

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра Инженерной гидрологии

Рабочая программа дисциплины

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА  
ПРОЦЕССОВ И ПОЛЕЙ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Инженерная гидрология и рациональное  
использование водных ресурсов**

Уровень:  
**Магистратура**


Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

  
Гайдукова Е.В.

Председатель УМС  
 И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета РГГМУ  
19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
«12» 04 2021 г., протокол № 20/21-9  
Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Автор-разработчик:  
 Сикан А.В.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Главной целью** дисциплины «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» является подготовка магистров, обладающих знаниями и навыками необходимыми для выполнения статистического анализа гидрометеорологических процессов в условиях меняющегося климата и антропогенной нагрузки, и выявления пространственно-временных закономерностей в распределении основных гидрологических характеристик.

**Задачи дисциплины:** изучение методов гидрологического анализа, основанных на применении теории случайных процессов; освоение практических приемов компьютерной обработки гидрометеорологической информации с использованием специальных статистических пакетов.

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

Дисциплина «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули).

Дисциплина читается во втором семестре для очной формы обучения и на втором курсе для заочной формы обучения.

Для изучения данной дисциплины студенты должны освоить дисциплины бакалавриата: «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Гидрологические расчеты», «Случайные процессы в гидрологии».

Параллельно с дисциплиной «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» изучаются дисциплины обязательной части: «Иностранный язык (продвинутый уровень)», «Многомерный статистический анализ», «Философские проблемы естествознания», «Моделирование природных процессов в водоемах и водотоках»; а также дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений: «Компьютерные технологии в гидрометеорологии», «Водное хозяйство и регулирование речного стока», «Системы автоматизированного проектирования в гидрометеорологических изысканиях».

Дисциплина «Специальные главы теории и практики гидрологических расчетов» изучается на завершающем этапе обучения и в числе других дисциплин служит основой при подготовке магистерской диссертации студента.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-2, ПК-3

Таблица 1.

### Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен применять современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области инженерной гидрологии и рационального использования водных	ПК-2.3. Проводит анализ результатов исследования с применением общих и специализированных методов исследований, в том числе интерпретирует и представляет полученные результаты с использованием современных информационных технологий и геоинформационных систем	<i>Знать:</i> Методы сглаживания и фильтрации гидрологических рядов; методы декомпозиции гидрологических рядов; методы корреляционного, спектрального и кластерного анализа, используемые в гидрологии. <i>Уметь:</i> Корректно проводить анализ гидрометеорологиче-

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ресурсов		ских данных в случае их неоднородности и нестационарности. <i>Владеть:</i> современными технологиями сбора и обработки гидрометеорологической информации.
<b>ПК-3.</b> Использует теоретические основы и практические методы для расчетов гидрологических характеристик	<b>ПК-3.1.</b> Применяет на практике методы и технологии анализа, расчета и моделирования состояния водных объектов <b>ПК-3.6.</b> Проводит формализацию и реализацию решения прикладных задач гидрологии с использованием информационных и вычислительных систем и технологий <b>ПК-3.7.</b> Использует компоненты программного обеспечения, применяемого при анализе гидрометеорологической информации	<i>Знать:</i> Основные положения теории случайных процессов; математические модели, используемые для описания вероятностной структуры гидрологических рядов. <i>Уметь:</i> Оценивать параметры вероятностных моделей по эмпирическим данным. <i>Владеть:</i> методами решения гидрологических задач с привлечением современных компьютерных программ статистического анализа.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Объем дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>	<b>12</b>
в том числе:	-	-
лекции	<b>14</b>	<b>8</b>
занятия семинарского типа:		
практические занятия	<b>28</b>	<b>4</b>
лабораторные занятия		
<b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>96</b>
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	<b>10</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет с оценкой</b>	<b>зачет с оценкой</b>

## 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Основные понятия теории случайных процессов	2	2	6	14	Коллоквиум, защита практической работы	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
2	Сглаживание и фильтрация гидрологических рядов	2	2	2	14	Коллоквиум, защита практической работы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
3	Спектральный анализ	2	2	4	14	Коллоквиум, защита практической работы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
4	Параметрические модели временных рядов	2	2	4	14	Коллоквиум, защита практической работы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
5	Методы декомпозиции	2	2	4	14	Коллоквиум, защита практической работы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
6	Корреляционный анализ	2	2	2	14	Коллоквиум	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
7	Кластерный анализ	2	2	2	16	Коллоквиум	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
<b>ИТОГО</b>		-	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>	-	-	-

Таблица 4.

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Основные понятия теории случайных процессов	1	2	-	14	устный опрос	ПК-3	ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
2	Сглаживание и фильтрация гидрологических рядов	1	1	2	18	устный опрос, защита практической работы	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
3	Спектральный анализ	1	1		20			
4	Параметрические модели временных рядов	1	1	2	20	устный опрос	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
5	Методы декомпозиции	1	1		20			
6	Корреляционный анализ	1	1	-	20	устный опрос	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
7	Кластерный анализ	1	1	-	18	устный опрос	ПК-2, ПК-3	ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.6, ПК-3.7
<b>ИТОГО</b>		-	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

## 1. Основные понятия теории случайных процессов

Основные понятия и определения. Методы анализа временных рядов. Обзор существующих компьютерных программ для статистического анализа эмпирических данных и особенности их применения в гидрологической практике.

## 2. Сглаживание и фильтрация

Низкочастотные и высокочастотные фильтры. Скользящее среднее. Биномиальные фильтры. Экспоненциальное сглаживание. Влияние сглаживания на спектр. Сглаживание гидрометеорологических рядов.

## 3. Спектральный анализ

Теоретические основы метода. Нормирование ряда и удаление тренда. Корреляционные и спектральные «окна». Построение доверительного интервала. Выборочные спектры рядов гидрометеорологических характеристик.

## 4. Параметрические модели временных рядов

Модель авторегрессии (АР). Модель скользящего среднего (СС). Смешанные модели (АРСС). Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС). Техника выбора оптимальной модели.

## 5. Методы декомпозиции

Анализ гидрологических рядов при месячном и суточном шаге дискретности. Выделение из ряда периодической, тренд-циклической и шумовой компонент. Аддитивные и мультипликативные модели. Проверка качества декомпозиции.

## 6. Корреляционный анализ

Теоретические основы метода. Коэффициент множественной корреляции. Коэффициент частной корреляции. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Выбор оптимального числа предикторов. Оценка надежности уравнения множественной линейной регрессии. Пространственная корреляция.

## 7. Кластерный анализ

Теоретические основы метода. Евклидово расстояние. Метод k-средних. Кластерный анализ как метод классификации и районирования гидрологических характеристик.

### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Основные понятия теории случайных процессов.	2	2
1	Методы анализа временных рядов.	2	2
1	Обзор существующих компьютерных программ для статистического анализа эмпирических данных	2	2

<b>№ темы дисциплины</b>	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>В том числе часов практической подготовки</b>
2	Сглаживание гидрометеорологических рядов	2	2
3	Практический спектральный анализ.	2	2
3	Выборочные спектры рядов гидрометеорологических характеристик	2	2
4	Параметрические модели временных рядов.	2	2
4	Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС).	2	2
5	Методы декомпозиции гидрологических рядов. Проверка качества декомпозиции.	2	2
5	Выделение из гидрологического ряда периодической, тренд-циклической и шумовой компонент	2	2
6	Корреляционный анализ	2	2
6	Регрессионные методы в гидрологии	2	2
7	Кластерный анализ	2	2
7	Классификация и районирование гидрологических характеристик	2	2

Таблица 6.  
Содержание практических занятий для заочной формы обучения

<b>№ темы дисциплины</b>	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>В том числе часов практической подготовки</b>
1	Основные понятия теории случайных процессов.	2	2
2	Сглаживание гидрометеорологических рядов		
3	Выборочные спектры рядов гидрометеорологических характеристик	2	2
4	Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС)		

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

Дополнительные материалы по освоению дисциплины «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» представлены на сайте StatSoft, режим доступа: <http://statsoft.ru/resources/>

## **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 – 20
- максимальное количество дополнительных баллов - 15

### **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 – **зачет с оценкой.**

Форма проведения **зачета с оценкой**: устно по билетам

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

#### **ПК-3**

1. Дайте определение случайного процесса.
2. Перечислите основные характеристики случайного процесса.
3. Что такое корреляционная функция случайного процесса?
4. Дайте определение стационарного случайного процесса.
5. Какие процессы называют эргодическими?
6. Какие случайные процессы относятся к категории Марковских?

#### **ПК-2**

7. Что такое статистическая фильтрация?
8. Перечислите способы сглаживания гидрологических рядов?
9. Что такое спектральная плотность?
10. Как производится оценка спектральной плотности по эмпирическим данным?
11. Что такое спектральные и корреляционные окна?
12. Каковы причины появления в гидрологических рядах квазипериодических составляющих?
13. Что такое кластерный анализ?
14. Как применить методы кластерного анализа при классификации и районировании гидрологических характеристик?
15. Как выполнить расчет статистических характеристик гидрологического ряда с использованием программы «STATISTICA»?
16. Как построить с использованием программы «STATISTICA» графики интегральной функции распределения и функции плотности вероятности для рядов гидрологических характеристик?
17. Как произвести сглаживание гидрологического ряда с использованием программы «STATISTICA»?
18. Как произвести параметризацию модели АРПСС для гидрологического ряда с использованием программы «STATISTICA»?
19. Как произвести декомпозицию гидрологического ряда с использованием программы «STATISTICA»?
20. Как произвести спектральный анализ гидрологического ряда с использованием программы «STATISTICA»?



21. Как можно использовать программу «STATISTICA» для классификации и районирования гидрологических характеристик?
22. Как получить уравнение множественной линейной регрессии для гидрологических переменных с использованием программы «STATISTICA»?

### 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	0-10
Выполнение лабораторных работ	0-70
Промежуточная аттестация	0-20
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

Таблица 8.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС или Олимпиаде	10
Активность на учебных занятиях	5
<b>ИТОГО</b>	<b>15</b>

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

Таблица 9.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

Таблица 10.

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 «Специальные главы статистического анализа процессов и полей».

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

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

#### **Основная литература**

1. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Учебник – СПб.: РГГМУ, 2007. – 279 с. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-515132435.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515132435.pdf).
2. Боровиков В. П., Ивченко В. П. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде Windows. Основы теории и интенсивная практика на компьютере: Учеб. пособие – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Финансы и статистика, 2006. - 368 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир, 1976. – 756 с.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. – М.: Мир, 1974.– вып.1-2.
3. Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. Анализ данных на компьютере/ Под редакцией В. Э. Фигурнова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: ИНФРА – М, 2003. – 544 с.
4. Боровиков В.П. Популярное введение в программу STATISTICA. – М.: КомпьютерПресс, 1998, – 267 с. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.analitika.kz/images/aa1234.pdf>
5. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003.– 688 с. Электронный ресурс Режим доступа: <http://statosphere.ru/books-arch/statistica-books/bor-kat.html>

### **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Электронный учебник по статистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm>
2. Руководство по гидрологической практике (ВМО-№ 168). Режим доступа [http://www.hydrology.ru/sites/default/files/docs/Publicacii\\_i\\_knigi/168\\_Vol\\_I\\_ru.pdf](http://www.hydrology.ru/sites/default/files/docs/Publicacii_i_knigi/168_Vol_I_ru.pdf)

### **8.3. Перечень программного обеспечения**

1. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
2. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)
3. STATISTICA 10.

### **8.4. Перечень информационных справочных систем**

1. СПС Консультант Плюс;
2. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
4. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС «Перспект Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
6. Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
7. Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

### **8.5. Перечень профессиональных баз данных**

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>

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

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**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. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки, а также в лаборатории гидрологических расчетов, укомплектованной: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования** укомплектовано специализированной мебелью

## **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.