

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

Долгосрочные метеорологические прогнозы Б1.В.ОД.1

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Мирсаева 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 243117

Казань  
2017

## 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. Мирсаева Н.А. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования ,  
Nadezhda.Vazhnova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

- освоение учащимися основных проблем, современных тенденций и перспектив развития методов долгосрочного физико-статистического метеорологического прогнозирования;
- приобретение практических навыков выбора, модификации существующих, разработки новых методов долгосрочного прогнозирования и оценки надежности используемых методик.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.04.04 Гидрометеорология и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина реализуется как вариативная в профессиональном цикле дисциплин (М2.В3) на 5 курсе, в семестре А.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	знание современных компьютерных технологий и самостоятельно использовать их для решения задач профессиональной деятельности и в новых областях знаний
ПК-1 (профессиональные компетенции)	творческое использование знаний о современных проблемах гидрометеорологии в сфере профессиональной деятельности
ПК-11 (профессиональные компетенции)	умение составлять оперативные гидрометеорологические прогнозы различной заблаговременности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	глубокое понимание и творческое использование в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин ООП магистратуры
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность
ПК-6 (профессиональные компетенции)	самостоятельное выполнение экспедиционных, лабораторных, вычислительных исследований в области гидрометеорологии при решении научно-исследовательских задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств
ПК-7 (профессиональные компетенции)	умение разрабатывать прогнозы и выполнять гидрометеорологические расчеты

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- место, роль и возможности физико-статистических методов долгосрочного прогнозирования среди иерархии других (гидродинамических, синоптико-гидродинамико-статических и др.) методов прогнозирования.

2. должен уметь:

- отбирать наиболее информативные предсказатели;
- выбирать, корректировать существующие или разрабатывать новые методы долгосрочного прогнозирования;
- оценивать эффективность методов прогнозирования.

3. должен владеть:

- практическими навыками подбора информативных предсказателей, построения прогностических моделей и реализации их на ПЭВМ.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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 экзамен во 2 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. Вводная часть	2	1	4	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей	2	2,3	0	5	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Практика построения прогностических моделей на основе методов дискриминантного анализа	2	4,5	0	6	0	Письменное домашнее задание 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	
4.	Тема 4. Практики построения вероятностных прогностических моделей.	2	6,7	0	5	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
5.	Тема 5. Практические методы оценок эффективности ДМП.	2	8	0	2	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Самостоятельная практическая разработка опытной (по выбору) физико-статистической прогностической модели.	2	9	0	0	0	Отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Экзамен
	Итого			4	22	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Вводная часть

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

Определение предмета и методов изучения следования учебной дисциплины. Основные подходы к решению проблемы долгосрочных метеорологических прогнозов (ДМП). Исторические данные о становлении и развитии методов ДМП. Социально-экономическое значение ДМП. Современное состояние и нерешенные проблемы ДМП.

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

Занимаемое место и возможности статистических и вероятностных методов среди иерархии других современных методов ДМП.

### Тема 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей

#### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Практические методы построения линейных и нелинейных прогностических регрессионных моделей (РМ). Практическая реализация "метода просеивания".

### Тема 3. Практика построения прогностических моделей на основе методов дискриминантного анализа

#### *практическое занятие (6 часа(ов)):*

Практическая реализация метода "средних эталонов" для целей ДМП. Практика построения линейных дискриминантных функций для 2-х и 3-х - фазных ДМП.

### Тема 4. Практики построения вероятностных прогностических моделей.

#### *практическое занятие (5 часа(ов)):*

Практика формулирования ДМП в вероятностной форме, исходя из : а) предположения о гауссовском распределении векторов-предикторов; б) использования формулы Байеса.

### Тема 5. Практические методы оценок эффективности ДМП.

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Практическая отработка методов оценок эффективности ДМП с использованием критериев качества Н.А. Багрова, А.М. Обухова, Пирсона-Чупрова.

## Тема 6. Самостоятельная практическая разработка опытной (по выбору) физико-статистической прогностической модели.

### 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. Вводная часть	2	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей	2	2,3	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
3.	Тема 3. Практика построения прогностических моделей на основе методов дискриминантного анализа	2	4,5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Практики построения вероятностных прогностических моделей.	2	6,7	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
5.	Тема 5. Практические методы оценок эффективности ДМП.	2	8	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Самостоятельная практическая разработка опытной (по выбору) физико-статистической прогностической модели.	2	9	подготовка к отчету	20	отчет
	Итого				46	

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

- лекции (в сочетании с активными формами их проведения);
- выполнение практических работ с использованием ПЭВМ.

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

#### Тема 1. Вводная часть

устный опрос , примерные вопросы:

1. Причины отставания качества долгосрочных метеопрогнозов (ДМП).
2. Классификация ДМП.
3. Подходы к решению проблемы ДМП.

## **Тема 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей**

домашнее задание , примерные вопросы:

Домашняя разработка прогностической регрессионной модели (ПРМ).

устный опрос , примерные вопросы:

1. Векторно-матричное отображение метеорологических полей и временных метеорологических рядов. Арифметические действия с векторами и матрицами. 2. Ковариационная матрица: порядок формирования и ее информативные свойства. 3. Метод наименьших квадратов и его приложение для поиска параметров прогностической регрессионной модели.

## **Тема 3. Практика построения прогностических моделей на основе методов дискриминантного анализа**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Реализация метода ?средних эталонов?. Случаи с разнородным составом компонентов векторов. 2. Реализация метода линейного дискриминантного анализа (ЛДА) для 2-х фазных прогнозов: технология определения параметров дискриминантной функции. Критика метода.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Стратегия отбора наиболее информативных предикторов: реализация принципа ?пошаговой регрессии?. 2. Метод непараметрического дискриминантного анализа применительно к задачам ДМП. 3. Технология метода ЛДА для 3-х фазных прогнозов. Критика метода.

## **Тема 4. Практики построения вероятностных прогностических моделей.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Формирование матрицы условных вероятностей для 2-х фазного вероятностного ДМП.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Теоретические основы вероятностных методов ДМП. 2. Технология вероятностного ДМП.

## **Тема 5. Практические методы оценок эффективности ДМП.**

устный опрос , примерные вопросы:

1. Оценка качества 2-х фазных ДМП: матрица сопряженности прогнозов, оправдываемость методических и случайных прогнозов, методический выигрыш. 2. Оценки качества 3-х фазных ДМП: матрица сопряженности прогнозов. Оправдываемость методических и случайных прогнозов, методический выигрыш.

## **Тема 6. Самостоятельная практическая разработка опытной (по выбору) физико-статистической прогностической модели.**

отчет , примерные вопросы:

Представление письменного отчета о практической разработке варианта (по выбору) прогностической модели.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

А. Контрольные вопросы

1. Векторно-матричное отображение метеорологических полей и временных метеорологических рядов. Арифметические действия с векторами и матрицами.
2. Использование методов сравнения многомерных векторов для подбора аналогов к макросиноптическим процессам.
3. Транспонирование и обращение матриц векторов-предикторов.
4. Ковариационная матрица: порядок формирования и ее информативные свойства.
5. Метод наименьших квадратов и его приложение для поиска параметров прогностической регрессионной модели.
6. Показатели качества регрессионных моделей.
7. Стратегия отбора наиболее информативных предикторов: реализация принципа "пошаговой регрессии".



8. Теоретические основы метода "средних эталонов".
9. Теория метода линейного дискриминантного анализа для 2-х и 3-х фазных прогнозов.
10. Метод непараметрического дискриминантного анализа применительно к задачам ДМП.
11. Теоретические основы вероятностных методов ДМП.

Б. Задания для самостоятельной работы студентов (СРС)\_

1. Изучение учебной и научной литературы, относящейся к области ДМП.
2. Завершение практических работ (вне учебного расписания), начатых на учебных занятиях, и подготовка отчетов об их выполнении.
3. Выполнение самостоятельной практической разработки опытной (по выбору) физико-статистической прогностической модели (14 - 18 недели). Отчет о выполнении работы.

Вопросы к экзамену:

1. Место физико-статистических методов в системе современных долгосрочных метеорологических прогнозов (ДМП).
2. Векторное отображение метеорологических полей и временных рядов, транспонирование векторов.
3. Матричное представление архивов метеорологических полей, транспонирование матриц.
4. Арифметические действия с векторами и матрицами (с иллюстрацией примеров из области метеорологии).
5. Умножение матрицы на вектор и формирование системы линейных нормальных уравнений (применительно к решению некоторых задач из области метеорологии).
6. Типы матриц и их обращение. Свойства обратных матриц.
7. Ковариационная матрица: порядок формирования, свойства и назначение (применительно к задачам метеорологии).
8. Технология построения линейной прогностической множественной регрессионной модели (МРМ). Разыскание параметров МРМ с помощью методов наименьших квадратов и Крамера.
9. Запись системы линейных нормальных уравнений в векторно-матричной форме (с использованием матрицы ковариаций) и определение параметров МРМ.
10. Качественные характеристики прогностической МРМ. Требования к составу предикторов.
11. Технология подбора информативных предикторов в уравнении МРМ: практическая реализация метода "просеивания".
12. Примеры оперативного использования МРМ. Критика метода.
13. Практические приемы использования понятия о векторе для подбора аналогов для текущего синоптического положения и составления ДМП с использованием принципа аналогичности.
14. Практические методы сравнения многомерных векторов: вычисления расстояний и углов между ними, комплексного показателя сходства.
15. Реализация метода "средних эталонов" для целей ДМП. Случаи с разнородным составом компонентов векторов.
16. Реализация метода "средних эталонов". Случаи с разнородным составом компонентов векторов.
17. Оценки прогностической информативности "средних эталонов".
18. Реализация метода линейного дискриминантного анализа (ЛДА) для 2-х фазных прогнозов: технология определения параметров дискриминантной функции. Критика метода.
19. Технология метода ЛДА для 3-х фазных прогнозов. Критика метода.
20. Технология непараметрического дискриминантного анализа для 2-х фазных ДМП.
21. Технология вероятностного ДМП.
22. Оценка качества 2-х фазных ДМП: матрица сопряженности прогнозов, оправдываемость методических и случайных прогнозов, методический выигрыш.



23. Оценки качества 3-х фазных ДМП: матрица сопряженности прогнозов. Оправдываемость методических и случайных прогнозов, методический выигрыш.
24. Критерии качества прогнозов: Н.А. Багрова, А.М. Обухова.
25. Критерии качества прогнозов: совместная оценка качества прогнозов аномалий температуры воздуха по знаку и величине, средняя абсолютная, средняя квадратическая и относительная погрешности прогнозов.

### 7.1. Основная литература:

1. Теория вероятностей: Учебное пособие / И.А. Палий. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 236 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004940-3, 500 экз. URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=225156>
2. 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>
3. Теория вероятностей : учебное пособие / В. А. Попов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т физики .? Казань : [Казанский университет], 2013 .? ; 21. Ч. 1: Элементарная теория вероятностей .? 2013 .? 46, [2] с.
4. Теория вероятностей : учебное пособие / В. А. Попов ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Ин-т физики .? Казань : [Казанский университет], 2013 .? ; 21. Ч. 2: Случайные величины .? 2013 .? 43, [2] с.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие / Под ред. В.И. Ермакова. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 287 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 5-16-001561-2. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=76845>
2. Долгосрочные метеорологические прогнозы [Текст : электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 'Метеорология' направление подготовки дипломированных специалистов 'Гидрометеорология' / А. И. Угрюмов .? Электронные данные .? (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2014) .? Загл. с экрана .? В надзаг.: М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Рос. гос. гидрометеорол. ун-т . - URL:[http://libweb.kpfu.ru/local\\_only/5-86813-030-8.pdf](http://libweb.kpfu.ru/local_only/5-86813-030-8.pdf)
3. Шаститко А.Е., Плаксин С.М. Разработка концептуальных подходов к моделированию результатов гидрометеорологического обеспечения экономической деятельности. М.: МАКС Пресс, 2009. - 74 с. ISBN 978-5-317-02707-0. <http://znanium.com/bookread.php?book=345142>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- ГУ Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РТ - [www.tatarmeteo.ru/](http://www.tatarmeteo.ru/)
- Гидрометцентр России - <http://www.meteoinfo.ru/>
- Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова - [www.voeikovmgo.ru/](http://www.voeikovmgo.ru/)
- ГУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных - <http://meteo.ru/mcd/>
- ФГБУ АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ - [http://www.aari.nw.ru/new\\_site/main.htm](http://www.aari.nw.ru/new_site/main.htm)

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

Освоение дисциплины "Долгосрочные метеорологические прогнозы" 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 05.04.04 "Гидрометеорология" и магистерской программе Метеорология .

Автор(ы):

Мирсаева Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.