Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и КУПЗ

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная океанология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
_____ **Царев В.А.**

Председатель УМС
_____ **И.И. Палкин**

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
24 июня 2021 г., протокол № 9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
18 мая 2021 г., протокол № 10
Зав. кафедрой _____ **Хаймина О.В.**

Авторы-разработчики:
_____ **Малинин В.Н.**
_____ **Гордеева С.М.**

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы анализа временных рядов» является подготовка бакалавров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю «Прикладная океанология», владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания методов математической статистики и их использованию в обработке и анализе временных рядов гидрометеорологической информации с помощью современных ЭВМ.

Основные задачи дисциплины «Методы анализа временных рядов» связаны с освоением студентами:

- теоретических основ методов математической статистики в области анализа временных рядов в объеме, необходимом для их практического использования при обработке информации;
- современных пакетов прикладных статистических программ для персональных компьютеров;
- алгоритмов расчетов и анализа полученных результатов с использованием персональных компьютеров.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина «Методы анализа временных рядов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 профессиональной подготовки бакалавров направления подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Прикладная океанология» и изучается в 6 семестре обучения.

Предлагаемая программа базируется на предварительном освоении дисциплин: «Математика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Общая океанология», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации». Кроме того, необходимыми являются умения использовать программные средства компьютера для расчетных задач (дисциплина «Информатика»), а также использовать сеть Интернет для поиска и получения информации (дисциплина «Электронная среда и цифровые технологии»).

Дисциплина «Методы анализа временных рядов» позволяет более полно усвоить материал параллельно изучаемых дисциплин «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Климатология», «Методология постановки и проведения натурного и лабораторного эксперимента».

Дисциплина «Методы анализа временных рядов» является базовой для освоения дисциплин «Морские гидрологические прогнозы», «Промысловая океанология», «Обработка спутниковой информации», «Ассимиляция гидрометеорологических данных».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций раздела ПК-4 (Способность анализировать гидрофизические, гидродинамические и гидрохимические процессы, происходящие в морях и океанах и их взаимосвязь с атмосферными процессами и процессами в водах суши); ПК-4.1; ПК-4.2.

Таблица 3.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**	**Результаты обучения**
ПК-4 Способность анализировать гидрофизические, гидродинамические и гидрохимические процессы, происходящие в морях и океанах и их взаимосвязь с атмосферными процессами и процессами в водах суши	**ПК-4.1** Оценивает пространственно-временную изменчивость гидрофизических, гидродинамических и гидрохимических процессов, происходящих в морях и океанах и их взаимосвязь с атмосферными процессами, процессами в водах суши и антропогенным влиянием.	Знает: методы исследований для выявления особенностей процессов и явлений, а также связей между ними; особенности интерпретации результатов статистической обработки гидрометеорологической информации; способы получения качественных результатов решения поставленных задач. Умеет: выбрать верный набор методов для адекватного решения поставленных задач исследования; на основе полученных результатов статистических

		расчетов делать анализ гидрофизических, гидродинамических и гидрохимических процессов и явлений. Владеет: специальной статистической и физической терминологией в океанологии.
	ПК-4.2 Использует методы статистической обработки, анализа и прогноза состояния океанов и морей.	Знает: теоретические основы и алгоритмы статистических методов анализа временных рядов; способы получения, подготовки информации и проведения статистических расчетов. Умеет: сформировать правильный набор данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети; провести статистические расчеты с применением вычислительной техники; Владеет: современными технологиями получения информации из специализированных баз данных или на основе своих наблюдений; навыками использования современных статистических пакетов прикладных программ.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	6 семестр	4 курс
Объем дисциплины	**108**	**108**
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**42**	**12**
в том числе:	**-**	**-**
лекции	**14**	**4**
занятия семинарского типа:	**-**	**-**
практические занятия	**-**	**-**
лабораторные занятия	**28**	**8**
Самостоятельная работа (далее – СРС) – **всего:**	**66**	**96**
в том числе:	**-**	**-**
курсовая работа	**-**	**-**
контрольные работы	**-**	**-**
Вид промежуточной аттестации	**экзамен**	**экзамен**

4.2. Структура дисциплины

Таблица 5.

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	Лабораторные работы	СРС			
1	Введение.	6	2	0	8		ПК-4,	ПК-4.1, ПК-4.2
2	Стандартные методы анализа временных рядов	6	8	20	38	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ПК-4,	ПК-4.1, ПК-4.2
3	Спектральный анализ	6	4	8	20	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ПК-4,	ПК-4.1, ПК-4.2
	ИТОГО		**14**	**28**	**66**	**-**	**-**	**-**

Таблица 6.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы	СРС			
1	Введение. Стандартные методы анализа временных рядов	4	2	6	72	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ПК-4,	ПК-4.1, ПК-4.2
3	Спектральный анализ	4	2	2	24	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ПК-4,	ПК-4.1, ПК-4.2
	ИТОГО		**4**	**8**	**96**	**-**	**-**	**-**

4.3 Содержание разделов дисциплины

Введение.

Основные положения теории случайных функций. Понятие случайной функции. Стационарность случайных функций и методы её проверки для временных рядов. Эргодичность стационарных случайных функций. Классификация временных рядов.

Стандартные методы анализа временных рядов.

Общая схема исследования временной изменчивости. Выделение и анализ трендовой составляющей временного ряда. Автокорреляционный анализ. Взаимнокорреляционный анализ. Авторегрессионные модели временных рядов. Модели скользящего среднего. Смешанные модели авторегрессии - скользящего среднего.

Спектральный анализ.

Гармонический анализ Фурье. Периодограммманализ. Спектральный анализ. Понятие спектральной плотности. Аналитическое и численное оценивание

спектральной плотности. Понятие частотной весовой функции. Расчет взаимной спектральной плотности. Когерентность. Проблемы спектрального анализа нестационарных процессов. Фильтрация временных рядов. Типичные фильтры и их свойства. Применение фильтрации на разных этапах обработки временных рядах.

Подразделы содержания дисциплины, выносимые на самостоятельную работу студентов, определяются преподавателем.

4.4 Лабораторные занятия, их содержание

Таблица 9.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Выделение и анализ трендовой составляющей временного ряда	2	2
2	Автокорреляционная функция временного ряда. Построение модели авторегрессии 1порядка.	10	10
2	Взаимнокорреляционная функция временных рядов. Построение прогностической регрессионной модели.	8	8
4	Гармонический анализ и спектральный анализ циклических гидрометеорологических процессов.	8	8

Таблица 10.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Выделение и анализ трендовой составляющей временного ряда.	2	2
2	Взаимнокорреляционная функция временных рядов.	4	4
3	Гармонический анализ и спектральный анализ циклических гидрометеорологических процессов.	2	2

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

Электронные ресурсы, разработанные в рамках дисциплины, размещенные на сайте «Статистика» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru):

- конспекты лекций;
- презентации с аудиосопровождением с разъяснением способов решения практических научных задач;
- методические указания по выполнению типовых научных заданий;
- вспомогательные информационные материалы (таблицы, примеры);
- тесты для текущего контроля.

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; из них максимальное количество дополнительных баллов - 10.

– максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7;

– 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.

Текущий контроль реализуется в электронном виде на сайте «Статистика» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru):

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен** (очное обучение - 6 семестр, заочное обучение — 4 курс).

Форма проведения **экзамена:** устно по билетам.

В билете 2 вопроса.

Компетенции: ПК-4.1, ПК-4.2

Перечень вопросов для подготовки

1. Классификация случайных величин и процессов.
2. Числовые характеристики случайной функции
3. Числовые характеристики случайного поля.
4. Понятие о стационарности и эргодичности случайных функций
5. Общая схема анализа временной изменчивости
6. Выделение и исключение временного тренда.
7. Особенности проявления трендов в океанологических процессах
8. Автокорреляционный анализ.
9. Понятие о коэффициентах парной и множественной корреляции, автокорреляции, корреляционном отношении.
10. Использование аппарата множественной линейной регрессии при анализе временных рядов.
11. Авторегрессионные модели временного ряда.
12. Взаимная корреляция временных рядов
13. Гармонический анализ.
14. Понятие спектральной плотности
15. Оценивание спектральной плотности случайного процесса
16. Фильтрация временных рядов.
17. Скользящее осреднение. Достоинства и недостатки.
18. Понятие о частотной весовой функции
19. Нормальный закон распределения и его использование при анализе временных рядов.
20. Оценка взаимной спектральной плотности.

21. Виды автокорреляционной и спектральных функций океанологических процессов

22. Использование параметрических и непараметрических критериев при анализе временных рядов.

Таблица 11.

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзамен

Критерий	**Баллы**
Отсутствие ответа или ответ с грубыми ошибками, отсутствие ответов на дополнительные вопросы преподавателя	0
Неполный и неуверенный правильный ответ, с наводящими вопросами преподавателя или с незначительными ошибками; правильные ответы на некоторые дополнительные вопросы преподавателя;	10
Полный, но неуверенный правильный ответ с примерами из экологических задач, с наводящими вопросами преподавателя, правильные ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя	20
Полный исчерпывающий уверенный правильный ответ с примерами из экологических задач, без подсказок и наводящих вопросов преподавателя; правильные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя	30
Итого	0-30

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 12.

Распределение баллов по видам учебной работы (6 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	**Баллы**
Посещение лекционных занятий	0-14
Решение типовых научных задач	0-36
Тестирование	0-20
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	**0-100**

Таблица 13

Распределение баллов по основным видам учебной работы для очной формы обучения (6 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	**Баллы**
Посещение лекционных занятий	0-14
Типовая научная задача №1	0-6
Типовая научная задача №2	0-10
Типовая научная задача №3	0-10
Типовая научная задача №4	0-10
Тестирование	0-20
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	**0-90**

Таблица 14

Распределение дополнительных баллов для очной формы обучения (6 семестр)

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	**Баллы**
Дополнительная научная задача	0-10
ИТОГО	**0-10**

Таблица 15

Распределение баллов по основным видам учебной работы для заочной формы обучения (4 курс)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	**Баллы**
Посещение лекционных занятий	0-8
Контрольная расчетная работа	0-32
Тестирование	0-20
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	**0-90**

Таблица 16

Распределение дополнительных баллов для заочной формы обучения (5 семестр)

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	**Баллы**
Дополнительная научная задача	0-10
ИТОГО	**0-10**

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

Таблица 17.

Балльная шкала итоговой оценки по дисциплине (6 семестр)

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 рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Методы анализа временных рядов».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации: учебник.– СПб., Изд. РГГМУ, 2008.– 408 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417184359.pdf

2. Гордеева С.М. Практикум по дисциплине «Статистические методы обработки и анализа гидрометеорологической информации»: учебное пособие.– СПб., Изд. РГГМУ, 2010.– 74 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503135449.pdf

3. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учебник. – СПб.: РГГМУ, 2007. – 278 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515132435.pdf

4. Сикан А.В., Малышева Н.В., Винокуров И.О. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации: лабораторный практикум. – СПб.: РГГМУ, 2014. – 75 с.

5. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2001. – 168 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417151342.pdf

6. Рожков В.А. Статистическая гидрометеорология: учебное пособие. Ч. 1. Термодинамика. Часть 2. Течения и волны – СПб.: Изд. дом СПбГУ, 2013. – 186 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/78102?category=11029 (требует авторизации)

Дополнительная литература

1. Вайновский П.А., Малинин В.Н. Методы обработки и анализа океанологической информации. Ч.I. Одномерный анализ. – Л., изд. ЛГМИ, 1991. – 136 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503155357.pdf

2. Вайновский П.А., Малинин В.Н. Методы обработки и анализа океаноло-

гической информации. Ч.II. Многомерный анализ. – СПб., Изд. РГГМИ, 1992.– 96 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503155658.pdf

3. Гордеева С.М. Шевчук О.И. Руководство по статистической обработке глобальных архивов информации (на примере альтиметрических данных).– СПб,Изд.РГГМУ, 2013.– 44 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_a1790603cdab48eebeaeae04aee67171.pdf

4. Казакевич Д.И. Основы теории случайных процессов в гидрометеорологии. – Л., Гидрометеоиздат, 1989. – 230 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-428163237.pdf

5. Рожков В.А. Можно ли детерминистически описать гидрометеорологические поля и процессы? // Труды Государственного океанографического института. 2008. Вып.211. С. 116-126. — Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=18894630 (требует авторизации)

6. Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel.– М.,Финансы и статистика, 2003.– 368 с. Режим доступа: https://mf.bmstu.ru/info/faculty/lt/caf/lt1/soil_books/book76.pdf

7. Соколов В.А., Апухтина С.П. Метод совместного статистического анализа термохалинных полей морской среды и возможности его использования в практической океанографии // Труды Государственного океанографического института. 2014. Вып. 215. С. 75-89. — Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=27511721 (требует авторизации).

8. Соколов В.А., Апухтина С.П. Технология и результаты построения гидрологических полей Северной Атлантики на основе совместного объемного статистического анализа массивов их исходных данных // Труды Государственного океанографического института. 2007. Вып. 210. С. 64-76. — Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=18890585 (требует авторизации)

9. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. – М., ИНФРА-М, 1998.– 528 с.

10. Шелутко В.А. Численные методы в гидрологии. – Л., Гидрометеоиздат, 1991.– 238 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Конспекты лекций, презентации с аудиосопровождением, методические материалы по выполнению типовых научных заданий и вспомогательные информационные материалы, размещенные на сайте «Статистика» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru).

8.3. Перечень программного обеспечения

1.Операционные системы Windows 7,10;

2. Пакет прикладных программ Microsoft Office.

3. Свободно распространяемый программный продукт PAST3v.4. Режим доступа: https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС Юрайт
2. Электронно-библиотечная система elibrary;
3. ЭБС Лань

8.5. Перечень профессиональных баз данных:

1. Гидрометеорологическая информация открытого доступа. Режим доступа: http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/

2. Гидрометеорологическая информация Гидрометцентра РФ. Режим доступа: http://meteo.ru/data

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.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет"

Помещение для самостоятельной работы студентов. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ноутбук, проектор, переносной экран).

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 в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru).