

2003 р., осіння засуха з кінця серпня та до третьої декади жовтня 2005 р., з квітня до другої декади травня та у липні-серпні 2010 р., у вересні-жовтні 2011 р., у квітні-травні 2013 р., у червні-серпні 2015 та охоплювали більшість областей.

Дослідження посушливих явищ має важливе науково-теоретичне та практичне значення для їх врахування при визначенні умов адаптації землеробства до зміни агрометеорологічних показників. Негативний вплив засух призводить до значних збитків при вирощуванні традиційних сільськогосподарських культур на певних територіях.

Перетворення складових радіаційного режиму у надходженні сонячної радіації за сучасних умов, що призводить до збільшення небезпечних посушливих метеорологічних явищ, зумовлює позитивний вплив на розвиток кліматичних ресурсів геліоенергетики в останньому десятиріччі ХХ ст. та на початку ХХІ ст.

За період 1991-2015 рр. відмічалось збільшення геліоенергетичних ресурсів сонячної радіації відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. Відбувалось подальше підвищення річної суми прямої та сумарної сонячної радіації за 2001-2015 рр. щодо 1991-2000 рр. Відмічено зростання тривалості сонячного сьйва. У потоці сумарної радіації спостерігався збільшений потік прямої радіації, що характеризує зростаючий потенціал конкурентоспроможності для запровадження геліоенергетики. Ресурси сонячної радіації не мають негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Перспективи для використання сонячної радіації у геліоенергетиці підтверджуються високим потенціалом на території Криму, Степу, на сході Лісостепу та в окремих районах Полісся. Обмеження, щодо впровадження, стосуються західного Лісостепу, Закарпаття та гірських районів Українських Карпат. Моніторинг сонячної радіації за 1961-2015 рр. підтверджує зростання можливостей використання геліоенергетики на початку ХХІ ст. в Україні.

Кліматичні зміни, що відбуваються на планеті та на території України, як її частини, зумовлюють необхідність адаптування суспільства до них. Суттєві коливання складових радіаційного режиму сонячної радіації протягом окремих періодів призводить до необхідності їх врахування у деяких галузях економіки, в першу чергу це стосується сільськогосподарського виробництва та відновлюваних джерел енергії.

УДК: 551.501.45

Савенець М.В.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ

КОНТРОЛЬ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ ДАНИХ РАДІОЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ

Радіозондування атмосфери на сьогодні залишається основним джерелом інформації щодо стану метеорологічних умов над земною поверхнею та використовується у чисельних методах прогнозу погоди, дослідженні хімічного складу та клімату вільної атмосфери, прогнозу хмарності, стабільності атмосфери та особливостей рефракції електромагнітного випромінювання; забезпечує діяльність цивільної авіації та військової артилерії [1-4].

Точність вимірювання метеорологічних величин під час радіозондування атмосфери суттєво нижче точності наземних метеорологічних вимірів, що пов'язано з великою кількістю джерел різноманітних похибок та значною кількістю пропусків. У результаті цього виникає потреба розвитку методів комплексного контролю якості аерологічної інформації, що реалізовується у декілька етапів [5,6]. Проблемним етапом є виявлення помилкових значень в області екстремальних відхилень. Найбільш популярним підходом є визначення сталих граничних показників, за межами яких потенційно помилкові дані видаляються, тоді як інша частина підлягає подальшому горизонтальному, часовому, вертикальному та гідростатичному контролю [6]. Подібну методику застосовано автором для даних українських станцій у попередніх дослідженнях [7]. Проте, під час використання подібних методів виявлено два основні недоліки: видалення реальних значень поза межами

граничних показників у результаті аномальності погодних умов, та зменшення чутливості горизонтального, часового та вертикального контролю зі збільшенням відхилень від середніх значень. Таким чином, видаляються реальні аномальні показники, що є важливими для визначення ймовірностей настання екстремальних умов у нормативах будівництва, метеорологічному забезпеченні польотів, кліматичних дослідженнях, тощо. З урахуванням подібних недоліків, розроблено новий метод контролю екстремальних відхилень даних радіозондування атмосфери.

У дослідженні використано дані спостережень 9 аерологічних станцій України за період 1973–2018 рр. Метод контролю розроблено для 4 строків 00, 06, 12, 18 UTC та 17 стандартних ізобаричних рівнів. Аналіз проведено для висоти ізобаричного рівня, температури повітря, відносної вологості, зональної і меридіональної складових вітру. Підготовчим етапом до проведення контролю екстремальних відхилень є контроль на фізично-допустимі межі, що дозволяє одразу видалити усі значення фізично неможливі у природі.

В основі розробленого методу контролю екстремальних відхилень покладено «плаваючі» граничні показники, що обчислюються для заданого параметру на заданому ізобаричному рівні. Такий підхід з максимальною чутливістю дозволяє врахувати особливості різних аерологічних характеристик. Теоретичним підґрунтям є побудова статистичних розподілів вибірок. Зі збільшенням відхилень будуть спостерігатися зменшення числа випадків потрапляння у градацію статистичного розподілу. На певній відстані від моди статистичної вибірки повторюваність значень у градації дорівнюватиме 0, тобто відсутність випадків потрапляння величини у градацію. Ці межі визначаються як «плаваючі» граничні показники, а частину розподілу між ними будемо називати «тілом» розподілу. Таким чином, усі значення, що потрапили до «тіла» не будуть перевірятися контролем екстремальних відхилень та перейдуть до подальшої перевірки іншими видами контролю, зокрема горизонтальним, що повинен проводитися наступним. Проте, існують такі значення, що виходять за межі «тіла» розподілу та потребують детальної уваги на випадок діагностики їх як реальних екстремальних відхилень. Подібний підхід суттєво зменшує область між лівою та правою границями, дозволяючи позбутися недоліку, пов'язаного з недостатньою чутливістю подальших видів контролю до значних відхилень.

Для різних аерологічних характеристик характерна різна ширина «тіла» розподілу. Найменший розкид значень у відносної вологості, найбільший у характеристик вітру та температури нижньої стратосфери. Більш того, у строк 00 розкид значень усіх показників у тропосфері зазвичай більший, ніж у строк 12. Для відносної вологості та висоти ізобаричного рівня характерна асиметричність «тіла» розподілу, тобто різні абсолютні значення граничних показників. Таким чином, різниця у значеннях граничних показників аерологічних характеристик, добовий хід ширини «тіла» розподілу та асиметричність лівої та правої межі обумовлюють доцільність використання «плаваючих» граничних показників для виявлення помилок у екстремальних відхиленнях.

Після визначення «тіла» розподілу вибірок, знаходяться усі значення поза межами граничних показників, що вважаються потенційно помилковими. Найбільша кількість виходів характерна для температури повітря, найменша – для відносної вологості та висоти ізобаричного рівня. На цьому етапі, з метою позбутися недоліку, пов'язаного з видаленням реальних значень під час аномальних погодних умов, застосовано алгоритм їх перевірки: перевіряються усі значення сусідніх станцій за цей строк спостережень на заданому рівні (спрощений горизонтальний контроль); усі значення на заданій станції за цей строк спостережень рівнем вище та рівнем нижче (спрощений вертикальний контроль); усі значення на заданій станції та ізобаричному рівні у попередній та наступній строки спостережень (часовий контроль).

Якщо аномальність можливого помилкового значення знаходить підтвердження, значення залишається у вибірці. У іншому випадку, значення вважається помилковим та видаляється. Підтвердженням вважається випадок, якщо значення вимірної величини на сусідній станції, сусідньому вертикальному рівні, або сусідньому строку спостережень, не відрізняється від можливого помилкового більше ніж на $\pm 0.5\sigma$. З метою уникнення хибних висновків (наприклад, за несправності датчика, у результаті чого на сусідніх вертикальних

рівнях отримані екстремальні відхилення), підтвердженням вважається наявність трьох випадків аномальних відхилень із набору «сусідні станції – сусідні строки спостережень – сусідні ізобаричні рівні».

Розроблений метод контролю за загальний період досліджень дозволив відкинути твердження про помилковість 568 значень. Для відносної вологості відсутні виходи за межі «тіла» розподілу в області позитивних відхилень, що пов'язано із близькістю фізично-допустимої межі стану насичення у 100% до загальної групи значень статистичного розподілу. Найбільші підтвержені відхилення досягли 6.2σ та -6.4σ для складових вітру.

Список літератури

1. *Киселев В.Н., Кузнецов А.Д.* Методы зондирования окружающей среды (атмосфера). Санкт-Петербург, из-во РГГМУ. 2004. 429 с. 2. *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation.* WMO-No8. Seventh edition. 2008. 681 p. 3. *Harrison R.G.* Meteorological Measurements and Instrumentation. Wiley Blackwell. 2015. 278 p. 4. *Богаткин О.Г.* Авиационная метеорология. Санкт-Петербург, РГГМУ. 2005. 328 с. 5. *Алдухов О.А., Черных И.В.* Методы анализа и интерпретации данных радиозондирования атмосферы. Контроль качества и обработки данных. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Т.1. 2013. 307 с. 6. *Collins W.G.* The Operational Complex Quality Control of Radiosonde Heights and Temperatures at the National Centers for Environmental Prediction. Part I: Description of the Method. *J. of Appl. Meteorol.* 2001. V. 40, N 2. P. 137–151. 7. *Дворецька І.В., Савенець М.В.* Розробка баз аерологічних даних для території України. *Фізична географія та геоморфологія.* 2017. Вип. 85. С. 130–136.

УДК 551.515

Свінціцька Г.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ХВИЛІ ТЕПЛА ЛІТНЬОГО СЕЗОНУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вступ. Хвиля тепла (англ. Heat wave – HW) – це метеорологічний феномен, що належить до явищ синоптичного масштабу та проявляється у вигляді аномально спекотної, сухої погоди, що зберігається протягом певного періоду і охоплює значні території. Потужні хвилі тепла призводять до значної кількості людських жертв – ХТ 1995 р. в Чикаго спричинила понад 600 випадків смертей [3], ХТ червня–серпня 2003 р. в Європі – 52 000 смертей [4], ХТ 2010 р. у Москві лише в липні призвела до зростання кількості смертей на 4800 осіб, порівняно з липнем 2009 р. [5]. Також ХТ негативно впливають на сільське господарство і низку інших галузей економіки.

Матеріали та методи досліджень. На сьогоднішній день не існує єдиного універсального визначення хвиль тепла. Всесвітньою метеорологічною організацією рекомендовано хвилею тепла вважати період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря на 5°C за цей день по даній станції за період 1961–1990 рр. [1]. Шевченко О.Г. та Сніжко С.І. [1] обґрунтували зручність використання даного визначення ХТ для вивчення проявів цього явища на території України.

Для реалізації задач даного дослідження були використані дані Центральної Геофізичної Обсерваторії про максимальну температуру повітря за кожен день календарного літа з 1961 по 2015 рр. по 50 метеорологічних станціях України.

Основна частина. В результаті аналізу рядів температури повітря за розглянутий період було ідентифіковано 1127 випадків хвиль тепла та встановлено, що найбільша їх кількість спостерігалася на станції Рахів - 42, найменша – Генічеськ – всього 3 випадки, що, очевидно, пов'язано з пом'якшуючим впливом моря. При цьому в північних та західних областях в середньому кількість випадків вища, ніж в південних областях, а в центральних та східних – вище ніж в північних та західних. Середня тривалість ХТ змінюється від 6 днів в Донецьку до 10 днів в Києві та Сімферополі. Максимальна тривалість ХТ дуже відрізняється на різних станціях – від 7 днів (Генічеськ) до 37 (Семенівка).

Найтривалішою хвилею тепла для більшості досліджуваних станцій була ХТ липня–