонов" для двухфазных прогнозов. Разыскание компонент средних эталонных векторов. Критерии применимости метода и примеры его использования.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Критерии применимости метода и примеры его практического применения.

Тема 4. Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для 2-х фазных прогнозов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для двухфазных прогнозов. Технология построения дискриминантной функции.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Критерии применимости метода и примеры его практического применения.

Тема 5. Теория ДА для 3-х фазных прогнозов

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Теория ДА для трехфазных прогнозов. Обобщение теории Гауссова распределения на случай n-мерных векторов. Дискриминантная функция. Решающие правила для формулирования прогнозов в категорической форме. Критика метода и примеры его использования.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Критика метода и примеры его использования.

Тема 6. Теория непараметрического ДА для 2-х фазных прогнозов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теория непараметрического ДА для двухфазных прогнозов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Принципиальная основа метода и примеры его использования.

Тема 7. Теория вероятностных прогнозов

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Теория вероятностных прогнозов. Адаптация формулы Байеса для построения прогнозов в вероятностной и категорической форме.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Критика метода и примеры его использования.

Тема 8. Использование результатов разложения метеорологических полей по ЕОФ для целей прогнозирования

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Использование результатов разложения метеорологических полей по естественным ортогональным функциям (ЕОФ) для целей прогнозирования. Технология метода. Использование спектральных коэффициентов разложения в качестве независимых предсказателей.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Преимущества метода и примеры его использования.

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. Введение. Основные понятия линейной алгебры и математической статистики.	8	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Теория регрессионных прогностических моделей	8	2-3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
3.	Тема 3. Методы "средних эталонов" для 2-х фазных прогнозов	8	4-5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для 2-х фазных прогнозов	8	6-7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Теория ДА для 3-х фазных прогнозов	8	8-9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Теория непараметрического ДА для 2-х фазных прогнозов	8	10-11	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
7.	Тема 7. Теория вероятностных прогнозов	8	12	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Использование результатов разложения метеорологических полей по ЕОФ для целей прогнозирования	8	13	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- лекции (в сочетании с активными формами их проведения);
- решение практических задач с использованием вычислительной техники.

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

Тема 1. Введение. Основные понятия линейной алгебры и математической статистики.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Линейные пространства. 2. Линейная, множественная и частная корреляция. 3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ.

Тема 2. Теория регрессионных прогностических моделей

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Разыскание параметров линейной регрессионной модели. 2. Реализация метода наименьших квадратов.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Учащемуся предлагаются примеры матриц и векторов. Необходимо выполнить операции транспонирования матриц и векторов, обращения матриц, перемножения матрицы на вектор.
2. Разыскание параметров линейной регрессионной модели. Реализация метода наименьших квадратов.

Тема 3. Методы "средних эталонов" для 2-х фазных прогнозов

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Определение параметров линейной дискриминантной функции по заданной выборке векторов-предикторов. 2. Задана выборка (обучающая) векторов-предикторов и соответствующие им состояния (одно из 2-х) предиктанта. Задан вектор-предиктор, не принадлежащий обучающей выборке. Определить ожидаемое состояние предиктанта с использованием методов: а) средних эталонов.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Теоретические основы метода "средних эталонов" и его критика.

Тема 4. Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для 2-х фазных прогнозов

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Определение параметров линейной дискриминантной функции по заданной выборке векторов-предикторов.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Теория метода линейного дискриминантного анализа (ЛДА) для 2-х фазных прогнозов.

Тема 5. Теория ДА для 3-х фазных прогнозов

устный опрос , примерные вопросы:

1. Теория метода ЛДА для 3-х фазных прогнозов, составляемых: а) в вероятностной, б) в категорической формах.

Тема 6. Теория непараметрического ДА для 2-х фазных прогнозов

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Задана выборка (обучающая) векторов-предикторов и соответствующие им состояния (одно из 2-х) предиктанта.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Задан вектор-предиктор, не принадлежащий обучающей выборке. Определить ожидаемое состояние предиктанта с использованием методов непараметрического ДА.

Тема 7. Теория вероятностных прогнозов

устный опрос , примерные вопросы:

1. Теория вероятностных прогнозов. Реализация метода для составления гидрометеорологических прогнозов: а) в вероятностной, б) категорической формах.

Тема 8. Использование результатов разложения метеорологических полей по ЕОФ для целей прогнозирования

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Разложение метеорологических полей по ЕОФ. Разыскивание временных (спектральных) коэффициентов разложения и их использование для целей гидрометеорологических прогнозов.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

А. Контрольные вопросы

1. Векторно-матричная интерпретация метеорологических полей. Арифметические действия с векторами и матрицами. Решение конкретных примеров.

2. Сравнение многомерных векторов (оценка степени коллинеарности, маханолобисова расстояния, комплексного показателя сходства векторов) и поиск аналогов.

3. Обращение матриц. Решение примеров.

4. Ковариационная матрица. Способ построения, свойства.

5. Разыскание параметров линейной регрессионной модели. Реализация метода наименьших квадратов.

6. Требования, предъявляемые к составу предикторов в линейной регрессионной модели.

7. Показатели качества линейной регрессионной модели.

8. Отбор информативных предикторов. Реализация принципа "пошаговой регрессии".
9. Теоретические основы метода "средних эталонов" и его критика.
10. теория метода линейного дискриминантного анализа (ЛДА) для 2-х фазных прогнозов.
11. Теория метода ЛДА для 3-х фазных прогнозов, составляемых: а) в вероятностной, б) в категорической формах.
12. Теория метода непараметрического ДА.
13. Теория вероятностных прогнозов. Реализация метода для составления гидрометеорологических прогнозов: а) в вероятностной, б) категорической формах.
14. Разложение метеорологических полей по ЕОФ. Разыскивание временных (спектральных) коэффициентов разложения и их использование для целей гидрометеорологических прогнозов.

Б. Задания для самостоятельной работы студентов (СРС)

1. Учащемуся предлагаются примеры матриц и векторов. Необходимо выполнить операции транспонирования матриц и векторов, обращения матриц, перемножения матрицы на вектор.
2. Задается выборка архивных данных для нескольких метеорологических признаков, записанных в хронологической последовательности. Сформировать матрицу ковариаций.
3. Заданы два поля H500. Выполнить оценку степени их аналогичности.
4. Задана выборка ограниченного числа векторов-предикторов и соответствующий им вектор-предиктант. Определить параметры прогностической регрессионной модели и ее качественные признаки.
5. Задана выборка (обучающая) векторов-предикторов и соответствующие им состояния (одно из 2-х) предиктанта. Задан вектор-предиктор, не принадлежащий обучающей выборке. Определить ожидаемое состояние предиктанта с использованием методов: а) средних эталонов, б) непараметрического ДА.

Примерные вопросы к зачету:

1. Векторно-матричная интерпретация метеорологических полей. Арифметические действия с векторами и матрицами. Решение конкретных примеров.
2. Сравнение многомерных векторов (оценка степени коллинеарности, маханолобисова расстояния, комплексного показателя сходства векторов) и поиск аналогов.
3. Обращение матриц. Решение примеров.
4. Ковариационная матрица. Способ построения, свойства.
5. Разыскание параметров линейной регрессионной модели. Реализация метода наименьших квадратов.
6. Требования, предъявляемые к составу предикторов в линейной регрессионной модели.
7. Показатели качества линейной регрессионной модели.
8. Отбор информативных предикторов. Реализация принципа "пошаговой регрессии".
9. Теоретические основы метода "средних эталонов" и его критика.
10. теория метода линейного дискриминантного анализа (ЛДА) для 2-х фазных прогнозов.
11. Теория метода ЛДА для 3-х фазных прогнозов, составляемых: а) в вероятностной, б) в категорической формах.
12. Теория метода непараметрического ДА.
13. Теория вероятностных прогнозов. Реализация метода для составления гидрометеорологических прогнозов: а) в вероятностной, б) категорической формах.
14. Разложение метеорологических полей по ЕОФ. Разыскивание временных (спектральных) коэффициентов разложения и их использование для целей гидрометеорологических прогнозов.

7.1. Основная литература:

1. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006463-5, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=391608>
2. Пахунова Р.Н. Общая и прикладная статистика: Учеб. для студ. высш. проф. обр./ Р.Н.Пахунова, П.Ф.Аскеров и др.; Под общ. ред. Р.Н.Пахуновой - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013-272с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com) - (ВО: Бакалавр.). (п) ISBN 978-5-16-006669-1, 100 экз. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=404310>

7.2. Дополнительная литература:

1. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практик. по стат. мет. и исслед. операций с исп. пакетов STATISTICA и EXCEL: Уч.пос./ Э.А.Вуколов - 2 изд., испр. и доп. - М.: Форум:НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=369689>
2. Основы статистики: Учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 192 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=251392>
3. Общая теория статистики: Учеб. пособие / С.Н. Лысенко, И.А. Дмитриева. - М.: Вуз. учебник, 2009. - 219 с.Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=166015>

7.3. Интернет-ресурсы:

Гидрометцентр России - <http://www.meteoinfo.ru/>

ГУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных. - <http://meteo.ru/mcd/>

ИПК Росгидромета - <http://ipk.meteorf.ru/>

ИФА им. А.М. Обухова РАН - www.ifaran.ru/

ФГБУ АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ - www.aari.nw.ru/new_site/main.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Статистические методы гидрометеорологического прогнозирования" 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.

- 1) Библиотечный фонд НБ им. Н.И. Лобачевского при КФУ;
- 2) Дисплейный класс;

3) Учебно-методическое пособие для организации СРС.

Тудрий В.Д. Практическое руководство к производству первичной статистической обработки и анализа метеорологических рядов / В.Д. Тудрий, М.А. Верещагин. - Казань: КГУ, 2009. - 36 с.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.03.04 "Гидрометеорология" и профилю подготовки Метеорология .

Автор(ы):

Важнова Н.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. _____

"__" _____ 201__ г.