

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа дисциплины

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки / специальности

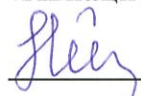
05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль)
Авиационная метеорология

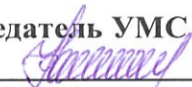
Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Авиационная метеорология»

 Неёлова Л.О.

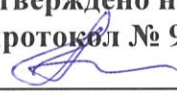
Председатель УМС

 И.И. Палкин

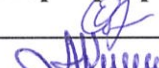
Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ

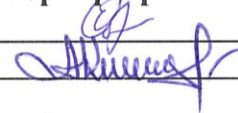
19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры
04 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Анискина О.Г.

Авторы-разработчики:

 Савенкова Е.Н.

 Алексеева Е.Г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» - подготовка бакалавров по направлению 05.03.05 - Прикладная гидрометеорология, профиль – Авиационная метеорология, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для использования статистических методов обработки и анализа метеорологических наблюдений.

Основная задача курса – изучение методов статистического анализа временных рядов и метеорологических полей, основных положений объективного анализа метеорологической информации и физико-статистических методов прогноза состояния атмосферы.

Задачи:

- освоение критериев выбора методов решения профессиональных задач, используя базовые знания в статистических методах анализа и обработки информации;
- приобретение навыков анализа и интерпретации данных наблюдений, измерений, результатов теоретических расчетов и моделирования с помощью статистических методов анализа и обработки информации;
- освоение способов получения качественных и количественных результатов при помощи статистического анализа гидрометеорологической информации.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» для направления 05.03.05 - Прикладная гидрометеорология, профиль – «Авиационная метеорология» относится к дисциплинам базовой части и изучается в 5 семестре.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Физика», «Информатика», «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Физическая метеорология», «Методы и средства измерений гидрометеорологической информации».

Параллельно с дисциплиной «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» изучаются «Климатология» и «Геоинформационные системы в гидрометеорологии»

Дисциплина «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» является базовой для дисциплин: «Методы работы с метеорологическими базами данных», «Практическая метеорология».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» могут быть использованы при написании научно-исследовательской работы, при проведении преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3.

Таблица 1.

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-3 способен использовать базовые знания в области гидрометеорологии при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Выбирает методы решения профессиональной задачи, используя базовые знания в области гидрометеорологии	<i>Знать:</i> современные методы прикладной математической статистики <i>Уметь:</i> применять современные математические пакеты при статистической обработке гидрометеорологической информации <i>Владеть:</i> навыками по работе с различными типами гидрометеорологических данных

	ОПК-3.2 Анализирует и интерпретирует данные наблюдений, измерений, результаты теоретических расчетов и моделирования с учетом базовых знаний в области гидрометеорологии	<i>Знать:</i> современные методы прикладной математической статистики для анализа данных наблюдений, измерений, результаты теоретических расчетов и моделирования <i>Уметь:</i> применять современные математические пакеты для анализа и интерпретации полученных результатов <i>Владеть:</i> способами интерпретации полученных результатов анализа различных видов гидрометеорологической информации
	ОПК-3.3 Получает качественные и количественные результаты решения профессиональных задач	<i>Знать:</i> методы прикладной математической статистики, используемые в научной деятельности в области метеорологии <i>Уметь:</i> применять статистические методы в ходе научной деятельности в области гидрометеорологии, метеорологии, геофизики <i>Владеть:</i> навыками получения качественных и количественных результатов статистического анализа гидрометеорологической информации

ОПК-4 Способен использовать методы сбора, обработки и представления гидрометеорологической информации для решения задач профессиональной деятельности, выполнять анализ и обобщение полученных результатов	ОПК-4.1 Осуществляет сбор и обработку гидрометеорологической информации	<i>Знать:</i> основные источники гидрометеорологической информации и технические средства для ее получения; <i>Уметь:</i> применять методы прикладной математической статистики для статистической обработки гидрометеорологической информации <i>Владеть:</i> методами сбора, хранения и обработки гидрометеорологической информации
	ОПК-4.2 Критически оценивает качество получаемой информации	<i>Знать:</i> критерии оценивания результатов, полученных при статистическом анализе гидрометеорологической информации <i>Уметь:</i> выбирать адекватные решаемой научной задаче статистические методы при проведении научных исследований <i>Владеть:</i> навыками работы с современными математическими пакетами статистической обработки гидрометеорологической информации

	ОПК-4.3 Анализирует, обобщает и представляет результаты обработки гидрометеорологической информации	<i>Знать:</i> современные методы прикладной математической статистики для анализа, обобщения и представления результатов обработки гидрометеорологической информации <i>Уметь:</i> анализировать, обобщать и графически представлять результаты статистической обработки гидрометеорологической информации <i>Владеть:</i> методами математической статистики, используемые для анализа, обобщения и представления результатов обработки гидрометеорологической информации
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения <u>2021</u>
Объем дисциплины	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	56
в том числе:	
лекции	28
Занятия семинарского типа:	-
Практические занятия	-
Лабораторные занятия	28
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	88
в том числе:	
Курсовая работа	-
Контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	С е м е с т р	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Л ек ци и	Лаб ора тор ные заня тия	СР С			
1	Введение в статистический анализ ГМИ	5	2	2	10	Письменный опрос (тестирование)	ОПК-3, ОПК-4	ОПК-3.1, ОПК-4.1
2	Разведочный анализ ГМИ	5	4	4	10	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование)	ОПК-3, ОПК-4	ОПК-3.2, ОПК-4.2
3	Корреляционный анализ ГМИ.	5	4	4	14	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование)	ОПК-3, ОПК-4	ОПК-3.1, ОПК-4.3

4	Регрессионный анализ ГМИ	5	6	6	18	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование)	ОПК-3, ОПК-4	ОПК-3.3, ОПК-4.3
5	Компонентный анализ ГМИ	5	6	6	18	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование)	ОПК-3, ОПК-4	ОПК-3.2, ОПК-4.3
6	Дисперсионный анализ ГМИ	5	6	6	18	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование)	ОПК-3, ОПК-4	ОПК-3.3, ОПК-4.2
	ИТОГО	-	28	28	88	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

4.3.1 Введение в статистический анализ ГМИ

Виды и источники метеорологической информации. Требования, предъявляемые к метеорологической информации, используемой для анализа и прогноза состояния атмосферы. Единая система сбора, обработки и хранения гидрометеорологических данных. Гидрометеорологические базы данных, их структура и характеристики. Современные источники гидрометеорологической информации: всемирная метеорологическая организация как источник гидрометеорологической информации в глобальном масштабе. Источники ГМИ Росгидромета и гидрометеорологическая информация, доступное через Интернет. Программное обеспечение статистической обработки ГМИ. Современные математические пакеты и программное обеспечение статистической обработки ГМИ. Моделирование законов распределения, используемых при статистической обработке ГМИ.

4.3.2 Разведочный анализ ГМИ

Введение в разведочный анализ ГМИ. Числовые характеристики случайной величины. Законы распределения случайной величины. Оценивание числовых характеристик ГМИ. Первичные статистики случайной величины. Основные статистические моменты (математическое ожидание, дисперсию, асимметрию, эксцесс): определения, способы расчета, назначение. Нормальный закон распределения, функция, свойства и значение нормального закона, вытекающее из центральной предельной теоремы. Принципы построения эмпирической функции распределения, ее расчет по данным наблюдений, определе-

ние связанных с ней статистических моментов, оценки мод и медианы. Оценивание законов распределения при разведочном анализе ГМИ. Проверка гипотез при разведочном анализе ГМИ.

4.3.3 Корреляционный анализ ГМИ.

Виды связей между гидрометеорологическими параметрами. Постановка задачи статистического исследования зависимостей. Классификация видов и задачи корреляционного анализа, его свойства и оценки достоверности. Ложная корреляция. Проверка статистической значимости коэффициента корреляции. Индекс корреляции как обобщенная характеристика связи гидрометеорологических параметров. Одномерный однофакторный корреляционный анализ ГМИ. Одномерный многофакторный корреляционный анализ.

4.3.4 Регрессионный анализ ГМИ.

Постановка задачи регрессионного анализа. Классификация видов и задачи регрессионного анализа. Одномерный однофакторный линейный регрессионный анализ. Оценивание качества уравнения регрессии. Одномерный многофакторный линейный регрессионный анализ. Парная линейная регрессия. Идентификация параметров парной линейной регрессии. Метод наименьших квадратов, условия его применимости. Вероятностные свойства МНК для оценки параметров парной линейной регрессии. Проверка статистической значимости параметров парной линейной регрессии. Одномерный многофакторный линейный регрессионный анализ ГМИ. Многофакторная линейная регрессия.

4.3.5 Компонентный анализ ГМИ.

Представление полей метеорологических величин как отдельных реализаций случайного поля. Случайные поля и статистические характеристики их структуры. Однородные и изотропные случайные поля. Поля, обладающие эргодическим свойством. Статистическая структура полей метеорологических величин. Введение в многомерный статистический анализ ГМИ. Сущность компонентного анализа. Вычисление главных компонент. Оптимальные свойства главных компонент. Вычисление главных компонент с помощью математических пакетов. Представление метеорологических величин с помощью естественных ортогональных функций. Векторные метеорологические поля и их статистические характеристики.

4.3.6 Дисперсионный анализ ГМИ.

Сущность дисперсионного анализа гидрометеорологической информации. Классификация видов дисперсионного анализа. Одномерный дисперсионный анализ. Многомерный дисперсионный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ. Многофакторный дисперсионный анализ. Виды дисперсий в анализе. Проверка существенности влияния рассматриваемого фактора на результаты наблюдений. Выявление уровня рассматриваемого фактора, наиболее существенно влияющего на результаты наблюдений.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Моделирование законов, квантилей и статистик нормального распределения с помощью современных математических пакетов. Modelling of the laws, quantiles and statistics of the normal distribution using modern mathematical packages.	12	2
2	Статистическая проверка гипотез о типе закона распределения параметров ГМИ Statistical hypotheses testing of the type of distribution law for the parameters of the hydrometeorological information	18	4
3	Корреляционный анализ Correlation analysis	22	4
4	Регрессионный анализ Regression analysis	30	6
5	Метод главных компонент. Разложение метеорологических полей на ЕОФ.	30	6
6	Дисперсионный анализ ANOVA	30	6

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. Дополнительно к лекционным и практическим занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем, для чего студент может использовать возможности удаленного доступа (Интернет).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля – **70;**
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - **10;**
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации -**30;**

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Форма проведения экзамена: устно по билетам

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Основные свойства гидрометеорологической информации
2. Источники гидрометеорологической информации
3. Случайная величина. Законы распределения случайной величины.
4. Моменты распределения случайной величины
5. Формы законов распределения случайных величин
6. Оценивание описательных статистик
7. Нормальный закон распределения. Кривая Гаусса.
8. Проверка рядов наблюдений на соответствие нормальному закону распределения. (Основные этапы)
9. Виды связей между величинами
10. Постановка задачи статистического исследования зависимостей. Классификация и задачи корреляционного анализа ГМИ
11. Индекс корреляции как обобщенная характеристика связи гидрометеорологических параметров
12. Парный коэффициент корреляции и его свойства
13. Точечное оценивание коэффициента корреляции
14. Проверка гипотезы о наличии связи между ГМП
15. Ложная корреляция
16. Частный коэффициент корреляции
17. Множественный коэффициент корреляции
18. Постановка задачи регрессионного анализа ГМИ.
19. Классификация и задачи регрессионного анализа ГМИ
20. Парная нормальная регрессия
21. Парная линейная регрессия
22. Оценивание качества парной линейной регрессии
23. Многофакторная нормальная регрессия
24. Многофакторная линейная регрессия
25. Оценивание качества многофакторной линейной регрессии
26. Собственные векторы и собственные значения матрицы
27. Метод неопределенных множителей Лагранжа
28. Сущность и постановка задачи МГК
29. Вычисление главных компонент
30. Числовые характеристики главных компонент
31. Вычисление главных компонент на основе корреляционной матрицы вектора исходных признаков
32. Геометрическая интерпретация главных компонент
33. Дискриминантный анализ. Построение дискриминантной функции
34. Сущность дискриминантного анализа
35. Байесовский классификатор
36. Метод минимума среднего риска
37. Метод наибольшего правдоподобия
38. Параметрический дискриминантный анализ как задача статистической проверки гипотез

39. Параметрический дискриминантный анализ на основе модели Фишера
40. Параметрический дискриминантный анализ на основе модели двух нормальных распределений
41. Геометрический смысл линейного непараметрического дискриминантного анализа
42. Линейный непараметрический дискриминантный анализ
43. Оценивание качества дискриминантного анализа

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Расчетно-графическая работа по теме «Моделирование законов, квантилей и статистик нормального распределения с помощью современных математических пакетов»	10
Расчетно-графическая работа по теме «Статистическая проверка гипотез о типе закона распределения параметров ГМИ»	10
Расчетно-графическая работа по теме «Корреляционный анализ»	10
Расчетно-графическая работа по теме «Регрессионный анализ»	10-
Расчетно-графическая работа по теме «Метод главных компонент. Разложение метеорологических полей на ЕОФ»	10
Расчетно-графическая работа по теме «Дисперсионный анализ»	10
Промежуточная аттестация	30
ИТОГО	100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84

Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург, 2008. – 407 с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-417184359.pdf
2. Казакевич Д.И. Основы теории случайных функций в задачах гидрометеорологии. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 230 с. - Режим доступа: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-428163237.pdf
3. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: Уч.пос./ - 2 изд. М.: Форум:НИЦ Инфра-М, 2013.- 464 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=369689>

Дополнительная литература

1. Груза Г.В., Рейтенбах Р.Г. Статистика и анализ гидрометеорологических данных. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 216 с.
2. Кравченко Л.В. Практикум по Microsoft Office 2007 (Word, Excel, Access), PhotoShop: Учебно-методическое пособие / Л.В. Кравченко. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 168 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=408972>
3. Быкова, В. В. Искусство создания базы данных в Microsoft Office Access 2007 [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. В. Быкова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 260 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=443138>
4. Статистические методы обработки результатов наблюдений. /Юсупов Р.М., Петухов Г.Б., Сидоров В.Н. и др.: Учебник для вузов. – М.: МО СССР, 1984. – 563 с.
5. Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии. – М. Изд-во МГУ, 1988. – 288 с.
6. Статистические методы в прикладной кибернетике /Городецкий В.И., Иоффе А.Я., Морозов Л.М. и др.: Учеб. пособие. – М.: МО СССР, 1980. – 377 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://www.vmo.int> – сайт Всемирной метеорологической организации;
2. <http://ipk.meteorf.ru/images/stories/literatura/wmo/> – сайт Института повышения квалификации Росгидромета, на котором размещены издания ВМО;

3. <http://portal.gisc-msk.wis.mecom.ru/portal/portal/giscuser/main/IdentityUserWindow?windowstate=maximized> – портал российского сегмента Информационной системы ВМО;

4. <http://meteo.ru/> - сайт ВНИИ ГМИ МЦД;

5. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/reanalysis/> – данные архива реанализа Национального центра прогнозирования состояния окружающей среды (NCER) и Национального центра атмосферных исследований (NCAR), входящих в Американское национальное управление по исследованию океана и атмосферы (NOAA);

5. <http://www.eoas.fsu.edu/> – сайт университета штата Флорида США.

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Программное обеспечение *Microsoft Office*;
2. Программное обеспечение *Microsoft Excel* с дополнением «Пакет анализа».
3. Математический пакет *MathCad*, система *STATISTICA*.
4. R-язык программирования для статистической обработки данных

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской. Переносной ноутбук, экран.
2. **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.