Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

# ТЕКУЩЕЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В МЕТЕОРОЛОГИИ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

**05.04.05 Прикладная гидрометеорология**
Направленность (профиль)
**Прикладная метеорология**
Уровень:
**Магистратура**
Форма обучения
**Очная**

**Согласовано**
**Руководитель ОПОП**
_____ **Смышляев С.П.**

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

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

**Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры**
**11 мая 2021 г., протокол № 9**
**Зав. кафедрой** _____ **Кузнецов А. Д.**

**Авторы-разработчики:**
_____ **Кузнецов А. Д.**
_____ **Восканян К. Л.**
_____ **Сероухова О. С.**

Санкт-Петербург 2021

**Цель и задачи освоения дисциплины**

**Целью дисциплины** «Текущее прогнозирование в метеорологии» является общетеоретическая подготовка магистров прикладной гидрометеорологии, обучающихся по профилю «Гидрометеорологические информационно-измерительные системы», владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных принципов обработки временных рядов с данными метеорологических наблюдений.

В дисциплине излагаются методы анализа временных рядов, получаемых с помощью автоматических метеорологических станций общего и специального назначения и методы текущего прогнозирования.

**Задачи:**

- формировании у студентов систематических знаний в области цифровой обработки временных рядов основных метеорологических величин для проведения текущего прогнозирования;
- углубленное изучение теоретических основ и закреплению практических навыков анализа и текущего прогноза.

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

Дисциплина «Текущее прогнозирование в метеорологии» для направления подготовки 05.04.05 – прикладная гидрометеорология, профиль подготовки − прикладная метеорология, квалификация (степень) − «магистр академический» относиться к дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

Дисциплина включает в себя изучение в виде лекций и практически занятий современных методов анализа временных рядов метеорологических величин и текущего прогнозирования их значений.

Освоение данной дисциплины опирается на содержание следующих дисциплин: «Вычислительная математика», «Математика (Теория вероятностей и математическая статистика», «Автоматические метеорологические станции общего и специального назначения»,, «Прогноз стихийных бедствий», «Основы теории эксперимента», «Дистанционные методы зондирования атмосферы», «Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций», «Цифровые методы обработки спутниковых изображений», «Дополнительные главы геоинформационных систем».

Дисциплина «Текущее прогнозирование в метеорологии» является опорной для дисциплины «Производственная и научно-исследовательская практика» и при подготовке магистерской диссертации.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-1** Способен разрабатывать стратегии получения и применения современных методов, средств и передовых технологий получения гидрометеорологической информации

1. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1.

Профессиональные компетенции

Таблица 1.

| Код и наименование | Код и наименование индикатора достижения | Результаты обучения |
|---|---|---|

| **профессиональной компетенции** | **профессиональной компетенции** | |
|---|---|---|
| **ПК-1** Способен разрабатывать стратегии получения и применения современных методов, средств и передовых технологий получения гидрометеорологической информации | ПК-1.1. Разрабатывает новые и корректирует существующие методы и средства получения гидрометеорологической информации, организовывает эксперименты и испытания.<br>ПК-1.2. Получает и обрабатывает массивы данных с применением современных методов, средств и передовых технологий получения гидрометеорологической информации.<br>ПК-1.3. Применяет полученные результаты для анализа и прогноза атмосферных процессов с использованием современных методов | *Знать:*<br>– Основы теории анализа временных рядов метеорологических величин;<br>-Методы построения прогностических моделей.<br>- Виды технических средств, используемых для динамического мониторинга метеорологических процессов и формы представления получаемой информации;<br>– Методы статистического анализа характеристик временных рядов, содержащих метеорологическую информацию;<br>–Ааналитические методы, используемые для текущего прогнозирования в метеорологии;<br>– статистические методы, используемые для текущего прогнозирования в метеорологии;<br>– методы проведения численного моделирования на ПЭВМ с использованием различных математических моделей.<br>*Уметь:*<br>– осуществлять численные эксперименты с использованием различных математических моделей;<br>– выполнять расчеты статистических характеристик временных рядов, содержащих метеорологическую информацию;<br>– производить текущее прогнозирование с использованием аналитических и статистических методов.<br>*Владеть* |

| | | |
|---|---|---|
| | | – Методикой обработки и интерпретации данных численного моделирования на ПЭВМ<br>– Навыками планирования численных экспериментов для исследования методов текущего прогнозирования. |

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины 2 зачетных единиц, 72 часа.

| **Объём дисциплины** | **Всего часов** |
|---|---|
| | **Очная форма обучения 2021 года набора** |
| **Общая трудоёмкость дисциплины** | **72 часа** |
| **Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:** | **28** |
| в том числе: | |
| лекции | **14** |
| практические занятия | **14** |
| семинарские занятия | **-** |
| **Самостоятельная работа** (СРС) – всего: | **44** |
| в том числе: | |
| курсовая работа | **-** |
| контрольная работа | **-** |
| **Вид промежуточной аттестации** | **зачет** |

### 4.1. Структура дисциплины

| **№** | **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** | Технические средства динамического мониторинга метеорологических процессов | 7 | 2 | 2 | 6 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания | ПК-1 | ПК-1.1 |
| **2** | Статистические характеристики временных рядов метеорологических величин | 7 | 2 | 2 | 6 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания | ПК-1 | ПК-1.1 |
| **3** | Аналитические методы текущего прогнозирования значений временных рядов | 7 | 2 | 2 | 6 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания | ПК-1 | ПК-1.2 |
| **4** | Статистические методы текущего прогнозирования значений временных рядов | 7 | 2 | 2 | 6 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания | ПК-1 | ПК-1.2 |
| **5** | Текущее прогнозирование перемещения атмосферных фронтов | 7 | 2 | 2 | 6 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания | ПК-1 | ПК-1.2 |
| **6** | Текущее прогнозирование | 7 | 2 | 2 | 6 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов | ПК-1 | ПК-1.3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | перемещения облачных образований по радиолокационным данным | | | | | по результатам контрольного расчетного задания | | |
| **7** | Контроль качества временных рядов | 7 | 2 | 2 | 8 | Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания | ПК-1 | ПК-1.3 |
| | **ИТОГО** | | 14 | 14 | 44 | | | |

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### 4.2.1 Технические средства динамического мониторинга метеорологических процессов

Технические средства получения временных рядов, содержащих метеорологическую информацию: автоматические метеорологические станции, радиолокационные станции, измерительные метеорологические комплексы космического базирования. Особенности временных рядов, получаемые с помощью различных информационно-измерительных систем.

#### 4.2.2 Статистические характеристики временных рядов метеорологических величин

Временные ряды метеорологических величин и их характеристики. Формы представления временных рядов. Методы контроля качества временных рядов. Основные статистические характеристики временных рядов метеорологических величин и методика их расчета. Методика расчета доверительных интервалов статистических характеристик временных рядов метеорологических величин. Эмпирические функции распределения, корреляционные и автокорреляционные функции. Оценка значимости коэффициентов корреляции и автокорреляции. Методы исключения тенденций. Формирование индивидуального архива данных, полученных с помощью автоматической метеорологической станции. Индивидуальное расчетное задание, методика его выполнения и методика анализа полученных данных.

#### 4.2.3 Аналитические методы текущего прогнозирования значений временных рядов

Аналитические методы интерполяции и аппроксимации временных рядов. Метод наименьших квадратов. Учет дополнительных условий при проведении аппроксимации на основе неопределенных множителей Лагранжа. Оценка точности текущего прогнозирования значений временных рядов с использованием аналитических методов с использованием модельных и натурных временных рядов.

### 4.2.4 Статистические методы текущего прогнозирования значений временных рядов

Линейная и множественная регрессия. Отбор факторов при построении множественной регрессии. Оценка параметров уравнений регрессии. Оценка параметров уравнений регрессии. Авторегрессионные модели. Оценка точности текущего прогнозирования значений временных рядов с использованием статистических методов с использованием модельных и натурных временных рядов.

### 4.2.5 Текущее прогнозирование перемещения атмосферных фронтов

Атмосферные фронты и их идентификация на спутниковых снимках. Методика параметризации положения и формы атмосферных фронтов. Методика текущего прогнозирования перемещения атмосферных фронтов.

### 4.2.6 Текущее прогнозирование перемещения облачных образований по радиолокационным данным

Методики наблюдения облачных образование с использованием МРЛС. Методика параметризации положения и формы облачных образований. Методика текущего прогнозирования перемещения облачных образований.

### 4.2.7 Контроль качества временных рядов

Методы контроля временных рядов на наличие пропусков и выбросов. Методы восстановления пропусков во временных рядах.

## 4.3. Содержание занятий семинарского типа

Содержание практических занятий для очной формы обучения

Таблица 4.

| № темы дисциплины | Тематика практических занятий | Всего часов | В том числе часов практической подготовки |
|---|---|---|---|
| **1** | Расчет и анализ статистические характеристики временных рядов метеорологических величин | 2 | 2 |
| **2** | Исследование аналитических методов текущего прогнозирования значений временных рядов | 2 | 2 |
| **3** | Исследование статистических методов текущего прогнозирования значений временных рядов | 2 | 2 |
| **4** | Текущее прогнозирование перемещения | 2 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | атмосферных фронтов | | |
| **5** | Текущее прогнозирование перемещения облачных образований по радиолокационным данным | 2 | 2 |
| **6** | Расчет и анализ статистические характеристики временных рядов метеорологических величин | 2 | 2 |
| **7** | Контроль качества временных рядов | 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 зачету:**

**ПК-1:**

1. Какие технические средства динамического мониторинга метеорологических процессов используются для формирования одномерных временных рядов?
2. Какие технические средства динамического мониторинга метеорологических процессов используются для формирования двухмерных временных рядов?
3. Какова типичная дискретность измерения метеорологических величин на автоматических метеорологических станциях?
4. Чем отличается набор измеряемых метеорологических величин на автоматических метеорологических станциях различного назначения?
5. Для чего нужен предварительный анализ данных временного ряда и в чем он заключается?
6. Какие методы выявления выбросов во временных рядах Вы знаете?
7. Какие методы индикации временного трена Вы знаете?
8. Как можно выявить наличие переодических составлющих во временном ряде?
9. Какие основные статистические характеристики рассчитываются при анализе временных рядов?
10. Как определяется доверительный интервал для среднего значения в выборке?
11. Как определяется доверительный интервал для дисперсии в выборке?

12. Как проверяется значимость коэффициента корреляции и автокорреляции?
13. Какие аналитические методы используются для текущего прогнозирования?
14. Какие статистические методы используются для текущего прогнозирования?
15. Как можно оценить точность прогнозирования тем или иным методом?
16. Как можно использовать радиолокационные данные для прогноза перемещения облачных образований?
17. Как можно использовать спутниковые данные для текущего прогноза перемещения атмосферных фронтов?

### 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: Расчет и анализ статистические характеристики временных рядов метеорологических величин | 5 |
| Контрольное расчётное задание: Исследование аналитических методов текущего прогнозирования значений временных рядов | 5 |
| Контрольное расчётное задание: Исследование статистических методов текущего прогнозирования значений временных рядов | 5 |
| Контрольное расчётное задание: Текущее прогнозирование перемещения атмосферных фронтов | 5 |
| Контрольное расчётное задание: Текущее прогнозирование перемещения облачных образований по радиолокационным данным | 5 |
| Контрольное расчётное задание: Расчет и анализ статистические характеристики временных рядов метеорологических величин | 10 |
| Контрольное расчётное задание: Контроль качества временных рядов | 10 |
| Промежуточная аттестация | *48* |
| **ИТОГО** | **100** |

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.

| **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 «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. Учебное пособие. СПб.: Изд. РГГМУ, 2015. – 162 с.

2. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций. Учебное пособие. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2015. – 80 с.

3. Григоров Н.О., А.Г.Саенко, К.Л.Восканян. Методы и средства гидрометеорологических измерений //Метеорологические приборы. Учебник. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 306 с.

4. Гордеева С.М. Практикум по дисциплине «Статистическая обработка гидрометеорологической информации». – СПб.: Изд. РГГМУ, 2010. – 74 с.

**Дополнительная литература**

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

2. Метеорологическое оборудование аэродромов и его эксплуатация. – Институт радарной метеорологии, СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. – 591 с.

3. Дивинский Л.И., А.Д. Кузнецов, А.С. Солонин. Комплексная радиотехническая аэродромная метеорологическая станция – «КРАМС–4». Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2010. – 66 с.

4. Метеорологические измерения на аэродромах. – Институт радарной метеорологии СПб.: Гидрометеоиздат, 2008. – 427 с.

5. Крюкова С.В. Контроль загрязнения природной среды. Лабораторный практикум. – СПб.: РГГМУ, 2015. – 46 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Методы и модели анализа временных рядов http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2008/tatarenko-l.pdf
2. 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
3. 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
4. Эконометрика в Excel http://www.sibstrin.ru/files/kis/Econometrics_Excel_part_2.pdf
5. Анализ временных рядов. Электронный учебник по статистике http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html

6. Сайт spmeteo.ru, посвященный автоматическим метеорологическим станциям. [Электронный ресурс]. URL: http://www.spmeteo.ru/automatic-weather-stations/amc2000/ (дата обращения: 12.05.2014).

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Комплект специальных программ, написанных на языке VB в среде Exsel

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 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

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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений.
Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 05.06.2023 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры экспериментальной физики атмосферы от 29.05.2024 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры экспериментальной физики атмосферы от 28.05.2025 № 10