

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа дисциплины

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИ-  
ЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки / специальности

**05.03.04 «Гидрометеорология»**

Направленность (профиль)  
**Метеорология**

Уровень:  
**Бакалавриат**

Форма обучения  
**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Гидрометеорология»  
\_\_\_\_\_ Абанников В.Н.

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:  
\_\_\_\_\_ Алексеева Е.Г.  
\_\_\_\_\_ Неёлова Л.О.

Санкт-Петербург 2021

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации» является подготовка бакалавров владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для использования статистических методов обработки и анализа метеорологических наблюдений.

#### Задачи:

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

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

Дисциплина «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации» для направления подготовки 05.03.04 – «Гидрометеорология», профиль «Метеорология» относится к дисциплинам базовой части модуля «Методы наблюдения и анализа в гидрометеорологии».

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:

- «Физика», «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Геофизика», «Геофизическая гидродинамика», «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)», «Методы наблюдения и анализа в гидрометеорологии».

Параллельно с дисциплиной «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации» изучаются:

- «Синоптическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Климатология и теория климата», «Дополнительные главы климатологии», «Методы зондирования окружающей среды», «Специальные вопросы синоптики в задачах авиационной метеорологии», «Обработка и представление спутниковой информации средствами геоинформационных систем».

Дисциплина «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации» является базовой для дисциплин:

- «Экология», «Синоптическая метеорология», «Спутниковая метеорология», «Авиационная метеорология», «Численные методы математического моделирования», «Обработка и представление спутниковой информации средствами геоинформационных систем», может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
ОПК – 3

#### Общепрофессиональные компетенции

Таблица 1.

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
<b>ОПК - 3</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности в области гидрометеороло-	<b>ОПК – 3.1.</b> Осуществляет сбор, обработку гидрометеорологической информации, проводит расчеты и анализ гидрометеорологических характеристик	<i>Знать:</i> – Виды и источники метеорологической информации; – Требования, предъявляемые к

<p>гии, в том числе осуществлять гидрометеорологические расчеты и участвовать в разработке прогнозов (погоды, химического состава атмосферы и гидросферы)</p>		<p>метеорологической информации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Принципы статистических методов обработки и анализа метеорологической информации;</li> <li>– Место и роль объективного анализа в оперативной обработке информации о состоянии атмосферы;</li> <li>– Перспективные направления развития статистических методов обработки информации в прогностических целях.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Применять на практике статистические методы обработки метеорологической информации;</li> <li>– Обращивать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы и гидросферы;</li> <li>– Анализировать результаты и грамотно применять полученные выводы для решения научных и практических задач в области метеорологии.</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методикой обработки и интерпретации гидрометеорологической информации;</li> <li>– Методикой обработки архивных данных</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

Таблица 2.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2021 года набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108 часа</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>
в том числе:	
лекции	<b>14</b>
практические занятия	<b>28</b>
семинарские занятия	<b>-</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>

в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

Таблица 3.

№ п/п	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные	СРС			
1	Современные системы сбора, обработки и хранения метеорологической информации	5	2	0	9	Письменный опрос (тестирование), обсуждение и анализ со студентами результатов опроса	ОПК-3	ОПК–3.1
2	Аналитические функции распределения, используемые в метеорологии Интервальное оценивание параметров и проверка статистических гипотез	5	2	6	12	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование), обсуждение и анализ со студентами результатов контрольного расчетного задания, опроса	ОПК-3	ОПК–3.1
3	Методы статистического анализа временных рядов	5	2	4	9	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование), обсуждение и анализ со студентами результатов контрольного расчетного задания	ОПК-3	ОПК–3.1
4	Построение и анализ эмпирических зависимостей	5	2	4	9	Контрольное расчётное задание, обсуждение и анализ со студентами результатов контрольного расчетного задания	ОПК-3	ОПК–3.1
5	Статистическая структура метеорологических полей	5	2	4	9	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование), обсуждение и анализ	ОПК-3	ОПК–3.1

						со студентами результатов контрольного расчетного задания		
6	Контроль данных наблюдений	5	2	2	9	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование), обсуждение и анализ со студентами результатов контрольного расчетного задания	ОПК-3	ОПК-3.1
7	Численный анализ	5	2	8	9	Контрольное расчетное задание, письменный опрос (тестирование), обсуждение и анализ со студентами результатов контрольного расчетного задания	ОПК-3	ОПК-3.1
	<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>			
							<b>108 часа</b>	

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### *4.2.1. Современные системы сбора, обработки и хранения метеорологической информации*

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 банки данных, их структура и характеристики. Возможности использования данных международных сетей (Internet). Роль статистических методов обработки и анализа информации в оценке состояния атмосферы и в прогнозе погоды.

### *4.2.2. Аналитические функции распределения, используемые в метеорологии Интервальное оценивание параметров и проверка статистических гипотез*

Случайные величины и аналитические функции их распределения. Нормальное распределение.

Распределение  $\chi^2$  (хи-квадрат). Интервальные оценки параметров распределения, математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения. Статистическая гипотеза. Нуль-гипотеза и альтернативные гипотезы. Уровень значимости. Критерий статистической гипотезы. Схема проверки статистических гипотез. Критерий  $\chi^2$  (Пирсона). Критерии, используемые для проверки метеорологических рядов на соответствие модели случайной величины.

### *4.2.3. Методы статистического анализа временных рядов*

Представление временных рядов метеорологических величин как отдельных реализаций случайных процессов. Статистическое описание случайного процесса. Стационарные, нестационарные и периодически нестационарные случайные процессы в метеорологии. Свойства статистических характеристик стационарных случайных процессов. Эргодические

случайные процессы. Определение статистических оценок временного ряда как реализации эргодического случайного процесса. Влияние ошибок наблюдений на значения оценок.

Основы спектрального анализа стационарного случайного процесса. Определение оценок корреляционной функции и спектральной плотности.

#### **4.2.4. Построение и анализ эмпирических зависимостей**

Виды связей между эмпирическими данными. Коэффициент корреляции, его свойства и оценки достоверности. Метод наименьших квадратов, его достоинства и недостатки. Особенности регрессионного анализа. Линейная регрессионная модель двух переменных и оценка ее адекватности.

#### **4.2.5. Статистическая структура метеорологических полей**

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. Определение оценок корреляционной функции и спектральной плотности двумерного поля.

Представление метеорологических величин с помощью естественных ортогональных функций.

Векторные метеорологические поля и их статистические характеристики.

#### **4.2.6. Контроль данных наблюдений**

Цели, задачи и принципы объективного контроля данных. Методы контроля. Вертикальный статический контроль. Горизонтальный и вертикальный статистический контроль. Комплексный контроль метеорологической информации. Эффективность различных методов контроля.

#### **4.2.7. Численный анализ**

Место и роль объективного анализа в оперативной обработке информации о состоянии атмосферы. Этапы объективного анализа метеорологических полей. Методы горизонтальной интерполяции полей метеорологических величин: полиномиальная интерполяция, оптимальная интерполяция, интерполяция методом взвешенного среднего, весовая анизотропная интерполяция.

Особенности интерполяции по вертикали. Применение сплайнов для интерполяции по вертикали.

### **4.3. Содержание занятий семинарского типа**

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

Таблица 4.

<b>№ темы дисциплины</b>	<b>Тематика лабораторных занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>В том числе часов практической подготовки</b>
<b>1</b>	Проверка рядов наблюдений на соответствие нормальному закону распределения	4	0
<b>2</b>	Построение корреляционной функции стационарного случайного процесса и	4	0

	аппроксимация ее аналитической кривой. Оценка влияния ошибок наблюдений на характеристики случайного процесса		
3	Оценка спектральной плотности стационарного случайного процесса	2	0
4	Аппроксимация рядов наблюдений аналитическими функциями с применением метода наименьших квадратов	4	0
5	Разложение полей по естественным ортогональным функциям	4	0
6	Вертикальный статический контроль данных о температуре и геопотенциальных высотах основных изобарических поверхностей	2	0
7	Сплайн-интерполяция	4	0
8	Методы горизонтальной интерполяции полей метеорологических величин	4	0

### 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 - 63
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30

#### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения **зачета**:

- *Письменный контроль (тестирование).*
- *Беседа со студентами по пройденной теме, обсуждение и анализ результатов письменного контроля (тестирования).*
- *Проверка контрольных расчетных задания с анализом и обсуждением результатов.*

**Перечень вопросов для подготовки к зачету:**

#### **ОПК-3.1:**

1. Случайная величина. Законы распределения случайной величины.
2. Моменты распределения случайной величины
3. Нормальный закон распределения. Кривая Гаусса.
4. Проверка рядов наблюдений на соответствие нормальному закону распределения. (Основные этапы)
5. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация рядов наблюдений аналитическими функциями.

6. Система случайных величин. Корреляционная матрица. Особенности функций распределения системы случайных величин.
7. Случайные процессы. Основные понятия.
8. Стационарный случайный процесс.
9. Характеристики стационарных случайных процессов. Теорема эргодичности.
10. Корреляционная функция ССП. Основные способы аппроксимации.
11. Структурная функция. Нормированная структурная функция
12. Влияние ошибок наблюдений на характеристики случайных процессов.
13. Случайные поля.
14. Однородное и изотропное случайное поле. Корреляционная функция его.
15. Разложение полей по естественным ортогональным функциям. Основные понятия.
16. Собственные числа и собственные вектора корреляционной матрицы. Методы их отыскания.
17. Спектральный анализ неслучайных функция.
18. Спектральная плотность ССП.
19. Виды спектров.
20. Системы сбора и обработки гидрометеоинформации
21. Вертикальный статический контроль
22. Вывод рабочей формулы вертикального статического контроля
23. Сплаины. Определение сплайна. Одномерный кубический сплайн
24. Полиномиальная интерполяция
25. Методы весовой интерполяции. Оптимальная интерполяция.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Распределение баллов по видам учебной работы

Таблица 5.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	7
Контрольное расчётное задание «Проверка рядов наблюдений на соответствие нормальному закону распределения»	8
Контрольное расчётное задание «Построение корреляционной функции стационарного случайного процесса и аппроксимация ее аналитической кривой. Оценка влияния ошибок наблюдений на характеристики случайного процесса»	8
Контрольное расчётное задание «Оценка спектральной плотности стационарного случайного процесса»	8
Контрольное расчётное задание «Аппроксимация рядов наблюдений аналитическими функциями с применением метода наименьших квадратов»	8
Контрольное расчётное задание «Разложение полей по естественным ортогональным функциям»	8
Контрольное расчётное задание «Вертикальный статический контроль данных о температуре и геопотенциальных высотах основных изобарических поверхностей»	7
Контрольное расчётное задание «Сплайн-интерполяция»	8
Контрольное расчётное задание «Методы горизонтальной интерполяции полей метеорологических величин»	8
Промежуточная аттестация	30
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации состав-



ляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

#### Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Таблица 6.

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	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 ГМИ».

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

##### Основная литература

1. Неёлова Л.О., Ефимова Ю.В. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Методические указания. – СПб.:РГГМУ, 2016. 22 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_8b86bf306776440eaa269084a588f18e.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_8b86bf306776440eaa269084a588f18e.pdf)
2. Казакевич Д.И. Основы теории случайных функций в задачах гидрометеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 230 с. <http://elib.rshu.ru>
3. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [Текст] : учебник / А. В. Сикан ; РГГМУ. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : РГГМУ, 2007. - 278 с. [http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108](http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108)
4. Долженков В.А. Microsoft Office Excel 2007 - СПб.: БХВ-Петербург, 2007. - 1200 с.: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=489481>

##### Дополнительная литература

1. Аргучинцева А.В. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений: Учебное пособие. - Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 2007. - 105 с.
2. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 407 с.
3. Груза Г.В., Рейтенбах Р.Г. Статистика и анализ гидрометеорологических данных. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 216 с.
4. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистические методы интерпретации метеорологических данных. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 360 с.
5. Рожков В.А. Теория и методы статистического оценивания вероятностных характеристик случайных величин и функций с гидрометеорологическими примерами. Книга 1. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 340 с.

#### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронный ресурс Анализ временных рядов [http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures\\_time\\_series\\_analysis.pdf](http://chaos.phys.msu.ru/loskutov/PDF/Lectures_time_series_analysis.pdf)
2. Методы и модели анализа временных рядов <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2008/tatarenko-1.pdf>
3. Электронный ресурс Использование анализа временных рядов в изучении многолетних температурных изменений

<https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAAahUKEwiYpbuH48zIAhWmEHIKHcEdA70&url=http%3A%2F%2Fcyberleninka.ru%2Farticle%2Fn%2Fispolzovanie-analiza-vremennyh-ryadov-v-izuchenii-mnogoletnih-temperaturnyh-izmeneniy.pdf&usg=AFQjCNGCwK3HfbimmF6ipGLyBnlK2FNPbA&bvm=bv.105454873.d.bGQ>

4. Электронный ресурс Прогнозирование временных рядов в пакете Statistica  
[https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAAahUKEwje8N7X4szIAhVF\\_nIKHStrDTg&url=http%3A%2F%2Fvital.lib.tsu.ru%2Fvital%2Faccess%2Fservices%2FDownload%2Fvtls%3A000439644%2FSOURCE1&usg=AFQjCNEVMk0xzpQUpbKNR9pPPRYZsYuYzA&bvm=bv.105454873.d.bGQ](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAAahUKEwje8N7X4szIAhVF_nIKHStrDTg&url=http%3A%2F%2Fvital.lib.tsu.ru%2Fvital%2Faccess%2Fservices%2FDownload%2Fvtls%3A000439644%2FSOURCE1&usg=AFQjCNEVMk0xzpQUpbKNR9pPPRYZsYuYzA&bvm=bv.105454873.d.bGQ)
5. Электронный ресурс Анализ временных рядов. Электронный учебник по статистике  
<http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программе дисциплины

**Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспеченностью доступа к архиву метеорологических карт и наблюдений

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**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.