

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

Долгосрочные метеорологические прогнозы Б1.В.01

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Автор(ы):** Мирсаева Н.А.

**Рецензент(ы):** Переведенцев Ю.П.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Мирсаева Н.А. (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, отделение природопользования), NAMirsaeva@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ПК-3	способность анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность
ПК-5	умение разрабатывать физико-математические модели циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши и океана, а также методы гидрометеорологических расчетов и прогнозов (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)
ПК-7	способность составлять оперативные гидрометеорологические прогнозы различной заблаговременности (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры)

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

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

Должен уметь:

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

Должен владеть:

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

Должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.04 "Гидрометеорология (Метеорология)" и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 22 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 46 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Вводная часть	2	4	4	0	4
2.	Тема 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей	2	0	5	0	6
3.	Тема 3. Практика построения прогностических моделей на основе методов дискриминантного анализа	2	0	6	0	8
4.	Тема 4. Практики построения вероятностных прогностических моделей.	2	0	5	0	8
5.	Тема 5. Практические методы оценок эффективности ДМП.	2	0	2	0	20
	Итого		4	22	0	46

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Вводная часть**

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.

В соответствии с классификацией ВМО, долгосрочными называются метеорологические прогнозы на срок от 30 суток до двух лет.

Прогнозы на срок свыше двух лет уже относятся к прогнозам климата.

Объектом прогнозирования на долгие сроки являются не мгновенные значения метеорологических элементов, ассоциируемые со словом "погода", и не индивидуальные структуры в атмосферных течениях, а обобщенные статистические характеристики состояния атмосферы, например, осредненные за тот или иной временной интервал значения метеорологических элементов или другие статистики от прогностических вероятностных распределений значений этих элементов.

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

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

Этот метод исходит из следующих положений:

1. Мерой эффективности модели (1) являются коэф. детерминации

$0 \leq \eta \leq 1$ , где  $\eta$  - полная дисперсия предиктанта,  $\eta^2$  - та ее часть, которая воспроизводится моделью.

2. Для однофакторных регрессионных прогностических моделей  $y = ax + b$  коэф. детерминации является квадрат парного коэффициента корреляции

Между предсказателем и предиктантом, а для многопараметрической линейной прогностической модели  $\eta^2$  квадрат коэффициента множественной корреляции.

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

1. Практическая реализация метода "средних эталонов" для целей ДМП.

Указанный метод предполагает, что некий предиктант, изменяясь во времени, проходит всего лишь два взаимно исключаящих состояния, которые далее будем определять как классы. Обозначим первое из них как класс ?А?, второе ? как класс ?В?.

2. Практика построения линейных дискриминантных функций для 2-х и 3-х - фазных ДМП.

Указанный метод предназначен для решения тех же 2-х фазных прогностических задач, о которых речь уже шла в теме. 3.

В основу рассматриваемого метода кладется использование дискриминантной функции

$$L = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i, \quad (1)$$

в которой  $x_i((1, n))$ . ? компоненты вектора-предиктора,  $b_i$  и  $b_0$  ? константы, подлежащие определению из опытных данных.

Если вид равенства (1) определился, и если при подстановке в его правую часть предсказателей  $x_i$  оказалось, что  $L > 0$ , то положение предиктанта следует отнести к классу А. А если оказалось, что  $L \leq 0$ , то положение предиктанта следует отнести к классу В.

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

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

В оперативной практике гидрометеорологического прогнозирования не часто, но все же практикуются прогнозы в вероятностной форме. Указанная форма подачи прогностической информации практикуется применительно, как правило, либо к 2-х фазным, либо к 3-х фазным прогнозам.

В отличие от практики составления прогнозов в категорической форме составление вероятностных прогнозов предусматривает возможность попадания предиктанта в каждый (из 2-х или 3-х) класс или в каждую категорию с обязательным указанием вероятностей его осуществления.

Следует иметь в виду, что при последовательном совершенствовании качества вероятностных прогнозов они все более приближаются к категорическим прогнозам.

Алгоритмы составления вероятностных прогнозов могут значительно различаться. Рассмотрим суть 2-х вариантов вероятностных прогнозов:

А) Вероятностные прогнозы, базирующиеся на предположении о нормальном (гауссовом) распределении векторов-предикторов.

Положим, что, все многообразие поведения предиктанта характеризуется его обнаружения либо в 1-м, либо ? во 2-м, либо ? в 3-м. в качестве предиктанта в данном случае могут рассматриваться либо аномалии средних месячных температур воздуха, либо месячные суммы атмосферных осадков. В качестве же классов (кл.) 1, 2, 3 могут рассматриваться широко используемые в прогнозах категории предиктантов: ?ниже нормы? (кл. 1), ?норма? (кл. 2), ?выше нормы? (кл. 3).

Б) Использование теоремы умножения вероятностей зависимых событий для построения 2-х фазных вероятностных прогнозов.

Положим, что предиктант в своих изменениях проходит лишь два состояния: А и противоположное ему событие  $\bar{A}$ .

Далее также примем другие положения:

События А и  $\bar{A}$  - возможные состояния предиктанта;

Появление события А определенным образом зависит от исхода предшествующему событию В (предиктор);

Событие В включает в себя множество простых, взаимно независимых событий, т.е. В ( $B_1, B_2, ? B_n$ ).

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

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.

При  $\Delta F \leq 0$ , ( $H \leq 0$ ) успешность методических прогнозов находится на уровне успешности случайных прогнозов ( $\Delta F = \Delta H = 0$ ) и, даже (если  $\Delta F < 0$ ,  $\Delta H < 0$ ) уступает им.

Признаком состоятельности методических прогнозов является выполнимость требований:  $\Delta F > 0$ ,  $\Delta H \geq 0,250$ . И чем большими при этом оказываются эти показатели, тем выше качество прогнозов и информативность полей АТПО. Абсолютно безошибочным методикам прогнозов должны соответствовать условия:  $\Delta F = 100\%$ ,  $H = 1,0$ . Для прогнозов, когда они все были ошибочны, будем иметь:  $\Delta F = -100\%$  и  $H = 0$ .

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 2</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-3, ПК-1	1. Вводная часть 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей
2	Лабораторные работы	ПК-3, ПК-5	3. Практика построения прогностических моделей на основе методов дискриминантного анализа 4. Практики построения вероятностных прогностических моделей.
3	Контрольная работа	ПК-7, ПК-5, ПК-3, ПК-1	1. Вводная часть 2. Практика построения прогностических регрессионных моделей
	<b>Экзамен</b>	ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-7	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 2</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 2**

**Текущий контроль**

## 1. Лабораторные работы

Темы 1, 2

Темы 2, 3, 4

Лабораторные работы: Практические методы построения линейных и нелинейных прогностических регрессионных моделей (РМ). Практическая реализация "метода просеивания". Практическая реализация метода "средних эталонов" для целей ДМП. Практика построения линейных дискриминантных функций для 2-х и 3-х - фазных ДМП. Практика формулирования ДМП в вероятностной форме, исходя из : а) предположения о гауссовском распределении векторов-предикторов; б) использования формулы Байеса.

Лабораторная работа ♦1 к теме 2

Дана архивная выборка потенциально возможных предсказателей ( $x_2, x_3, x_4, x_5$ ) и состояний предиктантов ( $x_1$ ), представленные в виде их отклонений (аномалий) от средних значений (см. табл.).

Осуществить принцип пошаговой регрессии, определив при этом состав информативных предсказателей. В качестве критериев для отнесения предсказателей к категории информативных принять:

- для предсказателя  $x_3$   $R_{1.2,3^2} > r_{12}^2$  или  $|\Delta R_{1.2,3^2} (R_{1.2,3^2} - r_{12}^2)| > 0$

- для всех других ( $i$ -х) предсказателей -  $|\Delta R_{i^2}| > 0,08$

При  $|\Delta R_{i^2}| > 0$  предсказатель  $x_3$  включается (вместе с  $x_2$ ) в группу информативных, и, наоборот, - отбрасывается, если  $|\Delta R_{i^2}| \leq 0$ .

При  $|\Delta R_{i^2}| \leq 0$  на место отбракованного предсказателя  $x_3$  ставится на испытание следующий (т.е.  $x_4$ ), и если  $|\Delta R_{1.2,4^2} = R_{1.2,4^2} > r_{12}^2$  он включается в группу информативных с присвоением ему номера  $x_3$ .

В том же порядке далее испытываются все оставшиеся предсказатели ( $x_5, x_6$ ).

Отчет о выполнении задания должен содержать все пошаговые действия и решения с распечаткой всех вычислительных действий.

Шаг 1. Оценка предсказателя  $x_3$

Пример:  $|(r_{11} r_{12} r_{13} @_{(21)} r_{22} r_{23} @_{(31)} r_{32} r_{33})| = |(1 r_{12} r_{13} @_{(21)} 1 r_{23} @_{(31)} r_{32} 1 @_{(12)})|$

D-?

D11-?

$R_{1.2,3^2} - ?$

Как видно,  $R_{1.2,3^2} > r_{12}^2$  и, следовательно,  $|\Delta R_{1.2,3^2} (R_{1.2,3^2} - r_{12}^2)| > 0$ . Предсказатель  $x_3$  информативный.

Если,  $|\Delta R_{i^2}| \leq 0,08$  предсказатель ( $x_3$ ) отсеивается как неинформативный. И далее испытывается предсказатель ( $x_5$ ). Шаг 2-й.

Шаг 2-й. Оценка предсказателя  $x_5$

$|(r_{11} r_{12} r_{15} @_{(21)} r_{22} r_{25} @_{(31)} r_{32} r_{35})|$

D-?

D11-?

$R_{1.2,5^2} - ?$

$|\Delta R_{i^2}| > ?$

Решение: если  $|\Delta R_{i^2}| > 0,08$  предсказатель включается в группу информативных. И наоборот, если  $|\Delta R_{i^2}| \leq 0,08$  предсказатель ( $x_5$ ) отсеивается как не информативный. И далее испытывается предсказатель ( $x_6$ ). Шаг 3-й. и т.д.

Заключение: Т.о. из перечня предсказателей  $x_2, x_3, x_4, x_5$  информативными следует считать  $x_2, x_3$

Лабораторная работа ♦2 к теме 3

Положим, что в ходе выполнения задания 1 в состав информативных предсказателей вошли:  $x_2, x_4, x_5$ . Все иные предсказатели оказались не информативными ( $|\Delta R_{i^2}| \leq 0,08$  ;  $|\Delta R_{i^2}| \leq 0,08$  ).

Необходимо: 1) информативным предсказателям  $x_4, x_5$  присвоить новые номера:  $x_3$  (вместо  $x_4$ ),  $x_4$  (вместо  $x_5$ );  $x_1$  по-прежнему предиктант.

2) Построить уравнение регрессии

$\hat{x}_1 = \beta_{12} x_2 + \beta_{13} x_3 + \beta_{14} x_4$

показав результаты всех промежуточных расчетов:

а) корреляционную матрицу

$r_{(4 \times 4)} = ||r_{ij}|| = (r_{11} r_{12} r_{13} r_{14} @_{(21)} r_{22} r_{23} r_{24} @_{(31)} r_{32} r_{33} r_{34} @_{(41)} r_{42} r_{43} r_{44})$

Б)  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$

В) D11, D12, D13, D14

3) Оценить разрешающую способность уравнения регрессии (коэф.детерминции).

К отчету о выполнении задания приложить итоги расчетов всех выше указанных показателей.

## 2. Лабораторные работы

Темы 3, 4

Темы 5, 6. Лабораторные работы:



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

Лабораторная работа ♦3 к теме 4

Предиктант (аномалии средних месячных температур воздуха (АСМТВ -  $\Delta t$ ) на ст. Казань, ун-т в июле) проходит 2 состояния: 1)  $\Delta t \geq -1^\circ\text{C}$  (средняя месячная температура в норме и выше нормы, состояние А (НВН)), 2)  $\Delta t < -1^\circ\text{C}$  (средняя месячная температура ?ниже нормы? (НН)).

АСМТВ в предшествующих предиктанту июне, мае и в апреле ? предсказатели ( $x_i$  ( $i=VI, V, IV$ )), которые фиксируются в одном из 3-х возможных состояний: 1.  $\Delta t < -1^\circ\text{C}$ , 2.  $-1 \leq \Delta t \leq 1^\circ\text{C}$ , 3.  $\Delta t > 1^\circ\text{C}$ .

Надлежит по материалам наблюдений за 20 лет ( гг.)

Определить безусловные вероятности обнаружений предиктанта в классах А. т.е.  $P(A)$ , когда предиктант  $\Delta t \geq -1^\circ\text{C}$ , и в классе  $A^c$ , т.е.  $P(A^c)$ , т.е. когда  $\Delta t < -1^\circ\text{C}$ .

Сформировать матрицы (табл. 1)

Таблица 1

Число обнаружений предсказателей в состояниях: 1.  $\Delta t < -1^\circ\text{C}$ , 2.  $-1 \leq \Delta t \leq 1^\circ\text{C}$ , 3.  $\Delta t > 1^\circ\text{C}$  при последующих состояниях предиктанта

А и  $A^c$

Предсказатели Состояния предсказателей

1 2 3

VI m11 m12 m13

V m21 m22 m23

IV m31 m32 m33

$m(A/x_{ij}) =$

А и  $A^c$

Предсказатели Состояния предсказателей

1 2 3

VI m?11 m?12 m?13

V m?21 m?22 m?23

IV m?31 m?32 m?33

$m?(A^c/x_{ij}) =$

3. По данным табл. 2 сформировать матрицу условных вероятностей

Таблица 2

Предсказатели Состояния предсказателей

1 2 3

VI  $P(A/x_{11})$   $P(A/x_{12})$   $P(A/x_{13})$

V  $P(A/x_{21})$   $P(A/x_{22})$   $P(A/x_{23})$

IV  $P(A/x_{31})$   $P(A/x_{32})$   $P(A/x_{33})$

$P(A/x_{ij}) =$

Предсказатели Состояния предсказателей

1 2 3

VI  $P(A^c/x_{11})$   $P(A^c/x_{12})$   $P(A^c/x_{13})$

V  $P(A^c/x_{21})$   $P(A^c/x_{22})$   $P(A^c/x_{23})$

IV  $P(A^c/x_{31})$   $P(A^c/x_{32})$   $P(A^c/x_{33})$

$P(A^c/x_{ij}) =$

По результатам наблюдений в отдельно рассматриваемом году предсказатель  $x_1(VI)$  находится в состоянии ?1?,  $x_2(V)$  находится в состоянии ??, а  $x_3(IV)$  находится в состоянии ?3?.

Используя матричные данные (табл. 2) рассчитать условные вероятности ожиданий предиктанта в состояниях А и  $A^c$ , т.е.  $P(A/x_{ij})$  и  $P(A^c/x_{ij})$

- со смещением,

- без смещений (подправленные значения  $P?(A/x_{ij})$  и  $P?(A^c/x_{ij})$ ).

Отчет о выполнении задания должен содержать:

1) матрицы (табл. 1, 2);

2) Результаты расчетов вероятностей  $P(A/x_{ij})$  и  $P(A^c/x_{ij})$  по формуле Байеса;

3) Подправленные оценки  $P?(A/x_{ij})$  и  $P?(A^c/x_{ij})$ .

### 3. Контрольная работа

Темы 1, 2

Линейные пространства.

2. Линейная, множественная и частная корреляция.

3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ.

4. Отображение метеорологических рядов и карт в виде  $n$ -х векторов.
5. Теория регрессионных прогностических моделей.
6. Построение линейных регрессионных моделей (РМ).
7. Технология разыскания весовых множителей при предикторах.
8. Качественные показатели использования РМ.
9. Требования к составу предикторов.
10. Метод пошаговой регрессии.
11. Критика метода РМ и пример их использования.
12. Множественная и частная корреляции.
13. Метод "средних эталонов" для двухфазных прогнозов.
14. Разыскание компонент средних эталонных векторов.
15. Критерии применимости метода и примеры его использования.
16. Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для двухфазных прогнозов.
17. Технология построения дискриминантной функции.
18. Теория ДА для трехфазных прогнозов.
19. Обобщение теории Гауссова распределения на случай  $n$ -мерных векторов.
20. Дискриминантная функция.
21. Решающие правила для формулирования прогнозов в категорической форме.
22. Критика метода и примеры его использования.
23. Теория непараметрического ДА для двухфазных прогнозов.
24. Теория вероятностных прогнозов.
25. Адаптация формулы Байеса для построения прогнозов в вероятностной и категорической форме.
26. Использование результатов разложения метеорологических полей по естественным ортогональным функциям (ЕОФ) для целей прогнозирования.
27. Технология метода разложения метеорологических полей по естественным ортогональным функциям (ЕОФ).
28. Использование спектральных коэффициентов разложения в качестве независимых предсказателей.

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Линейные пространства.
2. Линейная, множественная и частная корреляция.
3. Метод наименьших квадратов и регрессионный анализ.
4. Отображение метеорологических рядов и карт в виде  $n$ -х векторов.
5. Теория регрессионных прогностических моделей.
6. Построение линейных регрессионных моделей (РМ).
7. Технология разыскания весовых множителей при предикторах.
8. Качественные показатели использования РМ.
9. Требования к составу предикторов.
10. Метод пошаговой регрессии.
11. Критика метода РМ и пример их использования.
12. Множественная и частная корреляции.
13. Метод "средних эталонов" для двухфазных прогнозов.
14. Разыскание компонент средних эталонных векторов.
15. Критерии применимости метода и примеры его использования.
16. Теория линейного дискриминантного анализа (ДА) для двухфазных прогнозов.
17. Технология построения дискриминантной функции.
18. Теория ДА для трехфазных прогнозов.
19. Обобщение теории Гауссова распределения на случай  $n$ -мерных векторов.
20. Дискриминантная функция.
21. Решающие правила для формулирования прогнозов в категорической форме.
22. Критика метода и примеры его использования.
23. Теория непараметрического ДА для двухфазных прогнозов.
24. Теория вероятностных прогнозов.
25. Адаптация формулы Байеса для построения прогнозов в вероятностной и категорической форме.
26. Использование результатов разложения метеорологических полей по естественным ортогональным функциям (ЕОФ) для целей прогнозирования.
27. Технология метода разложения метеорологических полей по естественным ортогональным функциям (ЕОФ).
28. Использование спектральных коэффициентов разложения в качестве независимых предсказателей.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 2</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Матвеев В.И., - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 289 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011793-5. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=370899>
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/bookread2.php?book=391608>

### 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/bookread2.php?book=345142>

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.</p>
практические занятия	<p>Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование компетенций, необходимых в последующей учебной деятельности по освоению дисциплин профессионального цикла.</p> <p>В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий является решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ проблемных ситуаций, решение ситуационных задач, выполнение профессиональных функций в учебных и деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, работа с эмпирическим материалом, отчетами, статистикой, справочниками и др.</p> <p>На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики.</p> <p>В процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Самостоятельная работа проводится с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;</li> <li><input type="checkbox"/> углубления и расширения теоретических знаний;</li> <li><input type="checkbox"/> формирования умений использовать специальную литературу;</li> <li><input type="checkbox"/> развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;</li> <li><input type="checkbox"/> формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;</li> <li><input type="checkbox"/> развития исследовательских умений.</li> </ul> <p>Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.</p> <p>Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.</p> <p>Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самоконтроль и самооценка обучающегося;</li> <li>- контроль и оценка со стороны преподавателя.</li> </ul>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для закрепления теоретического материала, полученного на лекциях и практических занятиях, и приобретения студентами способности самостоятельно решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий.</p> <p>При подготовке к лабораторным работам студент должен самостоятельно повторить теоретический материал. По результатам работы необходимо предоставить отчет в виде электронного документа.</p> <p>Отчет должен содержать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> титульный лист</li> <li><input type="checkbox"/> постановку задачи</li> <li><input type="checkbox"/> описание последовательности действий, произведенных при выполнении работы (ход работы)</li> <li><input type="checkbox"/> Результаты работы</li> <li><input type="checkbox"/> Список используемых источников.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
контрольная работа	<p>Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области физиологии и биохимии растений. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.</p> <p>Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.</p> <p>Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;</li> <li>2. выработка навыков самостоятельной работы;</li> <li>3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.</li> </ol> <p>Контрольные выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тема контрольной работы известна и проводится она по сравнительно недавно изученному материалу.</p> <p>Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя. Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, четко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.</p> <p>Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению работы предшествует инструктаж преподавателя.</p>
экзамен	<p>Итоговый контроль освоения курса проводится в форме экзамена. Вопросы к экзамену составлены таким образом, что затрагивают все основные темы курса, носят характер зондирования как теоретико-методологических, так и методико-процедурных знаний студента. Особое внимание рекомендуется уделить работе с понятийным аппаратом, базовыми теориями и концепциями. Основными материалами для подготовки к экзамену являются: конспекты лекций, учебная и справочная литература.</p>

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Долгосрочные метеорологические прогнозы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

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.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.04 "Гидрометеорология" и магистерской программе Метеорология .