

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):

**Океанология**

Уровень:

**Магистратура**

Форма обучения

**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_ Аверкиев А.С.

Председатель УМС

  
\_\_\_\_\_ И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета РГГМУ

 \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  \_\_\_\_\_ Кузнецов А.Д.

Автор-разработчик:

  
\_\_\_\_\_ Кузнецов А.Д.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины «Моделирование природных процессов в атмосфере» является общетеоретическая подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных принципов получения метеорологической информации от различных информационно-измерительных систем, методов обработки временных рядов метеорологических величин, получаемых с помощью информационно-измерительных метеорологических систем.

В дисциплине излагаются технические характеристики различных информационно-измерительных систем, методы анализа структуры временных рядов и на его основе построение математических моделей, максимально приближенной к данным натурных измерений.

### Задачи:

- изучение технических характеристик различных информационно-измерительных систем;
- в формировании у обучающихся систематических знаний в области математического моделирования временных рядов метеорологических величин;
- углубленное изучение теоретических основ в области построения математических моделей, имитирующей данные от реальных информационно-измерительных метеорологических систем.
- закреплению практических навыков по построению математической модели, имитирующей данные от реальных информационно-измерительных метеорологических систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование природных процессов в атмосфере» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Океанология» относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплиной, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Моделирование природных процессов в атмосфере в водоемах и водотоках», «Многомерный статистический анализ», «Специальные главы физики атмосферы, океана и вод суши».

Параллельно с дисциплиной «Моделирование природных процессов в атмосфере» изучаются «Дистанционные методы исследования природной среды» и др.

Дисциплина «Моделирование природных процессов в атмосфере» может быть использована при выполнении программ научно-исследовательской работы и преддипломной практики, а так же при выполнении выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации).

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК-1, ОПК-2**

Общепрофессиональные компетенции

Таблица 1.

Код	и	Код	и	наименование	Результаты обучения
-----	---	-----	---	--------------	---------------------

наименование профессиональной компетенции	индикатора достижения профессиональной компетенции	
<p><b>ОПК-1</b> Способен применять теоретические основы специальных и новых разделов наук о Земле при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Анализирует подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле.</p> <p>ОПК-1.2. Критически оценивает возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач.</p> <p>ОПК-1.3. Аргументирует и реализует решение поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле.</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статистические и аналитические методы анализа структуры временных рядов метеорологических величин;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;</li> <li>- выполнять расчеты статистических характеристик временных рядов, содержащих метеорологическую информацию;</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой планирования численных экспериментов.</li> </ul>
<p><b>ОПК-2.</b> Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ</p>	<p>ОПК-2.1. Формулирует естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-2.2. Использует качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи и обобщения полученных результатов.</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы современных метеорологических информационно-измерительных систем</li> <li>- методы проведения численного моделирования на ПЭВМ при исследовании временных рядов метеорологических величин;</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получать и обрабатывать гидрометеорологические данные</li> <li>- проводить контроль качества данных</li> <li>- производить текущее прогнозирование с использованием аналитических и статистических методов.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами интерпретации результатов численных</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц, 108 часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2021 года набора	Заочная 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>	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	<b>10</b>
лабораторные занятия	<b>14</b>	<b>2</b>
семинарские занятия	-	
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>96</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

##### Очная форма 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	Информационно-измерительные метеорологические системы как генератор временных рядов метеорологических величин	1	4	4	10	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
2	Методы контроля	1	6	2	12	Контрольное расчётное задание,	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2

	качества временных рядов метеорологических величин					опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания		ОПК-2.2
3	Методы анализа структуры временных рядов основных метеорологических величин	1	12	4	22	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2
4	Математические модели временных рядов основных метеорологических величин	1	6	4	22	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1
	<b>ИТОГО</b>		<b>28</b>	<b>14</b>	<b>66</b>			

**заочная форма 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	Практические занятия	СРС			
1	Информационно-измерительные метеорологические системы как генератор временных рядов метеорологических величин	2	2	-	20	Тестовый контроль	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
2	Методы контроля качества временных рядов	2	2	-	20	Тестовый контроль	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.2

	метеорологичес ких величин							
3	Методы анализа структуры временных рядов основных метеорологичес ких величин	2	2	-	24	Тестовый контроль	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.2
4	Математические модели временных рядов основных метеорологичес ких величин	2	4	2	32	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1
	<b>ИТОГО</b>		<b>10</b>	<b>2</b>	<b>96</b>			

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Информационно-измерительные метеорологические системы как генератор временных рядов метеорологических величин

Автоматические метеорологические станции различного назначения, станции аэрологического зондирования атмосферы, метеорологические радиолокационные информационно-измерительные системы. Характеристики временных рядов, полученных с помощью метеорологических информационно-измерительных систем.

### 4.2.2 Методы контроля качества временных рядов метеорологических величин

Временные ряды и их характеристики. Задачи контроля качества временных рядов основных метеорологических величин. Методы обнаружения сбоев в работе информационно-измерительных метеорологических систем: критерий Ирвина, метод сигм и другие статистические критерии, критерий Стьюдента и др. Методы контроля пропусков и восстановления пропущенных данных.

### 4.2.3 Методы анализа структуры временных рядов метеорологических величин

Статистические характеристики, используемые для описания структуры временного ряда. Временной тренд и точки бифуркации. Эмпирическая функция распределения членов временного ряда. Автокорреляция и корреляция. Спектральный анализ как метод выявления периодических составляющих временного ряда.

### 4.2.4 Математические модели временных рядов метеорологических величин

Схема построения модели временного ряда. Параметры математической модели временного ряда и методы их оценивания. Методика оценки качества математического моделирования.

### 4.3. Содержание занятий семинарского типа

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Методы получения гидрометеорологических данных	4	4
2	Контроль качества временных рядов метеорологических величин Расчет и анализ статистические характеристики временных рядов метеорологических величин	2	2
3	Специальные методы обработки временных рядов	4	4
4	Построение математических моделей временных рядов с заданными свойствами	4	4

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

Таблица 4.

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
4	Построение математических моделей временных рядов с заданными свойствами	2	2

### 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 - 7
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 23

### 6.2. Промежуточная аттестация

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

Форма проведения зачета: тест.

### **Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

#### **ОПК-1:**

1. Какие статистические характеристики используются для описания свойств временного ряда?
2. В каких пределах может изменяться коэффициент автокорреляции временного ряда?
3. Что такое точка бифуркации?
4. Что описывает временной тренд временного ряда?
5. Какие параметры определяют периодические составляющие временного ряда?
6. Как используется метод Монте-Карло для моделирования случайной составляющей временного ряда?
7. Как оценивается качество математической модели временного ряда?
8. Статистические методы анализа структуры временных рядов метеорологических величин
9. Аналитические методы анализа структуры временных рядов метеорологических величин

#### **ОПК-2**

10. С помощью каких информационно-измерительных метеорологических систем могут быть сформированы временные ряды метеорологических величин?
11. Назовите характеристики временных рядов, полученных с помощью метеорологических информационно-измерительных систем
12. Что включает в себя контроль качества временного ряда?
13. Методы обнаружения сбоев в работе информационно-измерительных метеорологических систем
14. Методы контроля пропусков и восстановления пропущенных данных
15. Методы интерпретации метеорологической информации
16. Методы интерпретации результатов численных экспериментов

### **Примеры тестовых вопросов к экзамену**

1. Эквидистантный временной ряд – это
  - 1.1 ряд, содержащий абсолютные значения измеренных величин;
  - 1.2 ряд, в котором каждое следующее значение отличается на одну и ту же величину;
  - 1.3 ряд, в котором измерения производятся через одно и то же значение времени;
2. Точка бифуркации – это
  - 2.1 момент времени, соответствующий середине временного интервала для данного отрезка временного ряда;
  - 2.2 момент времени резкого изменения характера временного процесса, описываемого временным рядом;
  - 2.3 момент перехода значений временного ряда через ноль;
3. В каких пределах может изменяться коэффициент автокорреляции временного ряда?
  - 3.1 от -1 до +1 уравнение переноса тепловой радиации;
  - 3.2 от -1 до 0;
  - 3.3 от 0 до 1.
4. В каких пределах может изменяться коэффициент корреляции двух временных рядов?



- 3.1 от -1 до +1;
- 3.2 от -1 до 0;
- 3.3 от 0 до 1.

### 3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Распределение баллов по видам учебной работы

Таблица 5.

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Посещение лекционных занятий	7
Контрольное расчётное задание: Расчет и анализ статистические характеристики временных рядов метеорологических величин	5
Контрольное расчётное задание: Специальные методы обработки временных рядов	10
Контрольное расчётное задание: Построение математических моделей временных рядов с заданными свойствами	15
Контрольное расчётное задание: Текущее прогнозирование перемещения атмосферных фронтов	25
Промежуточная аттестация	48
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

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

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Таблица 6.

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
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 «Дистанционное зондирования атмосферы».

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

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

1. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики // СПб.: РГГМУ, 2016.- 170 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_ca4d5d537a234208a13448fd93c02272.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_ca4d5d537a234208a13448fd93c02272.pdf)

2. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций // СПб.: РГГМУ, 2015.- 80 с.

[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_0890d1b4e6e84c5d851b36a31af58f13.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_0890d1b4e6e84c5d851b36a31af58f13.pdf)

3. Дивинский Л.И., Кузнецов А.Д., Солонин А.С. Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция КРАМС-4 // СПб.: РГГМУ, 2010.-79 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417150213.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417150213.pdf)

4. В.Ю. Жуков, А.Д. Кузнецов, О.С. Сероухова. Интерпретация данных доплеровских метеорологических радиолокаторов. Учебное пособие // Санкт-Петербург, РГГМУ, 2018.-119 с.

5. Системы наблюдения и мониторинга. Учебное пособие/А.И. Бакланов. - 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 234 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=366703>

### **Дополнительная литература**

1. Васильев А.В. , И.Н. Мельникова. Методы прикладного анализа натуральных измерений в окружающей среде. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2009. – 369 с.

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

1. Электронный ресурс: Анализ временных рядов. Режим доступа: [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. Электронный ресурс: Методы и модели анализа временных рядов Режим доступа: <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2008/tatarenko-l.pdf>

3. Электронный ресурс: Эконометрика в Excel Режим доступа: [http://www.sibstrin.ru/files/kis/Econometrics\\_Excel\\_part\\_2.pdf](http://www.sibstrin.ru/files/kis/Econometrics_Excel_part_2.pdf)

4. Электронный ресурс: Технология сбора и передачи данных от метеостанций Режим доступа: [http://www.iram.ru/iram/m4\\_mcentre\\_ru.php](http://www.iram.ru/iram/m4_mcentre_ru.php)

5. Электронный ресурс: Руководство по Глобальной системе наблюдений Режим доступа: <http://www.aviamet-szf.ru/wp-content/uploads/2014/02/Руководство-по-глобальной-системе-наблюдений.pdf>

Электронный ресурс: Анализ временных рядов. Электронный учебник по статистике. Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html>

#### 8.3. Перечень программного обеспечения

Комплект специальных программ, написанных на языке VB в среде Excel

#### 8.4. Перечень информационных справочных систем

Информационные справочные системы не используются

#### 8.5. Перечень профессиональных баз данных

Профессиональные базы данных не используются

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

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

**Учебная аудитория 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

1. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
2. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3. **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.