ТЕЗИСЫ I МЕЖФАКУЛЬТЕТСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МЕТЕОРОЛОГИЯ БЕЗ ГРАНИЦ»

Санкт-Петербург,
27 сентября 2024 г.

Санкт-Петербург
Издательско-полиграфическая ассоциация
высших учебных заведений
2025

УДК 551.5
ББК 26.23
Т29

Редколлегия:
Анискина О. Г., к.ф.-м.н., доцент
Волобуева О. В., к.г.н., доцент
Ермакова Т. С., к.ф.-м.н., доцент

Тезисы I Межфакультетской научно-практической конференции «Метеорология без границ». Санкт-Петербург, 27 сентября 2024 г. – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2025. – 42 с.

В издании представлены тезисы докладов участников конференции с представлением результатов научных исследований в области проблемы анализа и прогноза природных процессов, а также методов и средств наблюдений за атмосферными процессами. В конференции участвовали представители различных факультетов Российского государственного гидрометеорологического факультета.

Материалы конференции могут быть полезными специалистам в области геофизики, физики атмосферы, гидрометеорологии, гидрологии, океанологии, экологии, а также студентам соответствующих специальностей.

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ ВЫХОДЯТ В РЕДАКЦИИ АВТОРОВ

Подписано в печать 09.07.2025. Формат 60×84/16.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 2,44. Тираж 30. Заказ 165.

Выпущено Издательско-полиграфической ассоциацией
высших учебных заведений с готового оригинал-макета,
предоставленного заказчиком
194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 28, литера А,
помещ. 3-н, ком. 191. Тел.: (812) 987-75-26
mediapapir@gmail.com www.mediapapir.com www.mediapapir.ru

© Коллектив авторов, 2025
© Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2025

ISBN 978-5-91155-430-9

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Батмазова А.А., Гайдукова Е.В.
Облачность нижнего яруса при прогнозе уровенного режима озер — 5

Лобанов В.А., Лебедев А.Б.
Исследования и учебная литература по климату и его изменениям на кафедре МКОА — 6

Ткаченко М.А., Смышляев С.П.
Численное моделирование изменения содержания озона в атмосфере в прошлом, настоящем и будущем — 7

Восканян К.Л., Саенко А. Г.
Автоматический актинометрический комплекс СФ-14-21 — 8

СЕКЦИЯ 1
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Акбаров Хасанбек, Лобанов В.А.
Методика оценки климатического потенциала приходящей солнечной радиации на территории республики Узбекистан — 9

Алексеева Е.Г.
Анализ изменения температуры воздуха на Северо-Западе России в последние десятилетия — 10

Анискина О.Г., Мостаманди С.В.
Исследование климатических изменений ветрового режима по данным гидродинамического моделирования — 10

Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.
Выделение во временных рядах метеорологических величин временных периодов с заданными свойствами — 11

Винокурова Е.В.
Исследование вертикального распределения температуры воздуха в Якутии — 12

Груздев А.И., Лобанов В.А.
Сравнение многолетних рядов наблюдений за температурой воздуха и осадками по данным различных архивов для территории Северо-Западного федерального округа — 13

Егоров К.Л.
Зависимость параметра шероховатости динамически гладкой поверхности от толщины вязкого слоя — 14

Ермакова Т.С., Коваль А.В., Анискина О.Г.
Влияние естественных тропических колебаний на содержание озона и меридиональную циркуляцию в бореальной зимней стратосфере — 15

Ефимова Ю.В., Смирнов Д.Д.
Современные условия возникновения невских наводнений — 16

Иванов Е.А., Яковлева Т.Ю., Потапова И.А.
Оценка количественной зависимости возмущений влажности, приводящих к появлению лентикулярных облаков — 17

Калинин С.Д., Козлов Н.О., Малиновская Е.А.
Сравнительный анализ метеоданных на опустыненных территориях — 18

Канухина А.Ю.
Конвективные характеристики внутримассовых гроз для различных регионов России — 19

Кашлева Л.В., Курасова Е.С., Михайловский Ю.П.
Тенденции изменения метеорологического режима Петропавловска-Камчатского за период 1960-2023 гг — 20

Ковригин Д.Д., Потапова И.А.
Влияние черного углерода на экологическую проблему Арктики — 21

Королева Н.И.
Особенности социально-психологической и профессиональной адаптации жителей Крайнего Севера — 22

Лебедев А.Б., Моисеева Н.О., Караваев Д.М., Щукин Г.Г., Гамбургер Ю.В. Исследование мезомасштабных процессов для прикладных целей	24
Литвинко А.В., Винокуров И.О. Анализ влияния изменений температуры воздуха на временные параметры весеннего половодья на реках республики Коми	25
Мирзоев В., Гайдукова Е.В. Актуальные проблемы анализа и прогноза природных процессов в Узбекистане	26
Нзамбимана Э., Лобанов В.А. Оценка качества данных и климатические изменения температуры воздуха Восточной Африки	27
Потапова И.А., Волкова Н.А. Оценка тенденций изменения климатических факторов формирования стока реки Урал	28
Савенкова Е.Н. Анализ волновой активности в нижней стратосфере	29
Топтунова О.Н., Моцаков М.А. Влияние ВСП на тропосферные процессы на примере декабря 2018 - января 2019 г.	30
Шишкин А.Д., Аникин Д.А., Капустин А.В., Харсов А.А. Анализ влияния синоптических процессов на ухудшение летно-метеорологических условий в районе аэродрома Газпром-Авиа, Левашово	31
Шишкина Т.Р. Исследование случая сильного града в Санкт-Петербурге	32
СЕКЦИЯ 2 **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА АТМОСФЕРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ**	
Бобровский А.П., Дьяченко Н.В., Михтеева Е.Ю., Потапова И.А., Скобликова А.Л., Хлябич П.П., Яковлева Т.Ю. Интерпретация слабых сигналов обратного рассеяния	34
Восканян К.Л., Добровольский А.В., Иванова Т.И., Кузнецов А. Д., Саенко А. Г. Эксплуатация виртуальной лабораторной установки «Тепловая инерция термометров» в условиях дистанционного обучения	35
Жуков В.Ю., Денисенков Д.А. Оценивание закона распределения радиолокационного сигнала, отраженного метеоцелью	36
Исаев Д.И., Николаев А.Д., Щур С.С. Особенности формирования снежного покрова под кронами деревьев	37
Симакина Т.Е. Мониторинг прохождения холодных фронтов через Санкт-Петербург по виртуальной станции погоды	38
Симакина Т.Е., Федосеева Н.В. Анализ условий формирования горных волн по аэрологическим данным	39
Федосеева Н.В., Делиева М.Ю. Обнаружение Байкальской боры по радиолокационным спутниковым снимкам	40

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

ОБЛАЧНОСТЬ НИЖНЕГО ЯРУСА ПРИ ПРОГНОЗЕ УРОВЕННОГО РЕЖИМА ОЗЕР

Батмазова А.А., Гайдукова Е.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
batmazovaa@mail.ru

Аннотация. Рассматривается возможность применения облачности нижнего яруса и облакообразующих метеорологических параметров в качестве предикторов регрессионного уравнения для моделирования уровней воды средних озер бассейнов Балтийского и Баренцева морей.
Ключевые слова. Регрессия, уровенный режим, средние озера, облачность, моделирование.

LOWER CLOUD IN LAKE LEVEL FORECASTS

Batmazova A.A., Gaidukova E.V.[2]
Russian State Hydrometeorological University

Annotation. The possibility of using lower cloud layers and cloud-forming meteorological parameters as predictors of the regression equation for modeling water levels in medium-sized lakes of the Baltic and Barents Sea basins is considered.
Keywords. Regression, level regime, middle lake, the amount of clouds, modeling.

Задача моделирования уровенного режима озер предполагает наличие данных о приходных составляющих водного баланса озер. Помимо склонового стока необходимо учитывать и внешние воздействия – осадки. В случае, когда эта информация отсутствует, в качестве предиктора регрессионного уравнения можно использовать облачность нижнего яруса [1].

Этот параметр дает неплохой результат в случае моделирования по среднемесячным гидрометеорологическим характеристикам и для времени добегания $\tau = 1$ месяц. Так, для оз. Ловозеро (бассейн Баренцева моря) по среднемесячным данным за период с 2015 по 2021 год со временем добегания $\tau = 1$ месяц получен критерий $S/\sigma = 0{,}66$.

Для моделирования суточного хода уровней воды в качестве предиктора, влияющего на образование облачности и, как следствие, осадки, использовалась относительная влажность воздуха. Этот параметр был выявлен путем проверки облакообразующих факторов на наличие эффекта мультиколлинеарности.

Для средних озер бассейна Балтийского моря получены регрессионные уравнения, одной из функций влияния которых была относительная влажность воздуха, с критерием $S/\sigma_\Delta = 0{,}93$ для оз. Ведлозеро, $S/\sigma_\Delta = 0{,}74$ для оз. Лексозеро, $S/\sigma_\Delta = 1{,}00$ для оз. Суоярви при времени добегания $\tau = 18$ суток; $S/\sigma = 0{,}646$ и $S/\sigma = 0{,}92$ для оз. Сандал на зависимом и независимом материале соответственно при времени добегания $\tau = 1$ месяц.

Полученные результаты можно интерпретировать как удовлетворительные, а выведенные уравнения использовать для моделирования уровней воды.

Список литературы

1. *Батмазова А.А., Гайдукова Е.В., Дрегваль М.С.* Особенности построения регрессионной модели для оценки и прогноза уровня озера Ловозеро // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – №7(145). С. 1–11.

ИССЛЕДОВАНИЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО КЛИМАТУ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯМ НА КАФЕДРЕ МКОА

Лобанов В.А., Лебедев А.Б.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
va_lobanov56@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются направления научных исследований в области климатологии и оценки региональных изменений климата. Приводится перечень авторских учебных пособий по дисциплинам, изучаемым на метеорологическом факультете РГГМУ в области климатологии и теории климата.
Ключевые слова. Климат и его изменения, учебные пособия, кафедра МКОА РГГМУ.

SCIENTIFIC RESEARCH AND STUDY LITERATURE ON CLIMATE AND ITS CHANGES AT THE DEPARTMENT OF CMAP

Lobanov V.A., Lebedev A.B.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The article considers the directions of scientific research in the field of climatology and assessment of regional climate changes. A list of the author's textbooks on the disciplines studied at the meteorological faculty of the RSHMU in the field of climatology and climate theory is given.
Keywords. Climate and its changes, textbooks, Department of MKOA of the RSHMU.

На кафедре МКОА РГГМУ научные исследования проводятся по направлению региональной климатологии с целью оценки современных и будущих изменений регионального климата на основе статистических пространственно-временных моделей и результатов физико-математического моделирования климата. В рамках этого направления формируются региональные базы климатических данных и проводится оценка их качества и однородности статистическими методами, разрабатываются и применяются статистические методы и модели для аппроксимации временных рядов и полей климатических характеристик с целью количественной оценки их изменений во времени за последние 70-80 лет и по пространству. Разработана методика по выбору наиболее подходящей физико-математической модели климата для любой рассматриваемой территории на основе сравнения данных наблюдений и результатов исторического эксперимента по моделям проекта CMIP, а также по корректировке результатов сценарных модельных оценок климатических характеристик до конца 21 века на основе полученных современных изменений по данным наблюдений. Эти научные исследования проводятся совместно со студентами при подготовке их ВКР в бакалавриате, магистратуре и аспирантуре.

В РГГМУ изучение климата осуществляется в рамках таких дисциплин, как «Климатология», «Теория климата», «Климатическая обработка метеорологической информации», «Многомерный статистический анализ», «Современные изменения климата». Обучение реализуется в виде лекций, практических и лабораторных занятий в бакалавриате, магистратуре и аспирантуре. Все перечисленные дисциплины обеспечены подготовленными авторскими учебниками и учебными пособиями. Серия учебников «Лекции по климатологии», состоит из двух частей: «Общая климатология» и «Динамика климата», каждая из которых представлена в двух книгах. Для закрепления теоретического материала в форме практических и лабораторных работ подготовлен «Практикум по климатологии» в двух частях, причем часть 1 в настоящее время переиздана. Для дисциплин, изучаемых в магистратуре и аспирантуре подготовлены такие учебные издания как «Многомерный статистический анализ для исследования динамики климата», «Учебное пособие по региональной климатологии», «Методические указания по выполнению курсовой работы «Оценка современных региональных изменений климатических характеристик»». Результаты

защищенных диссертаций аспирантов представлены в 5 монографиях по оценке современных и будущих изменений климата в разных регионах Земли.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА В АТМОСФЕРЕ В ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ

Ткаченко М.А., Смышляев С.П.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
usa4eva.m@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено динамика содержания озона в атмосфере. Для изучения использовалась химико-климатическая модель (CCM) SOCOL. Получено, что Охлаждение нижних слоев стратосферы в основном определялось парниковыми газами в период с 1980 по 2020 год, за исключением периодов после мощных извержений вулканов в 1982 и 1991 годах.
Ключевые слова. Климат, стратосфера, озоновый слой, вулканические аэрозоли, солнечная активность, озоноразрушающие вещества, парниковые газы

NUMERICAL MODELING OF OZONE CONTENT CHANGES IN THE ATMOSPHERE IN THE PAST, PRESENT, AND FUTURE

Tkachenko M.A., Smyshlyaev S.P.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. From 1980 to 2020, the stratospheric temperature and ozone layer have undergone significant changes. To verify and better understand the results of statistical analysis, we employed the Chemical-Climatic Model (CCM) The cooling of the lower stratosphere was primarily determined by greenhouse gases from 1980 to 2020, except for periods following major volcanic eruptions in 1982 and 1991. The influence of other factors is not significant. Future climate change trends have been formulated taking into account the changes in various influencing factors.
Keywords. Climate, stratosphere, ozone layer, volcanic aerosols, solar activity, ozone-depleting substances, greenhouse gases

За период 1980-2020 годов температура стратосферы и озоновый слой претерпели существенные изменения. Характеристика влияния различных факторов воздействия очень важна для понимания и прогнозирования эволюции состояния стратосферы в будущем. Как правило, вклад различных факторов воздействия извлекается из данных наблюдений или моделирования с использованием статистических методов, таких как множественный линейный регрессионный анализ или его аналоги. Однако этот подход осложняется наличием множества способов оценки жизнеспособности.

Для проверки и лучшего понимания результатов статистического анализа, мы использовали химико-климатическую модель (CCM) SOCOL для моделирования реакции стратосферного озона и температуры на изменения:

(1) озоноразрушающих веществ (ОРВ);
(2) концентрации парниковых газов;
(3) интенсивности солнечного излучения;
(4) аэрозольной нагрузки в стратосфере;
(5) температуры поверхности океана/концентрация морского льда;
(6) сочетание факторов воздействия (2) и (5).

Проведён базовый модельный эксперимент, в котором все воздействия были зафиксированы на уровне 1980 года. Эксперименты проводились с учетом изменчивости каждого воздействия и всех факторов одновременно. Мы определили относительный вклад различных факторов в изменение температуры и содержания озона в тропосфере и нижних слоях стратосферы в период с 1980 по 2020 год. Рассматривая ситуацию в глобальном

масштабе, мы выяснили, что разрушение озонового слоя в нижних слоях стратосферы в период с 1980 по 1995 год преобладало увеличение содержания ОРВ, вызванное вулканическим аэрозолем и ослаблением солнечной активности. Восстановление озонового слоя, начавшееся в 1995 году, обусловлено сочетанием солнечной активности (с 1995 по 2000 год), снижением выбросов ОРВ (с 2000 года) и увеличением выбросов парниковых газов, влияющих через потепление климата и охлаждение стратосферы. Охлаждение нижних слоев стратосферы в основном определялось парниковыми газами в период с 1980 по 2020 год, за исключением периодов после мощных извержений вулканов в 1982 и 1991 годах. Влияние других факторов не играет существенной роли. Сформулированы будущие тенденции изменения климата с учетом изменения различных влияющих факторов.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС СФ-14-21

Восканян К.Л., Саенко А. Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург
klvoskanyan@mail.ru; saenko-ag@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются технические характеристики комплекса, его структура, оборудование, работа специального программного обеспечения.
Ключевые слова. Метеорологическая площадка, актинометрия, автоматический актинометрический комплекс, ОАО «Пеленг» (Беларусь).

AUTOMATIC ACTINOMETRIC COMPLEX SF-14-21

Voskanyan K.L., Saenko A.G.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,

Annotation. The technical characteristics of the complex, its structure, equipment, and the operation of special software are considered.
Keywords. Meteorological site, actinometry, automatic actinometric complex, Peleng JSC (Belarus).

В рамках Соглашения о сотрудничестве между ФГБОУ ВО «РГГМУ» и ОАО «Пеленг» – ведущим производителем современного метеорологического оборудования в республике Беларусь в августе 2024 года во дворе первого корпуса университета появилась метеорологическая площадка, оборудованная двумя автоматическими станциями: метеорологической и актинометрической.

Автоматический актинометрический комплекс СФ-14-21 предназначен для актинометрических наблюдений на гидрометеорологической сети с целью получения в автоматическом режиме данных о радиационном состоянии атмосферы.

Установка данного комплекса на территории РГГМУ позволяет обучающимся и сотрудникам университета познакомиться с современным актинометрическим оборудованием, техническими характеристиками комплекса, его аппаратурной составляющей, работой и возможностями специального программного обеспечения, а так же открывает широкие возможности для проведения практических занятий и научных исследований.

Список литературы:

1.Соглашение о сотрудничестве от 01.03.2024 №10-15969-2024
2.Руководство по эксплуатации «Станция актинометрическая СФ-14» ОАО"ПЕЛЕНГ" – 40 с

СЕКЦИЯ 1

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КЛИМАТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИХОДЯЩЕЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Акбаров Хасанбек, Лобанов В.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
akbaroffxasan@gmail.com

Аннотация. Рассматривается методика и возможность расчета основных показателей солнечной радиации на основе многолетних рядов среднемесячных температур воздуха.
Ключевые слова. Узбекистан, гелиоэнергетика, солнечная радиация, температура воздуха.

METHOD OF ASSESSING THE CLIMATE POTENTIAL OF INCOMING SOLAR RADIATION ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Akbarov Khasanbek, Lobanov V.A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The article considers the methodology and possibility of calculating the main indicators of solar radiation based on long-term series of average monthly air temperatures.
Keywords. Uzbekistan, solar energy, solar radiation, air temperature.

Применение альтернативных по отношению к органическому топливу и возобновляемых видов энергии в настоящее время имеет большое значение в связи с современным антропогенным изменением климата. Для Республики Узбекистан таким экологическим видом энергии может случить солнечная энергия и оценка ее климатического и энергетического потенциала является важным условием для дальнейшего планирования и развития гелиоэнергетики.

Для оценки климатического потенциала гелиоэнергии необходимо построение пространственных моделей характеристик солнечной радиации, которые измеряются на сети актинометрических станций. На территории Республики Узбекистан всего 6 актинометрических станций, что недостаточно для надежных пространственных обобщений, но 85 метеорологических станций с многолетними наблюдениями за температурой воздуха, облачностью и другими климатическими характеристиками. Поэтому можно попытаться связать приходящую солнечную радиацию с температурой воздуха, облачностью и другими факторами и таким образом восстановить данные по приходящей радиации для всех метеостанций.

Разработанная методика оценки климатического потенциала приходящей солнечной радиации для территории Узбекистана включает в себя следующие виды работ:

- формирование и оценка надежности и однородности региональной базы данных по многолетним рядам характеристик солнечной радиации и ее основных факторов: среднемесячной температуры, облачности и другим;
- построение зависимостей между характеристиками солнечной радиации и ее метеорологическими факторами на актинометрических станциях;
- установление закономерностей коэффициентов полученных зависимостей по территории и в зависимости от факторов;

- восстановление многолетних и климатических данных по характеристикам приходящей радиации на всех метеостанциях территории Республики Узбекистан;
- пространственное обобщение данных по приходящей радиации по 85 станциям.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Алексеева Е.Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
e.alekseeva-rshu@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрено изменение температуры воздуха за период 1951-2018 года на 45 станциях северо-запада Российской Федерации. Проанализировано изменение экстремальных значений температуры воздуха по нормализированным значениям 10- и 90-процентелей. Выявлены станции, на которых произошли самые значительные изменения. Проанализированы продолжительность и интенсивность положительных аномалий – аномалий, что значение превышает 90-процентиль и продолжительностью более 5 суток. Отмечается, что в последнее тридцатилетие положительные аномалии стали наблюдаться значительно чаще и распространяются на большие территории (станции).
Ключевые слова. температуры воздуха, климатические изменения, аномалии температуры, экстремальные значения.

ANALYSIS OF AIR TEMPERATURE CHANGES IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA IN RECENT DECADES

Alekseeva E.G.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The air temperature change for the period 1951-2018 at 45 stations in the north-west of the Russian Federation is considered. The variation of extreme air temperature values by normalized values of 10 and 90 percent is analyzed. The stations where the most significant changes have occurred have been identified. The duration and intensity of positive anomalies – anomalies that exceed the 90th percentile and last more than 5 days - were analyzed. It is noted that in the last thirty years, positive anomalies have become much more frequent and spread to large areas (stations).
Keywords. air temperatures, climatic changes, temperature anomalies, extreme values.

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА ПО ДАННЫМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Анискина О.Г., Мостаманди С.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
olga.aniskina@mail.ru

Аннотация. В работе проанализирована изменчивость скорости ветра на уровне 10 м за период 1980-2020 год по данным моделирования с использованием мезомасштабной модели WRF-Chem. Численные эксперименты показали изменение розы ветров за последние 40 лет.
Ключевые слова. Скорость ветра, климат, модель WRF-Chem

INVESTIGATION OF CLIMATIC CHANGES IN THE WIND REGIME ACCORDING TO HYDRODYNAMIC MODELING DATA

Aniskina O.G., Modtamandi S.V.
Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg

Annotation. The paper analyzes the variability of wind speed at the level of 10 m for the period 1980-2020 according to modeling data using the WRF-Chem mesoscale model. Numerical experiments have shown a change in the wind rose over the past 40 years.
Keywords. Wind speed, climate, WRF-Chem model.

Проведено моделирование с учётом изменения газового и аэрозольного состава атмосферы для Северо-Запада России в целом и для отдельных городов – Санкт-Петербурга и Апатит. Численное моделирование показало, что происходить изменение направления и скорости ветра на высоте 10м, которое можно объяснить изменением климата, вызванного антропогенным воздействие.

ВЫДЕЛЕНИЕ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ВРЕМЕННЫХ ПЕРИОДОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
kvosia@mail.ru

Аннотация. Предложен алгоритм поиска во временных рядах метеовеличин временных периодов с заданными свойствами. С использованием климатического архива работа алгоритма проиллюстрирована на примере нахождения временных периодов в СПб, благоприятных для сбора кленового сока.
Ключевые слова. Временные ряды метеорологических величин, исследование свойств временных рядов.

IDENTIFYING TIME PERIODS WITH SPECIFIED PROPERTIES IN A TIME SERIES OF METEOROLOGICAL VALUES

Voskanyan K.L., Kuznetsov A.D., Seroukhova O.S.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. An algorithm for searching time series of meteorological quantities of time periods with given properties is proposed. The algorithm operation is illustrated by the example of finding time periods in Saint Petersburg favorable for collecting maple sap using the climate archive.
Keywords. Time series of meteorological quantities, study of time series properties.

С недавних пор в России начал развиваться промысел, который прочно ассоциируется с Канадой. Речь идёт о заготовке кленового сока и получении из него знаменитого сиропа. Клён это дерево, у которого раньше всех начинается сокодвижение. Это продолжается до тех пор, пока сохраняется необходимое условие - днём температуры положительные, ночью мороз. Это очень важно, так как именно в это время дерево отдает больше сока и чем сильнее перепад суточных температур, тем выше сокопродуктивность деревьев [1 - 3].

С 2013 года и в России началось промышленное производство кленового сиропа. Может "промышленное" - слишком громко сказано, ведь это был всего лишь один питерский энтузиаст: Алексей Грибин. Но идея оказалась удачной и ее подхватили в других регионах - в Пензенской, Орловской, Кемеровской, Воронежской и Псковской областях. В средней полосе сбор кленового сока обычно начинается в конце марта — в начале апреля (дней за 10 -20 до начала сбора березового сока) [3].

Рентабельность: для сравнения – если срубить сосну или ель в возрасте промышленной спелости в 80 лет, то продажа 1,5 кубометра древесины принесёт арендатору леса

однократный доход в пределах 5 - 5,5 тыс. руб., а продажа кленового сиропа принесет доход в 6 тыс. руб. каждый год, начиная с 30-40 летнего возраста клена. [1].

Поскольку сбор кленового сока начинается без применения технических средств (вакуумных насосов) в период, когда наблюдаются «температурные качели»: днем температура положительная, а ночью – отрицательная, то представляется важным провести исследование наличия таких периодов в данном пункте сбора кленового сока для того, чтобы оценить рентабельность организации предприятия по его сбору. Для решения этой задачи необходимо иметь временные ряды приземных температур воздуха, содержащие минимальные и максимальные значения суточных температур, которые могут быть получены на основе данных автоматических метеорологических станций [4, 5].

В данной работе описано использование программы для ПЭВМ, позволяющей во временном ряде, содержащем минимальные и максимальные суточные значения температуры воздуха выделить периоды, когда в течении суток температура менялась от положительных значений до отрицательных. Расчеты проведены по климатическим данным для СПб.

Список литературы

1. Электронный ресурс: https://dzen.ru/a/XJLRy31kugCzK9wA
2. Электронный ресурс: https://vk.com/wall-11853702_19843
3. Электронный ресурс: https://vk.com/wall-11853702_19843
4. *Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. Учебное пособие. –СПб.: РГГМУ, 2016.–195 с.
5. *Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С*. Автоматические метеорологические станции. Часть 2. Цифровая обработка данных автоматических метеорологических станций. Практикум. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 99 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЯКУТИИ

Винокурова Е.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
katekaulitz483@mail.ru

Аннотация. В работе проанализирована изменчивость вертикальных профилей температуры воздуха на трёх станциях Якутии – Алдан, Тура и Якутск, за период с 2005 по 2024 год. Проанализировано число инверсий, их мощность, изменчивость в зависимости от времени суток, сезона года и синоптической ситуации. Проведённый анализ позволяет говорить о том, что увеличилось количество приподнятых инверсий мощностью до 1 км. Увеличилось количество ситуаций, в которых повышение температуры воздуха наблюдается в верхних слоях атмосферы, что, скорее всего, можно связать с внезапными стратосферными потеплениями.
Ключевые слова. Профиль температуры воздуха, инверсия, Якутия, внезапные стратосферные потепления

INVESTIGATION OF THE VERTICAL DISTRIBUTION OF AIR TEMPERATURE IN YAKUTIA

Vinokurova E.V.
Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg

Annotation. The paper analyzes the variability of vertical air temperature profiles at three stations in Yakutia – Aldan, Tura and Yakutsk, for the period from 2005 to 2024. The number of inversions, their power, and variability depending on the time of day, season, and synoptic situation are analyzed. The analysis suggests that the number of raised inversions with a capacity of up to 1 km has increased. The number of situations in

which an increase in air temperature is observed in the upper atmosphere has increased, which most likely can be associated with sudden stratospheric warming.
Keywords. Air temperature profile, inversion, Yakutia, sudden stratospheric warming

СРАВНЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ ВОЗДУХА И ОСАДКАМИ ПО ДАННЫМ РАЗЛИЧНЫХ АРХИВОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Груздев А.И., Лобанов В.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
gruzdev2542022@mail.ru

Аннотация. Произведен сравнительный анализ климатических характеристик (средних за месяц осадков и среднемесячной температуры воздуха) по данным архивов Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации (Мирового центра данных в г. Обнинск (ВНИИГМИ-МЦД)), справочно-информационного портала "Погода и климат" и метеорологического института королевства Нидерланды.
Ключевые слова. Северо-Западный федеральный округ, архивы данных, среднемесячная температура воздуха и осадки.

COMPARISON OF LONG-TERM MONTHLY SERIES OF AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION OBSERVATIONS BASED ON DATA FROM VARIOUS ARCHIVES FOR THE TERRITORY OF THE NORTHWESTERN FEDERAL DISTRICT

Gruzdev A.I., Lobanov V.A.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. A comparative analysis of climatic characteristics (average monthly air temperature and precipitation) was made according to the archives of the All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information (the World data center in Obninsk), the information portal "Weather and Climate" and the Meteorological Institute of the Kingdom of the Netherlands.
Keywords. Northwestern Federal District, climate, data archives, average monthly air temperature and precipitation.

Для оценки происходящих климатических изменений на территории Северо-Западного федерального округа необходимы надежные данные о климатических характеристиках, таких как среднемесячная температура воздуха и осадки. Вместе с тем, существует несколько разных архивов данных и следует установить, насколько одинакова и надежна информация в них.

Для сравнения выбраны 45 метеостанций и данные наблюдений в средние месяцы каждого сезона за совместный период в среднем 90 лет для температуры и 55 лет для осадков. При анализе коэффициентов корреляции между рядами наблюдений из архива ВНИИГМИ-МЦД [1] и с сайта "Погода и Климат" получено, что для температур апреля, июля и октября данные практически идентичны на всех станциях и r равен 0,99-1,0, а в январе на юго-востоке территории r равен 0,96-0,98. В архивах метеорологического института Королевства Нидерланды [2] представлено меньше метеорологических станций. Корреляционная связь с данными Обнинска также высока, r равен 0,99-1,0 для рядов температуры января, в апреле, июле и октябре на юго-западе территории r равны 0,97-0,98.

Корреляционная связь рядов осадков ниже во все месяцы, чем для температуры воздуха, так, например, r=0,90-0,95 в холодный сезон на востоке территории в первом случае, и r=0,85 на севере во втором.

Список литературы

1. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных [Электронный ресурс] http://meteo.ru/data
2. Метеорологический институт Королевства Нидерланды [Электронный ресурс] https://climexp.knmi.nl/

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРА ШЕРОХОВАТОСТИ ДИНАМИЧЕСКИ ГЛАДКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ВЯЗКОГО СЛОЯ

Егоров К. Л.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
k-yegorov@mail.ru

Аннотация. В турбулентном потоке над динамически гладкой водной поверхностью определяется связь между безразмерными значениями толщины вязкого слоя и параметра шероховатости. Для решения задачи используется две модели. В одной из них вязкий и буферный слои являются самостоятельными частями всей области интегрирования. Вторая модель учитывает процессы в вязком слое введением параметра шероховатости.
Ключевые слова. Вязкость, буферный слой, параметр шероховатости, профиль ветра.

DEPENDENCE OF THE ROUGHNESS PARAMETER OF A DYNAMICALLY SMOOTH SURFACE FROM THE THICKNESS OF THE VISCOUS LAYER

Yegorov K. L.
Russian State Hydrometeorology University (RSHU), St. Petersburg

Annotation. In turbulent flow over a dynamically smooth water surface, the relationship between the dimensionless thickness values of the viscous layer and the roughness parameter is determined. Two models are used to solve the problem. In one of them, the viscous and buffer layers are independent parts of the entire integration region. The second model takes into account the processes in the viscous layer by introducing the roughness parameter.
Keywords. Viscosity, buffer layer, roughness parameter, wind profile.

Уравнения и решения.

В модели 1 учитывается слой, в котором вертикальный поток импульса представляется в виде суммы вязкого напряжения τ_ν и турбулентного напряжения Рейнольдса τ_t. Приняты положения, используемые работах [1] и [2] с моделью Прандтля:

$$\tau_\nu + \tau_t = const = u_*^2,\ \tau_\nu = \nu\, du/dz,\ \tau_t = k\, du/dz,\quad k = \kappa^2 z^2\, du/dz, \tag{1}$$

$$: u_n(h_n)_1 = \ln 2h_n - 1 + \kappa a_\nu \qquad h_n = 2\kappa u_* \nu^{-1} h,\quad u_n = \kappa u/u_*, \qquad \kappa \approx 0.4 \tag{2}$$

Здесь u_* -скорость трения, $a_\nu = h_\nu u_* / \nu$, h_ν - толщина вязкого слоя.

В модели 2 вязкость учитывается параметром шероховатости $z_0 = m_\nu \nu u_*^{-1}$.

Решение имеет вид: $u_n(h_n)_2 = \ln(h_n / z_{0n}),\quad z_{0n} = 2\kappa \cdot m_\nu$ (3)

На высотах, много больших толщины вязкого подслоя, решения для безразмерных скоростей для обеих моделей должны быть равны. Выполнение такого условия и должно

накладывать требование на соответствие между численными значениями коэффициента m_ν в модели 2 и коэффициента a_ν в модели 1.

Равенство соотношений (2) и (3) приводит к результату:

$$m_\nu = 0.25\kappa^{-1} \cdot \exp(1 - \kappa a_\nu) \quad ,$$

отражающему соответствие между численными значениями величин a_ν и m_ν

Список литературы

1. *Rotta J.* Das in Wandnähe gültige Geschwindigkeitsgesetz turbulenter Strömungen // Ing. Arch. 1950. Vol. 18. P. 277–280. doi: 10.1007/BF00536743
2. *Miles J. W.* On the velocity profile for turbulent flow near a smooth wall // J. Aeronaut. Sci. 1957. Vol. 24. №9. P 704.

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ТРОПИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ОЗОНА И МЕРИДИОНАЛЬНУЮ ЦИРКУЛЯЦИЮ В БОРЕАЛЬНОЙ ЗИМНЕЙ СТРАТОСФЕРЕ

Ермакова Т.С.[1,2], Коваль А.В.[2], Анискина О.Г.[1]
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
taalika@mail.eu

Аннотация. В работе изучена зависимость содержания озона в полярной стратосфере от различных фаз квазидвухлетнего колебания (КДК) зонального ветра и Эль-Ниньо–Южного колебания (ЭНЮК) в зимний период. Среднемесячная (с ноября по январь) остаточная меридиональная циркуляция (ОМЦ) рассчитана для четырех различных комбинаций основных фаз ЭНЮК и КДК с использованием данных реанализа MERRA2. Показано, что фаза КДК проявляется в различных вертикальных распределениях озона в экваториальной стратосфере, а также в усилении/ослаблении вторичной меридиональной циркуляции в тропиках. Усиление ОМЦ от тропической к полярной стратосфере сильнее на высотах, где в тропиках больше озона в условиях Эль-Ниньо. Усиление ОМЦ наблюдается из районов с истощенным озоном в условиях Ла-Нинья. К февралю в условиях Ла-Нинья и восточного КДК наблюдается «накопительный» эффект, который выражается в самом низком содержании озона в полярной стратосфере. Численные эксперименты, проведенные с использованием Модели средней и верхней атмосферы (МУАМ), подтвердили тенденции изменения меридионального переноса, выявленные с использованием данных реанализа MERRA2.
Ключевые слова. Стратосферный озон, остаточная меридиональная циркуляция, Эль-Ниньо Южная осцилляция, квазидвухлетнее колебание.

INFLUENCE OF NATURAL TROPICAL OSCILLATIONS ON OZONE CONTENT AND MERIDIONAL CIRCULATION IN THE BOREAL WINTER STRATOSPHERE

Ermakova T.[1 2], Koval A.[2], Aniskina O.[2]
[1]Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg
[2]Saint Petersburg University, Saint-Petersburg

Annotation. The dependence of ozone content in the polar stratosphere upon different phases of the quasi-biennial oscillation (QBO) of the zonal wind and the El Niño–Southern Oscillation (ENSO) during winter was studied. The monthly (from November to January) mean residual meridional circulation (RMC) was calculated for four different combinations of the main phases of ENSO and QBO using MERRA2 reanalysis data. It has been demonstrated that the QBO phase manifests itself in different vertical distributions of ozone in the equatorial stratosphere, as well as in strengthening/weakening of the secondary meridional circulation in the tropics. The enhancement of the RMC from the tropical to the polar stratosphere is stronger at altitudes where

ozone is higher in the tropics under El Niño conditions. The RMC modification and intensification are observed from ozone-depleted areas under La Niña conditions. A “cumulative” effect is observed by February under La Niña conditions and the easterly QBO, which is expressed in the lowest ozone content in the polar stratosphere. The numerical experiments carried out using the Middle and Upper Atmosphere Model (MUAM) confirmed tendencies in changes in the meridional transport detected from the reanalysis data for different combinations of QBO and ENSO.
Keywords. Stratospheric ozone; residual meridional circulation; El Niño–Southern Oscillation; quasi-biennial oscillation

СОВРЕМЕННЫЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕВСКИХ НАВОДНЕНИЙ

Ефимова Ю.В.[1], Смирнов Д.Д.[2]
[1] Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2]АО «Ленгидропроект»
luluef@mail.ru

Аннотация. В научно-исследовательской работе проанализированы синоптические условия формирования сильных невских наводнений за период с 1921 года по 2023 год. Выделены 4 типа траекторий циклонов, приводящих к сильным невским наводнениям. Определены современные синоптические ситуации, сопутствующие подтоплениям городской черты при работающем Комплексе Защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений.
Ключевые слова. Невские наводнения, синоптическая ситуация, подтопления, траектории циклонов.

MODERN CONDITIONS FOR THE OCCURRENCE OF NEVA FLOODS

Efimova Yu.V.[1], Smirnov D.D.[2]
[1] Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg
[2]SC "Lengidroproekt

Annotation. The analyses of the synoptic conditions of the severe Neva floods formation for the period from 1921 to 2023 is presented in the research. There are 4 types of cyclone trajectories leading to severe Neva floods. The modern synoptic situations accompanying flooding of the city with the operating Complex of Flood Defenses in St. Petersburg are determined.
Keywords. Neva floods, synoptic situations, flooding of the city, cyclone trajectories.

В ходе проведения научно-исследовательской работы были проанализированы все сильные невские наводнения за период с 1921 года по 2020 год (56 случаев). Для анализа их синоптических особенностей использовался архив данных реанализа модели GFSR [1].

Было выделено 4 типовые траектории циклонических образований, сопутствующих сильным невским наводнениям.

В результате сравнительного анализа выделенных траекторий по двум базовым периодам: с 1961 года по 1990 год и с 1991 года по 2020 год, было выявлено, что повторяемость траектории 1 типа (траектория циклона, проходящего над центральной Балтикой) уменьшилась с 53 % до 33%, наводненческая траектория 3 типа (траектория циклона, который имеет центр над Северно-Ледовитым океаном в районе Норвежского моря, на Балтику оказывает воздействие его глубокая ложбина) стала наблюдаться чаще на 18 %. В большинстве случаев подтопления городской черты Санкт-Петербурга вызываются сложной синоптической ситуацией с малоподвижной многоцентровой депрессией над полярным регионом и северной Атлантикой, которую можно отнести к 3 типу наводненческой ситуации. Наблюдается длительный ветровой подпор Невы в районе ее устья, который продолжается при открытии створов Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга. Для подтоплений характерны юго-западные ветра со скоростью выше 10 м/с, которые соответствуют южной части многоцентровой депрессии.

Целесообразно при прогнозе подъема уровня Невы при невских наводнениях учитывать возможный длительный ветровой подпор для предотвращения ущерба при подтоплениях городских территорий

Список литературы

1. Карты погоды. Данные реанализа модели GFSR (Глобальная система прогноза погоды) [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.wetterzentrale.de. Дата обращения 22.06.2024 год.

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВОЗМУЩЕНИЙ ВЛАЖНОСТИ, ПРИВОДЯЩИХ К ПОЯВЛЕНИЮ ЛЕНТИКУЛЯРНЫХ ОБЛАКОВ

Иванов Е.А., Яковлева Т.Ю., Потапова И.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
yakovtat@yandex.ru

Аннотация. Анализ исследования количественной оценки перепада влажности, приводящего к появлению лентикулярных облаков, их зависимость от перепада значений вертикального профиля влажности.
Ключевые слова. Влажность, лентикулярные облака.

ASSESSMENT OF THE QUANTITATIVE DEPENDENCE OF HUMIDITY DISTURBANCES LEADING TO THE APPEARANCE OF LENTICULAR CLOUDS

Ivanov E.A., Yakovleva T.Yu., Potapova I.A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. Analysis of the study of the quantitative assessment of the humidity drop leading to the appearance of lenticular clouds, their dependence on the difference in the values of the vertical humidity profile.
Keywords. Humidity, lenticular clouds.

Лентикулярные (дискоидные, линзовидные) облака – редкое природное явление, которое в первую очередь связывают с движением вертикальных слоистых потоков в тропосфере, на гребнях которых оно возникает. Линзовидные облака дают визуальное представление о сложнейших процессах, происходящих в тропосфере, а также могут сигнализировать о скором и резком ухудшении метеоусловий.

Происхождение горизонтальных уровней в линзовидных облаках было качественно описано Ричардом Скорером [1], как обусловленное вертикальным, слоистым полем влаги в то время, как величина её возмущения ещё не была количественно определена. Для подтверждения гипотезы Скорера были проведены тесты чувствительности с применением численного моделирования, и показано, что для образования слоистых лентикулярных облаков в природе, достаточно крайне незначительного изменения влажности с высотой. Буквально ± 0,25 % колебания относительной влажности могут создать углубления в облаке примерно на 170 метров.

Результаты, полученные с помощью численного моделирования, проведенного Мэттью Хиллсом и профессором Дэйлом Дюррэйном [2], подтвердили гипотезу о наслаивании влаги, предложенную Р. Скорером. Чувствительность слоёв к незначительным возмущениям вертикального профиля влажности способна влиять на образование линзовидных облаков с многослойной структурой, и это помогает объяснить редкость их появления. В горной местности неподвижно застывшие над доминирующими вершинами «тарелки» – это не только красивое природное явление, но и весьма точный индикатор скорого

ухудшения метеоусловий в районе. Автор, работая в горной местности, не раз убеждался в этом на своем опыте.

Список литературы

1. *Scorer R.S.* Clouds of the world [Текст] / R.S. Scorer Abbot, UK: Ltd Newton, 1972 – 124 с.
2. *Mathew O. G. Hills, Dale R. Durran* Quantifying moisture perturbations leading to stacked lenticular clouds // Quarterly journal of the Royal Meteorological Society. – 2014. – № 140. – С. 12 – 16.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТЕОДАННЫХ НА ОПУСТЫНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Калинин С.Д.[1a], Козлов Н.О.[1], Малиновская Е.А.[2b]
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2]Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва
[a]*fixinit8@gmail.com*, [b]*elen_am@inbox.ru*

Аннотация. В статье рассматривается сравнение метеоданных в двух точках, расположенных друг от друга на расстоянии 200 метров: на территории подвижных песков с дюнным рельефом и в степной зоне. Показания были сняты в Республике Калмыкия в 2024 г.
Ключевые слова. Калмыкия, опустыненные территории, ветер, температура.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METEOROLOGICAL DATA IN DESOLATE AREAS

Kalinin S.D.[1a], Kozlov N.O.[1], Malinovskaya E.A.[2b]
[1]Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg
[2]A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow

Annotation. The article considers a comparison of the indicators of two weather stations located 200 meters apart from each other. The testimony was taken in the Republic of Kalmykia.
Keywords. Kalmykia, desolate territories, wind, temperature.

В представленной работе рассматривается задача, являющаяся частью актуальной проблемы изучения эмиссии и переноса пылевого аэрозоля в результате ветрового воздействия на поверхность с незакрепленным грунтом (песком).

Сравниваются показатели ветра и температуры на территории Республики Калмыкия. Данные были получены в период конца июля 2024 года. Сравниваются результаты измерения в двух точках на расстоянии двухсот метров. В первой точке на территории с подвижными песками и дюнным рельефом проводились комплексные измерения ИФА им.А.М.Обухова РАН, в частности, метеопараметры на высоте 2 и 10 м (метеорологический комплекс AANDERAA Data Instruments, ультразвуковые анемометры Metek uSonic-3 Scientific). В другой точке была относительно ровная поверхность, покрытая невысокой растительностью (степная зона), где был установлен на высоте 2 м метеоприбор WeatherStationVentusw150.

Собран и проанализирован архив данных, определено, что превалирующий ветер в данном участке является восточным. В день, описываемый в этой работе, была зафиксирована максимальная скорость ветра V_{max}= 8,9 м/с. Температура колебалась от T_{min}= 22,2 °С до T_{max}= 36,9 °С.

На основании полученных данных определено, что барханная местность влияет на усиление ветра и нагрев воздуха на высоте двух метров. Почва в степи нагревалась меньше, однако температура воздуха была в среднем выше на 3-4°С. Вероятно, ветер, дующий со стороны бархана, переносит теплые массы воздуха в сторону степи. В условиях слабых ветров вследствие особенностей рельефа, прогрева земной поверхности и возникновения конвективных потоков воздуха и неоднородном прогреве поверхности может возникать

тепловой ветер [1], который способствует переносу аэрозоля.

Атмосферное давление, фиксируемое на территории степи, оказалось меньше, чем на песках, что является одной из причин усиления скорости ветра.

Авторы выражают благодарность ИФА им. А. М. Обухова РАН за возможность участия в измерительной кампании 2024г.

Исследования выполнены при поддержке Российского научного фонда – проект №23-27-00480 «Исследование генерации и выноса пылевого аэрозоля надаридными территориями в условиях неоднородностей рельефа и температуры».

Список литературы

1.*Чхетиани О.Г., Калашник М.В., Ингель Л.Х.,* Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2013г., том 49, № 2, с. 137–143.

КОНВЕКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРИМАССОВЫХ ГРОЗ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Канухина А.Ю.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
anna.kanukhina@rshu.ru

Аннотация. Проводится анализ грозовых случаев за несколько лет в некоторых регионах РФ: на юге Республики Коми, в Санкт-Петербурге, Саратове на основании синоптических и аэрологических данных. Грозы систематизировались по синоптической ситуации, далее проводился анализ индексов конвекции для внутримассовых гроз.
Ключевые слова. Внутримассовая гроза, конвекция, индексы конвекции.

CONVECTIVE CHARACTERISTICS OF AIR-MASS THUNDERSTORMS FOR VARIOUS REGIONS OF RUSSIA

A.Y.Kanukhina
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. An analysis of thunderstorm events over several years in regions of the Russian Federation is done: in the south of the Komi Republic, in St. Petersburg and Saratov on synoptic and aerological data. Thunderstorms were systematized by the synoptic situation then an analysis of convection indices for air-mass thunderstorms was done.
Keywords. Air-mass thunderstorm, convection, convective indices.

Одними из наиболее опасных конвективных явлений погоды являются грозы, поэтому их точный прогноз важен для хозяйственной деятельности человека. Грозы как мезомасштабные явления возникают в результате взаимодействия синоптических атмосферных процессов и локальных условий. Горизонтальные размеры гроз в разы меньше расстояний между станциями радиозондирования, время существования короткое. Поэтому существуют трудности в их регистрации и прогнозе. В середине XX века был разработан [1] ряд термодинамических характеристик, которые позволяют оценить степень конвективной неустойчивости атмосферы. К настоящему времени известны различные подходы к прогнозированию гроз, в том числе с помощью индексов конвекции, применяются синоптико-статистические методы и гидродинамическое моделирование. При первом подходе оценивается вероятности грозы по данным одного профиля радиозонда. Другой способ связан с использованием термодинамических индексов в численном моделировании конвекции, наличие которой является необходимым условием возникновения гроз. Например, Гидрометцентр РФ предоставляет на картах COSMO-Ru с шагом сетки не более 2.2 км

характеристики MLCAPE (Mixed Layer CAPE – энергия нижнего (100 гПа) перемешенного слоя атмосферы) и индекс потенциала молний.

Уже были показаны различия между зарубежными значениями индексов и значениями, которые наблюдаются на территории России: Западной Сибири [2], Пермского края, Дальнего Востока. Однако работы проводились для различных конвективных явлений. Как показал проведенный анализ внутримассовые грозы развиваются чаще, чем фронтальные. Поэтому целью данного исследования является уточнение пороговых значений индексов неустойчивости, при которых наблюдаются именно внутримассовые грозы, для регионов РФ. Уже проведен анализ для юга Республики Коми за 6 лет, Санкт-Петербург за 7 лет, Саратова за 4 года.

Список литературы

1. *Sholwalter A. K.* A stability index for thunderstorm forecasting // Bull. Amer. Meteorol. Soc. 1953. Vol. 34. P. 250–252.
2. *Горбатенко В. П., Константинова Д. А.* Конвекция в атмосфере над юго-востоком Западной Сибири // Оптика атмосферы океана. 2009.Т. 22. № 1. С. 17–21.

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО ЗА ПЕРИОД 1960-2023 ГГ

Кашлева Л.В.[1], Курасова Е.С.[1], Михайловский Ю.П.[2]
[1] Российский Государственный Гидрометеорологический Университет, Санкт-Петербург
[2] Главная Геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Санкт-Петербург
kashleval@yandex.ru

Аннотация. Рассматривается изменение метеорологического режима (температуры воздуха, сумм осадков и атмосферного давления) за период 1960-2023 годы и показано, что наблюдаемые изменения параметров взаимосвязаны.
Ключевые слова. Температурный режим, режим осадков, ОЦА, атмосферное давление.

TRENDS IN THE METEOROLOGICAL REGIME OF PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKY FOR THE PERIOD 1960-2023

Kashleva L.V.[1], Kurasova E.S[1]., Mikhailovskii Yu.P.[2]
[1] Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg
[2] The Main Geophysical Observatory named after A.I. Voeikov, Saint Petersburg

Annotation. The changes in the meteorological regime (air temperature, precipitation amounts and atmospheric pressure) for the period 1960-2023 are considered and it is shown that the observed changes in parameters are interrelated.
Keywords. Temperature regime, precipitation regime, temperature, atmospheric pressure.

Рассмотрен метеорологический режим Петропавловска-Камчатского за период 1060-2023 годы. В рассмотрение включены измерения температуры воздуха, суммы осадков и атмосферное давление. Рассмотрены отдельно периоды по 20 лет: 1060-1980гг., 1981-2000гг., 2001-2023 гг.

Показано, что в рассмотренный период начиная с 1980 годы происходит постепенный рост температуры воздуха, уменьшение сумм осадков. Средняя среднегодовая температура за период 1960-1980гг. составила 2,0 ^{0}C, за период 1981-2000 составила 2,7 ^{0}C, за период 2001-2023гг. составила 3,2 ^{0}C. При этом происходят практически синхронизированные изменения годовых сумм осадков (уменьшение) и рост атмосферного давления.

Выдвигается предположение, что температурные изменения вызваны динамическими причинами.

ВЛИЯНИЕ ЧЕРНОГО УГЛЕРОДА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОБЛЕМУ АРКТИКИ

Ковригин Д. Д., Потапова И. А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
dankov2003@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме загрязнения Арктики черным углеродом, рассмотрены физические процессы и методы исследования данной проблемы.
Ключевые слова. Микродисперсный черный углерод, воздушные массы, барический градиент, сила Кориолиса.

THE IMPACT OF BLACK CARBON ON THE ENVIRONMENTAL PROBLEM OF THE ARCTIC

Kovrigin D. D., Potapova I. A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The article is devoted to the problem of pollution of the Arctic with black carbon, physical processes and research methods of this problem.
Keywords. Microdispersed black carbon, air masses, baric gradient, Coriolis force.

Изучение и мониторинг загрязнения атмосферы в Арктике важны из-за ее роли в глобальном климате. Выбросы черного углерода влияют на климат и окружающую среду.

Под действием силы Кориолиса и барического градиента воздушные массы перемещают черный углерод на большие расстояния, в частности, от источников пожаров, вызывая глобальное распространение загрязнений, также и по направлению к полюсам, в частности Арктики. Сила Кориолиса приводит к тому, что ветры в северном полушарии поворачивают направо, а в южном – налево. Барический градиент, создает силу, которая вызывает движение воздуха от области высокого давления к области низкого давления. Вместе эти факторы приводят к тому, что воздушные массы, содержащие мелкодисперсный черный углерод, могут перемещаться на большие расстояния, включая направление на Арктику [1]. Это может привести к образованию слоя, содержащего мелкодисперсный черный углерод, который будет поглощать энергию солнечного излучения и разогревать непосредственно атмосферу. Концентрацию загрязняющих частиц необходимо измерять [2, 3] и исследовать данный эффект с использованием разработанных методов [4].

Таким образом, необходимо уменьшать попадание черного углерода в Арктический воздушный бассейн всеми возможными способами ради сохранения экосистем Арктики и знать тенденцию изменения концентрации черного углерода.

Список литературы

1. Российский фонд фундаментальных исследований, 1992–2024, Следы на снегу. Эмиссия чёрного углерода меняет климат Арктики: *https://www.rfbr.ru/rffi/ru/science_news/o_2128887*
2. *Егоров А.Д., Потапова И.А.* Лидарные исследования прозрачности атмосферы / Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. № 553. 2004. С. 131-142.
3. *Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсницкая Ю.Б., Драбенко В.А.* Лидарное зондирование атмосферного аэрозоля / Метеорологический вестник. Т. 5. № 2. 2013. С. 42-51.
4. *Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсницкая Ю.Б.* Обращение слабых сигналов обратного рассеяния / Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2011. № 22. С. 144-148.

ОСОБЕННОСТИ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ЖИТЕЛЕЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Королева Н.И.
Российский государственный гидрометеорологический университет
koronati@gmail.com

Аннотация. Рассматривается проблема адаптации в условиях Крайнего Севера, при этом решающими становятся социально-психологическая и профессиональная адаптация как способ построения своей жизнедеятельности и профессиональной деятельности в суровых климатических условиях.
Ключевые слова. Адаптация, социально-психологическая адаптация, профессиональная адаптация, мотивация, саногенное мышление

FEATURES OF SOCIO-PSYCHOLOGICAL AND PROFESSIONAL ADAPTATION OF RESIDENTS OF THE FAR NORTH

Koroleva N.I.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. The problem of adaptation in the conditions of the Far North is considered, with socio-psychological and professional adaptation becoming crucial as a way to build one's life and professional activities in harsh climatic conditions.
Keywords. Adaptation, socio-psychological adaptation, professional adaptation, motivation, sanogenic thinking.

Проблема адаптации человека к существующим условиям его жизнедеятельности является одной из наиболее актуальной в современной психологической науке. В Психологическом словаре адаптация интерпретируется как приспособление к существующим условиям. А.В. Осницкий характеризует несколько видов адаптации: а) биологическая адаптация – приспособление строения и функций организма к условиям среды и к меняющимся условиям функционирования (в этом случае задача организма – сохранить постоянство внутренней среды (гомеостаза)); б) психологическая адаптация – активный и непрерывный процесс формирования психофизиологических, психических и социально-психологических состояний и качеств, адекватных требованиям жизнедеятельности. При этом можно выделить *психическую* адаптацию – приспособление психической деятельности человека к условиям окружающей среды; *социальную* – приспособление человека к нормам, правилам и ценностям конкретной социальной среды, к ее социально-экономическим, социокультурным и национально-этническим условиям; *трудовую* – приспособление человека к определенным формам трудовой деятельности и формирование на этой основе профессионально важных качеств личности, способствующих повышению ее трудоспособности [4, с.353].

Работа в условиях Крайнего Севера, по словам исследователей, сопровождается высокоинтенсивными нагрузками, которые превышают нагрузки в «обычных» условиях труда. К тому же природные факторы Крайнего Севера оказывают выраженное негативное воздействие на физическое и психическое состояние человека – что получило название «синдрома полярного напряжения»: низкие температуры и сильные ветры, короткое полярное лето, полярная ночь и полярный день, недостаток солнечного света, длительное нахождение в замкнутых помещениях, особенности питания, ограниченные возможности цивилизации и культуры и т.п. [1, с.233].

Учитывая столь непростые условия проживания, следует говорить прежде всего о социально-психологической и профессиональной адаптации, которые становятся решающими в приспособлении людей к данным условиям и построения в них своей траектории жизнедеятельности.

Что будет являться определяющим в адаптации жителей Крайнего Севера? Прежде всего сам фактор преобразовательной активности, который и отличает человека как творца. По словам В.Е. Киселевой и А.Б. Михалевой, человек воспринимает и осознает бытие через осознание труда в нем [2]. Следовательно, решающую роль в адаптации человека на новом месте должна сыграть его деятельная активность.

А.К. Цгоева в своем исследовании попыталась выявить психологические характеристики работников при длительном проживании на Крайнем Севере. Личностный адаптационный потенциал работников определяется прежде всего отношением к своей профессии. Автор разработала диагностическую методику, согласно которой работники делятся на несколько категорий – от наиболее мотивированных, которые видят ценность своего труда в нестандартных природно-климатических условиях и просто любят свою профессию, нашли себя в ней и передают свой опыт новым поколениям полярников, - до тех, кто просто делает свое дело, не будучи довольным существующими условиями жизнедеятельности. Высокомотивированные отличались социальным оптимизмом и не просто жизнестойкостью, а позицией творца своей реальности в существующих условиях.

Таким образом, можно говорить о том, что профессиональная адаптация проявляется в осознании своей внутренней позиции (себя в деятельности) и в отношении к своей деятельности как жизнетворчеству. В этом смысле профессиональная адаптация в условиях Крайнего Севера неотъемлема от адаптации к жизни в целом. В профессиональной деятельности переплетаются разные смысловые «пласты» развития человека: когнитивный (осознание своей профессии (своего дела) как ценности); эмоционально-мотивационный (переживание своей профессии как значимой ценности (преобразование жизни своей и других людей в экстремальных для организма климатических условиях)); конативный - стремление развиваться в своей профессии и совершенствовать условия труда, передавать свой профессиональный опыт таким же преданным своему делу молодым сотрудникам.

При изучении проблемы социально-психологической адаптации в условиях Крайнего Севера, обращает на себя внимание следующий факт. Средний возраст прибывающих на Север жителей – от 22 до 70 лет, большинство из которых – 45-летние (56% женщин и 44% мужчин). По словам В.Е. Киселевой и А.Б. Михалевой, в основном это люди трудоспособного возраста, занятые в бюджетной и социальной сфере: учителя, воспитатели, работники культуры [2]. Главную роль в их адаптации сыграла их «флексибильность», то есть, гибкость в мышлении и поведении, готовность к высокой социальной мобильности, саногенное мышление в целом.

Под саногенным мышлением Ю.М. Орлов понимает «здоровое», позитивное мышление в отличие от «патогенного» [3]. Когда люди концентрируются не на трудностях, а на возможностях, оптимистически настроены и готовы творить свою реальность в оторванных от «большого мира» условиях – именно этот фактор и становится решающим не только в их социально-психологической и профессиональной адаптации. А также существенно определяющим психологическое здоровье в целом – как способность строить гармоничные взаимоотношения с окружающей социальной средой, получая удовольствие от своей жизнедеятельности в целом. Так, многочисленные исследования показали, что оптимистически настроенные люди в новых и трудных для них климатических условиях значительно реже болеют и утверждают, что проживание на Крайнем Севере не несет негативного влияния на их здоровье [2].

Пессимистически настроенные как правило не задерживаются на Крайнем Севере, поскольку ригидность мышления и суровые условия проживания несовместимы (Киселева В.Е., Михалева А.Б. Цгоева А.К. и др.).

Стоит обратить внимание еще на один существенный фактор социально-психологической адаптации в условиях Крайнего Севера. Многие опрошенные, столкнувшись с бытовыми трудностями и отсутствием привычных социальных удобств подчеркнули особую роль других людей в их адаптации, в том числе и местных жителей, которые на первых порах обеспечили

всем необходимым и оказывали психологическую поддержку. Сказалось некое особое «северное братство», которое очень помогло в принятии новой реальности, а также освоение местных традиций, что практически полностью предотвратило ситуации какого-либо психологического дискомфорта при взаимодействии с новой для себя социальной культурой и ее носителями [1, с.236].

Таким образом, саногенное мышление как оптимистичная когнитивная картина мира и ее ценностное переживание, воплощенное в отношении как к профессиональной деятельности, так и жизнедеятельности в целом, - становится главным условием успешной социально-психологической адаптации личности в условиях Крайнего Севера.

Список литературы

1. *Благинин А.А., Цгоева А.К., Торчило В.В.* Личностный адаптационный потенциал как интегральная психологическая характеристика адаптационных способностей людей, проживающих в условиях Крайнего Севера. СПб.: Ленинградский государственный университет им. А. С. Пушкина, 2005. С. 232-237.
2. *Киселева В.Е., Михалева А.Б.* Социальная адаптация населения в условиях Крайнего Севера// https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialnaya-adaptatsiya-naseleniya-v-usloviyah-kraynego-severa/viewer [доступ предоставлен 17.09.2004]
3. *Орлов Ю.Б.* Оздоравливающее саногенное мышление. – М.: Эксмо,2022. [электронная книга]
4. *Осницкий А.В.* Проблемы психического здоровья и адаптации личности. – СПб: Серебряный век, 2003 – 384 с.
5. *Цгоева А.К.* Особенности социально-психологической адаптации работников опасных производственных объектов в условиях Крайнего Севера/Автореф.дис. на соискание ученой степени канд. психол. наук. – СПб:2006

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ ЦЕЛЕЙ

Лебедев А.Б.[1], Моисеева Н.О.[2], Караваев Д.М.[3], Щукин Г.Г.[4], Гамбургер Ю.В.[2]
[1] Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2] Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
[3] Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург
[4]Муромский институт (филиал) ВлГУ имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Муром

Актуальные проблемы анализа и прогноза природных процессов.

lebandbor@rambler.ru

Аннотация. Докладываются некоторые результаты многолетних исследований по изучению арктических мезовихрей и мезомасштабной структуры атмосферных фронтов.
Ключевые слова. Арктические мезовихри, атмосферные фронты, полярные депрессии.

STUDY OF MESO-SCALE PROCESSES FOR APPLIED PURPOSES

Lebedev A.B[1], Moisttva N.O.[2], Karavaev D.M. [3], Schukin G.G. [4], Hamburger Y.V. [2]
[1] Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg
[2]Saint-Petersburg State University of Civil Aviation, St.Petersburg
[3]Mozhaisky Military Space Academy, St.Petersburg
[4] Murom Institute of Vladimir State University, Murom

Annotation. Some results of long-term research on the study of Arctic mesovortices and the mesoscale structure of atmospheric fronts are presented.
Keywords. Arctic mesovortices, atmospheric fronts, polar lows.

Для изучения арктических мезовихрей используются дополнительные источники информации [1], в т.ч. сбрасываемые радиозонды. Существует несколько механизмов возникновения арктических мезовихрей [2]. Для каждого вида следует разработать типовую термобарическую схему, благоприятную для их возникновения [1].

Для исследования мезоструктуры атмосферных фронтов используется наземная микроволновая аппаратура – радиометр водяного пара. Некоторые случаи прохождения атмосферных фронтов изложены в [3-4].

Список литературы

1.Лебедев А.Б., Караваев Д.М., Черный В.В. Проблемные вопросы прогнозирования арктических мезоциклонов в целях гидрометеорологического обеспечения // Труды V Всероссийской научной конференции "Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды". – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. – Т. 2. – С. 222-225.
2.Лебедев А.Б., Караваев Д.М. Классификация арктических мезовихрей // Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды: материалы VI Всероссийской научной конференции. / ВКА имени А.Ф. Можайского. СПб. 2020. С. 159–164.
3.Караваев Д.М., Лебедев А.Б. Щукин Г.Г.. и др. Совершенствование методики исследований мезоструктуры атмосферных фронтов на основе применения наземной микроволновой радиометрии // Гидрометеорология и экология. 2023. № 71. С. 249-259.
4.Караваев Д.М., Лебедев А.Б., Щукин Г.Г. и др. Перспективы применения методов наземной микроволновой радиометрии для синоптического анализа атмосферных фронтов и прогноза опасных явлений погоды // Метеорология и гидрология. 2022. № 12. С. 56-65. DOI: 10.52002/0130-2906-2022-12-56-65

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА РЕКАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Литвинко А.В.[1], Винокуров И.О.[2]
[1] АО «НИПИИ «Комимелиоводхозпроект», Сыктывкар
[2] Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
vinig@rshu.ru

Аннотация. В работе показана связь полученных изменений климата с гидрологическими характеристиками временных параметров весеннего половодья.
Ключевые слова. Изменение климата, весеннее половодье, гидрологические расчеты.

ANALYSIS OF INFLUENCE OF CHANGES IN AIR TEMPERATURE ON TIMING PARAMETERS OF SPRING FLOOD ON RIVERS OF KOMI REPUBLIC

Litvinko A.V.[1], Vinokurov I.O.[2]
[1] AO «NIPII «Komimeliovodhozproekt», Syktyvkar
[2] Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg

Annotation. The paper provides a study of connection between climate changes and hydrological timing characteristics of flood flow.
Keywords. Climate changes, spring flood, hydrological calculations.

Результаты исследований [1] свидетельствуют о том, что на протяжении последних четырех десятилетий и северные районы нашей страны подвержены изменениям климата. В работе был проведён анализ климатических изменений на территории водосбора реки Вычегда, протекающей большей частью в пределах республики Коми. Рассмотрены хронологические графики температуры воздуха по метеостанциям Сыктывкар, Усть-Вымь,

Котлас, на которых четко видна тенденция к увеличению среднегодовых значений. С целью выявления года начала климатических изменений были построены суммарные интегральные кривые нормированных значений среднегодовой температуры воздуха. Анализ полученных графиков показал, что в качестве такого года, осреднено для всей территории, можно принять 1980 год, что подтверждает данные упомянутых выше исследований по более крупным регионам. С учетом выявленной точки, на хронологических графиках после 1980 года наблюдается выраженный тренд на повышение среднегодовой температуры воздуха, который был незаметен или значительно меньше в предшествующий период.

Для анализа гидрологических характеристик было выбрано 13 постов в бассейне Вычегды, по которым на основе ежедневных данных о расходе воды графически определялись даты начала весеннего половодья, его окончания, максимума и рассчитывалась продолжительность половодья. Были построены хронологические графики исследуемых временных характеристик, выделены тренды изменения исследуемых величин, построены интегральные кривые рассматриваемых характеристик, на многих из которых также полученная точка расхождения примерно соответствует 1980 году, что подтверждает тезис о влиянии климатических изменений на временные характеристики весеннего половодья.

Таким образом, в работе на основе анализа изменений среднегодовой температуры воздуха показано, что выявленные изменения временных характеристик весеннего половодья могут быть связаны с изменениями климата.

Список литературы

1. О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2022 году. Минприроды Республики Коми [и др.]; под общ. ред. ГБУ РК «ТФИ РК». – Сыктывкар: Минприроды Республики Коми. – 2023. – 164 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В УЗБЕКИСТАНЕ

Мирзоев В.[1], Гайдукова Е.В.[2]
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
Актуальные проблемы анализа и прогноза природных процессов
oderiut@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются актуальные проблемы анализа и прогноза природных процессов в Узбекистане, внимание сосредоточено на таких аспектах, как изменение климата, водные ресурсы и сельское хозяйство.
Ключевые слова. Изменение климата, условия формирования стока, моделирование, Узбекистан.

TOPICAL PROBLEMS OF ANALYSIS AND FORECASTING OF NATURAL PROCESSES IN UZBEKISTAN

Mirzoev V.[1], Gaidukova E.V.[2]
[1]Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg

Annotation. The article examines current issues of analysis and forecasting of natural processes in Uzbekistan, focusing on such aspects as climate change, water resources and agriculture.
Keywords. Climate change, runoff formation conditions, modeling, Uzbekistan.

Узбекистан – страна с разнообразными природными условиями, которая сталкивается с уникальными вызовами в области анализа и прогнозирования природных процессов. Значительное влияние на природные процессы в Узбекистане оказывает и изменение климата, которое ведет к различным последствиям, включая таяние ледников, изменение режима

осадков, увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений (засухи, наводнения), повышение температуры и, как следствие изменения метеорологических характеристик, изменение гидрологического режима водных объектов.

В Узбекистане проблема водных ресурсов стоит особенно остро, так как страна является одним из крупнейших потребителей воды в Центральной Азии. Основные проблемы связаны с истощением источников воды, ухудшением качества воды, сложным планированием управления водными ресурсами.

На проблемы с водными ресурсами откликается в первую очередь сельское хозяйство. К актуальным проблемам в этом секторе относятся изменение устойчивости сельскохозяйственных культур, рациональное использование воды, снижение плодородия почв.

Для эффективного управления природными процессами необходимо использование современных методов прогнозирования. В Узбекистане активно используют подходы точного мониторинга и сбора данных, моделирование климатических изменений и гидрологическое моделирование [1].

Анализ и прогнозирование природных процессов в Узбекистане сталкиваются с рядом актуальных проблем, связанных с изменением климата, водными ресурсами и сельским хозяйством. Эффективное решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего использование современных технологий, координацию на уровне страны и регионов, а также внедрение устойчивых практик в управлении природными ресурсами. Дальнейшие исследования и инновационные подходы помогут в преодолении вызовов и обеспечении устойчивого развития страны.

Список литературы

1. *Gaidukova E., Mirzoev V., Lukas R., Victorova N.* On the issue of forecasting the runoff of mountain rivers in Uzbekistan // IV International Conference on Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Energy, Ecology and Earth Science (ESDCA2024). E3S Web of Conferences. LES ULIS, 2024. C. 3026. DOI: 10.1051/e3sconf/202451003026

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДАННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ВОСТОЧНОЙ АФРИКИ

Нзамбимана Э, Лобанов В.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
enonzamb1992@mail.ru

Аннотация. Дано сравнение и оценка качества информации по многолетним рядам температуры воздуха из разных климатических архивов. Получены пространственные закономерности изменения температур воздуха по данным наблюдений и по восстановленным данным до и после 1960 года.
Ключевые слова. Восточная Африка, архивы данных, температура воздуха, климатические изменения.

DATA QUALITY ASSESSMENT AND CLIMATE CHANGES IN AIR TEMPERATURE IN EAST AFRICA

Nzambimana E., Lobanov V.A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The article provides a comparison and assessment of the quality of information on long-term air temperature series from different climate archives. Spatial patterns of air temperature changes are obtained based on observations and reconstructed data before and after 1960.
Keywords. East Africa, data archives, air temperature, climate change.

Основная проблема исследования климатических изменений температур воздуха на территории Восточной Африки связана с доступностью и качеством информации. Рассматриваются данных двух климатических архивов: метеорологического института Королевства Нидерланды [1] и архива pogodaiklimat на сайте [2]. Хотя климатический архив метеорологического института Королевства Нидерланды и является официальным и более надежным, но в нем ограниченное число станций и большая часть информации заканчивается 2019 годом. На сайте [2] число станций больше, и он постоянно пополняется самой последней информацией. Поэтому была оценена надежность данных архива pogodaiklimat путем нахождения коэффициентов корреляции R между многолетними рядами среднемесячных температур воздуха за совместный период наблюдений. Построена карта пространственного распределения R, которая свидетельствует, что на подавляющей части территории R>0,9, но есть отдельные области и метеостанции, где R существенно меньше. Для станций и территорий с наиболее высокими R ряды наблюдений были дополнены информацией по 2024 год и добавлены новые метеостанции.

На основе полученной базы данных рядов температур воздуха, проверенных на однородность и приведенных к многолетнему периоду с восстановлением пропусков наблюдений, была выполнена оценка климатических изменений в многолетних рядах как по данным наблюдений, так и по восстановленных данным и для периодов до и после 1960 года. В результате моделирования временных рядов установлено, что до 1960 года климатические изменения температуры воздуха практически отсутствуют. После 1960 г. как по данным наблюдений, так и по восстановленным данным получено, что климатические изменения температуры воздуха имеют место на большей части рассматриваемой территории, а на севере и юге практически отсутствуют. Дана количественная оценка полученному росту температуры воздуха за последние 63 года.

Список литературы

1.https://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?id=someone@somewhere [дата обращения: 22.09.2024]
2. http://www.pogodaiklimat.ru/history.php [дата обращения: 22.09.2024]

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕКИ УРАЛ

Потапова И. А., Волкова Н. А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
potapovaira@yandex.ru, sanots@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные тенденции климатических факторов, которые формируют сток реки Урал. В качестве основных факторов выбраны: температура воздуха, атмосферные осадки и высота снежного покрова. Данные получены с сайта meteo.ru по следующим метеорологическим станциям: Троицк, Верхнеуральск, Зилаир, Бреды, Оренбург, Акбулак, Домбаровский. Получено, что температура воздуха имеет значимый тренд на повышение по всем метеостанциям, количество осадков незначительно уменьшается по всем метеостанциям, тренды изменения высоты снежного покрова незначимы.
Ключевые слова: водосбор реки Урал, климатические факторы.

ASSESSMENT OF CHANGE TRENDS IN CLIMATIC FACTORS FORMING THE URAL RIVER RUNOFF

Potapova I. A., Volkova N. A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. The article examines the main trends in climatic factors that form the Ural River runoff. The following factors were selected as the main factors: air temperature, precipitation and snow depth. Data were

obtained from the meteo.ru website for the following meteorological stations: Troitsk, Verkhneuralsk, Zilair, Bredy, Orenburg, Akbulak, Dombarovsky. It was found that air temperature has a significant upward trend at all meteorological stations, the amount of precipitation slightly decreases at all meteorological stations, and trends in snow depth are insignificant.
Keywords. Ural River catchment area, climatic factors.

Главными климатическими факторами, определяющими величину весеннего, а следовательно, и годового стока рек района, являются снегозапасы в бассейне реки к началу таяния, дождевые осадки в период половодья, степень увлажнения и глубина промерзания почвогрунтов водосбора и интенсивность снеготаяния.

С 1 июля 2022 года подведомственные учреждения Росгидромета перешли на использование в оперативно-производственной практике климатических норм, рассчитанных за период 1991-2020 годы. Рассчитаны нормы температуры воздуха за весь период наблюдений и за четыре 30-летних периода с шагом в 10 лет: 1961-1990, 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020 гг. Среднегодовая температура воздуха растет по всем метеостанциям исследуемого района.

Рассчитаны нормы атмосферных осадков за весь период наблюдений и за три 30-летних периода с шагом в 10 лет: 1971-2000, 1981-2010, 1991-2020 гг. Количество атмосферных осадков в целом уменьшается по всем метеостанциям исследуемого района.

Для оценки тенденций изменения климатических факторов на сток реки Урал построена корреляционная матрица. Произведена проверка значимости коэффициентов корреляции [1]. Наибольшее положительное влияние на среднегодовой сток р. Урал в створе г. Верхнеуральск оказывают показатели даты наступления максимального снежного покрова (0,73) и сумма осадков за год (0,40), наибольшее отрицательное влияние оказывает средняя высота снежного покрова (-0,88) по МС Верхнеуральск.

Список литературы

1. *Саноцкая Н.А., Лоскутов Д.А., Ромашова К.В.* Прогнозирование максимального уровня воды рек как обобщенного параметра состояния сложной нелинейной системы на основе использования многослойной нейронной сети / Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 2 (72). С. 14-20.

АНАЛИЗ ВОЛНОВОЙ АКТИВНОСТИ В НИЖНЕЙ СТРАТОСФЕРЕ

Савенкова Е.Н.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
savenkova.en@mail.ru

Аннотация. В данной работе была проанализирована волновая активность стационарной планетарной волны с зональным волновым числом 1 в поле геопотенциальной высоты в течение последних 44 лет в бореальной зимней стратосфере. Было показано, что межгодовая изменчивость усредненных за январь значений амплитуд, наблюдаемая за последние сорок лет, варьирует в широких пределах, но нельзя сказать, что динамика стратосферы становиться более нерегулярной и хаотичной. Для анализа внутрисезонной изменчивости были проанализированы компоненты потоков волновой активности Эллиасена- Пальма. Анализ показал сильную изменчивость условий вертикального распространения волн в январе, что говорит об изменении условий распространения волновых пакетов в бореальной зимней стратосфере.
Ключевые слова. Планетарные волны, зимняя стратосфера, потоки волновой активности.

ANALYSIS OF WAVE ACTIVITY IN THE LOWER STRATOSPHERE

Savenkova E.N.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. In this work the wave activity of a stationary planetary wave with a zonal wave number of 1 in the geopotential height field was analyzed over the past 44 years in the boreal winter stratosphere. It was shown that the interannual variability of the amplitudes observed over the past forty years in January varies widely, but it cannot be said that the stratosphere dynamics becomes more irregular and chaotic. To analyze the intraseasonal variability, the components of the Elliasen-Palm wave activity flows were analyzed. The analysis showed a strong variability in the conditions of vertical wave propagation in January, which indicates a change in the conditions of wave packet propagation in the boreal winter stratosphere.
Keywords. Planetary waves, winter stratosphere, wave activity fluxes.

В работе [1] было показано, что за период с 1960 по 2010 гг. наблюдалось увеличение амплитуды и внутрисезонной изменчивости стационарной планетарной волны с зональным волновым числом 1 в бореальной стратосфере в зимний период, что говорит об усилении стратосферных вацилляций, которые усиливаются за счет взаимодействия планетарных волн со средним зональным потоком. В настоящей работе волновая активность планетарных волн с зональным волновым числом 1 анализировалась на основе данных реанализа MERRA. Были рассчитаны среднеянварьские значения амплитуд для лет с 1981 по 2024 годы. Анализ показал, что не только не наблюдается тренда в сторону усиления амплитуд за последние годы (тренд не значим), но и на высотах верхней стратосферы (около 50 км) в последние годы есть тенденция уменьшения амплитуды в январе. Такая изменчивость амплитуд от года к году связана с условиями распространения планетарных волн от поверхности в среднюю и верхнюю атмосферу. Для оценки условий распространения были рассчитаны и проанализированы потоки волновой активности Элиссена-Палма. Как показано в [2] в последние годы наблюдается увеличение вертикальной компоненты потока (восходящей составляющей). Причем, зона максимума потока располагается над Дальним Востоком России на высоте 20 км. Вероятно, условия распространения волн на более высокие уровни определяются шириной волновода, который в последние годы имеет тенденцию становиться уже.

Список литературы

1. *Pogoreltsev, A. I. et al.* “Variability of planetary waves as a signature of possible climatic changes.” Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 71 (2009): 1529-1539.
2. *Диденко К. А., Ермакова Т. С., Погорельцев А. И., Ракушина Е. В.* Климатическая изменчивость стратосферно-тропосферных взаимодействий, наблюдаемая в последние десятилетия // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2021. Т. 37. № 4. С. 159- 170. DOI: 10.26117/2079-6641-2021-37-4-159-170

ВЛИЯНИЕ ВСП НА ТРОПОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ПРИМЕРЕ ДЕКАБРЯ 2018 - ЯНВАРЯ 2019 Г.

Топтунова О.Н.[1,2], Моцаков М.А.[1]
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Аннотация. В работе изучаются особенности стратосферного влияния на тропосферные процессы во время мажорного внезапного стратосферного потепления в декабре 2018 – январе 2019. На основе реанализа MERRA2 изучено влияние положения стратосферного полярного вихря на положение высотной фронтальной зоны (ВФЗ), изменение ведущих потоков в средней тропосфере, и, как следствие, изменение приземных аномалий температуры. С помощью изэнтропического анализа продемонстрировано влияние событий ВСП на образование складок тропопаузы. После события ВСП декабря 2018 – января 2019 года произошла деформация ВФЗ над Канадой, смена ведущих потоков на меридиональные, что послужило формированию волны холода. Изэнтропический анализ показал, что, помимо смены потоков в средней тропосфере, ВСП вызвало вторжение стратосферного воздуха в

тропосферу, что, в свою очередь, способствовало усилению этой волны. Корреляционный анализ с временным сдвигом, примененный для исследования влияния стратосферы на тропосферу за счет распространения вниз аномалий геопотенциала, показал, что, с временным лагом в 2 недели, прослеживается значимая корреляция аномалий геопотенциала в средней тропосфере (500 гПа) с его аномалиями в стратосфере (7 гПа).
Ключевые слова. Стратосферно-тропосферные связи, долгосрочный прогноз, аномалии холода.

INFLUENCE OF SUDDEN STRATOSPHERIC WARMING ON TROPOSPHERIC CIRCULATION: CASE STUDY OF THE DECEMBER 2018 - JANUARY 2019 EVENT

Toptunova O.[1,2], Motsakov M.[1]
[1] Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg
[2] Saint Petersburg University, Saint-Petersburg

Annotation. The research is considirated the case study of the major sudden stratospheric warming (SSW) during December 2018 – January 2019. Based MERRA2 data it has been shown the influence of the stratospheric polar vortex location on the change of the position of the upper-level frontal zone (UFZ), changes in the steering flows in the middle troposphere, and, as a consequences, surface temperature anomalies. Isentropic analysis has been demonstrated influence of SSW events on the on the formation of tropopause folds. After the SSW event of December 2018 - January 2019, the UFZ deformed over Canada, the steering flows changed to meridional ones, which served to form a cold wave. Isentropic analysis showed that, the SSW caused the intrusion of stratospheric air into the troposphere, which, in turn, contributed to the intensification of the cold wave in addition to the change of flows in the middle troposphere. Correlation analysis with a time shift applied to study the influence of the stratosphere on the troposphere due to the downward propagation of geopotential anomalies showed a significant correlation of these anomalies between the middle troposphere (500 hPa) and the stratosphere (7 hPa) with a time lag of 2 weeks.
Keywords. Stratosphere-troposphere coupling, long range forecast, cold anomalies.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА УХУДШЕНИЕ ЛЕТНО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА ГАЗПРОМ-АВИА, ЛЕВАШОВО

Шишкин А.Д., Аникин Д.А., Капустин А.В., Харсов А.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
kaps4000@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности развития синоптических процессов и анализируется их влияние на ухудшение летно-метеорологических условий в районе аэродрома.
Ключевые слова. Гидрометеорологические условия, синоптические процессы, циклоны, антициклоны, низкая облачность, ограниченная видимость, опасные явления погоды.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SYNOPTIC PROCESSES ON THE DETERIORATION OF FLIGHT AND METEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE AREA OF GAZPROM-AVIA AIRFIELD, LEVASHOVO

Sishkin A.D., Anikin D.A., Kapustin A.V., Kharisov A.A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The features of the development of synoptic processes are considered and their impact on the deterioration of flight and meteorological conditions in the airfield area is analyzed.
Keywords. Hydrometeorological conditions, synoptic processes, cyclones, anticyclones, low clouds, limited visibility, dangerous weather phenomena.

Для решения задач обеспечения бесперебойной работы аэропорта, в том числе, необходима оценка влияния метеорологических условий в различные сезоны года с учетом синоптических процессов, по данным многолетних наблюдений [1].

Район нового аэродрома «Газпром-авиа» относится к районам с умеренным морским климатом. Особенное значение для района аэродрома имеет горизонтальный перенос влажного морского воздуха с Атлантики, достигающий наибольшей интенсивности в осенне-зимний период, когда температурный контраст земля-море является наибольшим. В этот период возрастает интенсивность циклонической деятельности на полярных и арктических фронтах.

Интенсивность атмосферной циркуляции ослабевает в весенне-летний период. Это объясняется уменьшением контрастов температур между южными и северными широтами за счёт увеличения притока солнечной радиации. В летнее время радиационный режим приобретает важное значение в формировании основных особенностей климата, а в остальные сезоны и особенно зимой главным климатообразующим фактором является атмосферная циркуляция, которая обуславливает неустойчивый, быстроменяющийся тип погоды [2].

Анализ синоптических процессов показал, что наиболее благоприятными для работы авиации является период с апреля по сентябрь, когда по всему району базирования преобладают простые метеорологические условия. Основными опасными явлениями этого периода являются грозы и радиационные туманы. Наиболее сложным в метеорологическом отношении является период с октября по март, когда повторяемость дней со сложными метеорологическими условиями достигает 50% и более. Опасными явлениями погоды этого периода являются интенсивные осадки, метели и гололёд [3].

Список литературы

1. Наставление по метеорологическому обеспечению авиации России – Москва: Роскомгидромет, Министерство транспорта России, 1995 – 15 с.
2. *Золина О. Г.* Климатология циклонической активности в Северном полушарии и ее связь с процессами взаимодействия океана и атмосферы. – М., Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, 2002, – 297 с.
3. Авиационно-климатическое описание аэродрома Левашово. СПб, 2020, – 83 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЧАЯ СИЛЬНОГО ГРАДА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Шишкина Т.Р.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
tana-sakiura@mail.ru

Аннотация. В статье проанализирован первый случай града в Санкт-Петербурге в 2024 году, который выпал 3 апреля. Град рассмотрен с применением мезомасштабной модели WRF-ARF.
Ключевые слова. Град, конвективные явления, неустойчивая атмосфера, опасные явления погоды.

STUDY OF A CASE OF SEVERE HAIL IN ST. PETERSBURG

Shishkina T.R.
Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg

Annotation. The article analyzes the first case of hail in St. Petersburg in 2024, which fell on April 3. The hail is considered using the WRF-ARW mesoscale model.
Keywords. Hail, convective phenomena, unstable atmosphere, dangerous weather phenomena.

Град – это опасное конвективное явление, способное нанести серьёзный ущерб экономике и сельскому хозяйству. Исследовать и прогнозировать град в настоящее время

затруднительно из-за недостаточного понимания микрофизических и термодинамических процессов образования града [1].

В условиях меняющегося климата град стал чаще возникать весной и осенью в Санкт-Петербурге, достигая критериев неблагоприятного и опасного явления. Такая тенденция отмечается и на более северных станциях [2].

В 2024 году в Санкт-Петербурге первый случай града отмечен 3 апреля 2024 в 07:53 ВСВ, что является нетипичной ситуацией. Также были отмечены грозы на станциях Санкт-Петербург, Кронштадт, Ломоносов.

Проведен численный эксперимент этой ситуации с помощью мезомасштабной модели WRF-ARW. В тыловой части циклона PATRICIA у земли произошла адвекция холода, температура воздуха понизилась до -2…-4 гр., а на высоте АТ-850 (1,5 км.) сохранились теплые воздушные массы +4…+5 гр. При таком контрасте температуры воздуха создались благоприятные условия для возникновения грозо-градовых процессов. Значение индекса CAPE, рассчитанного с помощью модели, не превышало 550 Дж/кг, что соответствует слабой неустойчивости атмосферы (<1000 Дж/кг), можно предположить, что для переходных сезонов года неустойчивость атмосферы формируется и при более низких значениях.

Список литературы

1. Ашабоков Б.А., Федченко Л. М., Тапасханов В. О. и др. Физика градовых облаков и активных воздействий на них: состояние и направления развития. – Нальчик: ООО «Печатный двор», 2013 – 216 с.
2. Шишкина Т. Р., Анискина О.Г. Анализ изменения количества случаев града в Северо-Западном федеральном округе за период с 1931 по 2022 гг. // Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития : Материалы II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 20–22 марта 2024 года. – Санкт-Петербург: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. – С. 187-189.

СЕКЦИЯ 2

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА АТМОСФЕРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ

Бобровский А. П., Дьяченко Н. В., Михтеева Е. Ю., Потапова И. А.,
Скобликова А. Л., Хлябич П. П., Яковлева Т. Ю.
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
potapovaira@yandex.ru

Аннотация. В работе предложено решение лидарного уравнения для определения коэффициента ослабления и оценка погрешности ее определения.
Ключевые слова. Лидарное зондирование, атмосферный аэрозоль, коэффициент ослабления, лидарные данные, сигнал обратного рассеяния.

INTERPRETATION OF WEAK BACKSCATTERING SIGNALS

Bobrovsky A. P., Dyachenko N.V., Mikheeva E.Y., Potapova I. A.,
Skoblikova A. L., Khlyabich P. P., Yakovleva T.Y.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The paper proposes a solution to the lidar equation for determining the attenuation coefficient and an estimate of the error of its determination.
Keywords. Lidar sensing, atmospheric aerosol, attenuation coefficient, lidar data, backscattering signal.

Рассматриваются вопросы интерпретации данных лидарного зондирования атмосферного аэрозоля на основе решения уравнения

$$P_i = P_* + BR_i^{-2}\exp(-2\sigma R_i), \quad (1)$$

где P_i - принятый слабый сигнал обратного рассеяния, P_* - мощность солнечного излучения, рассеянного атмосферой в направлении на приемное устройство лидара, т.е., фоновая засветка, B - постоянная лидара, R_i - расстояние от лидара до зондируемого объема, σ - коэффициент ослабления.

Для того, чтобы найти величины σ, P_* с наименьшей погрешностью минимизируется сумма квадратов отклонений рассчитанных мощностей от измеренных значений:

$$\delta^2 = \sum_1^n \left\{P_* + BR_i^{-2}\exp(-2\tilde{\sigma}R_i)(1-2\Delta\sigma R_i) - P_i\right\}^2, \quad (2)$$

где

$$\Delta\sigma = \sigma - \tilde{\sigma}, \quad (3)$$

$\tilde{\sigma}$ - предварительно вычисленное значение коэффициента ослабления [1, 2].

Таким образом, используется метод наименьших квадратов, причем осуществляется линеаризация решаемой задачи.

Рассматривается систематическая погрешность определения сигнала обратного рассеяния

$$\delta_i = P_* + BR_i^{-2}\exp(-2\sigma R_i) - P_i. \quad (4)$$

В работе показано, что существование систематической погрешности слабого сигнала обратного рассеяния может приводить к погрешности определения параметров аэрозоля, на порядок большей.

Список литературы

1. *Yegorov A.D., Potapova I.A., Rzhonsnitskaya Yu.B., Drabenko V.A., Sanotskaya N.A., Shchadin A.V.* Atmospheric aerosols measurements and the reliability problem: new results / International Journal of Remote Sensing, 2014, v. 35, 5750 – 5765.
2. *Потапова И.А., Егоров А.Д., Дьяченко Н.В., Саноцкая Н.А., Скобликова А.Л., Яковлева Т.Ю.* Интерпретация слабого радиационного излучения при лидарном зондировании атмосферы // В книге: АТМОСФЕРНАЯ РАДИАЦИЯ и ДИНАМИКА (МСАРД – 2019). Международный симпозиум. Тезисы. 2019. С. 189-190.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ «ТЕПЛОВАЯ ИНЕРЦИЯ ТЕРМОМЕТРОВ» В УСЛОВИЯХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Восканян К.Л., Добровольский А.В., Иванова Т.И., Кузнецов А. Д., Саенко А. Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург
ivanowat04@gmail.com; zlobik-dobrik123@mail.ru

Аннотация. Во время дистанционного обучения многие университеты столкнулись с проблемой, связанной с проведением занятий с лабораторными установками. Для комфортной работы преподавателей и студентов была разработана виртуальная лабораторная установка, которая позволяет работать с прибором на расстоянии. В статье представлен принцип работы установки, ее результаты, а также анализ полученных данных.
Ключевые слова. Виртуальная лабораторная установка, термометр, температура, код, дистанционное обучение, Цельсий, термометрическая жидкость, параметры термометра

OPERATION OF THE VIRTUAL LABORATORY INSTALLATION “THERMAL INERTIA OF THERMOMETERS” IN DISTANCE LEARNING CONDITIONS.

Voskanyan K.L., Dobrovolsky A.V., Ivanova T.I., Kuznetsov A.D., Saenko A.G.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,

Annotation. During distance learning, many universities have faced the problem of conducting classes with laboratory facilities. For the comfortable work of teachers and students, a virtual laboratory installation has been developed, which allows you to work with the device from a distance. The article presents the principle of operation of the installation, its results, as well as an analysis of the data obtained.
Keywords. Virtual laboratory setup, thermometer, temperature, code, distance learning, Celsius, thermometric liquid, thermometer parameters.

Дистанционное обучение стало достаточно привычной системой получения знаний, но здесь не обошлось без затруднений. Трудности коснулись практической части обучения, а именно проведения лабораторных работ: ведь отсутствие возможности подержать в руках прибор привело бы к невозможности правильно проводить измерения. На кафедре Экспериментальной физики атмосферы (Российский государственный гидрометеорологический университет) был написан код, на основе которого была получена виртуальная лабораторная установка «Тепловая инерция термометров», позволяющая работать с прибором на расстоянии.

Установка позволяет варьировать параметры окружающей среды (температуру и скорость воздушного потока), температуру термометра и параметры его термометрического тела. С помощью установки можно работать с двумя термометрами одновременно.

В рамках тестирования установки были проведены численные эксперименты, с помощью которых отслеживалось влияние изменения параметров окружающей среды и технических характеристик термометра (варьировались высота, радиус цилиндра, термометрическая жидкость) на изменения показания температуры со временем.

Проведенные серии экспериментов показали, что данная установка работает исправно, результаты работы виртуального макета соответствуют действительности. Виртуальная лабораторная установка «Тепловая инерция термометров» может использоваться студентами и преподавателями во время дистанционного обучения, а также для научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. Выпускная квалификационная работа «Создание виртуальной лабораторной установки «Тепловая инерция термометров»» 2024, 50 стр *http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_44302dda4dbf419089ea917d78a9b7b5.pdf*
2. *Савченко Г.И.* Инерционные характеристики различных датчиков температуры, магистерская диссертация, 2017, 73 стр
3. *Киселева Е.М., Симакина Т.Е.* Оценка динамической погрешности датчика температуры радиозонда // Материалы Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум», Москва, 01 декабря 2020 года – 06 марта 2021 года. Том VII. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Евроазиатская научно-промышленная палата", 2021. – С. 19-21.
4. *Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л.* Методы и средства гидрометеорологических измерений метеорологические приборы, Российский государственный университет, (РГГМУ), 2012, 306 стр.

ОЦЕНИВАНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО СИГНАЛА, ОТРАЖЕННОГО МЕТЕОЦЕЛЬЮ

Жуков В.Ю.[1], Денисенков Д.А.[2]
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2]Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского
vuzhukov2002@list.ru

Аннотация. Описываются аппаратура и методика проведения эксперимента по набору данных о распределении амплитуды отражений различных видов осадков, а также методика обработки полученной информации. Обсуждаются полученные результаты.
Ключевые слова. Метеорологическая радиолокация, статистические характеристики радиолокационного сигнала, наблюдение осадков.

ESTIMATION OF THE DISTRIBUTION LAW OF THE RADAR SIGNAL REFLECTED BY A METEOROLOGICAL TARGET

Zhukov V.Y.[1], Denisenkov D.A.[2]
[1] Russian State Hydrometeorological University
[2] Mozhaisky Military Aerospace Academy

Annotation. The equipments and methodology of the experiment on the data set of the reflection amplitude distribution of various types of precipitation, as well as the methodology of processing the obtained information are described. The results obtained are discussed.
Keywords. Meteorological radar, statistical characteristics of radar signal, precipitation observation.

Общепринятое на сегодняшний день мнение о гауссовом распределении радиолокационного сигнала, отраженного от метеообразований, все чаще подвергается сомнению [1]. Поскольку это делается на основе данных, полученных в середине двадцатого века, актуальным стало проведение подобного эксперимента на основе современной аппаратуры.

На базе радиолокатора МРЛ-5 разработан измерительный комплекс, позволяющий получать информацию на двух длинах волн 3 и 10 см. Накоплена база данных об отражениях от обложных и ливневых осадков. В 25% случаях гипотеза о нормальном распределении сигнала не подтверждается.

Список литературы

1. Горелик А.Г., Коломиец, С.Ф. Исследование микроструктуры рассеивающей среды при многоволновом зондировании // Распространение радиоволн: Труды XXVI Всероссийской открытой научной конференции, Казань, 2019. – С. 286-289.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ПОД КРОНАМИ ДЕРЕВЬЕВ

Исаев Д.И., Николаев А.Д., Щур С.С.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
79112541832@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены различные факторы формирования снежного покрова, включая форму крон и свойства снега. Проведены эксперименты с целью сбора данных о формировании снежного покрова под кронами различных видов деревьев. На основе натурных экспериментов определены фактические потери запаса воды в снеге под различными деревьями, рассчитаны величины потерь запасов воды относительно ровного безлесного участка.
Ключевые слова. Запас воды в снеге, снежный покров, кроны деревьев

FEATURES OF SNOW COVER FORMATION UNDER TREE CROWNS

Isaev DI., Nikolaev A.D., Shchur S.S.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. The paper examines various factors of snow cover formation, including crown shape and snow properties. Experiments were conducted to collect data on snow cover formation under the crowns of various tree species. Based on field experiments, actual losses of water reserves in snow under various trees were determined, and the values of water reserve losses were calculated relative to a flat treeless area.
Keywords. Snow water reserve, snow cover, tree crowns.

Ежегодно на территории Российской Федерации производится прогноз стока весеннего половодья на основе оценки запасов воды на водосборе. Для этого проводятся регулярные снегомерные съемки в лесу и в поле. Результаты этих съемок во многом определяют точность прогнозов весеннего половодья. Влияние леса на формирование гидрологического режима рек достаточно хорошо изучено. Например, в книге С.Ф. Федорова и С.В. Марунича приведены результаты многолетних исследований Валдайского филиала ГГИ. Особенности перехвата жидких осадков кронами деревьев, по материалам собственных оригинальных экспериментов рассмотрены в статье Д.Е. Клименко и А.Л. Остаховой.

Целью настоящего исследования являлось выяснение особенностей формирования снежного покрова под кронами деревьев.

В качестве исходных данных использованы полевые материалы, полученные в период зимней учебной практики (30.01.2023 - 07.02.2023) студентов гидрологов по дисциплине «Методы и средства гидрометеорологических измерений». Вокруг каждого исследуемого дерева проводилась круговая снегомерная съемка в полярной системе координат: перед началом измерений от центра каждого дерева намечались направления по восьми румбам: С - север, СВ - северо-восток и т.д. Определялся примерный радиус кроны, по каждому направлению откладывалось полуторное значение радиуса. Снегомерной рейкой измерялась высота снежного покрова через каждые 2 метра.

МОНИТОРИНГ ПРОХОЖДЕНИЯ ХОЛОДНЫХ ФРОНТОВ ЧЕРЕЗ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ПО ВИРТУАЛЬНОЙ СТАНЦИИ ПОГОДЫ

Симакина Т.Е.
Российский государственный гидрометеорологический университет
tatiana.simakuna@gmail.com

Аннотация. Создан программный модуль, имитирующий работу приборов на метеоплощадке. Модуль использует реальные метеорологические данные, наблюдавшиеся при прохождении холодных фронтов через Санкт-Петербург в 2023 г. Позволяет открывать приземные карты до и после прохождения фронта через город. Модуль будет использован в учебном процессе.
Ключевые слова. Виртуальные метеорологические приборы, холодный фронт

MONITORING THE PASSAGE OF COLD FRONTS THROUGH ST. PETERSBURG VIA A VIRTUAL WEATHER STATION

Simakina T.E.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. A software module has been created that simulates the operation of instruments on a meteorological site. The module uses real meteorological data observed during the passage of cold fronts through St. Petersburg in 2023. Allows you to open surface maps before and after passing the front through the city. The module will be used in the educational process.
Key words. Virtual meteorological instruments, cold front

Техническая новизна проекта связана с новой формой обучения (в том числе дистанционного) метеорологическим аспектам [1]. Создание учебного тренажера для мониторинга холодных атмосферных фронтов, проходящих через Санкт-Петербург, потребовало решения следующих задач:

- Обнаружение холодных фронтов, проходящих через Санкт-Петербург, в 2023 г.
- Формирование базы приземных синоптических карт и метеорологических данных - температуры, атмосферного давления, параметров ветра и осадков - за период прохождения фронтов через город.
- Выполнение статистического анализа данных для оценки длительности и траектории фронтальных линий, классификации фронтов.
- Разработка в программной среде LabVIEW виртуальных приборов - термометра, барометра, психрометра и др., имитирующих показания реальных приборов метеоплощадки в сроки прохождения фронтов через город.

Уточнение характеристик атмосферного процесса, с которым связаны наиболее опасные явления погоды; даст учащимся понимание природы холодных фронтов, что в дальнейшем повысит точность их прогноза.

Список литературы

1. Дистанционное обучение средствам метеорологических измерений / Е. С. Алдошкина, К. Л. Восканян, А. Г. Саенко, Т. Е. Симакина // Климатические риски и космическая погода : материалы Международной конференции, посвященной памяти Нины Константиновны Кононовой, Иркутск, 14–17 июня 2021 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2021. – С. 9-13. – EDN MMSYOZ.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ВОЛН ПО АЭРОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Симакина Т.Е., Федосеева Н.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет,
tatiana.simakuna@gmail.com

Аннотация. Выполнена оценка условий образования орографических волн в районе Анатолийского плоскогорья — части Малоазиатского нагорья в Турции, в Атласских горах Африки и над Апеннинами. Рассмотрено 45 случаев горных волн. По данным 12 аэрологических станций вычислены число Фруда, параметр Скорера, масштаб Лира, число Ричардсона.
Ключевые слова. Аэрология, профили метеорологических величин, орографические волны, число Фруда, параметр Скорера, масштаб Лира, число Ричардсона.

ANALYSIS OF CONDITIONS FOR THE MOUNTAIN WAVES FORMATION BASED ON AEROLOGICAL DATA

Simakina T. E., Fedoseeva N.B.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The conditions of orographic wave formation in the region of the Anatolian Plateau - part of the Asia Minor Plateau in Turkey, in the Atlas Mountains of Africa and over the Apennines were estimated. Forty-five cases of mountain waves were considered. The Froude number, the Scorer parameter, the Lear scale, and the Richardson number were calculated from data of 12 aerologic stations.
Keywords. Aerology, profiles of meteorological parameters, orographic waves, Froude number, Scorer parameter, Lear scale, the Richardson number.

За последние двадцать лет зафиксировано более сорока аварий самолетов, основным фактором в которых выступила турбулентность в горных волнах (ГВ) [1]. Целью настоящей работы было выявление условий возникновения горных волн. Регион исследования включал Анатолийское плоскогорье – часть Малоазиатского нагорья в Турции, а также Атласские горы на севере Африки и Апеннины. Обнаружение горных волн выполнялось по спутниковым снимкам. В случае отсутствия облачности при недостаточной влажности воздуха привлекались снимки в каналах водяного пара [2]. Рассмотрено 45 случаев горных волн. По данным 12 аэрологических станций вычислены значения чисел Фруда, параметр Скорера [3], масштаб Лира [4], число Ричардсона [5].

Характерными условиями для образования ГВ является наличие слоя инверсии, расслоенность по влажности, наличие нижнетропосферного струйного течения, усиление ветра после преодоления вершины, ортогональное относительно горного хребта направление ветра. Было установлено, что при увеличении высоты препятствия возрастает необходимая для образования горных волн скорость ветра. Большинство горных волн наблюдалось при частичном блокировании воздушной массы с наветренной стороны препятствия. Наибольшее число случаев, когда поток мог считаться турбулентным, наблюдались в Атласских горах. Захваченные волны наблюдались в 34 случаях, а вертикально распространяющиеся в 11 случаях, причём в 6-ти из них - над Атласом. Длина горных волн менялась в широком диапазоне от 2 до 55 км, но наиболее часто встречались волны с длиной менее 20 км.

Список литературы

1. *Шакина, Н. П.* Механизмы образования орографической турбулентности и ее прогнозирование / Н. П. Шакина // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 1(371). – С. 25-47.
2. *Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В., Куроплина В.И.* //В сборнике: Климатические риски и космическая погода. материалы Международной конференции, посвященной памяти Нины Константиновны Кононовой. Иркутск, – 2021. – С. 370-375.

3. *Xue, H., Giorgetta, M.A. & Guo, J.* The daytime trapped lee wave pattern and evolution induced by two small-scale mountains of different heights. //Q J R Meteorol Soc, – 2022. – Vol. 148. Iss. 1744. – Pp. 1300–1318. DOI:10.1002/qj.4262.
4. Aryamanesh, Mohammad Mahdi, Sarmad Ghader, Abbas Ali Aliakbari Bidokhti, and Omid Alizadeh. Prediction of the clear air turbulence over western Iran (Tehran–Ahwaz and Tehran–Ardebil) using the WRF model simulations. // Iranian Journal of Geophysics, – 2020. – Vol. 14, No 3. – Pp. 120-143.
5. SKYbrary – Richardson Number [электронный ресурс]. – режим доступа: https://skybrary.aero/articles/richardson-number

ОБНАРУЖЕНИЕ БАЙКАЛЬСКОЙ БОРЫ ПО РАДИОЛОКАЦИОННЫМ СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ

Федосеева Н.В., Делиева М.Ю.
Российский государственный гидрометеорологический университет,
fednat@mail.ru

Аннотация. Выполнено исследование условий образования боры Горный на озере Байкал. Для обнаружения боры были использованы данные спутниковой съёмки в оптическом (MODIS/Aqua, Terra, VIIRS/NOAA 20, NPP Suomi) и дециметровом (Sentinel) диапазонах Рассмотрено 38 случаев боры. По данным аэрологической станции Ангарск вычислены обратные числа Фруда и Бюргера.
Ключевые слова. Бора, радиолокационная спутниковая съёмка, аэрология, профили метеорологических величин, обратное число Фруда, число Бюргера.

BAIKAL BORA DETECTION WITH RADAR SATELLITE IMAGERY

Fedoseeva N.B., Delieva M.Yu.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Annotation. The study of conditions for Gorny bora formation on Lake Baikal was carried out. Data of satellite imagery in optical (MODIS/Aqua, Terra, VIIRS/NOAA 20, NPP Suomi) and decimeter (Sentinel) bands were used to detect bora. 38 cases of bora were considered. Inverse Froude and Buerger numbers are calculated from data of the aerologic station Angarsk.
Keywords: bora, radar satellite imagery, aerology, profiles of meteorological variables, inverse Froude number, Buerger number.

Байкальская бора является уникальным природным явлением, сопровождающимся сильными порывами ветра на озере Байкал. Бороподобные ветры на западном берегу Байкала носят общее название Горный. Воздушные массы при этом формируются на Лено-Ангарском плато, переваливают через Байкальский и Приморский хребты и перемещаются вдоль долин рек к Байкалу со скоростью, достигающей 40 м/с [1]. В данной работе для обнаружения боры Горный были использованы данные спутниковой съёмки в оптическом (MODIS/Aqua,Terra, VIIRS/NOAA 20, NPP Suomi) и дециметровом (Sentinel) диапазонах. На снимках оптического диапазона бороподобные ветры дешифрируются по облачным грядам, ориентированным по ветровому потоку и формирующимся при перемещении воздушного потока над более теплой водной поверхностью [2, 3]. Для радиосигнала атмосфера прозрачна, и поэтому атмосферные процессы могут быть обнаружены на радиолокационных изображениях только в виде неоднородностей на фоне мелкомасштабного волнения на морской поверхности. Радиолокаторы с синтезированной апертурой чувствительны к пространственным вариациям мелкомасштабного ветрового волнения, вызванным аэродинамическими и гидродинамическими возмущениями, модулирующими поле приводного ветра и усиливающими или понижающими интенсивность волн ряби на морской поверхности, которые отображаются на радиолокационном снимке в виде характерных полос-струй, или так

называемого “замороженного” ветра [4]. Использование мультиплатформенной информации позволяет существенно увеличить периодичность съёмки и повысить надёжность обнаружения боры [5]. В ходе данной работы были проанализированы спутниковые изображения за период 2014-2023 гг. Анализ временной изменчивости повторяемости боры показал, что наиболее часто данное явление наблюдается в осенний период, преимущественно в ноябре, при этом 2014 год характеризовался наибольшем числом случаев возникновения боры. Помимо этого, по данным аэрологической станции Ангарск были построены вертикальные профили параметров температуры и ветра. Анализ показал, что формирование боры наблюдается на фоне присутствия в атмосфере приподнятой инверсии на высотах, соответствующих высоте горных хребтов, и нижне-тропосферного струйного течения с характерными скоростями 10-25 м/с. Для всех рассмотренных в работе случаев значения обратного числа Фруда не превышали значения 0.2, при этом число Бюргера никогда не принимало значение меньше 1. При таком соотношении можно сделать вывод о существовании во всех случаях эффекта частичного блокирования [6]. Анализ временного хода значений чисел Фруда и Бюргера показал, что их значения резко возрастают с заблаговременностью 12 часов до кульминации боры, а после кульминации также резко уменьшаются, что представляет определенный прогностический интерес.

Список литературы

1. *Сизова Л.Н.* Влияние крупномасштабной атмосферной циркуляции на элементы ледово-термического и водного режима озера Байкал. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук: 25.00.27. /Сизова Л.Н. – Лимнологический институт сибирского отделения российской академии. – Иркутск. 2017. - 135 с.
2. *Рыбакова Ж.В.* Облака и их трансформация/ Томск. Издательство ТГУ. 2020. 234 с.
3. *Симакина Т.Е., Федосеева Н.В., Сюткин Г.А.* Текстурный анализ спутниковых изображений упорядоченных конвективных систем над Карским морем//В сборнике: Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития. Материалы II Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 180-183.
4. *Иванов А. Ю.* Местные катабатические ветры Российской Федерации и их наблюдение с помощью космической радиолокационной съемки// Исследование земли из космоса, 2019, № 5, с. 15–35.
5. *Лопуха В.О., Федосеева Н.В.* Анализ облачности мезомасштабных полярных вихрей по мультиспектральным спутниковым данным//Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2018. № 662. С. 172-175.
6. *Шестакова А.А.* Новоземельская бора: подветренные характеристики и структура натекающего потока // Арктика и Антарктика. 2016. № 2. С. 86-98.


НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«МЕТЕОРОЛОГИЯ
БЕЗ ГРАНИЦ»