ТЕЗИСЫ
II НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «МЕТЕОРОЛОГИЯ БЕЗ ГРАНИЦ»

26 сентября 2025

Санкт-Петербург
Издательско-полиграфическая ассоциация
высших учебных заведений
2025

УДК 551.5
ББК 26.233
Т29

Редколлегия:
Анискина О. Г., к.ф.-м.н., доцент
Волобуева О. В., к.г.н., доцент
Восканян К. Л., к.ф.-м.н., доцент

Тезисы II научно-практической конференции «Метеорология без границ». 26 сентября 2025 г. – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2025. – 50 с.

В издании представлены материалы докладов участников конференции по направлениям научных исследований в области математического моделирования окружающей среды, анализа и прогноза атмосферных процессов разных пространственно-временных масштабов, современных методов наблюдений и системы обработки гидрометеорологических данных, фундаментальных и прикладных проблем океанологии и гидрологии. В конференции участвовали учёные и студенты Российского государственного гидрометеорологического университете.

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

Тезисы докладов выходят в редакции авторов.

Подписано в печать 02.10.2025. Формат 60×84/16.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 2,91. Тираж 50. Заказ 397.

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 978-5-91155-613-6

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Восканян К.Л., Саенко А.Г., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. 6
СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ ОБ ОСАДКАХ, ПОДУЧЕННЫХ НА НАЗЕМНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ И МРЛ

Восканян К.Л., Саенко А.Г. 7
К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕГРАЦИИ СОВРЕМЕННОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Лобанов В.А. 8
ЧТО ТАКОЕ «ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА» И КАК ИХ ОПРЕДЕЛЯТЬ

Топтунова О.Н. 9
ИЗЭНТРОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: ВОЗМОЖНОСТИ И СЛОЖНОСТИ

СЕКЦИЯ 1
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Симакина Т.Е., Федосеева Н.В. 11
КАК УВИДЕТЬ НЕВИДИМЫЕ ВОЛНЫ?

Шишкина Т.Р. 12
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАДА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Егоров К.Л. 13
СУТОЧНЫЙ ХОД ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРА В БРИЗОВОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Ефимова Ю.В., Сенин Н.С. 14
ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ ЗАПАДНЫХ ЦИКЛОНОВ ОСЕНЬЮ В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Ёжикова М.А. 16
ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТАНА В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА CAMS

Литюшкина С.А., Лобанов В.А. 17
ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОБЕРЕЖИЙ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

Груздев А.И., Лобанов В.А. 18
ОЦЕНКА БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ СЗФО

Клецова В.А., Анискина О.Г. 19
ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ОСАДКОВ В МОДЕЛИ WRF-ARW

Иманова А.С., Розанов Е.В., Зубов В.А. 20
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОДОВОГО ЦИКЛА ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА В ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ

Анискина О.Г. 21
АНСАМБЛЕВЫЙ ПРОГНОЗ: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

Винокурова Е.В. 23
СТРАТОСФЕРНО-ТРОПОСФЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ В ПОГОДЕ ЯКУТИИ

Алексеева Е.Г. 24
АНАЛИЗ ВОЛН ТЕПЛА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

СТУДЕНЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ
«ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ»

Пуськова А.И., Ёжикова М.А. 26
АНАЛИЗ НЕПРЕРЫВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ CO НА НИС «МЫС БАРАНОВА»

Бочкина И.И. 27
ЭВОЛЮЦИЯ СОЛНЦА И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Третьякова П.А. 27
ОТ ВЕТРА В ЛИЦО ДО БАРОМЕТРА: КАК БЫЛИ ИЗОБРЕТЕНЫ ПЕРВЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Комбарова А.А. 29
ВЛИЯНИЕ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ОБЛАЧНОСТЬ

Зоммер В.П., Волобуева О.В. 29
ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ОБЛАЧНОСТИ У НАВЕТРЕННЫХ СКЛОНОВ ХРЕБТОВ ГЕЛЕНДЖИКСКОГО СЕКТОРА КАВКАЗА

Воинова М.Д., Капустин А.В., Харсов А.А. 31
АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА СТАНЦИИ МИРНЫЙ, АНТАРКТИДА, В 2024 Г.

Михеева З.Д. 32
ОЦЕНКА ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗИМНИХ ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Смагина А.Е., Капустин А.В., Харсов А.А. 33
ТУМАНЫ И НИЗОВЫЕ МЕТЕЛИ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ МИРНЫЙ, АНТАРКТИДА

Попова Е.А., Капустин А.В., Харсов А.А. 34
ВЛИЯНИЕ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ НА ПОГОДУ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ МИРНЫЙ

Щербакова Ю.Е. 35
КОМПЛЕКС ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОЛЯРНЫХ МЕЗОЦИКЛОНОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Буравцова Е.В. 37
ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗЭНТРОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Семыкин В.А. 39
ПОПАРНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ АМС

Кудрявцева Д.С. 39
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Хохлин А.С. 41
ОПЫТ СОЗДАНИЯ ДАТЧИКА ГАММА-ФОНА

Фадеев А.С. 42
ИЗЭНТРОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЛН ХОЛОДА В ВОСТОЧНОЙ АЗИИ (2016) И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ (2021)

Дудин А.А., Ефимова Ю.В., Иванова И.А. 43
АНАЛИЗ УСПЕШНОСТИ ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО МОДЕЛЯМ НА СТАНЦИЯХ НОВЫЙ ПОРТ И МЫС КАМЕННЫЙ

Колотова Т.В., Волобуева О.В. 44
КРУПНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ВИХРИ: ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

Васин А.Ю. 45
СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ

Петренко Е.С., Соловьева А.С., Тенилова О.В., Смирнова А.К., Кальчук В.Ю. 47
ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА УМС ДАЙМИЩЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Аль Сибахи Джаафар Рахман Кэти, Лобанов В.А. 48
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ИРАКЕ (ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ТРЕНДОВ)

Добровольский А.В. 49
РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДАННЫХ И ОБРАБОТКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА

Никофоров М.А., Восканян К.Л. 49
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В Д. КАСЬКОВО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

СОПОСТВЛЕНИЕ ДАННЫХ ОБ ОСАДКАХ, ПОДУЧЕННЫХ НА НАЗЕМНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ И МРЛ

Восканян К.Л., Саенко А.Г., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.
[1]Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
serouhova@inbox.ru

Аннотация. С использованием архива радиолокационной информации и данных наземных метеорологических станций проведено сопоставление информации об осадках.
Ключевые слова. Атмосферные осадки, радиолокационные измерения, наземные метеорологические станции.

COMPARISON OF PRECIPITATION DATA FROM GROUND-BASED WEATHER STATIONS AND WEATHER RADAR STATIONS

Voskanyan K.L., Saenko A.G., Kuzetsov A.D., Seroukhova O.S.
Russian State Hydrometeorological University

Abstract. Using the archive of radar information and data from ground-based meteorological stations, a comparison of precipitation information was carried out.
Keywords. Precipitation, radar measurements, ground-based meteorological stations.

Основной целью данного исследования являлось сравнение данных об осадках, получаемых с помощью ДМРЛ (Пулково) и данных с пяти наземных метеостанций, используемых в качестве эталона [1–3].

С использованием специальной кодировки построены графики, отражающие временной ход наличия осадков в выбранных пунктах как по данным ДМРЛ, так и по данным наземной метеорологической сети. Это позволило определить наличие в ряде случаев рассогласования, связанные с интерпретацией данных радиолокационного зондирования.

В процессе данного исследования была создана синхронизированный архив, содержащий информацию о наличии осадков по данным наземной сети и ДМРЛ.

Основным методом исследования для данной работы являлся статистический и графический анализ данных.

Список литературы

1. *Базлова Т.А., Бочарников Н.В., Брылёв Г.Б., Каргальский А.В., Линёв А.Г., Лялюшкин А.С., Оленев В.А., ПаркиненТ.В., Солонин А.С., Устинов В.К., Фролов В.И., Якимайнен Н.А.* Радиолокационные метеорологические наблюдения // Наука, СПб, 2010. 312 с.
2. *Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 195 с.
3. *Жуков В.Ю., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* Интерпретация данных доплеровских метеорологических радиолокаторов. Учебное пособие. Санкт-Петербург, РГГМУ, 2016. 118 с.

К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕГРАЦИИ СОВРЕМЕННОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Восканян К.Л., Саенко А.Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет»,
г. Санкт-Петербург
zlobik-dobrik123@mail.ru; klvoskanyan@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена необходимость интергации в учебный процесс современного метеорологического оборудования, на примере установленной в РГГМУ автоматической метеорологической станции компании АО «НПП «Радар ммс».
Ключевые слова. Учебная подготовка метеорологов, автоматическая метеорологическая станция, современное метеорологическое оборудование, представление данных, визуализация данных

ON THE INTEGRATION OF MODERN METEOROLOGICAL EQUIPMENT INTO THE EDUCATIONAL PROCESS

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

Annotation. The paper discusses the need to integrate modern meteorological equipment into the educational process, using the example of an automatic meteorological station installed at the RSHU by JSC NPP Radar MMS.
Keywords. Training of meteorologists, automatic weather station, modern meteorological equipment, data presentation, data visualization.

Учебное метеорологическое оборудование является неотъемлемой частью образовательного процесса. Его разнообразие и функциональность позволяют студентам погружаться в мир метеорологии, понимать природные процессы и применять полученные знания на практике. В основе выбора учебного метеорологического оборудования лежат конкретные образовательные цели и задачи курса. Поэтому выбор приборов от погодных станций до специализированных приборов должен быть обоснованным и ориентированным на освоение профессиональных компетенций.

Если в учебных курсах, посвященных изучению основ и методов метеорологичеких наблюдений, не обойтись без использования «старой» классической техники, то дисциплины, направленные на изучение информационно-измерительных систем (как общего, так и специального назначения), не могут быть реализованы без современного оборудования [1]. Использование современного оборудования в учебном процессе наряду с классическим, позволяет сделать подготовку выпускника более углубленной. Такой подход способствует формированию у студентов не только теоретических знаний, но и навыков практической работы с различным оборудованием, в том числе с современными метеорологическими комплексами.

Установка современного метеорологического оборудования, такого как АМС компании АО «НПП «Радар ммс» [2] и его интеграция в учебный процесс позволит студентам получить навыки работы со специальным программным обеспечением, использовать данные измерений для выполнения научно-исследовательской работы, освоить необходимые профессиональные компетенции и значительно ускорить адаптацию выпускников к выполнению трудовых функций.

Список литературы:

1. *Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* Автоматические метеорологические станции: в 2 т. — Ч. 1. Тактико-технические характеристики: учебное пособие. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 170 с.
2. Системы гидрометобеспечения АО «НПП «Радар ммс» (Электронный ресурс). Режим доступа: https://radar-mms.com/product/sistemy-meteobespecheniya/

ЧТО ТАКОЕ «ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА» И КАК ИХ ОПРЕДЕЛЯТЬ

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

Аннотация. Рассматривается чем отличается изменение климата от климатической изменчивости как в историческом прошлом, так и для современного периода. Показано, что количественная оценка климатических изменений зависит как от рассматриваемого периода времени, так и от статистической модели временного ряда. Статистическую значимость климатических изменений следует оценивать по отношению к естественной климатический изменчивости.
Ключевые слова. Изменение климата, климатическая изменчивость, методы оценивания.

WHAT IS CLIMATE CHANGE AND HOW TO IDENTIFY IT

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

Annotation. This paper examines the differences between climate change and climate variability, both historically and in the modern era. It demonstrates that the quantitative assessment of climate change depends on both the time period under consideration and the statistical model of the time series. The statistical significance of climate change should be assessed relative to natural climate variability.
Keywords. Climate change, climate variability, assessment methods.

Существуют разные временные границы к определениям «изменения климата» и «климатическая изменчивость» и под климатической изменчивостью обычно понимают все изменения на интервале времени менее 100 лет. Изменения же климата делятся на короткопериодные (менее 100 тыс. лет) и долгопериодные от 100 тыс. лет [1,2]. Примерами долгопериодных изменений могут служить 100-тысячелетние циклы в рядах изотопной температуры по данным ледниковых кернов Антарктиды, оледенения протерозоя и фанерозоя. К последним короткопериодным изменениям климата относится оптимум температуры средних веков и малый ледниковый период [3]. Современный период характеризуется как естественными, так и антропогенными изменениями климата.

Исследование климатических изменений включает в себя выявление этих изменений во времени, их количественную оценку и оценку статистической значимости этих изменений по отношению к климатической изменчивости. Прежде всего, определяется период климатических изменений и затем дается количественная оценка этих изменений. На конкретных примерах показано, что количественная оценка изменений существенно зависит от выбранной статистической модели временного ряда: тренд, ступенчатые переходы от одного квазистационарного режима к другому или сопоставление средних значений за два равных интервала времени. Поэтому, чтобы

более достоверно определить климатические изменения необходимо выбрать наиболее подходящую модель временного ряда. Для оценки статистической значимости климатических изменений следует сопоставить эти изменения с естественной климатической изменчивостью методами статистического оценивания. Для выявления причин климатических изменений необходимо разрабатывать статистические и физико-математические модели от факторов, что показано на примерах.

Список литературы

1. *Монин А.С., Шишков Ю.А.* История климата. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 406 с.
2. *Зубаков В.А.* Глобальные климатические события плейстоцена. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. –250 с.
3. *Монин А.С., Сонечкин Д.М.* Колебания климата. – М.: Наука, 2005. – 192 с.

ИЗЭНТРОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: ВОЗМОЖНОСТИ И СЛОЖНОСТИ

Топтунова О.Н.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
olgakolp@yandex.ru

*Аннотация***.** На примере анализа разностей давления между 60° с.ш. и осредненного по полярной шапке (60°–90° с.ш.) на изэнтропической поверхности 850 К продемонстрировано, что в изэнтропической системе координат ВСП детектируются раньше, чем при традиционном анализе в изобарической системе координат. Анализ изменения давления на изэнтропической поверхности может служить хорошим инструментом для прогноза ВСП. Однако эта концепция требует выработки соответствующих критериев на базе статистики ВСП.
Ключевые слова. Изэнтропический анализ, внезапные стратосферные потепления.

ISENTROPIC ANALYSIS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

Toptunova O.N.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. Based on the analysis of pressure differences between 60° N and the polar cap average (60°–90° N) on the 850-K isentropic surface, it is shown that sudden stratospheric warmings (SSWs) are detected earlier on isentropic surfaces than on isobaric surfaces. The analysis of pressure changes on an isentropic surface can serve as a useful tool for SSW forecasting. However, this concept requires the development of appropriate criteria based on SSW statistics.
Keywords. Isentropic analysis, sudden stratospheric warmig

Внезапные стратосферные потепления (ВСП) служат ярким проявлением нелинейной динамики в стратосфере, влекущим за собой существенную трансформацию полей всех атмосферных параметров. Перспективным направлением представляется рассмотрение атмосферных параметров в изэнтропической системе координат, в которой потенциальная температура квазиконсервативна, а меридиональный градиент давления непосредственно связан с обращением циркуляции. Изэнтропические поверхности удобнее использовать для диагностики ВСП, так как движение воздуха вдоль изэнтропической поверхности является адиабатическим. Рассмотрим уравнение потенциальной температуры:

$$\theta = T(\frac{1000}{p})^{\frac{R}{c_p}}, \quad (1)$$

где T – температура, R и c_p – физические константы (R - газовая постоянная (287,05 Дж $К^{-1}$ кг-^{1}), а c_p – удельная теплоемкость при постоянном давлении, 1004,7 Дж $К^{-1}$ $кг^{-1}$). Т.к. на изэнтропической поверхности потенциальная температура постоянна, $\theta = const$, соответственно единственные переменные в уравнении (1) – это T и p. То есть температура на изэнтропической поверхности является только функцией давления.

Если на изэнтропической поверхности нанести изобары, то температура вдоль изобар будет оставаться постоянной. Следовательно, на изэнтропической поверхности изобары эквивалентны изотермам. Исходя из этого изменение давления эквивалентно изменению температуры. То есть при событии ВСП, когда разность температур между 60° с.ш. и полярной шапкой ослабевает, на изэнтропической поверхности это отражается в уменьшении ΔP.

$$\Delta P = P_{60} - \overline{P}, \quad (2)$$

где $\overline{P}$ – давление на изэнтропической поверхности 850 К, осреднённое над полюсом севернее 60° с.ш., P_{60} — среднезональное давление на широте 60º с.ш.

При анализе выбрана широта 60º, т.к. на ней оценивают изменения стратосферной циркуляции во время ВСП (Charlton and Polvani, 2007). Осреднение по полярной шапке сделано для того, чтобы убрать лишний «шум» и учесть тот момент, когда стратосферный вихрь еще не сместился с полюса, но его поле уже возмущено.

Расчеты показали, что в изэнтропической системе координат ВСП детектируются раньше, чем при традиционном анализе в изобарической системе координат. Это продемонстрировано на примере анализа разностей давления между 60° с.ш. и осредненного по полярной шапке (60–90° с.ш.) на изэнтропической поверхности 850 К. Таким образом, изменение давления на изэнтропической поверхности может служить хорошим инструментом для прогноза ВСП. Однако эта концепция требует выработки соответствующих критериев на базе статистики ВСП.

Список литературы

1. *Charlton A.J., Polvani L.M.* A New Look at Stratospheric Sudden Warmings. Part I: Climatology and Modeling Benchmarks // Journal of Climate. – 2007. – Vol. 20(3). – P. 449–469.

2. *Moore J.T.* Isentropic analysis and interpretation: Operational applications to synoptic and mesoscale forecast problems. Kansas City, Missouri: National Weather Service Training Center, 1993. 99 p

3. Toptunova O., Motsakov M., Koval A., Ermakova T., Didenko K. Impact of sudden stratospheric warming on tropospheric circulation and a cold wave formation: The case of the January 2019 event // Atmos. Res. 2025. V. 318. P. 107998.

4. *Топтунова О.Н., Моцаков М.А.* Влияние ВСП на тропосферные процессы на примере декабря 2018 – января 2019: Метеорология без границ / Тезисы I Межфакультетской научно-практической конференции. Санкт-Петербург — 2025. — С. 30-31

СЕКЦИЯ 1

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

КАК УВИДЕТЬ НЕВИДИМЫЕ ВОЛНЫ?

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

Аннотация. Выполнена оценка возможностей обнаружения «невидимых» орографических волн по спутниковым снимкам в каналах водяного пара. Рассмотрены случаи формирования горных волн в условиях недостаточной влажности атмосферы, когда облачные полосы не формируются. Показано, что съемка в спектральных диапазонах 6.2–7.3 мкм позволяет визуализировать волновые возмущения поля водяного пара. Приведены сведения о современных спутниковых системах, оснащенных каналами водяного пара.
Ключевые слова. Орографические волны, каналы водяного пара, спутниковая съемка, турбулентность ясного неба, MODIS.

HOW TO SEE INVISIBLE WAVES?

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

Abstract. The possibilities of detecting "invisible" orographic waves from satellite images in water vapor channels are estimated. Cases of mountain wave formation in conditions of insufficient atmospheric humidity, when cloud bands are not formed, are considered. It is shown that imaging in the spectral ranges of 6.2–7.3 μm allows visualizing wave disturbances in the water vapor field. Information on modern satellite systems equipped with water vapor channels is provided.
Key words. Orographic waves, water vapor channels, satellite imagery, clear air turbulence, MODIS

Горные волны представляют собой один из наиболее опасных видов атмосферных возмущений для авиации, особенно в условиях недостаточной влажности, когда облачные полосы в гребнях волн не формируются [1]. Такие «невидимые» волны не обнаруживаются визуально и не фиксируются бортовыми радиолокаторами, однако являются источником турбулентности ясного неба (ТЯН). Ключевым методом их диагностики становится спутниковая съемка в каналах водяного пара [2].

Принцип метода основан на том, что даже в безоблачной атмосфере водяной пар присутствует во всем ее объеме. Спутниковые сенсоры, настроенные на спектральные диапазоны в полосах поглощения водяного пара (вблизи 6.2, 6.7 и 7.3 мкм), регистрируют излучение, поступающее от различных уровней тропосферы. Канал 6.2–6.7 мкм чувствителен к излучению преимущественно из слоя 200–600 гПа (средняя и верхняя тропосфера), тогда как канал 7.3 мкм «видит» более низкие слои — от 400 до 740 гПа [3]. Орографические волны, распространяясь в стратифицированном потоке, вызывают вертикальные перемещения воздуха, что приводит к перераспределению водяного пара. На пароводяных снимках это проявляется в виде характерных квазипараллельных полос — чередующихся областей повышенной и пониженной

концентрации водяного пара. Таким образом, становится возможным наблюдать волновую структуру там, где в видимом диапазоне нет никаких облачных образований [2].

В работе [3] предложено использование цифрового фильтра Габора для повышения качества выделения «невидимых» орографических волн на спутниковых изображениях. Данный фильтр устойчив к изменениям масштаба, поворота и контраста, что особенно важно при анализе волн, параметры которых могут существенно варьироваться.

В настоящее время каналы водяного пара присутствуют на борту многих современных метеорологических спутников: американские спутники серии GOES-R, Terra и Aqua со спектрорадиометром MODIS, европейские Meteosat второго и третьего поколений, китайские Fengyun, а также российский спутник «Электро-Л».

Использование каналов водяного пара позволяет не только детектировать «невидимые» волны, но и косвенно оценивать высоту их распространения. Преобладание сигнала в канале 7.3 мкм указывает на локализацию волнового возмущения в нижней тропосфере, тогда как появление структуры в канале 6.7 мкм свидетельствует о распространении волн на большую высоту [2; 3]. Это важно для прогнозирования зон ТЯН и обеспечения безопасности полетов.

Таким образом, спутниковая съемка в каналах водяного пара является незаменимым инструментом для обнаружения и анализа «невидимых» орографических волн, а применение современных методов цифровой обработки, таких как фильтр Габора, существенно повышает эффективность их дешифрирования.

Список использованных источников

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. Дешифрирование «невидимых» орографических волн по данным спутниковой съемки в каналах водяного пара / В сборнике: Климатические риски и космическая погода. Материалы Международной конференции, посвященной памяти Нины Константиновны Кононовой. Иркутск, — 2021. — С. 370-375.
3. Fedoseeva N.V., Simakina T.E. The Gabor filter application in satellite analysis of “invisible” orographic waves / В сборнике: Physics of the Atmosphere, Climatology and Environmental Monitoring. Modern Problems of Atmospheric Physics, Climatology and Environmental Monitoring. Сер. "Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences" 2022. С. 149-156. DOI: 10.1007/978-3-031-19012-4_13.

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАДА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

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

Аннотация. Проведён статистический анализ случаев выпадения града на территории Северо-Западного Федерального округа России. Выявлены особенности градообразования, которые могут быть связаны с региональными проявлениями глобального изменения климата.

Ключевые слова. Град, статистический анализ, Северо-Западный Федеральный округ

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF HAIL FORMATION IN NORTHWESTERN RUSSIA

Shishkina T.R.
Russian State Hydrometeorology University (RSHU), St. Petersburg

Abstract. A statistical analysis of hail events in the Northwestern Federal District of Russia was carried out. The study reveals specific characteristics of hail formation that may be linked to regional effects of global climate change.
Keywords. Hail, statistical analysis, Northwestern Federal District.

Климат Северо-Западного федерального округа отличается значительной пространственной неоднородностью, обусловленной влиянием атлантических воздушных масс и акваторий омывающих морей. Наибольшая градовая активность характерна для юго-западных районов округа — Псковской, Новгородской и Ленинградской областей (2,5–3,5 дня с градом в год), тогда как к северу и востоку этот показатель снижается до 0,5–1,0 дня в год.

Анализ данных 31 метеорологической станции за 1931–2022 гг. выявил выраженную долгопериодную изменчивость повторяемости градовых явлений. Наибольшее число случаев зафиксировано в первом периоде (1931–1961 гг.), во втором (1962–1992 гг.) повторяемость повсеместно снижается, а в третьем (1993–2022 гг.) наблюдается увеличение, наиболее выраженное в западных и южных районах округа. Снижение повторяемости в 1965–1980 гг. предположительно связано с уменьшением частоты синоптических ситуаций с высокой конвективной неустойчивостью: сравнение данных реанализа ERA5 показало, что в 1975 году значения CAPE, как правило, не превышали 1000 Дж/кг, тогда как в 1985 году отмечались существенно более высокие значения.

Начиная с 1980-х годов прослеживается расширение границ градоопасного сезона: возрастает число октябрьских случаев, фиксируются единичные события в марте и ноябре — явление, ранее не отражённое в климатологических справочниках. Тенденция носит общерегиональный характер и прослеживается в том числе на северных станциях, что свидетельствует об изменении сезонности конвективных явлений в условиях современного потепления климата.

СУТОЧНЫЙ ХОД ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРА В БРИЗОВОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

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

Аннотация. Решается задача суточного хода вертикального распределения скорости ветра в бризовой циркуляции с учётом турбулентного трения. При использовании модели с неизменным по высоте коэффициентом турбулентности получено аналитическое решение задачи. Приведён анализ суточного хода ветра бриза и пример расчёта его вертикального распределения.
Ключевые слова. Бриз, суточный ход, турбулентность, профиль ветра.

THE DAILY VARIATION OF THE VERTIKAL DISTRIBUTION OF WIND SPEED IN A BREEZE

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

Annotation. The paper solves the problem of the daily variation of the vertical distribution of wind speed in a breeze circulation, taking into account turbulent friction. An analytical solution of the problem is obtained using a model with a constant turbulence coefficient over the height. The paper provides an analysis of the daily variation of the breeze wind and an example of calculating its vertical distribution.
Keywords. Breeze, daily variation, turbulence, wind profile.

Основные уравнения и решения. Рассматривается задача временных (суточный ход) и вертикальных изменений температуры, давления и скорости ветра в бризовой циркуляции как отклонений по отношению к установившимся распределениям этих характеристик синоптического масштаба. Используется известная система уравнений [1] с приближениями мезомасштабной модели. Учитывается турбулентность с использованием заданного неизменного по высоте коэффициента турбулентности. В модели можем записать уравнение и его решение:

$$\frac{\partial u'}{\partial t}+u'\frac{\partial u'}{\partial x}+w'\frac{\partial u'}{\partial z}=-\frac{1}{\bar{\rho}}\frac{\partial p'}{\partial x}+k\frac{\partial^2 u'}{\partial z^2},\quad \frac{\partial p'}{\partial x}=-\beta\bar{\rho}\int_z^h\frac{\partial\theta'}{\partial x}dz \quad ,$$

$$\theta'(t,z)_S=\theta_0 e^{-az}\sin(\omega t-az),\quad a=\sqrt{\frac{\omega}{2k}},[2] \quad .$$

Вблизи центральной вертикали бризовой циркуляционной ячейки можно пренебречь горизонтальными и вертикальными адвективными слагаемыми. Уравнение для скорости ветра принимает вид

$$\frac{\partial u'}{\partial t}-k\frac{\partial^2 u'}{\partial z^2}=\frac{\sqrt{2}}{2}B\cdot e^{-az}\cos[\omega t+(\frac{\pi}{4}-az)]$$

и решается с граничными условиями:

при z=0 → $u'(t)=0$, при z →∞ (z>h): $u'(t)=0$.

Получено аналитическое решение задачи вида:

$$u'(t,z)=U^*\frac{az}{2}e^{-az}\sin(\omega t-az-\frac{\pi}{2})=0\ ,\ U^*=\frac{\beta\gamma_0}{\omega}\sqrt{\frac{2k}{\omega}}$$

Список литературы

1 Гандин Л.С., Лайхтман Д.Л., Матвеев Л.Т., Юдин М.И. Основы динамической метеорологии. – Л.: Гидрометеорологическое изд., 1955. – 647 с.
2 Динамическая метеорология. Учебное пособие / под редакцией Д.Л. Лайхтмана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 607 с.

ОСОБЕННОСТИ ЦИРКУЛЯЦИИ ЗАПАДНЫХ ЦИКЛОНОВ

Ефимова Ю.В., Сенин Н.С.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
luluef@mail.ru

***Аннотация*.** Проведен анализ траекторий западных циклонов над Северной Атлантикой, получены 4 основные траектории западных циклонов за период с 2004 по 2023 гг.
Ключевые слова. Западные циклоны, траектории, ведущий поток.

FEATURES OF WESTERN CYCLONES CIRCULATION

Efimova Yu.V., Senin N.S.
Russian State Hydrometeorological University

Abstract. The analysis of western cyclones trajectories over the North Atlantic was carried out, 4 main trajectories of western cyclones for the period from 2004 to 2023 were obtained.
Keywords. Western cyclones, trajectories, steering flow.

Основной целью данного исследования являлся анализ траекторий западных циклонов, формирующихся над Северной Атлантикой. Территория исследования была определена в пределах Лабрадорского моря, южным и юго-восточным берегом Гренландии, также Северным морем и Кельтским морем.

В процессе работы был создан и проанализирован архив случаев формирования западных циклонов над Северной Атлантикой в осенний сезон за период с 2004 по 2023 годы. Всего было выявлено и проанализировано 147 западных циклонов.

В результате исследование получены 4 основные траектории циклонов:

Траектория «А»: начало севернее Исландии от юго-восточного берега Гренландии, дальнейшее движение через Фарерские острова в Северное море.

Траектория «Б»: циклон смещается от юго-восточного берега Гренландии, проходит южнее Исландии и завершает движение над территорией исследования в районе Северной Ирландии.

Траектория «В»: циклон смещается от южного берега Гренландии через Шотландию к западным берегам Норвегии.

Траектория «Г»: начало движения циклона фиксируется западнее Кельтского моря, затем циклон смещается через центр Англии в Северное море.

В период с 2014 по 2023 гг. была зафиксирована нестандартная параболообразная траектория «Д». Она начинается к северо-западу от Ирландии, проходит через Фарерские острова и заканчивается к востоку от Исландии. Также были обнаружены нестандартные (петлеобразные) траектории, которые могут возникать при полярном вторжении, движения циклонов по таким траекториям связано с конфигурацией ведущего потока.

Отдельно были проанализированы пути выхода западных циклонов из области исследования. 44% циклонов оставались в зоне исследования, 33% циклонов вышли на континент, а оставшиеся 23% продолжили движение в сторону Северного Ледовитого океана. Из всех циклонов, которые вышли на континент, 10% создали наводненческие ситуации для Санкт-Петербурга.

Основным методом исследования для данной работы являлся синоптический метод исследования. В качестве источников данных использовались карты численной модели GFSR за период с 2004 года по 2023 год и приземный анализ Гидрометцентра РФ за период с 2021 по 2024 гг.

Список литературы

1. *Винер Э.Д., Волобуева О.В.* Циклоны Северной Атлантики в зимний период // Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии. – Минск: БГУ, 2023. – С. 232–239.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТАНА В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА CAMS

Ёжикова М.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
sofoniba614@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты оценки применимости реанализа Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) для исследования пространственно-временной изменчивости концентраций метана в полярных регионах. На основе сопоставления с данными непрерывных наблюдений на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база Мыс Баранова» выполнена оценка качества воспроизведения сезонной, межгодовой и суточной изменчивости CH_4 и определены основные ограничения использования реанализа.
Ключевые слова. Метан, Арктика, реанализ CAMS, парниковые газы, атмосферный мониторинг.

Метан является одним из наиболее значимых парниковых газов, оказывающих существенное влияние на радиационный баланс атмосферы. Высокоширотная Арктика рассматривается как потенциально важный источник дополнительных эмиссий CH_4 вследствие деградации многолетней мерзлоты. В условиях ограниченной сети наземных наблюдений особую ценность представляют продукты атмосферного реанализа Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS), объединяющие результаты глобального моделирования и спутниковых наблюдений (Agustí-Panareda et al., 2023).

Сопоставление данных CAMS с непрерывными измерениями приземной концентрации метана на стационаре «Ледовая база Мыс Баранова» за 2016–2020 гг. показало хорошую общую согласованность модельных и наблюдательных данных: коэффициент корреляции составил R = 0,82. Около 43 % всех различий находятся в диапазоне от −10 до +10 млрд$^{-1}$, а ещё 35 % — в диапазоне от +10 до +50 млрд$^{-1}$. В большинстве случаев (60,4 %) реанализ занижает концентрации относительно наблюдений, при среднем отклонении 16,7±14,5 млрд$^{-1}$ (0,85 %). Максимальное расхождение достигало 161,1 млрд$^{-1}$ (7,5 %), однако подобные случаи составляли менее 0,2 % выборки.

Реанализ удовлетворительно воспроизводит сезонную изменчивость концентрации CH_4. Максимальные среднемесячные значения наблюдаются зимой (январь: 1980,8 млрд$^{-1}$ по данным измерений и 1986,0 млрд$^{-1}$ по CAMS), минимальные — в июле (1922,9 и 1914,0 млрд$^{-1}$ соответственно). Амплитуда среднего сезонного хода составляет 28,5 млрд$^{-1}$ (1,5 %) по наблюдениям и 36,0 млрд$^{-1}$ (1,9 %) по данным CAMS. Наибольшие отклонения модели выявлены в августе–октябре; максимальная среднемесячная разность отмечена в сентябре и достигала 23,3±21,6 млрд$^{-1}$ (1,19 %). При этом именно в августе и сентябре наблюдаются максимальные значения внутримесячной изменчивости концентраций.

Наиболее существенные ограничения CAMS проявляются при оценке межгодовой изменчивости и воспроизведении суточного хода. Средний межгодовой прирост концентрации CH_4 по данным наблюдений составил 10,4 млрд$^{-1}$/год, тогда как

по данным реанализа — 6,5 млрд$^{-1}$/год. Суточный ход был выявлен лишь в августе 2016 г. и сентябре 2020 г. с амплитудами около 10 млрд$^{-1}$, при этом CAMS корректно воспроизвёл только эпизод в сентябре.

Полученные результаты свидетельствуют, что реанализ может эффективно использоваться при исследованиях сезонной изменчивости, анализе фонового состояния атмосферы и постановке граничных условий региональных моделей. Вместе с тем при изучении долговременных трендов, экстремальных эпизодов и локальных процессов необходима обязательная валидация по данным инструментальных наблюдений (Peng et al., 2022; Laurila et al., 2017).

Список литературы

1. Agustí-Panareda A. et al. Technical note: The CAMS greenhouse gas reanalysis from 2003 to 2020 // Atmospheric Chemistry and Physics. 2023. Vol. 23. P. 3829–3859.
2. Peng S. et al. Wetland emission and atmospheric sink changes explain methane growth in 2020 // Nature. 2022. Vol. 612. P. 477–482.
3. Laurila T. et al. On the recent increase of atmospheric methane concentrations as observed at three Arctic stations: Tiksi, Pallas and Ice Base Cape Baranova // PEEX Conference Proceedings. 2017.

ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОБЕРЕЖИЙ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

Литюшкина С.А., Лобанов В.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
veta_lityushkina@list.ru, va_lobanov56@mail.ru

Одной из причин исследования изменения термического режима побережий арктических морей России связан с возрастающим интересом к климатическим изменениям, способствующим новым экономическим возможностям, рискам для хозяйственной деятельности и окружающей среды [1].

Определены факторы и дана оценка их вклада в изменение температуры воздуха на побережье арктических морей России на примере Баренцева, Белого, Восточно-Сибирского и Чукотского морей. В качестве предполагаемых факторов выбраны следующие естественные факторы: северо-атлантическое (NAO), арктическое (AO) и тихоокеанское декадное (PNA) колебания, тихоокеанский-североамериканский (PNA), северо-тихоокеанский (NP) и западно-тихоокеанский (WP) индексы, атлантическая мультидекадная осцилляция (AMO), и стратосферный вулканический аэрозоль (BA) [2-7]. В качестве антропогенного фактора рассматривалась концентрация диоксида углерода (CO_2) в ppm [8]. Многолетние ряды этих факторов сформированы за период наблюдений с 1960 по 2024 гг.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 "О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года".
2. *Манжулей И.С.* Северо-Атлантическое колебание и долгосрочный прогноз осадков по европейской территории России / И. С. Манжулей, Л. А. Куликова // Ученые записки

Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2016. – № 43. – С. 148-153.
3. Сайт National Centers for Environmental Information (NOAA) [Электронный ресурс]. https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/ao/
4. *Хен Г.В., Устинова Е.И., Сорокин Ю.Д.* Основные климатические индексы для северной части Тихого океана: природа и история (литературный обзор). // Тзвестия ТИНРО. – 2015. – Том 197. – с. 166 – 181
5. *В.А. Багатинский, Н.А. Дианский.* Изменчивость термохалинной циркуляции Северной Атлантики в различные фазы атлантической мультидекадной осцилляции по данным океанических объективных анализов и реанализов. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2021, Т. 57, № 2, стр. 231-244. DOI: 10.31857/S0002351521020024
6. *Raymond S. Bradley*. The explosive volcanic eruption signal in northern hemisphere continental temperature records. // Climatic Change V.12 (January 1988), P. 221-243. DOI:10.1007/BF00139431
7. *Christopher G. Newhall, Stephen Self*. The Volcanic Explosivity Index (VEI): An Estimate of Explosive Magnitude for Historical Volcanism. // Journal of Geophysical Research Atmospheres 87(NC2), February 1982. P. 1231-1238. DOI:10.1029/JC087iC02p01231
8. *Фёдоров В.М., Алтунин И.В., Фролов Д.М.* Влияние диоксида углерода антропогенного генезиса на термический режим атмосферы и его изменения // Жизнь Земли. 2022. Т. 44, № 4. С. 402–414. DOI: 10.29003/m3115.0514- 7468.2022_44_4/402-414.

ОЦЕНКА БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ СЗФО

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

Аннотация. Рассматриваются многолетние ряды среднемесячных температур воздуха на 62 метеорологических станциях СЗФО Российской Федерации для анализа их будущих климатических изменений. Для оценки будущих изменений температуры воздуха осуществлен выбор наиболее подходящих климатических моделей для каждого месяца, и по разработанной методике проведены корректировки сценарных значений. Получены пространственные распределения сценарных температур воздуха и проведены сравнения с их современными значениями.
Ключевые слова. Среднемесячная температура, СЗФО, оценка будущего климата, проекты CMIP5/CMIP6, сценарии.

ASSESSMENT OF FUTURE AIR TEMPERATURE CHANGES IN THE NWFD

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

Annotation. Long-term series of average monthly air temperatures for 62 meteorological stations of the Northwestern Federal District of the Russian Federation are considered for the analysis their future climatic changes. To assess future changes, the most suitable climatic models were selected and scenario values were corrected using the developed methodology. Spatial distributions of scenario air temperatures were obtained and compared with their current values.
Keywords. Average monthly temperature, NWFD, assessment of the future climate, CMIP5/CMIP6 projects, scenarios.

Изменения климата уже влияют на многие экстремальные погодные и климатические явления во всех регионах земного шара. Их проявления на территории Российской Федерации характеризуются впечатляющим многообразием и неоднозначностью последствий для природной среды, экономики и населения [1].

Изучение отдельно выбранных территорий помогает надежнее выявить особенности происходящих региональных изменений, а результаты оценки будущих изменений могут быть применены при разработке программ развития различных отраслей экономики, региональных стратегий по борьбе с изменениями климата и адаптации к ним.

Многолетние ряды наблюдений за среднемесячной температурой воздуха были получены из трех климатических архивов: архива ВНИИГМИ-МЦД, метеорологического института Королевства Нидерландов и портала «Погода и климат».

Для оценки будущего климата были использованы результаты сценарных оценок по 10—15 физико-математическим моделям климата каждого проекта CMIP5 и CMIP6 [2].

Были выбраны наиболее подходящие для СЗФО модели климата на основе сравнения данных исторического эксперимента и данных наблюдений по метеорологическим станциям, по разработанной методике проведены корректировки сценарных значений, и проведен анализ полученных результатов.

Список литературы

1. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Под ред. В. М. Катцова; Росгидромет. — Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2022. 676 с.
2. IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, doi:10.1017/9781009157896.

ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ОСАДКОВ В МОДЕЛИ WRF-ARW

Клецова В.А., Анискина О.Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
vlada.kletsova@yandex.ru

Аннотация. Проанализировано влияние параметризации урбанизации в модели WRF-ARW на воспроизведение осадков. Показано, что схема города снижает систематическое смещение на 81%, уменьшает среднеквадратическое отклонение и обеспечивает более точное воспроизведение сильных осадков, тогда как в периоды умеренных осадков её эффект минимален.
Ключевые слова. Урбанизация, численное моделирование, WRF-ARW, Санкт-Петербург, осадки.

URBANIZATION IMPACT ON PRECIPITATION SIMULATION IN THE WRF-ARW MODEL

Kletsova V.A., Aniskina O.G.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. The impact of urban parameterization in the WRF-ARW model on precipitation simulation is analyzed. It is shown that including urban effects reduces systematic bias by 81 %, decreases RMSE, and improves the reproduction of heavy precipitation, while the effect is minor for moderate events.
Keywords. Urbanization, numerical modeling, WRF-ARW, Saint Petersburg, precipitation.

В работе рассматривается влияние параметризации городской среды на воспроизведение суточных сумм осадков в модели WRF-ARW. Для анализа использованы данные метеорадара ГГО им. А. И. Воейкова за январь 2020 г., сопоставленные с модельными результатами в точке Санкт-Петербурга.

В конфигурации без учёта урбанизации модель систематически недооценивала количество осадков (средняя ошибка −1,55 мм/сутки). Включение параметризации города изменило знак смещения и снизило его абсолютное значение более чем в пять раз (до +0,29 мм/сутки), что соответствует уменьшению средней ошибки на 81 %. Средняя абсолютная ошибка уменьшилась на 7 %, а среднеквадратическое отклонение — на 27%. Таким образом, урбанизация не только устранила систематическое смещение, но и сократила амплитуду крупных промахов.

При этом эффект зависит от интенсивности осадков. В периоды умеренных осадков (<1–7 мм/сутки) улучшения почти не наблюдается: ошибки обеих конфигураций близки. Однако в дни сильных осадков (12 и 16 января) модель без урбанизации недооценивала количество осадков на 15–20 мм/сутки, тогда как включение параметризации снижало промах до 4–9 мм/сутки. Это подтверждает, что дополнительный тепло- и влагообмен в городе усиливает вертикальные движения и позволяет модели точнее воспроизводить интенсивные фронтальные и конвективные процессы.

Список литературы

1. Salamanca F., A. Martilli, 2010: A new building energy model coupled with an urban canopy parameterization for urban climate simulations—part II. Validation with one dimension off–line simulations. Theor. Appl. Climatol., 99, 345–356. doi:10.1007/s00704-009-0143-8.
2. Martilli A., Clappier A., Rotach, M. W., 2002: An urban surface exchange parameterization for mesoscale models. Boundary-Layer Meteorology, 104, 261–304. doi:10.1023/A:1016099921195.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОДОВОГО ЦИКЛА ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА В ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ

Иманова А.С.[1,2], Розанов Е.В.[2], Зубов В.А.[3]
[1] Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
[2] Лаборатория исследований озонового слоя и верхней атмосферы,
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
[3] Главная геофизическая обсерватория имени Воейкова, Санкт-Петербург
imanova.an@mail.ru

Аннотация. Химико-климатическая модель SOCOLv3 была применена для исследования чувствительности общего содержания озона в Антарктике к трем ключевым факторам: эффективности гетерогенных реакций в стратосфере, интенсивности меридионального переноса в полярные регионы, обусловленного перемешиванием в масштабе подсети, и точности расчетов

скорости фотодиссоциации. Влияние каждого фактора оценивалось путем сравнения модельных экспериментов со спутниковыми наблюдениями.

Ключевые слова. Озоновый слой, химико-климатические модели, химический состав стратосферы, горизонтальный перенос, скорость фотолиза

MODELING THE ANNUAL CYCLE OF TOTAL OZONE IN THE SOUTH POLAR REGION

Imanova A.S.[1,2], Rozanov E.V.[2], Zubov V.A.[3]
[1] Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,
[2] Laboratory for Ozone Layer and Upper Atmosphere Research, St. Petersburg State University
[3] Voeikov Main Geophysical Observatory, St. Petersburg

Annotation. The chemistry-climate model SOCOLv3 was used to investigate the sensitivity of total ozone in Antarctica to three key factors: the efficiency of heterogeneous reactions in the stratosphere, the intensity of meridional transport to polar regions due to subgrid-scale mixing, and the accuracy of photodissociation rate calculations. The influence of each factor was assessed by comparing model experiments with satellite observations.

Keywords. Ozone layer, chemistry-climate models, stratospheric composition, photolysis rate

Некоторые химико-климатические модели (ХКМ), занижают общее содержание озона (ОСО) по сравнению со спутниковыми измерениями над Южным полярным регионом в холодное время года. Наиболее существенные расхождения были обнаружены в ХКМ SOlar Climate Ozone Links версия 3 (SOCOLv3) [1], которую мы используем для изучения чувствительности ОСО над Антарктидой к следующим ключевым факторам: эффективность гетерогенных реакций в стратосфере, интенсивность меридионального потока в полярные регионы из-за для процессов смешивания в масштабе подсети и точности расчетов скорости фотодиссоциации.

Сравнение результатов моделирования со спутниковыми наблюдениями показало, что наиболее эффективными процессами для улучшения моделирования полярного озона являются фотолиз и горизонтальное перемешивание.

Увеличение горизонтального перемешивания улучшает смоделированный сезонный цикл ОСО, однако это отрицательно сказывается на представлении распределений CH_4 и N_2O. Применение модуля фотолиза Cloud-J v.8.0 позволило повысить точность расчетов скорости фотолиза и представления сезонного цикла озонового слоя над Южным полярным регионом.

Список литературы

1. *Stenke, A., Schraner, M., Rozanov, E., Egorova, T., Luo, B., and Peter, T.* The SOCOL version 3.0 chemistry–climate model: description, evaluation, and implications from an advanced transport algorithm, Geosci. Model Dev., 2013, 6, 1407–1427, https://doi.org/10.5194/gmd-6-1407-2013

АНСАМБЛЕВЫЙ ПРОГНОЗ: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

Анискина О.Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет
olga.aniskina@mail.ru

Аннотация. Доклад посвящён ключевым методологическим и когнитивным барьерам, возникающим при использовании ансамблевых прогнозов погоды. Показано, что основная трудность заключается не в недостатке данных, а в противоречии между вероятностной природой ансамбля и потребностью пользователя в детерминированном решении. Рассматриваются систематические смещения модели, искажающие интерпретацию вероятностей, проблемы визуализации многомерной информации, недооценка экстремальных событий и отсутствие единых стандартов выбора «опорного» прогноза. Обосновывается необходимость перехода от предоставления сырых данных к адаптированным риск-ориентированным решениям с учётом когнитивных особенностей лиц, принимающих решения.
Ключевые слова. Ансамблевый прогноз, интерпретация неопределённости, калибровка модели, визуализация данных, экстремальные погодные явления, принятие решений, когнитивные искажения, постобработка ансамблей

ENSEMBLE FORECASTING: INTERPRETATION CHALLENGES

Aniskina O.G.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,

Abstract. The report addresses key methodological and cognitive barriers that arise when using ensemble weather forecasts. It is shown that the main difficulty lies not in a lack of data, but in the contradiction between the probabilistic nature of the ensemble and the user's need for a deterministic solution. Systematic model biases that distort probability interpretation, problems of visualising multidimensional information, underestimation of extreme events, and the absence of unified standards for selecting a "reference" forecast are discussed. The necessity of transitioning from providing raw data to adaptive risk-oriented solutions that account for the cognitive characteristics of decision-makers is substantiated.
Keywords. Ensemble forecasting, uncertainty interpretation, model calibration, data visualisation, extreme weather events, decision-making, cognitive biases, ensemble post-processing.

Главная проблема ансамблевого прогноза заключается в несоответствии между вероятностной природой выходных данных и потребностью конечного пользователя в однозначном, детерминированном решении. Ансамбль генерирует спектр равновероятных сценариев, но большинство потребителей метеорологической продукции требуют конкретных прогнозов для принятия решений. Попытки «усреднить» ансамбль нивелируют его главное преимущество — информацию о неопределенности в развитии атмосферных процессов и часто приводят к сглаживанию критически важных особенностях состояния атмосферы.

Ансамбли не являются беспристрастными: они обладают систематическими ошибками, зависящими от сезона, региона и синоптической ситуации. Интерпретация «сырых» вероятностей как истинных могут приводить к ложным выводам о состоянии атмосферы. Для корректной трактовки необходима сложная постобработка, однако она часто нивелирует «физику» ансамбля, превращая его в статистическую модель, что снижает доверие к прогнозам редких событий.

Классические диаграммы «спагетти» или «розы ветров» перегружены информацией и визуально трудночитаемы. Пользователи склонны интерпретировать разброс траекторий как линейную меру ошибки, игнорируя бинарный характер атмосферных процессов. Субъективное восприятие «средней линии» как «наиболее вероятной» остается главным психологическим барьером даже у подготовленных метеорологов.

Ансамбли плохо справляются с редкими событиями: в силу ограниченного числа членов ансамбля они недооценивают вероятность аномалий. Проблема интерпретации в этой ситуации усугубляется отсутствием четкого порога: когда 1 из 50 членов показывает сильный ветер, то трудно понять, что это «шум» моделирования или сигнал о катастрофе. Интерпретация таких выбросов требует экспертной оценки, выходящей за рамки чисто статистических методов.

Для синоптиков, разрабатывающих прогноз погоды по результатам ансамлевого моделирования, критичен выбор метрики: использовать ли среднее арифметическое, медиану, максимальный сценарий или вероятность превышения порога. Отсутствие единого стандарта интерпретации и рекомендаций по «цене ошибки» (риск перестраховки против риска упущенной выгоды) делает ансамбли инструментом, требующим индивидуальной адаптации под каждую задачу.

Интерпретация ансамбля — это не только математическая, но когнитивная задача. Ключевым вектором развития является переход от выдачи «данных» к выдаче «решений» с использованием методов машинного обучения и интерактивных визуализаций, адаптированных под уровень подготовки пользователя.

СТРАТОСФЕРНО-ТРОПОСФЕРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ В ПОГОДЕ ЯКУТИИ

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

Аннотация. Доклад посвящён анализу стратосферно-тропосферного взаимодействия и его влиянию на формирование погодных аномалий в Якутии – регионе с экстремально-континентальным климатом и высокой чувствительностью к возмущениям в верхней атмосфере. Рассматривается основной механизм связи между слоями – внезапные стратосферные потепления. На основе данных радиозондирования, реанализа MERRA2 показано, что ВСП и динамика полярного вихря определяют зимний температурный режим Якутии, приводя к формированию мощных инверсий и глубоких аномалий холода при смещении вихря на территорию региона.
Ключевые слова. Стратосферно-тропосферное взаимодействие, внезапные стратосферные потепления, полярный вихрь, Якутия, зимние аномалии холода, температурные инверсии, реанализ MERRA2.

STRATOSPHERE–TROPOSPHERE INTERACTIONS AND THEIR MANIFESTATIONS IN THE WEATHER OF YAKUTIA

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

Abstract. The report focuses on the analysis of stratosphere–troposphere interaction and its influence on the formation of weather anomalies in Yakutia – a region with an extreme continental climate and high sensitivity to disturbances in the upper atmosphere. The primary mechanism of coupling between the layers – sudden stratospheric warmings (SSWs) – is considered. Based on radiosonde data and MERRA2 reanalysis, it is shown that SSWs and the dynamics of the polar vortex determine the winter temperature regime in Yakutia, leading to the formation of strong inversions and deep cold anomalies when the vortex shifts over the territory of the region.
Keywords. Stratosphere–troposphere interaction, sudden stratospheric warmings, polar vortex, Yakutia, winter cold anomalies, temperature inversions, MERRA2 reanalysis.

Стратосферно-тропосферное взаимодействие — ключевой механизм передачи возмущений из верхних слоёв атмосферы в нижние, оказывающий непосредственное влияние на формирование погоды и климата в высоких широтах.

Якутия — регион с резко континентальным климатом, экстремальными значениями температуры воздуха и высокой чувствительностью к стратосферным возмущениям, что делает её уникальным полигоном для изучения данного взаимодействия.

Перенос планетарных волн из тропосферы в стратосферу и их последующее распространение вниз — основной канал связи между слоями. Внезапные стратосферные потепления (ВСП) — наиболее яркое проявление этого взаимодействия: температура на высоте более 30 км резко повышается на десятки градусов за несколько дней, что запускает цепь изменений в тропосферной циркуляции.

В период 2004–2019 гг. в Центральной Якутии зафиксированы множественные эпизоды мажорных ВСП. Во время максимального развития ВСП средняя температура тропосферы находилась в диапазоне от -42,7 до -29 °С. Температурный режим стратосферы на уровне 50 гПа до и после ВСП соответствовал общей тенденции роста (за исключением событий 2006–2008 гг.), на уровне 10 гПа наблюдались разнознаковые изменения.

Выявлена высокая корреляционная связь между температурными профилями по данным радиозондирования и реанализа MERRA2.

Понимание механизмов стратосферно-тропосферного взаимодействия необходимо для совершенствования долгосрочных прогнозов погоды в условиях меняющегося климата Арктики и Субарктики.

АНАЛИЗ ВОЛН ТЕПЛА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

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

Аннотация. Выявлены и проанализированы волны тепла в холодное время года на Европейской территории России. Исследована тенденция климатических изменений положительных аномалий температуры воздуха в зимний период отдельно для периода с 1951 по 1984 гг, и с 1985 по 2018 гг.
Ключевые слова. Температура воздуха. Волны тепла. Аномальное потепление.

ANALYSIS OF HEATWAVES IN EUROPEAN RUSSIA

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

Вопросам изменению климата, в контексте выявления температурных аномалий в холодное время года, уделяется учеными особое внимание [1].

Для выявления волн тепла в холодный период года, использовались данные о максимальной суточной температуре воздуха, представленные архивами проекта European Climate Assessment & Datasetproject (ECA&D) [3].

Для холодного сезона с декабря по март за период наблюдений 1951-2018 гг, для каждого месяца, были рассчитаны ежедневные нормированные аномалии температуры

для 45 метеорологических станций, расположенных на Европейской территории России. Значительным потеплением считались периоды, когда минимум 5 дней подряд нормированная положительная аномалия максимальной температуры воздуха была выше 90-го процентиля [2].

В результате проведенного анализа волн тепла в холодный период года, с декабря по март, выявлено, что наиболее продолжительные зимние потепления наблюдались после 1990 года (или последнее тридцатилетие). Выявлено, что в предыдущее тридцатилетие, только в марте и декабре, волны тепла распространялись на большом количестве станций, по сравнению с другими зимними месяцами. В феврале 1951-1984 гг. наблюдавшиеся положительные аномалии охватывали совсем небольшое количество станций. В январе 1951-1984 гг. были года, когда охват положительных аномалий распространялся на 37 % станций и менее.

Проведенный анализ показал, что в марте 1951-1984 гг., по сравнению с зимними месяцами этого же периода только в 32 % случаев (лет), когда в эти годы не наблюдались аномалии вообще (в декабре – 52 %, январе – 48 % и феврале – 45 %).

За весь период с 1951 по 2018 гг., по степени распространения на исследуемых станциях аномально теплыми были декабрь 2006 и 2008 гг., январь 2005 и 2007 гг., февраль 1990 и 2002 гг., и март 2007 года (он является вторым случаем по степени охвата на большинстве метеостанций, после декабря 2006 года).

Выявлено, что в январе для всего рассматриваемого периода, по сравнению с зимними месяцами, зимних потеплений наблюдалось значительно меньше. Волны тепла в январе наблюдались, в основном, только в последнее тридцатилетие.

Также, выявлено, что в марте 1985-2018 гг., по сравнению с зимними месяцами этого же периода только в 13 % случаев (лет), когда в эти годы не наблюдались положительные аномалии вообще (в декабре – 35 %, январе – 29 % и феврале – 22 %). Проведенный анализ показал, что в последнее тридцатилетие, количество наблюдавшихся волн тепла в зимние месяцы и, особенно в марте, на Европейской территории возросло.

Список литературы

1. *Кочугова Е.А., Труханов А.Э.* Оценка аномальности температурного поля Сибирского федерального округа в холодный период года. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2023. – № 2. – С.64 – 71. DOI: https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2023/2/64-71.

2. *Алексеева О.Г., Анискина О.Г.* Влияние циркуляции атмосферы на экстремальную температуру воздуха на Северо-Западе России // Материалы Международной конференции «Климатические риски и космическая погода» – Иркутск.: ИГУ. – 2021. – С. 238 – 242.

3. European Climate Assessment & Dataset project. URL: https://www.ecad.eu/ (дата обращения 18.02.2023 г.)

СТУДЕНЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ

АНАЛИЗ НЕПРЕРЫВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ CO НА НИС МЫС БАРАНОВА

Пуськова А.И., Ёжикова М.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
Puskova05@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ пятилетнего массива данных (2015–2020 гг.) непрерывных измерений приземной концентрации оксида углерода (CO), полученных в высокоширотной Арктике. Рассмотрены межгодовая изменчивость и сезонная динамика концентрации, а также выявлены потенциальные источники поступления загрязнителя на станцию. Минимальные значения концентрации CO в сезоны составляют 67ppm, максимальные —180ppm. Тенденция изменения концентрации CO за пять лет близка к нулю. Постоянные обратные траектории, указывающие на континентальный перенос загрязнителя, наблюдались в период с 11 по 16 сентября 2016 года
Ключевые слова. Арктика, мониторинг атмосферы, оксид углерода, загрязнение воздуха, многолетние данные.

ANALYSIS OF CONTINUOUS MEASUREMENTS OF SURFACE CO CONCENTRATION AT THE RESEARCH VESSEL CAPE BARANOV

Puskova A.I., Ezhikova M.A.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg

Annotation. The analysis of a five-year data set (2015–2020) from continuous measurements of surface carbon monoxide (CO) concentration obtained in the high-latitude Arctic is carried out. Interannual variability, diurnal and seasonal dynamics are considered, and potential sources of the pollutant are identified.
Keywords. Arctic, atmospheric monitoring, carbon monoxide, air pollution, multi-year data.

Анализ годовых измерений угарного газа (CO) в атмосфере мыса Баранова позволяет выявить антропогенное воздействие человека. Максимальные концентрации наблюдаются зимой, а минимальные — летом.
Более экологичные методы отопления домов и контроль за пожарами в сибирских лесах снизили бы количество CO.

Список литературы

1. Фока С.Ч., Макарова М.В., Поберовский А.В., Ионов Д.В., Абакумов Е.В., Анализ измерений концентрации. углеродосодержащих газов на станции атмосферного мониторинга СПбГУ. Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXIX Международного симпозиума. Электронный ресурс Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2023. - 169 MB. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC Pentium 1 или выше; Acrobat Reader 4.0 или выше. ISBN 978-5-94458-196-9

ЭВОЛЮЦИЯ СОЛНЦА И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Бочкина И.И.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
Bochkina-i@bk.ru

Аннотация. Раскрывается роль Солнца в формировании условий для жизни на Земле через обеспечение планеты энергией, участием в климатических и биологических процессах, формировании химического состава атмосферы и геохимических циклов.
Ключевые слова. Вселенная, Солнце, ядерный синтез, эволюция, гелий, тяжелые элементы, межзвездная среда, химический состав.

EVOLUTION OF THE SUN AND ITS SIGNIFICANCE FOR THE ORIGIN AND EXISTENCE OF LIFE ON EARTH

Bochkina I.I.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. The article reveals the role of the Sun in shaping the conditions for life on Earth by providing the planet with energy, participating in climatic and biological processes, and shaping the chemical composition of the atmosphere and geochemical cycles.
Keywords. Universe, Sun, nuclear fusion, evolution, helium, heavy elements, interstellar medium, chemical composition.

Эволюция Солнца, происходящая через процессы гравитационного сжатия и ядерного синтеза, играет ключевую роль в формировании условий, необходимых для существования жизни на Земле, а его изменение влияет на климат и биологические циклы планеты [1].

Химический состав Солнца и межзвездных молекулярных облаков свидетельствует о том, что предшественники органических молекул, таких как аминокислоты и амины, в стадии формирования жизни могли проникать в Землю как из межзвездных источников, так и внутри астероидов.

Солнце — главный источник энергии, который обеспечивает тепло, свет, поддержку климатических и биологических процессов, а также защищает жизнь на Земле, делая её возможной и устойчивой.

Список литературы

1. *Кузнецов А.Д., Логинов В.Ф.* Космические воздействия на атмосферу, 1984г. - 160с.

ОТ ВЕТРА В ЛИЦО ДО БАРОМЕТРА: КАК БЫЛИ ИЗОБРЕТЕНЫ ПЕРВЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Третьякова П.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
polinabelayeva@yandex.ru

Аннотация. Доклад посвящен истории изобретения первых метеорологических приборов — от зарождения метеорологических представлений в античности до создания ключевых инструментов измерения в XVII–XVIII веках. Рассматривается эволюция приборов для

измерения температуры, атмосферного давления, влажности, скорости ветра и количества осадков. Показано, что изобретение термоскопа Галилео Галилеем, ртутного барометра Эванджелистой Торричелли, а также последующее создание стандартизированных шкал Фаренгейтом и Цельсием стали поворотными моментами в превращении метеорологии из умозрительной натурфилософии в экспериментальную науку.

Ключевые слова. Метеорологические приборы, термометр, барометр, гигрометр, анемометр, дождемер, Галилео Галилей, Эванджелиста Торричелли, атмосферное давление, история

FROM WIND IN THE FACE TO THE BAROMETER: HOW THE FIRST METEOROLOGICAL INSTRUMENTS WERE INVENTED

Trtetyakova P.A.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg

Abstract. The report examines the history of the invention of the first meteorological instruments – from the emergence of meteorological concepts in antiquity to the creation of key measuring tools in the 17th–18th centuries. The evolution of instruments for measuring temperature, atmospheric pressure, humidity, wind speed, and precipitation is reviewed. It is shown that the invention of the thermoscope by Galileo Galilei, the mercury barometer by Evangelista Torricelli, and the subsequent development of standardized scales by Fahrenheit and Celsius became turning points in the transformation of meteorology from speculative natural philosophy into an experimental science.

Keywords. Meteorological instruments, thermometer, barometer, hygrometer, anemometer, rain gauge, Galileo Galilei, Evangelista Torricelli, atmospheric pressure, history of meteorology, instrumental observations.

Первые метеорологические описания появились ещё в труде Аристотеля «Метеорологика» (около 340 г. до н.э.), который оставался авторитетным источником по теории погоды почти 2000 лет. Однако до XVII века метеорология оставалась преимущественно умозрительной дисциплиной — для перехода к научному познанию атмосферы требовались инструменты, способные измерять её свойства: температуру, давление, влажность. Именно изобретение приборов в XVII веке ознаменовало рождение метеорологии как экспериментальной науки.

Первым шагом стало создание термоскопа Галилео Галилеем около 1597 года — стеклянной трубки с резервуаром, в которой перемещение жидкости реагировало на изменения тепла. Однако у этого прибора не было шкалы для количественных измерений. Первый герметичный термометр с градуировкой был создан во Флоренции около 1660 года. Настоящий прорыв произошёл в XVIII веке: в 1714 году Даниель Габриель Фаренгейт создал первый надёжный ртутный термометр со стандартизированной шкалой, а в 1742 году шведский астроном Андерс Цельсий предложил стоградусную шкалу, ставшую предшественницей современной шкалы Цельсия.

Идея создания прибора для предсказания погоды принадлежала Галилею, однако воплотить её в жизнь удалось его ученику Эванджелисте Торричелли. В 1643 году Торричелли вместе с Винченцо Вивиани провёл знаменитый опыт с запаянной стеклянной трубкой, наполненной ртутью, доказав существование атмосферного давления и создав первый ртутный барометр. Верхняя часть трубки, где образовывался вакуум, получила название «торричеллиевой пустоты». Позднее, в 1660-х годах, Роберт Гук изобрёл колёсный (баночный) барометр с увеличенной и легко читаемой шкалой.

Первое известное описание гигрометра — прибора для измерения влажности воздуха — принадлежит Николаю Кузанскому (середина XV века); Леонардо да Винчи

создал балансирный гигроскоп около 1500 года. В 1687 году Гийом Амонтон сконструировал оригинальный гигрометр. Анемометр — прибор для измерения скорости ветра — был описан Леоном Баттистой Альберти около 1450 года. Дождемер, один из древнейших измерительных приборов, был стандартизирован в Корее в 1441 году; в Европе одним из первых измерение дождя с помощью прибора провёл Бенедетто Кастелли в 1639 году. В 1662 году Кристофер Рен изобрёл механический самоопорожняющийся ковшовый дождемер. К концу XVII века были изобретены также флюгер и другие вспомогательные приборы.

Изобретение первых метеорологических приборов в XVII–XVIII веках стало революционным этапом в истории науки о погоде. От примитивного термоскопа Галилея до точного ртутного барометра Торричелли и стандартизированных термометрических шкал — каждый новый инструмент приближал человечество к пониманию атмосферных процессов.

ВЛИЯНИЕ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ОБЛАЧНОСТЬ

Комбарова А.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
minyoungibts22@gmail.com

Аннотация. Рассматривается влияние галактических космических лучей на образование облачности.
Ключевые слова. Галактические космические лучи, образование облачности, исследование атмосферы.

EFFECT OF GALACTIC SPACE RAYS ON CLOUDINESS

Kombarova A.A.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg

Abstract. The influence of galactic space rays on cloud formation is considered.
Keywords. Galactic space rays, cloud formation, atmospheric research.

Сегодня вопросы взаимодействия космических факторов и атмосферных процессов являются предметом активных исследований. Современные исследования показывают некоторую статистическую связь интенсивности космических лучей и количества облачности, особенно во время эффекта Форбуша. Природа этой связи и её вариации не до конца понятны и исследование влияния галактических космических лучей на облачность являются целью данного исследования.

В данном исследовании анализируется корреляционная связь между метеорологическими характеристиками в нижней тропосфере и галактическими космическими лучами.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ОБЛАЧНОСТИ У НАВЕТРЕННЫХ СКЛОНОВ ХРЕБТОВ ГЕЛЕНДЖИКСКОГО СЕКТОРА КАВКАЗА

Зоммер В.П., Волобуева О.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
zommer.lerik@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможные механизмы аномального явления: повторное поднятие воздуха за счёт рельефа второго порядка, конвективная неустойчивость, взаимодействие с морскими бризами, а также влияние локальных циркуляций.
Ключевые слова. Подветренные склоны, Геленджикский сектор, Кавказ, аномальная облачность, орографический эффект.

FORMATION OF THE AREA OF INCREASED CLOUDINESS AT THE UPPER SLOPES OF THE RIDGES OF THE HELENDZHIK SECTOR OF THE CAUCASUS

Zommer V.P., Volobueva O.V.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. In some areas of the Gelendzhik sector of the Western Caucasus, there have been cases of local intensification of cloudiness on the leeward slopes. This article discusses the possible mechanisms of this anomalous phenomenon: the re-uplifting of air due to second-order relief, convective instability, interaction with sea breezes, and the influence of local circulations.
Keywords. Leeward slopes, Gelendzhik sector, Caucasus, anomalous cloudiness, orographic effect.

Орографическое влияние рельефа на распределение облачности и осадков — один из ключевых факторов формирования местного климата. Согласно общепринятой модели, воздушные массы, поступающие с моря, поднимаются вдоль наветренных склонов, охлаждаются, конденсируются и формируют зону повышенной облачности и осадков. На подветренных склонах воздух опускается, нагревается, относительная влажность падает — облачность рассеивается [1].

Однако полевые наблюдения и спутниковые данные за последние годы (2020-2024г) в районе Геленджикского сектора Кавказа (хребты Маркотх, Натухай) выявили локальные эпизоды устойчивой облачности и даже осадков на подветренных склонах, особенно в переходные сезоны (весну, осень) и при слабых градиентах давления [3]. Это говорит о сложной мезомасштабной динамике атмосферы в данном регионе.

Возможные механизмы формирования облачности на подветренных склонах:

1. Повторное орографическое поднятие

За основным хребтом часто следует ряд более низких возвышенностей (вторичные гряды). Воздух, прошедший через основной хребет, может снова подниматься на этих локальных возвышенностях, вызывая конденсацию.

Пример: за хребтом Маркотх (подветренный склон со стороны моря) находится внутренний уступ высотой 150–200 м, на котором повторно образуются слоисто-кучевые облака.

2. Конвективная активация на фоне нагретой поверхности

Подветренные склоны часто сильнее прогреваются днём (особенно весной и летом). При достаточной влажности остаточного воздуха это может вызвать термическую конвекцию и формирование кучевых облаков — даже без внешнего орографического подъёма.

3. Взаимодействие с морскими бризами и локальными циркуляциями

В условиях слабого градиента давления дневной морской бриз может проникать в долины за хребтом, принося влажный воздух, который поднимается по внутренним склонам. Также за хребтом могут возникать вихревые структуры (роторы), способствующие подъёму воздуха.

Данные численных моделей предсказания погоды показывают, что при определённых углах подхода воздушного потока в зоне подветренных склонов на высоте 500–800 м над уровнем моря формируются локальные восходящие потоки.

4. Адвекция влажного воздуха с востока или юго-востока

В редких случаях (при антициклональной погоде с восточным переносом) влажный воздух из восточных районов (Туапсе, Сочи) может поступать на восточные склоны хребтов, которые в этом случае становятся наветренными, а западные — подветренными. Это меняет распределение облачности.

В ходе проделанной работы формируются следующие выводы:

В Геленджикском секторе Кавказа при определённых метеоусловиях на подветренных склонах хребтов может формироваться зона повышенной облачности.

Основные механизмы: повторное орографическое поднятие, дневная конвекция, взаимодействие с бризами и адвекция влажного воздуха.

Это явление носит локальный и эпизодический характер, но статистически значимо.

Это явление имеет значение для авиации, сельского хозяйства, туризма и оценки водных ресурсов.

Список литературы

1. *Волошина А. П.* Климат Черноморского побережья Кавказа. — М.: Наука, 1975.
2. Сайт RP5 [Электронный ресурс]: https://rp5.ru
3. Данные метеостанций сети Росгидромета (Геленджик, Архипо-Осиповка, 2020–2024 гг.)

АКТИНОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА СТАНЦИИ МИРНЫЙ, АНТАРКТИДА В 2024 Г.

Воинова М.Д., Капустин А.В., Харсов А.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург.
Актуальные проблемы современной метеорологии.
kaps4000@mail.ru

Аннотация. Анализируются результаты актинометрических измерений на антарктической станции Мирный.
Ключевые слова. Актинометрические измерения, солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния, высота солнца, прозрачность атмосферы, водяной пар

ACTINOMETRIC MEASUREMENTS AT MIRNY STATION, ANTARCTICA IN 2024

Voinova M.D., Kapustin A.V., Kharsov A.A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg.

Annotation. The results of actinometric measurements at the Mirny Antarctic station are analyzed.
Keywords. Actinometric measurements, solar radiation, duration of sunshine, height of the sun, transparency of the atmosphere, water vapor

Актинометрические наблюдения на станции Мирный в 2024 году проводились в соответствии с подпрограммой «Организация и обеспечение работ и научных исследований в Антарктике» государственной программы Российской Федерации

«Охрана окружающей среды». Результаты наблюдений показали, что наибольшее влияние на приток солнечной радиации оказывает высота Солнца и содержание водяного пара в атмосфере вследствие того, что он обладает наиболее интенсивными и широкими полосами поглощения.

При равных значениях прозрачности атмосферы, уменьшение количества суммарной солнечной радиации зависит от уменьшения высоты солнца и соответственно продолжительности солнечного сияния, которое в свою очередь также зависит и от количества облачности. При наличии облачности поток суммарной радиации может как увеличиваться, так и уменьшаться. Если наблюдается полуясное небо и солнце не закрыто облаками, то поток суммарной радиации, как правило, больше, чем при безоблачном небе (заметим, что речь идет о сравнении потоков суммарной радиации при одной и той же высоте солнца). В случае сплошной облачности всегда имеет место уменьшение прихода суммарной радиации по сравнению с приходом при безоблачном небе. Минимальное уменьшение потока суммарной радиации наблюдается в случае полупрозрачной для прямой солнечной радиации облачности верхнего яруса [1].

Получены результаты, что высота поднятого ветром снега при поземке и низовой метели оказывает сильное влияние на поступающую на подстилающую поверхность солнечную энергию.

Список литературы

1. *Харсов И.А.* Материалы 69 Российской антарктической экспедиции, часть 1 «Метеорология». - СПб, ФГБУ «ААНИИ», 2024 – 75 с.

ОЦЕНКА ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПАРАМЕТРОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗИМНИХ ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Михеева З.Д.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
zlatamiheeva28@gmail.com

Аннотация. В работе проведен статистический анализ ежедневных зимних температур (средних, минимальных и максимальных) за три различных года: 1925, 1940 и 1955 гг. Методология основана на построении доверительных интервалов для среднего арифметического, дисперсии и среднеквадратического отклонения. Результаты демонстрируют статистически значимые различия в средних значениях температур и их изменчивости между исследуемыми годами.
Ключевые слова. Доверительный интервал, среднее арифметическое значение, дисперсия, среднеквадратическое отклонение, зимние температуры, статистический анализ, климат.

ASSESSING CONFIDENCE INTERVALS OF WINTER TEMPERATURE DISTRIBUTION PARAMETERS FOR COMPARATIVE CLIMATE ANALYSIS

Mikheeva Z.D.
Rissian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. A statistical analysis of daily winter temperatures (mean, minimum and maximum) for 1925, 1940 and 1955. The methodology is based on constructing confidence intervals for the arithmetic mean, variance, and standard deviation. The results show statistically significant differences in mean temperature values and their variability between the studied years.

Keywords. Confidence intervals, arithmetic mean, variance, standard deviation, winter temperatures, statistical analysis, climate.

Современный климатический анализ требует применения статистических методов для оценки достоверности результатов и сравнения климатических характеристик разных периодов [1]. Одним из таких методов является построение доверительных интервалов для параметров распределения.

Проведен анализ зимних температур за 1925, 1940 и 1955 гг. для каждого года и типа температуры рассчитаны точечные оценки среднего арифметического значения, дисперсии и среднеквадратического отклонения. Построены доверительные иинтервалы (95%) для этих параметров.

Метод доверительных интервалов позволяет надежно оценивать и сравнивать не только средние климатические характеристики, но и параметры их изменчивости, что имеет важное значение для климатологических исследований.

Список литературы

1. *Груза Г.В., Ранькова Э.Я.* Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск: ФГБУ “ВНИИГМИ-МЦД”, 2012 г. – 194 с.

ТУМАНЫ И НИЗОВЫЕ МЕТЕЛИ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ МИРНЫЙ, АНТАРКТИДА

Смагина А.Е., Капустин А.В., Харсов А.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург.
kaps4000@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются синоптические и метеорологические условия возникновения туманов и низовых метелей в районе антарктической станции Мирный.
Ключевые слова. Гидрометеорологические условия, синоптические процессы, циклоны, антициклоны, адвективный туман, туман испарения, низовая метель, ограниченная видимость, опасные явления погоды, температура, атмосферное давление, влажность воздуха, стоковый ветер

FOGS AND GROUND BLIZZARDS IN THE AREA OF MIRNY STATION, ANTARCTICA

Smagina A.E., Kapustin A.V., Kharsov A.A.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg.

Annotation. The synoptic and meteorological conditions for the occurrence of fogs and low-level snowstorms in the area of the Antarctic station Mirny are considered.
Keywords. Hydrometeorological conditions, synoptic processes, cyclones, anticyclones, advective fog, evaporation fog, low snowstorm, limited visibility, dangerous weather phenomena, temperature, atmospheric pressure, humidity, runoff wind

На станции «Мирный» наблюдаются опасные для авиации явления погоды – туманы и низовые метели. Туманы испарения образуются в холодных воздушных массах за холодным фронтом, вблизи кромки льдов. Адвективные туманы образуются весь год, при смещении воздушной массы с теплой поверхности моря на холодное побережье, при западном, северо-западном и северном направлении ветра. Благоприятные условия для развития тумана возникают, когда над территорией формируется обширный гребень

антициклона, в котором формирующееся поле температуры и давления создаёт как термические условия, благоприятные для насыщения атмосферы водяным паром, так и ветер, направленный со стороны моря.

Причиной низовых метелей является стоковый ветер, возникающий над охлажденной наклонной поверхностью и дующий со стороны континента, спускаясь с высоты вниз к морю. Из-за выхолаживания этой поверхности и турбулентных процессов прилегающий к ней атмосферный воздух также охлаждается и под действием силы тяжести стекает вдоль этой поверхности в сторону ее наклона на фоне более теплой окружающей воздушной среды. При этом возникает струйное течение, толщина которого может меняться от нескольких метров (на горных ледниках) до сотен метров, которое поднимает в воздух большое количество снежных частиц и осуществляет горизонтальный перенос снега. Наиболее благоприятные условия для стокового ветра образуются во время нахождения над районом расположения станции «Мирный» гребня антициклона с центром внутри континента, седловины или циклона с центром, находящимся восточнее станции.

Список литературы

1. *Александров В.Я., Капустин А.В., Троицкий И.В., Харсов А.А.* Некоторые особенности метеорологического обеспечения авиации в Антарктиде. В сборнике: Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023, с. 271-276.
2. *Харсов И.А.* Материалы 69 Российской антарктической экспедиции, часть 1 «Метеорология». - СПб, ФГБУ «ААНИИ», 2024 – 75 с.

ВЛИЯНИЕ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ НА ПОГОДУ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ МИРНЫЙ

Попова Е.А., Капустин А.В., Харсов А.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург.
kaps4000@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности влияния антарктических циклонов синоптических на изменение метеорологических условий в районе антарктической станции Мирный.
Ключевые слова. Гидрометеорологические условия, синоптические процессы, циклоны, антициклоны, низкая облачность, ограниченная видимость, опасные явления погоды, температура, атмосферное давление.

THE IMPACT OF ANTARCTIC CYCLONES ON THE WEATHER IN THE AREA OF THE MIRNY STATION

Kapustin A.V., Popova E.A., Kharsov A.A.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg.

Annotation. The features of the influence of Antarctic cyclones on the deterioration of meteorological conditions in the area of the Antarctic station Mirny are considered.
Keywords. Hydrometeorological conditions, synoptic processes, cyclones, anticyclones, low clouds, limited visibility, dangerous weather phenomena, temperature, pressure.

Погода на ст. «Мирный» обусловлена с одной стороны активной циклонической деятельностью, характеризующейся прохождением атмосферных вихрей с запада на восток или с северо-запада на юго-восток (с севера на юг), а также выходом гребней антициклонов, седловинами или малоградиентным барическим полем [1].

Влияние антарктического антициклона на формирование климата невелико. При особо активном циклогенезе образуются перемычки высокого давления, соединяющие антарктический антициклон с субтропическим. В этих случаях на береговых станциях отмечаются максимальные значения давления. Циклонические вихри, формирующие погоду на станции «Мирный», смещаются как по зональным, так и по меридиональным траекториям вдоль периферии антициклонов. Слабоактивные циклоны антарктического фронта перемещаются вдоль побережья. Активные полярно-фронтовые циклоны, приходящие из умеренных океанических широт, образуются в основном в областях циклогенеза, располагающихся у Южной Африки и между островами Крозе и Кергелен.

Эти циклоны, в результате многократной регенерации нередко превращаются в глубокие депрессии, стационирующиеся у побережья. Высокая частота выхода активных циклонических вихрей характерна для холодного периода года. Летом такие процессы менее часты. Характерными, основными траекториями движения циклонов с основными стадиями развития и разрушения, формировавшие погоду в 2024 г. на ст. «Мирный» перемещения циклонического вихря с запада на восток и движение циклонов с севера на юг вдоль меридианов [2].

Список литературы

1. *Александров В.Я., Капустин А.В., Троицкий И.В., Харсов А.А.* Некоторые особенности метеорологического обеспечения авиации в Антарктиде. В сборнике: Гидрометеорология и физика атмосферы: современные достижения и тенденции развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023, с. 271-276.
2. *Харсов И.А.* Материалы 69 Российской антарктической экспедиции, часть 1 «Метеорология». - СПб, ФГБУ «ААНИИ», 2024 – 75 с.

КОМПЛЕКС ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОЛЯРНЫХ МЕЗОЦИКЛОНОВ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Щербакова Ю.Е., Анискина О.Г.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
oneskoula9@gmail.com

Аннотация. В статье представлена программа с автоматической обработкой и визуализацией входных данных в мезомасштабной численной модели WRF-ARW.
Ключевые слова. мезомасштабная модель WRF-ARW, полярный мезоциклон, численные методы моделирования.

A POLAR MESOCYCLONE MODELING COMPLEX WITH AUTOMATIC PROCESSING AND VISUALIZATION CAPABILITIES

Shcherbakova Y.E., Aniskina O.G.
Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg

Annotation. This article presents a program with automatic processing and visualization of input data in the WRF-ARW mesoscale numerical model.
Keywords. WRF-ARW mesoscale model, polar mesocyclone, numerical modeling methods.

Полярные регионы представляют собой территорию с наименее охваченной сетью наземных метеорологических наблюдений на Земле. Арктические регионы за счет недостатка наземных наблюдений имеют ограниченные данные. Вследствие нехватки данных используют спутниковые наблюдения, поскольку в текущий момент это является важным и регулярным источником данных для определения местоположения мезомасштабных процессов.

Полярные мезоциклоны – это циклоны мезомасштаба с непродолжительным периодом жизни, которые чаще всего возникают в зимнее время года над границей раздела между открытой морской поверхностью и морским льдом (над полыньями) вне основных бароклинных зон [2, 3]. Погода в полярных мезомасштабных циклонах характеризуется высокими скоростями ветра (иногда выше 30 м/с) и интенсивными осадками. Протяженность по горизонтали мезомасштабных полярных циклонов не превышает 1000 км [3, 4].

Другим методом изучения и прогноза эволюции полярных циклонов является гидродинамическое моделирование, которое на основе данных наблюдений и описания физики атмосферных процессов может помочь в исследованиях и прогнозах метеорологических процессов, связанных с полярными циклонами [5].

Цель данной работы является разработка программы, которая связана на прямую с гидродинамической моделью WRF-ARW и может обрабатывать и визуализировать скаченные входные данные.

Главная задача проекта заключается в сборе и хранение метеорологических параметров полярных мезоциклонов для дальнейшего анализа и более четкого понимания формирования мезомасштабного процесса. Программа будет в себе содержать анализ спутникового снимка, модельных полей температуры, давления, ветра, вихря, а также температурный вертикальный разрез. Программный код содержит автоматический мониторинг за появлением новых файлов формата NetCDF и мгновенной визуализации выбранных параметров. Обработанные снимки буду передаваться в приложение «Vadas».

Список литературы

1. Анискина О.Г., Заболотских Е.В., Шапрон Б. Моделирование эволюции полярных циклонов с использованием данных спутниковой микроволновой радиометрии [текст] / Анискина О.Е., Заболотских Е.В., Шапрон Б. // Исследование Земли из космоса. — 2016. — №3. — с. 84.
2. Moreno-Ibáñez M. Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography / M. Moreno-Ibáñez, R. Laprise, P. Gachon // Stockholm: The International Meteorological Institute, 2021. — С. 32.
3. Заболотских Е.В. Особенности формирования и классификация штормовых мезомасштабных вихрей / Е.В. Заболотских, Л.П. Бобылев, А.В. Дикинис, Л.О. Неелова, Ю.Е. Смирнова // Россия: «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», 2009-2013. – С. 18.;
4. Степанов В.В. Полярные фронтальные и арктические циклоны в поле облачности / В.В. Степанов // СПб: Государственный научный центр Российской Федерации Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, 2022 — 136 с.

5. Варенцов М.И. Оценка качества воспроизведения полярных мезоциклонов по данным реанализов и результатам регионального климатического моделирования / М.И. Варенцов, П.С. Вереземская, Е.В. Заболотских, И.А. Репина. – 2016. – С. 25.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗЭНТРОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Буравцова Е.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
lena060699@yandex.ru

*Аннотация***.** На основе данных реанализа MERRA2 представлены результаты исследования аномалии потенциального вихря Эртеля (EPV) на изэнтропических поверхностях 285 – 315K.
Ключевые слова. Изэнтропический анализ, потенциальный вихрь Эртеля, стратосферно-тропосферный обмен, складка тропопаузы, прогноз погоды.

POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF USING IZENTROPIC ANALYSIS

Buravtsova E.V.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. Based on MERRA2 reanalysis data, the anomalies of the Ertel potential vorticity (EPV) on isentropic levels were studied.
Keywords. Isentropic analysis, Ertel potential vorticity, stratospheric-tropospheric exchange, tropopause fold, weather forecasting.

Основной целью данного исследования является выявление складки тропопаузы на изэнтропических поверхностях. Изучение таких складок важно, поскольку они служат основным каналом переноса стратосферного воздуха в тропосферу, влияют на распределение озона и влаги, а также инициируют опасные конвективные явления, что имеет прямое значение для краткосрочного прогноза погоды.

Изэнтропическая система координат выбрана потому, что в адиабатических процессах, преобладающих в свободной атмосфере, воздушные частицы движутся вдоль поверхностей постоянной потенциальной температуры (изэнтроп), а потенциальный вихрь Эртеля на них сохраняется. Это позволяет прослеживать траектории стратосферных вторжений без учёта вертикальных движений и чётко идентифицировать складки тропопаузы, которые часто совпадают с изгибами изэнтроп в умеренных широтах.

Для анализа динамики стратосферно-тропосферного обмена (СТО) использован потенциальный вихрь Эртеля (1), сохраняющийся в адиабатических процессах:

$$P = \frac{1}{\rho}\boldsymbol{\xi}_a \cdot \nabla\theta \qquad (1)$$

где P – потенциальный вихрь Эртеля с размерностью: 10^6К·м^2/(кг·с) = 1 PVU, ξa – абсолютный вихрь, состоящий из планетарного f и относительного ξ вихря ($\xi a = \xi + f$), ρ – плотность воздуха, ∇θ – градиент потенциальной температуры. Уровень в 1,5 PVU согласно критериям ВМО является уровнем динамической тропопаузы, соответственно величины EPV >1.5 PVU выступают инструментом для идентификации стратосферных вторжений, создающих зоны неустойчивости и запускающих глубокую конвекцию.

Пространственная структура переноса EPV оценивается через потенциал Монтгомери (M) (2):

$$M = (C_p T + gz)_\theta \quad , \tag{2}$$

где M — потенциал Монтгомери (единицы: $м^2/с^2$, т.е. Дж/кг), C_p — удельная теплоёмкость при постоянном давлении, T — температура (K).

Градиент его на изэнтропической поверхности определяет геострофический ветер, а значит — направления адвекции EPV, влаги и тепла при стратосферных вторжениях.

Интерполяция на изэнтропические поверхности выполнена для уровней потенциальной температуры 285, 290, 295, 300, 305, 310 и 315 K, что соответствует диапазону, наиболее репрезентативному для стратосферно-тропосферного обмена в умеренных широтах.

В качестве примера рассмотрен случай 30 октября 2022 г. На основе совместного анализа EPV и данных канала водяного пара (6.2 мкм) идентифицированы складки тропопаузы, сопровождавшиеся проникновением озона в тропосферу. Очаг положительной завихренности, как правило, с низким содержанием влаги, наблюдался в районе Кольского полуострова, что совпадает с максимумом потенциальной завихренности. Проникновение стратосферного воздуха в тропосферный послужило триггером для образования складки тропопаузы. Высота тропопаузы в зоне складки понижалась до 650–500 гПа.

Установлено, что складки тропопаузы являются ключевым механизмом переноса стратосферного воздуха (и EPV) в тропосферу и запускают мезомасштабные конвективные процессы. Наиболее эффективный диапазон изэнтропических уровней для диагностики — 310–285 K, что согласуется с литературными данными.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются создание климатологических карт повторяемости аномалий EPV для умеренных широт (и не только), разработка количественных прогностических критериев (порогов EPV) для прогноза опасной конвекции и оценка трендов частоты и глубины стратосферных вторжений в условиях меняющегося климата.

Список литературы

1. *Hoskins B.J., McIntyre M.E., Robertson A.W.* On the use and significance of isentropic potential vorticity maps // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. – 1985. – No. 111. – P. 877–946.

2. *Uccellini L.W.* Isentropic analysis for meteorological applications // Proc. 1st Conf. on Isentropic Analysis and Forecasting. – Lancaster, 1995.

3. *Иванова А.Р.* Динамика внетропической тропопаузы Северного полушария: автореф. дис. доктора физ.-мат. наук. – М., 2011. – 38 с.

4. *Юсупов Ю.И.* Прогноз шквалов и интенсивных осадков с применением термодинамических параметров атмосферы и потенциального вихря Эртеля: дисс. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2021. – 129 с.

5. *Антонов Т.А., Топтунова О.Н., Иванова И.А.* Идентификация складок тропопаузы // Авиационная и спутниковая метеорология: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию образования РГГМУ. Санкт-Петербург — 2025. — С. 277-279

6. Волозина И.А., Войтенко У.В., Иванова И.А., Топтунова О.Н. Оценка изменения высоты тропопаузы на территории Российской Федерации // Авиационная и спутниковая метеорология: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию образования РГГМУ. Санкт-Петербург — 2025. — С. 309-313

ПОПАРНОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ МЕТЕОСТАНЦИЯМИ

Семыкин В.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет
vitalijsemykin27@ya.ru

Аннотация. освоение методики расчёта взаимных расстояний между группой АМС с заданными координатами и анализ полученных результатов.
Ключевые слова. АМС, Расчёт расстояния, MACROS, Практическая реализация, Евклидова метрика, формула Гаверсинусов

PARALLEL DISTANCE BETWEEN METEOROLOGICAL STATIONS

Semikin V.A.
Russian State Hydrometeorological University,

Abstract. Mastering the technique of calculating mutual distances between a group of AMS with given coordinates and analysis of the results obtained.
Keywords. AMS, Distance calculation, MACROS, Practical implementation, the Euclidean metric, Haversine formula.

Данное исследование посвящено изучению методов вычисления расстояния между Автоматическими Метеорологическими Станциями (АМС) с заданными координатами. В результате работы были рассмотрены такие методы как: Алгоритм MACROS и Python, теорема Пифагора, формула Гаверсинусов.

Основной целью данного исследования являлось освоить данные методики. И по заданным координатам находить расстояние между АМС использую различные методы

Основным методом исследования для данной работы являлся программный подход для наиболее эффективного анализа данных.

Список литературы

1. *Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 195 с.
2. *Корн, Грандино Артур; Корн, Тереза М.* (2000) [1922] Плоская и сферическая тригонометрия: формулы, выраженные через функцию гаверсина Математический справочник для учёных и инженеров: определения, теоремы и формулы для справки и повторения (3-е изд.). Минеола, Нью-Йорк: Dover Publications. С. 892–893.

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ КАК ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Кудрявцева Д. С.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
kudryavtsevadaria@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются основные факторы, которые определяют географическое распределение возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В частности, обосновывается взаимосвязь между солнечной радиацией и другими видами ВИЭ, такими как ветер, гидроэнергия и биомасса.
Ключевые слова. Альтернативная энергетика, возобновляемые источники, солнечная энергия, солнечная радиация

SOLAR ENERGY AS THE GEOGRAPHICAL BASIS OF ALTERNATIVE ENERGY

Kudryavtseva D. S.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint Petersburg

Annotation. The main factors that determine the geographical distribution of renewable energy sources are considered. In particular, the relationship between solar radiation and other types of renewable energy sources, such as wind, hydropower and biomass, is substantiated.
Keywords. Alternative energy, renewable sources, solar energy, solar radiation

Возобновляемые источники энергии можно определить как естественные источники энергии, охватывающие все слои геосферы Земли, которые формируются на основе энергии солнца и постоянно существующих или периодически возникающих естественных процессов, в рамках жизненного цикла человека. Кроме этого, ВИЭ можно также определить как энергетические потоки географической оболочки [1]. Географическая оболочка была бы однородной, если бы все точки Земли получали одинаковое количество энергии. Однако из-за формы планеты, наклона её оси и других факторов распределение энергии неравномерно, что делит географическую оболочку на более или менее однородные пояса и зоны, различающиеся по мощности и характеру сезонного распределения возобновляемых энергетических потоков.

Ключевым фактором зонального распределения возобновляемых энергетических ресурсов является инсоляция [1]. Солнце, нагревая поверхность Земли неравномерно, создаёт разницу атмосферного давления. Воздух устремляется из зон высокого давления в зоны низкого, создавая кинетическую энергию ветра. В свою очередь, нагревание Солнцем земной поверхности вызывает испарение воды в гидросфере и приводит к круговороту воды в природе, в результате этого, солнечная энергия формирует энергию водотоков. То же можно сказать о волновой энергии – она является производной от ветровой, появившейся от солнечной. В конечном счете солнечное тепло, преобразуемое в процессе фотосинтеза, способствует росту растений и накоплению биомассы в биоценозе, что создает основу для производства биоэнергии. Можно сделать вывод, что большая часть возобновляемых источников энергии – ветер, вода, волны, биоэнергия – является вторичным продуктом, созданным благодаря действиям солнечной энергии в географической оболочке.

Таким образом, ключевые возобновляемые источники – ветер, вода, волны и биоэнергия – являются вторичными проявлениями солнечной активности в географической оболочке Земли.

Список литературы

1. *Дегтярев К.С.* Географические основы возобновляемой энергетики / К.С. Дегтярев // Окружающая среда и энерговедение. – 2021. – № 3(11). – С. 25-42.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ДАТЧИКА ГАММА-ФОНА

Хохлин А.О.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
senya.khokhlin@mail.ru

Аннотация. Представлен опыт разработки и апробации мобильного дозиметрического комплекса на базе микроконтроллера NodeMCU (ESP8266) и датчика RadSense с газоразрядной счётной трубкой СБМ-20. Рассмотрены конструктивные решения, достоинства и трудности эксплуатации, а также результаты измерений в полевых условиях.
Ключевые слова. Гамма-фон; радиационный фон; счётчик Гейгера; NodeMCU; RadSense; СБМ-20; мобильный дозиметр.

EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF A GAMMA BACKGROUND DETECTOR

Khokhlin A.O.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. The paper presents the experience of developing and testing a mobile dosimetric device based on the NodeMCU (ESP8266) microcontroller and the RadSense module with the SBM-20 Geiger–Müller tube. The design solutions, advantages and difficulties of operation, as well as the results of measurements in the field are considered.
Keywords. Gamma background; radiation monitoring; Geiger counter; NodeMCU; RadSense; SBM-20; mobile dosimeter.

Мониторинг радиационного фона в городской среде требует применения компактных и надёжных приборов, способных работать автономно и обеспечивать запись данных для последующего анализа. В рамках работы был разработан мобильный счётчик Гейгера, предназначенный для регистрации гамма-излучения и сопутствующих параметров окружающей среды [1].

Основой устройства стал микроконтроллер NodeMCU ESP8266, обеспечивающий сбор данных, организацию веб-интерфейса и сохранение информации. В качестве детектора применён модуль RadSense с газоразрядной счётной трубкой СБМ-20. Эта трубка относится к наиболее распространённым и надёжным моделям бытового и полупрофессионального уровня: её чувствительность составляет около 29 имп./(с·мкР/ч) при гамма-излучении от 137Cs, а диапазон регистрируемых мощностей экспозиционных доз гамма-излучения охватывает значения от 0,004 мкР/с до 40 мкР/с [2]. Это позволяет фиксировать как естественный фон порядка 0,1–0,3 мкЗв/ч, так и более высокие уровни в условиях локальных аномалий. Дополнительно в прибор были интегрированы датчики температуры, влажности и давления (BME280), модуль GPS/ГЛОНАСС для пространственной привязки измерений и SD-модуль для долговременного хранения данных. Такое сочетание компонентов позволило объединить функции дозиметра и мобильной станции экологического мониторинга.

К достоинствам предложенного решения относятся компактность, низкая стоимость, возможность автономной работы и передачи данных через веб-интерфейс. Использование SD-карты позволило исключить потери информации при отсутствии сети. К трудностям можно отнести необходимость оптимизации кода для работы с ограниченными ресурсами ESP8266, а также чувствительность прибора к условиям

эксплуатации (влага, перепады температуры), что потребовало создания защитного корпуса.

Разработанный мобильный датчик гамма-фона показал надёжность и эффективность в условиях городской среды. Полученный опыт может быть использован для дальнейшего совершенствования конструкции и создания сети автономных датчиков экологического мониторинга.

Список литературы

1. *Изгагин В.С.* Облучение гамма-излучением от природных радионуклидов в строительных материалах жилых зданий на примере девяти российских городов / В. С. Изгагин, М. В. Жуковский, А. Д. Онищенко, И. В. Ярмошенко, М. Д. Пышкина // Журнал радиоаналитической и ядерной химии. — 2023. — Т. 332. — С. 4943–4952. — DOI: 10.1007/s10967-023-09225-4.
2. *Кузнецов В.Н.* Радиационные приборы и методы измерений: справочник / В. Н. Кузнецов. — Москва: Энергоатомиздат, 2005. — 352 с.

ИЗЭНТРОПИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОЛН ХОЛОДА В ВОСТОЧНОЙ АЗИИ (2016) И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ (2021)

Фадеев А.С.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
Fadeew20022@yandex.ru

Аннотация. С использованием изэнтропического метода выполнен сравнительный анализ двух экстремальных событий: восточноазиатской волны холода января 2016 года и североамериканской волны холода февраля 2021 года.
Ключевые слова. Изэнтропический анализ, волна холода, поток, холодная масса воздуха.

ISENTROPIC ANALYSIS OF COLD WAVES IN EAST ASIA (2016) AND NORTH AMERICA (2021)

Fadeev A.S.
[1]Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. Using the isentropic method, a comparative analysis of two extreme events was performed: the East Asian cold wave of January 2016 and the North American cold wave of February 2021.
Keywords. Isentropic analysis, cold wave, flow, cold air mass.

Волны холода в Восточной Азии представляют собой одно из наиболее значимых климатических явлений, оказывающих сильное воздействие на экономику и общество. Для их анализа перспективным является изэнтропический подход. С использованием такого подхода был проведен анализ двух анализ двух значимых волн холода Восточноазиатской в 2016 году и Североамериканской в 2021 году. При анализе была использована программа, для расчёта характеристик полярных холодных масс: количества холодного воздуха (САМ), отрицательного теплового содержания (NHC), а также их горизонтальных потоков [1]. Расчеты проводились по данным реанализа JRA55. Результаты показали формирование холодных масс над Сибирью и Арктикой, их экваториальный перенос. Полученные поля САМ и NHC демонстрируют сходные механизмы динамики холодных масс при региональных различиях, обусловленных

топографией и океаническими условиями. Представленный подход подтверждает эффективность изэнтропического анализа как инструмента диагностики экстремальных волн холода

Список литературы

1. *Iwasaki T. et al.* Isentropic analysis of polar cold airmass streams in the Northern Hemispheric winter //Journal of the Atmospheric Sciences. – 2014. – Т. 71. – №. 6. – С. 2230-2243.
2. *Liu J. et al.* The distinct roles of the Stratospheric Polar Vortex during the initiation and intensification stages of the 2016 East Asian Cold Air Outbreak //Atmospheric Research. – 2024. – Т. 311. – С. 107713.

АНАЛИЗ УСПЕШНОСТИ ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО МОДЕЛЯМ НА СТАНЦИЯХ НОВЫЙ ПОРТ И МЫС КАМЕННЫЙ.

Дудин А.А., Ефимова Ю.В., Иванова И.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

Аннотация. В научно-исследовательской работе был проведён анализ успешности прогнозов моделей ICON, IFS и ECMWF в период с 1 октября 2023 года по 30 апреля 2024 года. В процессе работы были выявлены и проанализированы типовые синоптические ситуации, сопутствующие ошибочным прогнозам. Дополнительно были проанализированы отдельные случаи с синоптическими условиями, которые сопутствовали со значительными ошибками прогноза.
Ключевые слова. Оценка, модель, температура, прогноз, успешность.

ANALYSIS OF THE SUCCESS OF FORECASTING AIR TEMPERATURE USING MODELS AT THE NOVY PORT AND CAPE KAMENNY STATIONS.

Dudin A.A, Efimova YU.V., Ivanova I.A.
Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg

Annotation. The research paper analyzed the success of forecasts of the ICON, IFS and ECMWF models in the period from October 1, 2023 to April 30, 2024. In the course of the work, typical synoptic situations associated with erroneous forecasts were identified and analyzed. Additionally, individual cases with synoptic conditions were analyzed, which were accompanied by significant forecast errors.

Целью данного исследования ставится анализ успешности прогноза температуры воздуха на сутки гидродинамических моделей ICON, IFS, ECMWF на станциях Новый порт и Мыс Каменный за период с 1 октября 2023 года по 30 апреля 2024 года

Для достижения поставленной цели был составлен архив данных прогнозов температуры воздуха выбранных моделей, содержащий прогностическую и фактическую информацию по 6 метеорологическим срокам. При выполнении исследовательской работы был собран и проведён анализ массива данных, состоящего из 7668 прогностических значений температуры воздуха на станции.

В ходе анализа архива полученных данных была рассчитана и проанализирована абсолютная ошибка прогноза каждой из моделей и выявлены периоды неуспешными прогнозами [1]. За период с 1 октября 2023 г по 30 апреля 2024 г модель ICON дала 180 ошибочных прогнозов для Нового порта и 213 для мыса Каменный, ECMWF 464 для Нового порта и 431 для мыса, IFS 337 для Нового порта и 334 для мыса.

В течении всего периода наблюдений модели завышали температуру воздуха. Максимальное количество ошибок у моделей ICON и IFS наблюдалось в феврале (22% и 48% соответственно), а у модели ECMWF в декабре (59%). Синоптическими условиями, наиболее часто сопровождающими ошибки моделей, является – малоградиентное поле. Среди исследуемых моделей наиболее успешной в прогнозировании температуры воздуха себя показала ICON. В настоящее время продолжается сбор и анализ фактических и прогностических данных моделей погоды ICON, IFS по холодному полугодию.

Список литературы

1. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения: РД 52.27.724 – Москва ФГБУ «Гидрометцентр России». 2019. с.62

КРУПНЫЕ АТМОСФЕРНЫЕ ВИХРИ: ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

Колотова Т.В., Волобуева О.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
Tamarikz@yandex.ru

Аннотация. В статье показана важность изучения барико-циркуляционного режима атмосферы. Анализ сезонности и траекторий крупных атмосферных вихрей позволяет глубже понять механизмы воздействия на климатическую систему.
Ключевые слова. Циклоны, антициклоны, атмосферная циркуляция, барические образования.

LARGE ATMOSPHERIC VORTEXES: IMPACT ON THE CLIMATE SYSTEM

Kolotova T.V., Volobueva O.V.
Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg

Annotation. The article highlights the importance of studying the baric circulation regime of the atmosphere. By analyzing the seasonality and trajectories of large atmospheric vortices, we can gain a deeper understanding of their impact on the climate system.
Keywords. Cyclones, anticyclones, atmospheric circulation, baric formations.

Основу общей циркуляции атмосферы составляют её крупномасштабные системы. О её изменениях можно судить по движению и эволюции циклонов и антициклонов. Обычно циркуляцию атмосферы воспринимают в виде погоды, то есть в виде сочетания метеорологических элементов: температуры, ветра, атмосферного давления. Годовой и сезонный ход давления воздуха над северной частью материка (Евразия) в основном обусловлен положением и состоянием планетарной высотной фронтальной зоны (ПВФЗ) и деятельностью двух наиболее мощных центров действия атмосферы (Сибирский и Азорский антициклоны), а также развитием и повторяемостью основных (зональной и меридиональной) форм атмосферной циркуляции [1].

Циклоны и антициклоны, являющиеся подвижными атмосферными вихрями, оказывают воздействие на погоду и климат внетропических широт. С распространением циклонов связаны локальные вариации температуры, осадков и ветра. В последние два десятилетия интерес к циклонам возрос, потому что отдельные стадии их развития вызывают экстремальные осадки и разрушительный ветер у поверхности. Подвижные

антициклоны приносят в регионы ясную погоду, малоподвижные (блокирующие) антициклоны могут вызывать длительные жару или холод. Циклоны и антициклоны влияют на климат, осуществляя межширотный обмен теплом, влагой и импульсом. В связи с этим изменчивость характеристик циклонов и антициклонов при изменении климата представляется актуальной задачей [2].

Глобальное потепление, наблюдаемое в последние десятилетия, оказывает непосредственное влияние на характер крупномасштабной атмосферной циркуляции, изменяя интенсивность и траектории циклонов и антициклонов. Поскольку темпы потепления неодинаковы в различных географических регионах, изучение особенностей региональной циркуляции имеет существенное значение для понимания и прогнозирования местных климатических изменений.

Список литературы

1. Егорина А.В. Режим атмосферной циркуляции над Евразией – Международный журнал прикладных и фундаментальных наук. 2015, выпуск №6 (23), с. 265-268.
2. Поднебесных Н.В. Долговременные изменения атмосферной циркуляции над Сибирью – Оптика атмосферы и океана. 2020, выпуск №2 (33), с.142-145.

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ

Васин А.Ю.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

Аннотация. Доклад посвящен анализу влияния солнечного ветра на климатические процессы Земли. Рассматриваются механизмы взаимодействия потоков заряженных частиц, испускаемых Солнцем, с магнитосферой и атмосферой планеты. Особое внимание уделяется энергетическому вкладу солнечного ветра в климатическую систему, его роли в модуляции глобальной электрической цепи и воздействию на циркуляционные процессы в атмосфере. На основе современных исследований показано, что вариации энергии солнечного ветра, поступающей в магнитосферу Земли, оказывают значимое влияние на межгодовую изменчивость температуры в Северном полушарии, частоту экстремальных погодных явлений и грозовую активность. Обсуждаются перспективы использования данных о солнечном ветре для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования изменений погоды и климата.
Ключевые слова. Солнечный ветер, солнечно-земные связи, климатические изменения, магнитосфера, геомагнитные бури, глобальная электрическая цепь, атмосферная циркуляция, энергетические частицы, космическая погода.

SOLAR WIND AND ITS INFLUENCE ON CLIMATE

Vasin A.Yu.
Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg

Abstract. The report analyzes the influence of the solar wind on Earth's climatic processes. The mechanisms of interaction between the streams of charged particles emitted by the Sun and the planet's magnetosphere and atmosphere are examined. Particular attention is paid to the energy contribution of the solar wind to the climate system, its role in modulating the global electric circuit, and its impact on atmospheric circulation processes. Based on modern research, it is shown that variations in the energy of the solar wind entering the Earth's magnetosphere have a significant effect on the interannual variability of temperature in the Northern Hemisphere, the frequency of extreme weather events, and

thunderstorm activity. The prospects of using solar wind data for short-term and long-term forecasting of weather and climate changes are discussed.
Keywords. Solar wind, solar–terrestrial relations, climate change, magnetosphere, geomagnetic storms, global electric circuit, atmospheric circulation, energetic particles, space weather.

Солнечный ветер — поток заряженных частиц (протонов и электронов), непрерывно испускаемых Солнцем. Наряду с вариациями солнечного излучения, он является одним из ключевых агентов влияния солнечной активности на околоземное пространство и климатические процессы. Высокоскоростные потоки солнечного ветра и корональные выбросы массы обусловливают возникновение геомагнитных бурь.

Энергия солнечного ветра, поступающая в магнитосферу Земли, характеризуется значительной межгодовой изменчивостью. Согласно современным оценкам, годовая средняя энергия солнечного ветра может объяснять до 25% общей межгодовой дисперсии температуры в Северном полушарии в последующую зиму. Мощность электромагнитных процессов в магнитосфере, инициируемых солнечным ветром, может достигать 1012 Вт, что по порядку величины сопоставимо с мощностью мировой электроэнергетики.

Увеличение потока энергии солнечного ветра в магнитосферу индуцирует аномалии атмосферной циркуляции, напоминающие положительную фазу Арктического колебания/Северо-Атлантического колебания. Температурные аномалии в тропопаузе и стратопаузе, вызванные повышенным энергией солнечного ветра, сохраняются до последующей зимы, а через взаимодействие волн со средним потоком в стратосфере и тропосфере передаются в нижние слои атмосферы. Это проявляется в изменении частоты экстремальных холодов в Евразии: при повышенной активности солнечного ветра в предыдущем году наблюдается уменьшение частоты холодных событий к северу от 50° с.ш.

Активные области на Солнце, генерирующие высокоскоростные потоки солнечного ветра, влияют на глобальную грозовую активность. После прохождения активной области через центральный меридиан Солнца примерно через двое суток глобальная грозовая активность на Земле достигает максимума, что сопровождается усилением ливней, штормов и ураганов. Это открывает перспективы для краткосрочного прогнозн погоды на основе наблюдений за солнечной активностью.

Солнечный ветер модулирует глобальную электрическую цепь Земли, изменяя плотность вертикального тока в атмосфере. Изменения плотности тока коррелируют с динамикой атмосферы. Предполагается, что электростатический заряд, накапливающийся на переохлажденных каплях и аэрозолях у вершин облаков, влияет на вероятность образования льда, ускоряя рост и осаждение ледяных кристаллов. Это может приводить к снижению альбедо облаков при малой облачности или к интенсификации осадков и штормов в случае конвективных систем.

Современные исследования подтверждают, что солнечный ветер является не только фактором «космической погоды», но и значимым элементом климатической системы Земли. Понимание механизмов переноса энергии от солнечного ветра к атмосфере необходимо для снижения рисков геокосмических возмущений, более точной оценки будущих климатических изменений и совершенствования систем прогнозирования погоды

ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА УМС ДАЙМИЩЕ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Петренко Е. С., Соловьева А. С., Тенилова О. В., Смирнова А. К., Кальчук В. Ю.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
elizabethocviv@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются особенности метеорологического режима УМС Даймище в летний период. Представлены комплексные данные наблюдений на метеорологической станции, выполненные по программам стандартных, актинометрических и теплобалансовых наблюдений. Проведенный анализ наблюдений позволяет показать взаимосвязь и взаимообусловленность протекающих в атмосфере процессов и охарактеризовать особенности метеорологического режима.
Ключевые слова. Даймище, стандартные наблюдения, актинометрические наблюдения, теплобалансовые наблюдения.

FEATURES OF THE METEOROGICAL REGIME AT THE UMS DAIMISHCHE DURING THE SUMMER PERIOD

Petrenko E.S., Soloveva A.S., Tenilova O.V., Smirnova A.K., Kalchuk V.U.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

Abstract. This paper examines the characteristics of the meteorological regime at the UMS Daimishche during the summer. It presents comprehensive observational data from the station, collected as part of standard, actinometric, and heat-balance observation programs. The analysis of these observations demonstrates the interrelationships and interdependencies among atmospheric processes and characterizes the specific features of the meteorological regime.
Keywords. Daimishche, standard observations, actinometric observations, heat balance observations.

Для того, чтобы проанализировать взаимосвязь и взаимообусловленность протекающих в атмосфере процессов, необходимо рассмотреть в комплексе результаты всех метеорологических наблюдений, выполняемых одновременно и в полном объеме за период времени с физически обусловленными границами. Для анализа были выбраны суточные наблюдения в летний период июня 2024 года в Даймище. Такой подход позволяет показать, как происходит преобразование солнечной радиации в атмосфере и подстилающей поверхности, как формируются тепловые потоки в атмосферу и в почву и потоки водяного пара в атмосферу, что в свою очередь приводит к формированию облаков и других атмосферных явлений.

В результате проведения стандартных наблюдений были получены измерения температуры воздуха, почвы, характеристик влажности, параметров ветрового режима, облачности и атмосферного давления. Были проанализированы связи параметров в течение суток.

В результате проведения актинометрических наблюдений были получены значения прямой, рассеянной радиации, радиационный баланс, отраженной коротковолновой радиации. Были рассчитаны и проанализированы значения параметров приходящей и уходящей радиации в течение суток.

При проведении теплобалансовых наблюдений были получены градиентные измерения температуры, влажности воздуха и скорости ветра на уровнях 0,5 и 2,0 м; измерение температуры поверхности почвы; измерения температуры почвы на глубинах 5, 10, 15, 20 см под естественным покровом. Были вычислены и проанализированы

радиационный баланс деятельной поверхности, поток тепла в почве, теплообмен между деятельной поверхностью и атмосферой, а также затраты тепла на испарение.

Проведенные исследования позволили установить особенности динамики параметров теплового баланса в окрестностях метеостанции, оценить значимость каждого параметра для физических процессов в атмосфере и почве.

Список литературы

1. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии/Физика атмосферы/Л.: Гидрометеоиздат, 1984.- 752 с.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. выпуск 3 часть 1/Гидрометеоиздат, 1985
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 5. актинометрические наблюдения. Часть I. Актинометрические наблюдения на станциях/1997

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ИРАКЕ: ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ТРЕНДОВ

Аль Сибахи Д.Р, Лобанов В.А.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
jaafaratmo95@gmail.com

Аннотация. Исследование об изменении климата в Ираке посвящено анализу долгосрочных температурных трендов. Оно рассматривает природные процессы и их влияние на региональные климатические условия.
Ключевые слова. Ирак, изменение климата, температурные тренды, засуха, метеорология.

CLIMATE CHANGE IN IRAQ: ASSESSMENT AND TEMPERATURE TRENDS

Al Sibahee.J.R., V.A. Lobanov
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St.Petersburg

Annotation. The research on climate change in Iraq is devoted to the analysis of long-term temperature trends. It studies natural processes and their influence on regional climate conditions.
Keywords. Iraq, climate change, temperature trends, drought, meteorology.

Изменение климата в Ираке является стратегическим вызовом для экологии, экономики и общества. Анализ исторических метеорологических данных выявляет четкую тенденцию к потеплению, особенно в летние месяцы, когда южные регионы страны фиксируют рекордные температуры. Одновременно сокращение осадков усиливает проблемы засушливости и негативно отражается на продовольственной безопасности и водных ресурсах. Эти результаты подтверждают важность долгосрочных климатических исследований, а также интеграции их в национальные программы устойчивого развития.

Список литературы

1. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press, 2021.
2. Al-Ansari, N. et al. Climate Change and Water Resources in Iraq. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, 2014.

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДАННЫХ И ОБРАБОТКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА

Добровольский А.В., Восканян К.Л.
Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург
zlobik-dobrik123@mail.ru; klvoskanyan@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена программная реализация контроля качества метеорологической информации на примере тренажера для визуализации данных автоматической метеорологической станции.
Ключевые слова. Тренажер, автоматическая метеорологическая станция, первичный контроль данных, представление данных, визуализация данных

IMPLEMENTATION OF DATA QUALITY CONTROL AND PROCESSING OF METEOROLOGICAL INFORMATION BASED ON A VIRTUAL SIMULATOR

Dobrovolsky A.V., Voskanyan K.L.
Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,

Annotation. The paper considers the software implementation of quality control of meteorological information using the example of a simulator for visualizing data from automatic meteorological station.
Keywords. Simulator, automatic weather station, primary data monitoring, data presentation, data visualization.

Современные автоматические метеорологические станции (АМС) в непрерывном режиме с высокой дискретностью производят измерения метеорологических параметров. Однако, чтобы избежать ошибок при дальнейшем использовании информации АМС, нобходимо проводить контроль ее качества [1]. Безусловно, при наличии больших массивов данных, контроль качества должен быть автоматизирован.

В работе представлены этапы программного контроля и подготовки данных для визуализации и дальнейшей обработки на примере Тренажера, выполненного в программной среде LabVIEW [2] для визуализации данных АМС. Приведены фрагменты реализации алгоритмов на задней панели тренажера (программное решение) и представления обработанной информации на передней панели в виде графиков и таблиц.

Список литературы

1. *Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.* Автоматические метеорологические станции: в 2 т. — Ч. 1. Тактико-технические характеристики: учебное пособие. — СПб.: РГГМУ, 2016. — 170 с.
2. *Суранов А.Я.* LabVIEW 8.20: Справочник по функциям, ДМК Пресс, 2007

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В Д. КАСЬКОВО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Никифоров М.А., Восканян К.Л.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург
coler001@list.ru

Аннотация. Рассматривается проведение метеорологических наблюдений на экспериментальной метеорологической площадке в д. Каськово Ленинградской обл.
Ключевые слова. Погода, термометр, ветроуказатель.

METEOROLOGICAL OBSERVATIONS IN V. KASKOVO, LENINGRAD REGION

Nikiforov M.A., Voskanyan K.L.
Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint Petersburg

Annotation. The article describes the meteorological observations at the experimental meteorological site in the village of Kasykovo, Leningrad region.
Keywords. Weather, thermometer, wind indicator.

В период с 06.06.2025 по 05.08.2025 на частном участке в деревне Каськово, Волосовского района Ленинградской области была оборудована экспериментальная метеорологическая площадка.

В течение периода наблюдений, проводились измерения температуры воздуха на высоте два метра над подстилающей поверхностью, температуры почвы, определение относительной влажности по психрометрическому методу [1], скорости и направления ветра по ветроуказателю. Данные наблюдений обрабатывались и анализировались. При комплексном анализе данных использовалась дополнительная информация метеорологического приложения Windy [2].

В результате исследования даются рекомендации по дальнейшнму использованию эесперимантальной метеорологической площадки и ее оснащению.

Список литературы

1. *Н.О. Григоров, А.Г. Саенко, К.Л. Восканян*. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Учебник. – СПб.: изд. РГГМУ, 2012 – 306 с.
2. Метеорологическое приложение Windy (электроггый ресурс). Режим доступа: https://www.windy.com/?68.970,33.078,5,p:cities