

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет»**

УТВЕРЖДЕНО

Директор института непрерывного образования

\_\_\_\_\_ А.Г. Тимофеева  
(подпись)

\_\_\_\_\_ 2023 года

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РИСКИ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

Санкт-Петербург  
2023

Составители программы:

- 1) Тимофеева Анна Гарниковна, к.г.н.РГГМУ;
- 2) Викторова Наталья Владимировна, к.т.н., доцент, РГГМУ;
- 3) Илюшина Полина Геннадьевна, к.г.н., МГУ.

СОГЛАСОВАНО:

Директор ИНО

\_\_\_\_\_

А.Г. Тимофеева

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Изменение климата и риски стихийных бедствий» ориентирована на специалистов различных организаций, занимающихся вопросами оценки климатических рисков.

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Цель реализации программы**

Изложение специфики опасных явлений погоды позволит специалистам изучить общие закономерности атмосферных процессов и явлений в их взаимосвязи с процессами, происходящими в геосферах Земли, рассмотреть актуальные вопросы синоптической и динамической метеорологии. Знания базовых циркуляционных процессов в атмосфере, современных проблем метеорологии и климатологии, связанных с возможностями прогноза опасных явлений погоды на данном этапе, позволят сформировать у специалистов собственную позицию по существу проблемы и использовать полученные знания в своей будущей профессиональной практике.

Целью реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Опасные явления погоды» является формирование комплекса научных знаний об атмосфере, основных физических процессах, протекающих в ней, а также о проблемах разработки новых методов прогноза опасных явлений погоды.

### **1.2. Планируемые результаты обучения**

В результате освоения программы у слушателя должен сформироваться комплекс знаний о климатической системе и ее подсистемах; об основных факторах формирования климата, которые делятся на внешние астрономические факторы, факторы циркуляции атмосферы и океана и факторы подстилающей поверхности; знание теории радиационного и теплового балансов земной поверхности и системы земля-атмосфера; понимание пространственного распределения климатических характеристик по Земному шару и климатических классификациях.

### **1.3. Категория слушателей:**

К освоению дополнительной профессиональной программы повышения квалификации допускаются лица, имеющие или получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

### **1.4. Трудоемкость обучения.**

Трудоемкость обучения по данной программе составляет 72 часа (2 з.е.), включая все виды аудиторной и самостоятельной учебной работы слушателя.

### **1.5. Форма обучения**

Форма обучения: очная или очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий: устанавливается в зависимости от формы обучения.

Продолжительность учебной недели составляет: по очной форме обучения – 5 дней, 6 – 8 аудиторных часов в день.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Программа реализуется с использованием дистанционных образовательных технологий.

## 2.1. Учебный план

### Учебный план

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации  
«Изменение климата и риски стихийных бедствий»

№ п/п	Наименование модулей, дисциплин	Трудоёмкость (всего часов)	в том числе:			Формы аттестации
			Лекции	Практические занятия/семинары/лабораторные работы/стажировка	Самостоятельная работа	
1	Основы климатологии	20	12	–	8	опрос
2	Опасные природные явления, приводящие к стихийным бедствиям	30	14	–	16	опрос
3	Моделирование климатических изменений	20	10	–	10	опрос
5	Итоговая аттестация	2	2	–	–	зачет
	ИТОГО	72	38	–	32	

## 2.2. Календарный учебный график:

Таблица 1

### Календарный учебный график

Форма обучения	Аудиторных часов в день/дней в неделю	Общая трудоёмкость программы (час, дни, недели, месяцы)
Очная	8 часов/9 дней	72 часа, 2 недели
Очно-заочная	8 часов/9 дней	72 часа, 2 недели

## 2.3. Содержание модулей, дисциплин и тем

### 2.3.1. Содержание лекционных занятий

#### Основы климатологии

*Климатическая система и ее составляющая.* Общая характеристика климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь. Климатообразующие факторы и их классификация. Международное сотрудничество в области климатологии, включая долгосрочные климатические программы научных исследований и обучения (ВМО, ЮНЕСКО).

*Астрономические факторы формирования климата.* Астрономические факторы климата, солнечная радиация и солнечная постоянная. Поступлений солнечной энергии на Землю.

*Радиационный и тепловой балансы подстилающей поверхности, его составляющие и их распределение по поверхности Земли и внутри года.* Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие. Суммарная солнечная радиация. Альbedo разных видов поверхностей. Поток длинноволнового излучения. Радиационный баланс системы земля – атмосфера, атмосферы и океана.

Теплообмен между атмосферой и другими звеньями климатической системы. Уравнения теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие. Особенности теплообмена между атмосферой и океаном при наличии морских льдов. Уравнение теплового баланса системы Земля – атмосферы.

*Факторы общей циркуляции атмосферы.* Общая циркуляция атмосферы, ее климатообразующее значение, виды циркуляции и методы изучения. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы. Система циклонов и антициклонов межширотного обмена.

Центры действия атмосферы и их сезонные свойства. Климатологические фронты: виды и сезонная изменчивость. Внутритропическая зона конвергенции. Тропические циклоны, их свойства и эволюция. Основные свойства муссонной циркуляции.

*Факторы общей циркуляции океана.* Общая циркуляция океана и ее влияние на климат. Океанические течения, их классификация и свойства основных тепловых и холодных океанических течений Мирового океана. Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо.

*Пространственное распределение климатических характеристик и климатические классификации.* Методы пространственного обобщения и климатические карты. Географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на земном шаре. Температурные экстремумы и аномалии в зональном распределении температуры. Морской и континентальный климаты, пространственное распределение амплитуд годового хода, индексы континентальности. Пространственно-временное распределение осадков. Влагооборот в атмосфере земного шара и водные балансы.

Климатические классификации и районирование. Ботанические классификации климатов. Гидрологические классификации климатов. Почвенные классификации.

### **Опасные природные явления, приводящие к стихийным бедствиям**

Исторические сведения об опасных явлениях погоды. Формирование научных знаний в области синоптической метеорологии опасных явлений погоды.

Терминология и классификация опасных явлений погоды. Интенсивность и продолжительность опасных явлений погоды. Руководящие документы.

Физические условия возникновения опасных явлений погоды в атмосфере. Роль барических образований.

Статистические возможности обработки рядов опасных явлений погоды.

Современные проблемы разработки новых методов прогноза опасных явлений погоды.

Примеры природных катастроф. Основные термины и определения. Различия в метеорологическом и климатологическом обеспечении устойчивого развития общества.

О программе ВМО ГРОКО.

Опасные природные явления, приводящие к стихийным бедствиям.

Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата и частоты стихийных бедствий. Концепция риска и методический аппарат анализа рисков. Понятия, связанные с рисками. Особенности обработки данных применительно к проблеме оценки рисков.

### **Моделирование климатических изменений**

*Системы уравнений климатических моделей.* Уравнения гидротермодинамики атмосферы. Инварианты моделей климатической системы. Уравнения движения. Гидростатиче-

ское приближение. Гидростатические и негидростатические модели климатической системы.

*Распространение солнечной радиации в земной атмосфере.* Прохождение солнечной радиации через плоскопараллельную и сферическую атмосферу Оптическая масса атмосферы. Полный поток коротковолновой радиации в атмосфере. Радиационный баланс Земли как планеты. Вклад аэрозолей и водяного пара в ослабление солнечной радиации. Инфракрасная и ультрафиолетовая составляющие радиации.

Нагрев атмосферы при поглощении солнечной радиации атмосферными газами. Приток солнечной радиации к земной поверхности. Солнечная радиация на земной поверхности: прямая, рассеянная и суммарная. Астрономические, геофизические естественные факторы изменения климата и их динамика

*Парниковый эффект атмосферы и его моделирование.* Парниковый эффект и его простейшая модель. Причины парникового эффекта. Влияние парникового эффекта на климат. Основные парниковые газы. Относительный вклад разных газов в парниковый эффект. Моделирование парникового эффекта в моделях общей циркуляции атмосферы.

*Численные методы решения уравнения климатической системы.* Конечно-разностная аппроксимация дифференциальных операторов моделей климатической системы. Аппроксимация пространственных операторов моделей климатической системы.

### 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Оценка качества освоения программы проводится в форме промежуточной и итоговой аттестации обучающихся.

3.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по программе

3.1.1. Итоговая аттестация проводится в форме опроса по модулям.

3.1.2. Примерный перечень вопросов к опросам

1. Чему равно расстояние от Земли до Солнца?
2. Какую форму имеет орбита Земли?
3. Что обуславливает наклон земной оси?
4. Сколько солнечной радиации в среднем достигает поверхности земли?
5. В какой день имеет место годовой максимум приходящей солнечной радиации в Северном полушарии?
6. Что такое летнее калорическое полугодие?
7. У какой поверхности альbedo наименьшее?
8. Какова величина альbedo установившегося снежного покрова?
9. Каким прибором измеряется альbedo?
10. Какой закон лежи в основе смещения длины волны при переходе от приходящей коротковолновой радиации к уходящей длинноволновой?
11. Какие составляющие относятся к радиационному балансу Земля – атмосфера?
12. Когда наблюдается максимум радиационного баланса в Северном полушарии?
13. Какая из составляющих теплового баланса за год является наименьшей?
14. Какой градиент входит в формулу расчета испарения?
15. Как изменяется солнечная радиация с высотой?
16. Как изменяется упругость водяного пара с высотой?
17. Опасные и неблагоприятные явления: порядок их регистрации и измерения характеристик на метеостанциях.
18. Понятие об атмосферных процессах и явлениях.

19. Терминология опасных явлений погоды: чрезвычайные гидрометеорологические явления; стихийные бедствия; опасные явления погоды; неблагоприятные явления погоды.
20. Классификация опасных явлений погоды. Понятие об интенсивности и продолжительности опасных явлений погоды.
21. Физические условия возникновения опасных явлений погоды.
22. Барические образования и опасные явления погоды.
23. Математический аппарат и современные физические представления о генезисе ряда опасных явлений погоды.
24. Современные математические прогностические модели опасных явлений погоды.

### **3.2. Оценочные материалы для проведения итоговой аттестации по программе**

#### **3.2.1. Итоговая аттестация проводится в форме зачета.**

#### **3.2.2. Перечень вопросов к зачету**

1. Общая характеристика климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь
2. Климатообразующие факторы и их классификация.
3. Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие: суммарная солнечная радиация, альbedo разных поверхностей, поток уходящего длинноволнового излучения.
4. Радиационный баланс системы земля – атмосферы, атмосферы и океана.
5. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие.
6. Уравнение теплового баланса при наличии морских льдов
7. Общая циркуляция атмосферы. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы
8. Системы циклонов и антициклонов межширотного обмена.
9. История развития представлений об опасных явлениях погоды. Первые метеорологические приборы.
10. Понятие о погоде. Погода и принципы ее исследований. Опасные явления погоды и их терминология.
11. Осадки. Генезис осадков. Виды осадков. Географическое распределение осадков. Опасные осадки и их характеристика.
12. Грозы. Грозовые облака и их образование. Смерчи, торнадо и шквалы, их значение.
13. Опасные явления погоды, обусловленные горизонтальным барическим градиентом.
14. Отличительные особенности циркуляции атмосферы. Ветровые пояса и их значение. Опасные ветры.
15. Возможности прогноза опасных явлений погоды на современном этапе научного познания.
16. Современные прогностические модели для расчета вероятностей опасных явлений погоды. Проблемы и решения.

#### *Критерии оценивания*

По результатам итоговых аттестационных испытаний, включенных в итоговую аттестацию, выставляются отметки «Зачтено» и «Не зачтено»:

- отметка «Зачтено» выставляется слушателю, показавшему полное освоение планируемых результатов (знаний, умений, компетенций), всестороннее и глубокое изучение литературы, публикаций; способному к самостоятельному пополнению и обновлению знаний

в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности; умеющему выполнять задания с привнесением собственного видения проблемы, собственного варианта решения практической задачи, проявивший творческие способности в понимании и применении на практике содержания обучения;

- отметка «Не зачтено» выставляется слушателю, не показавшему освоение планируемых результатов (знаний, умений, компетенций), предусмотренных программой, допустившему серьезные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

#### **4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

##### **4.1. Требования к квалификации педагогических кадров, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса**

Образовательный процесс по дисциплинам (модулям), разделам обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю дисциплины (модулю), и (или) ученую степень или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере.

К образовательному процессу по дисциплинам (модулям), разделам также привлекаются преподаватели из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций, предприятий учреждений.

##### **4.2. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по программе**

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), 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.

##### **4.3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативных правовых актов, необходимых для освоения программы**

###### **а) основная литература:**

1. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1 Общая климатология. Книга 1 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2019 – 378 с. Режим доступа

[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170314.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf)

2. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология. Книга 2 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2020 – 378 с.

[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170318.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170318.pdf)

3. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2011. – 144 с.

[http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170314.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf)



4. Андреева Е.С. Опасные явления погоды юга России. Изд-во ВВМ, Спб, 2006. 216 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504182236.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504182236.pdf)
5. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 2. Динамика климата (книга 1). / учебник. - СПб.: РГГМУ., 2016. - с.332.
6. Мордвинов В.И., Латышева И.В., Девятова Е.В. Теория климата. – Учебное пособие. Иркутск, издание ИГУ. 2013. – 187 с.
7. Переведенцев Ю.П. Теория климата. – Казань, изд. Казан. Ун-та, 2009. – 503 с.
8. Володин Е.М., Дианский Н.А. Моделирование циркуляции атмосферы. Курс лекций. – Москва, РАН, МГУ, 2017. – 96 с.
9. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии. – Издательский центр «Академия». – М., 2016. – 224 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Андреева Е.С. География и генезис опасных явлений погоды южных районов России (на примере сильных ветров)//Известия РГО, 2009, Т. 141, Вып.2, с. 51 – 56.
2. Попова Е.С., Андреев С.С. Вероятностно-географический прогноз опасных явлений погоды//Фундаментальные исследования, №8 (часть 7), 2014. – с. 1622 - 1625.
3. Попова Е.С., Андреев С.С. Метод вероятностно-географического прогноза опасных явлений погоды и его схема//Research Journal of International Studies XX, № 7 (26), 2014, с. 84 - 85.
4. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
5. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. – Из-во МГУ, 1974. – 299 с.
6. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 296 с.
7. Кароль И.Л. Введение в динамику климата Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1988 – 216 с.
8. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 352 с.
9. Хромов С.П., Петросянц М.П. Метеорология и климатология. Из-во МГУ, 2001. – 528.

**4.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения программы**

1. СДО MOODLE РГГМУ <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=88>
2. Электронный ресурс <http://metfac.ru/> Презентации лекций по климатологии (автор В.А.Лобанов)
3. Электронный ресурс – научное издательство Springer (материалы по геофизическим, экологическим географическим направлениям научных исследований, по общественным, социальным, гуманитарным наукам и информационным технологиям). Режим доступа: <http://www.springer.com/>
4. Электронный ресурс – Annual Reviews - американское некоммерческое академическое издательство (книги и около 40 серий журналов и ежегодников, публикующих крупные обзорные статьи по естественным и социальным наукам). Режим доступа: <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1391849/browse?type=source>
5. Электронный ресурс – Издательство Кембриджского университета (предоставляет академические некоммерческие электронные ресурсы для научных исследований). Режим доступа: <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/905824/browse?type=source>
6. Электронный ресурс – Издательство Оксфордского университета Oxford University Press предоставляет электронный архив научной периодики. Режим доступа: <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1417890/browse?type=source>

7. Электронный ресурс – Nature — один из самых старых и авторитетных общенаучных журналов. Публикует оригинальные исследования, в области естественных наук. Режим доступа: <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1947637/browse?type=source>
8. Электронный ресурс – SAGE Journals Online — архив научных журналов издательства SAGE Publications. Режим доступа: <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/2757634/browse?type=source>
9. Электронный ресурс – Taylor & Francis Group — международное книжное издательство со штаб-квартирой в Великобритании. Режим доступа: <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1563997/browse?type=source>

#### **4.5. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по программе, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

##### 4.5.1. Перечень программного обеспечения

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

##### 4.5.2. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
3. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. ЭБС «Перспектив Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
5. Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
6. Государственная публичная научно-техническая библиотека СО РАН. Режим доступа: <http://www.spsl.nsc.ru>
7. Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

##### 4.5.3 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/>

#### **4.6. Методические рекомендации для слушателей по освоению программы**

Изучать программу (модуль, дисциплину, тему) рекомендуется в соответствии с той последовательностью, которая обозначена в ее содержании.

На лекциях преподаватель озвучивает тему, знакомит с перечнем литературы по теме, обосновывает место и роль этой темы в данном модуле (дисциплине, теме), раскрывает ее практическое значение.

Практические (семинарские) занятия по своему содержанию связаны с тематикой лекционных занятий. Начинать подготовку к занятию целесообразно с конспекта лекций. Задание на практическое (семинарское) занятие сообщается обучающимся до его проведения.

На практическом (семинарском) занятии преподаватель организует обсуждение этой темы, выступая в качестве организатора, консультанта и эксперта учебно-познавательной деятельности обучающегося.

Изучение программы (модуля, дисциплины, темы) включает самостоятельную работу обучающегося.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием преподавателей являются: текущие консультации (в часы консультаций, предусмотренные учебным

планом); прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий); прием и защита лабораторных работ (во время проведения занятий и др.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия преподавателей являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); самостоятельное изучение отдельных тем или вопросов по учебникам или учебным пособиям; подготовка к семинарам и лабораторным работам; выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и др.