

ГЕОГРАФІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЛАНДШАФТОЗНАВСТВІ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ

УДК:551.501.7

Дворецька І. В., Савенець М. В.

Український гідрометеорологічний інститут

ДСНС України та НАН України

РОЗРОБКА БАЗ АЕРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Ключові слова: база даних, аерологічні параметри, кліматичні норми, критичний перегляд

Постановка проблеми. Сьогодні дуже багато уваги приділяється проблемам змін клімату. Так як атмосфера являє собою динамічну багаторівневу систему, аналіз кліматичних коливань необхідно проводити як за наземними спостереженнями, так і даними метеорологічних величин на висотах. Найнадійнішим джерелом висотних даних є результати радіозондування. Проте, в основному, розглядаються наземні вимірювання метеорологічних величин та їх зміни. На сьогодні в Україні дослідження висотного розподілу метеорологічних параметрів обмежується виключно кількома стандартними рівнями та практично відсутністю досліджень їх повних профілів, оскільки для цього недостатньо використовувати малу кількість рівнів. Більш того, за часів незалежності України аерологічні дослідження не були узагальнені, про що свідчать монографії [7, 8]. Останні узагальнення подібних досліджень були виконані в кінці 60-х – поч.70-х рр. ХХ ст. [2, 6].

Для розгляду клімату полів метеорологічних величин необхідно проаналізувати їх мінливість, створивши перед цим якісну базу даних (БД) та розробити її докладний опис, який повинен допомогти користувачеві працювати з вихідною інформацією. Необхідність таких досліджень в Україні та потреба у відповідних базах даних є надзвичайно **актуальними** в умовах сучасних змін клімату з точки зору інтерпретації їхнього генезису.

Метою даної роботи є підготовка бази даних для аналізу сезонної та довгострокової мінливості полів стандартних метеорологічних параметрів над територією України.

Для аналізу полів метеорологічних величин недостатньо даних над територією України, оскільки при аналітичному описі метеорологічних полів можливі небажані крайові ефекти, тому первинна аерологічна інформація повинна охоплювати суміжні з Україною держави для повного покриття території України.

Дана робота повністю пов'язана з поняттям «база даних». Під цією категорією

розуміють системи, цілями яких є збереження даних кінцевого користувача та управління цими даними [9]. Системи управління базами даних (СУБД) зберігають не тільки самі дані, а і шляхи доступу до них. Крім того, СУБД містять програмні засоби аналітичного дослідження даних та візуалізації (в т.ч. анімації).

Виклад основного матеріалу. На відміну від України, де аерологічне зондування проводиться несистематично, у розвинених країнах щодня до центрів збору поступає велика кількість аерологічної інформації. Тож потреба у наявності відповідних БД для зручності користування з'явилася давно. На сьогодні багато країн Європи мають в своєму використанні власні розроблені БД [13, 16], проте найбільші та найдосконаліші бази даних наявні у США [12, 18, 23], Канаді [21], Австралії [11] та Японії [17, 19].

Питання використання найбільш доцільної бази даних добре розкрито у [4]. Зручними для використання є Access, FoxPro, MathCad тощо. Проте, вивчення цих пакетів та СУБД на рівні, достатньому для реалізації власних алгоритмів, зазвичай потребує від користувача значних витрат часу. Для того, щоб мінімізувати зусилля, які користувач повинен докласти, І. Л Галкіна та ін. [4] рекомендують використовувати робочі книги Excel як проміжного рівня використання інформації. Це забезпечує користувачам можливості застосування потужних СУБД, до FoxPro включно, вбудованих в Microsoft Visual Studio та найбільш ефективних засобів аналізу, включених в такі аналітичні пакети, як Maple, MathCad, MathLab тощо.

В дослідженнях були задіяні дані аерологічного зондування, представлені в електронних базах даних університету Вайомінг [23], що є загальнодоступними. Всього в рамках даної роботи для дослідження було відібрано 13 станцій аерологічного зондування (рис. 1): 6 на території України та 7 на території сусідніх держав, що дозволило створити сітку і повністю охопити територію України.



Рис. 1 – Географічний розподіл аерологічних станцій використаних для аналізу

Інформація про результати аерологічного зондування представлена в [23] у вигляді текстових файлів щоденних значень. В подальшому для роботи були створені програмні модулі для імпорту результатів вимірів з текстового формату (0 рівень архівації). Таким чином, первинні дані аерологічних вимірів були архівовані у вигляді електронної книги Microsoft Excel (1 рівень архівації), де кожен окремих аркуш відповідав аерологічній станції. Рядком в базі первинних даних відповідає запуск аерологічного зонду. Поля в базі даних поділені на 13 груп, відповідно до ізобаричного рівня. Дані групи розбиті на 12 частин, відповідно до метеорологічних параметрів. Для зручності роботи електронна база даних в Microsoft Excel була структурована та розділена на три окремі БД по рівням, параметрам та станціям.

Період спостережень склав більше 30 років – з 1979 по 2010 рр. У [23] дані представлені і за більш ранній період, проте, початок вибірки з 1979 р. обумовлений необхідністю використання даних радіозондування в майбутніх дослідженнях в комплексі з супутниковою інформацією, що почала надходити з кін. 1978 – поч. 1979 рр. У зв'язку з пропусками запусків на більшості станцій період менший за 30 років. Тільки станції Київ та Леґіоново мають дані за 1979– 2010 рр. Найменша кількість даних на станції Одеса, де період спостережень склав 14 років (табл. 1). Найменша кількість пропусків за період вимірювань, а відповідно і більш якісні дані, представлені на станції Леґіоново (92.5% повноти даних). Найбільша кількість пропусків – на станціях Сімферополь (39.1%) та Гомель (44.3% повноти даних).

Таблиця 1 – Повнота даних аерологічного зондування по станціям

Назва	Період спостережень	Можлива кількість запусків	Реальна кількість запусків	Наявність даних, %
Леґіоново	1979 – 2010	11687	10131	92.5
Бухарест	1981 – 2010	10956	6875	62.8
Гомель	1981 – 2007	9679	4291	44.3
Київ	1979 – 2010	11687	9720	83.2
Ужгород	1981 – 1999	6580	4312	65.5
Чернівці	1981 – 1997	6147	4215	68.3
Одеса	1981 – 1995	6419	4154	64.7
Сімферополь	1981 – 2010	10845	4243	39.1
Курськ	1981 – 2010	10930	8557	78.3
Воронеж	1981 – 2010	10930	6838	62.6
Харків	1981 – 1998	6267	4563	72.8
Ростов-на-Дону	1981 – 2010	10956	7927	71.8
Туапсе	1981 – 2010	10956	5901	53.4

Всього в дослідженнях було задіяно 12 метеорологічних параметрів на 13 ізобаричних поверхнях (1000 – 30 гПа). На 0 рівні архівації було представлено 10 метеорологічних параметрів: дані висоти ізобаричної

поверхні (HGHT, м); температури (TEMP, °C), температури точки роси (DWPT, °C), відносної вологості (RELH, %), співвідношення суміші (MIXR, g/kg), напрямку (DRCT, °) та швидкості вітру (SKNT, вузли),

потенційної температури (ТНТА, К), еквівалентної температури (ТНТЕ, К) та вір туаліної температури (ТНТВ, К). Одиниці вимірювання швидкості вітру на вищих рівнях архівації представлені у м/с. Для вітру характерна неоднозначність представлення даних у полярних координатах. Наприклад, напрямок вітру 2° та 358° є майже однако-вим, проте за абсолютним значенням вони мають велику різницю. Тому було додано 2 метеорологічні параметри: меридіональна (Vm, вузли) та зональна складові вітру (Vz, вузли).

Оскільки аерологічний зонд при запусках може досягти стратосфери, а може і зруйнуватися у середній тропосфері [5, 15], то повнота даних з висотою зменшується з 53.1% на рівні 850 гПа до 16.6% на рівні 30 гПа. На рівні 1000 гПа не завжди знімаються показники, тому повнота даних тут складає всього 31.8%. За кожним метеорологічним параметром за період 1979-2010 рр. повнота даних складає близько 40%.

Найменша кількість відліків за набором: станція – рівень – параметр – місяць становить 55 відліків. Відсутність даних на кожному ізобаричному рівні та по кожній станції аерологічного зондування не є критичною при аналізі сезонної мінливості полів. Цього досить для розрахунку сезонного ходу з використанням гармонічного аналізу, де коефіцієнти Фур'є розраховуються методом лінійної регресії [10], і тому дані, представлені у створеній БД, придатні до використання.

Критичний аналіз даних дає змогу оцінити репрезентативність вибірки, знайти сумнівні та помилкові значення. [1, 20]. Критичний аналіз необхідно реалізовувати в декілька етапів. По-перше, необхідно оцінити статистичні показники кожного ряду вимірювання на кожній аерологічній станції. По-друге, серед усіх аномальних показників (кожен з яких може бути помилкою), потрібно виділити ті аномалії, які спостерігалися б у цей день на сусідніх станціях. У випадку наявності аномалії на сусідніх станціях можна стверджувати про правильність вимірюваного значення. По-третє, маючи список аномалій на сусідніх станціях, можна виділити аномалії, що спостерігалися в цей день лише на одній станції. Саме ці дані і можуть бути помилковими.

В результаті розрахунків виділено основні статистичні характеристики вибірок та кількість аномалій кожного параметра на усіх рівнях, виміряних на кожній станції. Вияв-

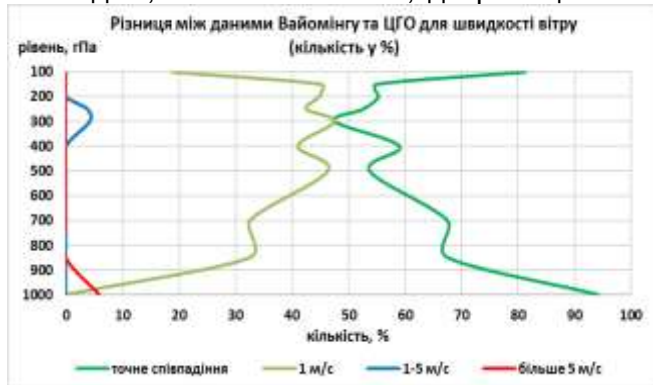
лення аномалій відбувалося за перевищенням відхилення значення від середнього на $\pm 3\sigma$. Хоча аномальним показником у випадку нормального розподілу вважається вихід за $\pm 2.5\sigma$ [10], вирішено діагностувати аномальні відхилення із запасом, для уникнення видалення безпомилкових значень. Такий підхід можна застосовувати у випадку будь-якого розподілу рядів метеорологічних величин, так як, згідно критерію Смірнова-Граббса [3, 10], основний розмах значень, незалежно від статистики ряду, сягає 5σ ($-5...2.5\sigma$). З 8,8 млн. проаналізованих значень, у 37495 випадках спостерігалися аномальні показники. Аномалії характеристик вітру діагностувалися за показниками зональної (Vz) та меридіональної (Vm) складових вітру. Найбільшою кількістю аномалій характеризуються ряди з відношенням суміші та зональними і меридіональними складовими вітру в приземному шарі та у нижній стратосфері (до 4% аномалій від усієї кількості значень ряду). Найменша кількість аномалій спостерігається для відносної вологості повітря, оскільки датчики вологості на аерологічному зонді на рівнях нижче 400 гПа не працюють й дають одні і ті ж самі значення [15]. Під час наступних етапів критичного аналізу було виділені потенційно помилкові значення. Загалом їх кількість сягнула 24420 показників. Ці аномалії не дублюються на сусідніх станціях, тому викликають великий сумнів у правильності їх виміру або запису.

Після критичного перегляду дані, що не були підтверджені на сусідніх станціях, викидаються з масиву як підозрілі і розраховуються кліматичні норми. Наявність кліматичних норм дає можливість розрахувати залишки сезонного ходу та перевірити дані першого рівня архівації. Це дає змогу уточнити кліматичні норми та створити базу даних другого рівня архівації. Методика розрахунку кліматичних норм здійснювалася за допомогою гармонічного аналізу даних з БД першого рівня архівації. Перевірка значимості гармонік здійснювалася за коефіцієнтами Стюдента та Фішера [1, 3, 10].

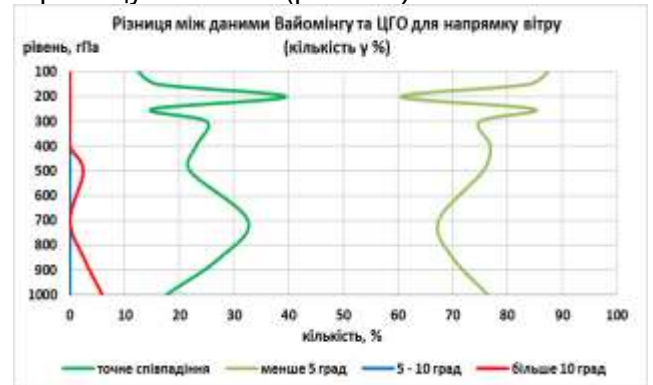
Таким чином, після розрахунку аномалій з використанням розрахованих кліматичних норм, кількість виходів за $\pm 3\sigma$ зменшилася на 15637 випадків (42%) і склало 21858 випадків. Кількість аномалій, що спостерігається тільки на одній станції зменшилася на 12038 значень (51%) і складає 12382 випадків.

Для оцінки точності критичного перегляду було порівняно отримані дані з інформацією таблиць ТАЕ-3 Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО), що містять дані аерологічних зондувань. Для порівняння взято два випадкових місяці, що містять дані за кожен день: жовтень 1987 р. та грудень 2002 р. Порівнювалися кількість точних співпадінь; кількість значень, де різниця між

даними таблиць ТАЕ-3 та отриманими після критичного перегляду (далі «різниця») не перевищувала похибку вимірювань метеорологічних параметрів (0.1°C для температури, 2% для вологості, 1 м/с для швидкості вітру та 5° для напрямку вітру); а також кількість значень, різниця яких потрапляла в певний інтервал або перевищувала його (рис. 2-3).



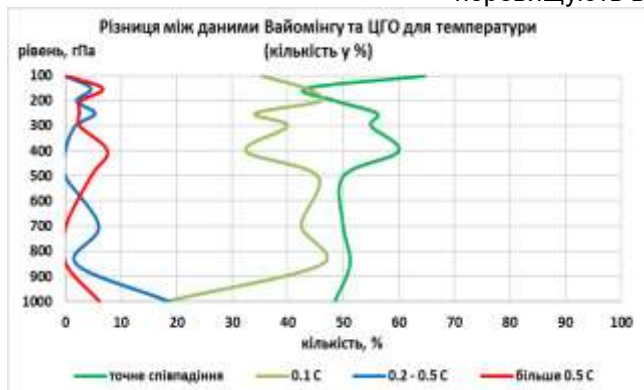
(а)



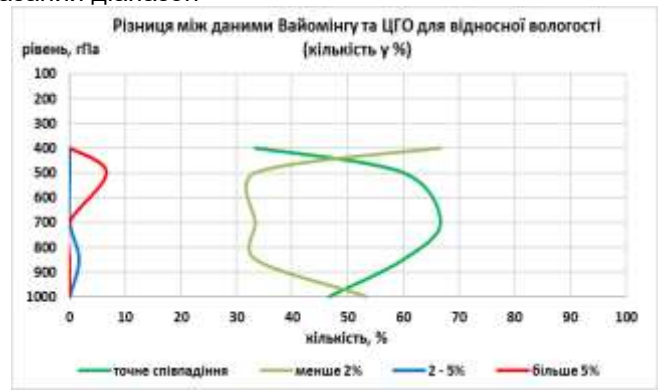
(б)

Рис. 2 – Порівняння даних Вайомінгу з даними ЦГО для напрямку (а) та швидкості (б) вітру.

Криві відображають кількість значень у %, які точно співпадають; не перевищують похибку вимірювання; знаходяться в межах 5 – 10° для напрямку вітру та 1 – 5 м/с для швидкості вітру, а також перевищують вказаний діапазон



(а)



(б)

Рис. 3 – Порівняння даних Вайомінгу з даними ЦГО для температури (а) та відносної вологості (б).

Криві відображають кількість значень у %, які точно співпадають; не перевищують похибку вимірювання; знаходяться в межах 0.2 – 0.5°C для температури та 2 – 5% для відносної вологості, а також перевищують вказаний діапазон

Найкраще узгоджуються дані швидкості та напрямку вітру (рис. 2), що вказують на високу якість виявлення можливих помилок в критичному аналізі за показниками зональної та меридіональної складових вітру. Для напрямку вітру на ізобаричних рівнях 700 гПа та 400 гПа і вище різниця у даних не перевищує допустимої похибки вимірювання напрямку вітру при аерологічному зондуванні. На рівні 1000 гПа таких значень 94.1%, на 850 і 500 гПа – 95.7%. Різниця у даних швидкостей вітру не перевищує 1 м/с щонай-

менше у 94.1% на ізобаричному рівні 1000 гПа, і на більшості рівнях у 100% випадків.

Для даних вологості на рівнях 850 та 500 гПа в межах похибки вимірювання знаходяться 93% значень (рис. 3б), на усіх інших висотах – 100%. Для температури (рис. 3а) на більшості висотах 90% різниці у даних не перевищує 0.1°C. На ізобаричному рівні 1000 гПа близько 30% значень відрізняються більше ніж похибка вимірювання, проте максимальна різниця складає 1.1°C.

Загалом критичний аналіз показав хороші результати і дозволив виявити більшість

помилкових значень. Основна частина тих показників, що не співпадають точно, не перевищують похибку вимірювання.

В результаті було створено наступні бази даних: база первинних даних аерологічної інформації та її видозміни; база даних кліматичних норм; база даних сезонної мінливості з можливістю візуалізації перегляду вертикальних профілів та просторового розподілу метеорологічних величин.

Електронна база первинних даних аерологічної інформації є БД першого рівня архівації. Для зручності користування база первинних даних аерологічної інформації представлена у вигляді однієї загальної БД та трьох додаткових видозмінених БД. Дану БД зручно використовувати для підрахунку основних статистичних характеристик вибірок; у якості джерела для проведення статистичних аналізів; оцінки повноти представлення даних; трансформації у інші БД в залежності від потреб користувача.

Дані первинної аерологічної інформації існують також у вигляді трьох додаткових видозмінених БД, де вони представлені в окремих робочих книгах для параметрів, станцій та ізобаричних рівнів. Перевагами цих БД є можливість використання для детального аналізу; можливість вибору окремого об'єкту дослідження: певної станції, певного рівня, певної метеорологічної величини; зручність розмірів для передачі БД.

Другою базою даних стали бази даних кліматичних норм, що є БД другого рівня архівації. База містить інформацію про координати розташування станції (широта та довгота в градусах); висоту розташування станції на рівнем моря (в метрах); значення амплітуд перших п'яти гармонік; значення фаз перших п'яти гармонік; середнє значення вибірок; коефіцієнт детермінації моделі гармонічного аналізу; коефіцієнт Фішера; амплітуди косинусів та синусів гармонік; кліматичні норми для кожного окремого дня.

БД зручно використовувати для аналізу сезонної мінливості метеорологічних показників, розрахунку спектральних характеристик рядів метеорологічних величин, трансформації в інші БД, в залежності від потреб користувача, та можливістю візуалізації даних вбудованими в Excel та власними програмними засобами.

Третя база даних – база даних сезонної мінливості, в яку вбудовано аніматор перегляду вертикальних профілів (рис. 4).

Для просторової візуалізації даних було створено ще три окремі БД з різними форматами файлів: .dat, .grd та .wmf. Так як необхідно було побудувати надзвичайно велику кількість карт (52560 шт.), процес був автоматизований за допомогою скриптера Surfer. Просторова візуалізація даних здійснюється створеним візуалізатором (рис. 5), що також для зручності користування був вбудований у середовище Microsoft Excel.

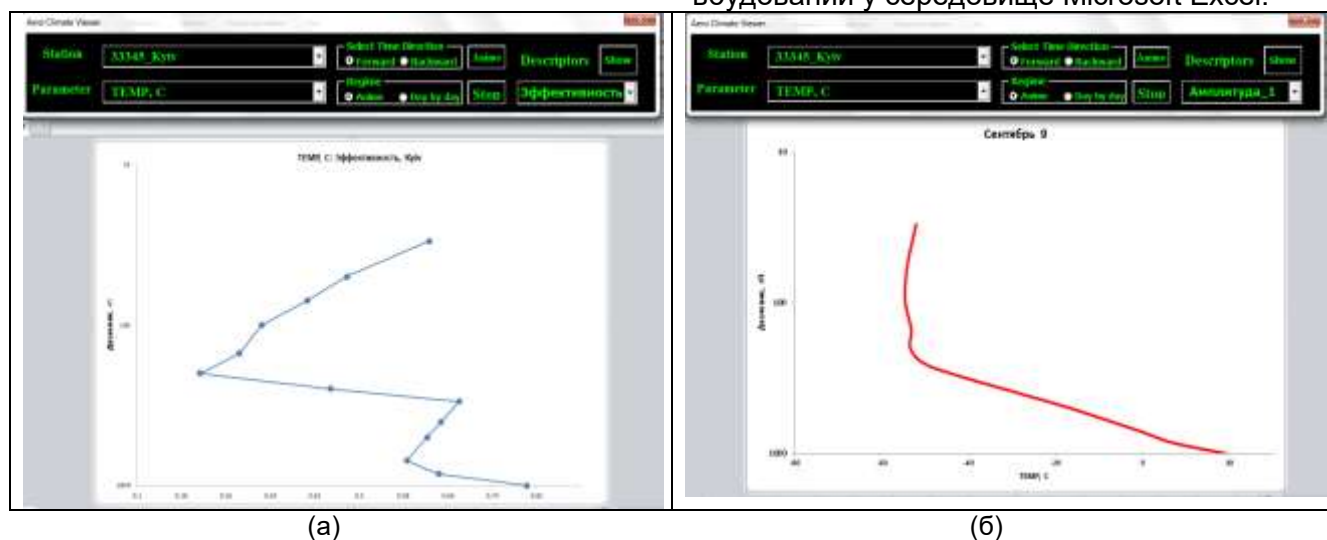


Рис. 4 – Приклад роботи аніматора вертикальних профілів під час перегляду вертикальних профілів метеорологічних параметрів (а) та дескрипторів (б)

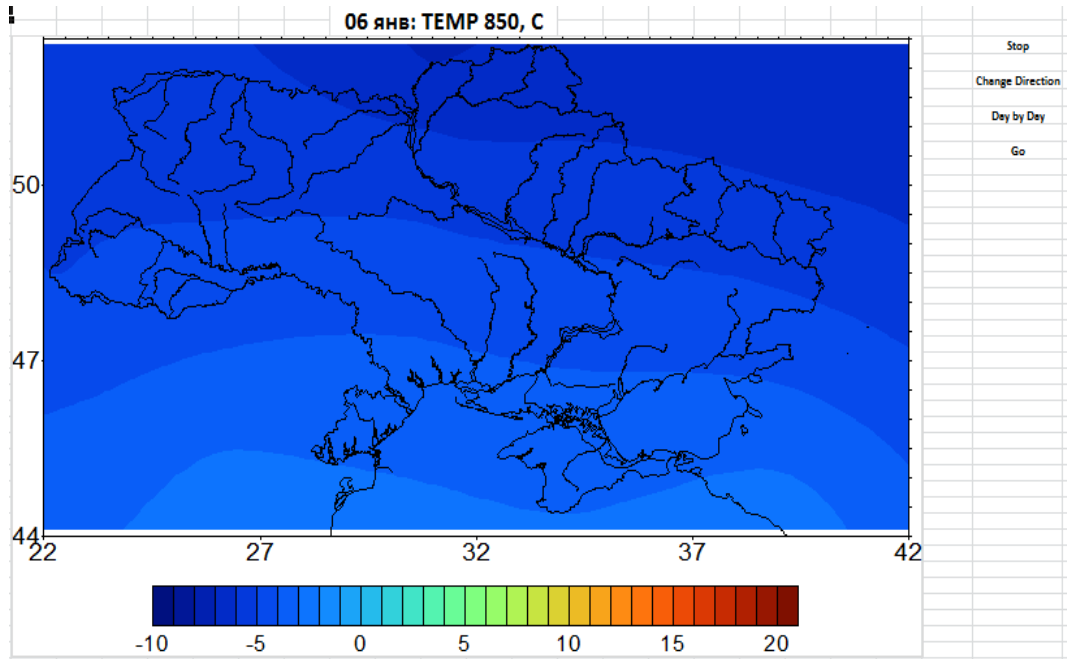


Рис. 5 – Приклад роботи візуалізатора просторового розподілу

Для роботи сучасних баз даних не обхідним є постійне оновлення інформації. Оскільки оновлення сайту Університету Вайомінг відбувається постійно, користувач має можливість оновлювати вище описані БД інформацією про аерологічне зондування у будь-який момент.

Найдоцільнішим методом поповнення БД первинних аерологічних даних 0 рівня архівації, наявних у користувача, є використання не інтерактивної консольної програми для завантаження файлів з мережі Wget [21]. Wget підтримує протоколи HTTP, FTP та HTTPS. Wget є не інтерактивною програмою, тобто після її завантаження користувач може впливати на роботу тільки за допомогою засобів управління процесами самої операційної системи. На основі поповнення даної БД, може відбуватися поповнення усіх баз даних 1 рівня архівації.

Оновлення БД 2 рівня архівації недоцільно проводити постійно. У випадку оновлення даних за 1 рік, цілі значення кліматичних норм змінюватися не будуть. За останніми рекомендаціями ВМО перерахунок кліматичних норм необхідно проводити 1 раз на 10 років (Комісія ВМО по кліматології, Гейдельберг, 2014 [14]).

У випадку, якщо є необхідність оновлення кількості станцій, створені програмні модулі дозволяють оновити список без зміни програмного коду; а лише додавши у список назву нової станції та створивши необхідні пусті каталоги.

Висновки. Загалом в роботі створено 10 баз даних аерологічної інформації. Первинні дані аерологічної інформації було впорядковано в 2 бази даних 0 та 1 рівня архівації. Для зручності користування БД 1 рівня архівації створено додаткові 3 БД по станціям, ізобаричним рівням та метеорологічним параметрам. Розроблено критерій критичного перегляду даних, що був програмно реалізований. Це дозволило визначити та усунути можливі помилкові значення. Перевірка з даними таблиць ТАЕ-3 показала високу узгодженість аерологічної інформації та відсутність значних відхилень для усіх параметрів. Було розраховано та уточнено дані кліматичних норм. Створено БД 2 рівня архівації та, для можливості візуалізації, додатково розроблені БД з файлами формату .dat, формату .grd та формату .wmf. Для візуалізації даних у просторі створено аніматор вертикальних профілів та візуалізатор просторового розподілу.

Список літератури

1. Аргучинцева А. В. Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений / А. В. Аргучинцева. – Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 2007. – 105 с. 2. Атлас климатических характеристик температуры, плотности и давления воздуха, ветра и геопотенциала в тропосфере и нижней стратосфере северного полушария / под ред. Д. И. Стехневского и Б. С. Чучалова. – М. : Гидрометеиздат, 1974. 3. *Большев Л. Н.* Таблицы математической статистики / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 416 с. 4. *Галкина И. Л.* Использование электронных таблиц Excel для изучения озоносферных процессов: архивация, анализ, моделирование / И. Л. Галкина, В. В. Зуев, Г. М. Крученицкий // Оптика атмосферы и океана. – 2003. – №16. – С. 943-951. 5. *Калиновский А. Б.* Аэрология. Ч. 1. Методы аэрологических измерений / А. Б. Калиновский, Н. З. Пинус. – Л. : Гидрометеиздат, 1961. – 520 с. 6. Климат свободной атмосферы и пограничного слоя над территорией СССР – М.: Гидрометеиздат, 1979. – (Тр. ВНИИ гидрометеорологической информации – Мирового центра данных). 7. Клімат Києва / за ред. В. І. Осадчого, О. О. Косовця, В. М. Бабіченко. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 320 с. 8. Клімат України/ за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 344 с. 9. *Кузьменко В. Г.* Программирование на VBA 2002 / В. Г. Кузьменко. – М. : Бинوم-Пресс, 2003. – 880 с. 10. *Худсон Д.* Статистика для физиков / Д. Худсон. – М. : Мир, 1970. – 295 с. 11. Australian Atmospheric Soundings [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://slash.dotat.org/cgi-bin/atmos/> 12. CARDS homepage [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://gcmd.gsfc.nasa.gov/KeywordSearch/> 13. Chesky Hydrometeorologicky Ustav [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/oa/edata_sondaz.html 14. Commission for Climatology. 16th session. Heidelberg, 3 – 8 July 2014. Abridged final report with resolutions and recommendations // WMO. – № 1137. 15. *Gilles Harrison R.* Meteorological measurements and instrumentation / R. Gilles Harrison. – John Wiley & Sons Ltd, 2015 – 257 p. 16. Hungary aerological database [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://aerapa.conference.ubbcluj.ro/2014/PDF/34-Nyitrai.pdf> 17. Japan Meteorological Agency [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html> 18. MONADS homepage [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://idn.ceos.org/portals/> 19. National Institute of Polar Research [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.nipr.ac.jp/english/> 20. *Storch H.* Statistical Analysis in Climate Research / H. Storch, F. Zwiers. – Cambridge University Press, 2002 – 484 p. 21. Training Manual Aerological Observer's Course [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://web.unbc.ca/~murphyb/zxs/doc/manuals/aerological_observers_course/module_4-sounding.pdf 22. Wget.exe homepage [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.gnu.org/software/wget/wget.html> 23. Wyoming University [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

Дворецька І. В., Савенець М. В. Розробка баз аерологічних даних для території України.

Створено та представлено бази даних аерологічного зондування для території України та суміжних територій різних рівнів архівації в кількох видозмінах. Розроблено критерій критичного перегляду даних, що дозволив виділити помилкові значення та відрізнити їх від аномалій. Отримані після критичного перегляду дані було порівняно з даними аерологічних спостережень ЦГО, представлених у таблицях ТАЕ-3. Розроблено програми-візуалізатори: аніматор вертикальних профілів та візуалізатор просторового розподілу метеорологічних параметрів.

Ключові слова: база даних, аерологічні параметри, кліматичні норми, критичний перегляд.

Dvoretska I., Savenets M. Aerological database elaboration for Ukraine territory. There were created and presented databases of aerological soundings for Ukraine and adjacent territories in different archive levels and several modifications. Criteria of critical analysis was elaborated, which allowed to separate errors in data and differ them from anomalies. Obtained after critical analysis data were compared with aerological soundings data, available in CGO TAE-3 tables. There was created visualization programs: animator of vertical profiles and spatial distribution visualizer of meteorological parameters.

Keywords: database, aerological parameters, climate norms, critical analysis.

Дворецкая И. В., Савенец М. В. Разработка баз аэрологических данных для территории Украины. Создано и представлено базы данных аэрологического зондирования для территории Украины и смежных территорий различных уровней архивации в нескольких видоизменениях. Разработан критерий критического просмотра данных, который позволил выделить ошибочные значения и отличить их от аномалий. Полученные после критического просмотра данные сравнивались с данными аэрологических наблюдений ЦГО, представленных в таблицах ТАЭ-3. Разработано программы-визуализаторы: аниматор вертикальных профилей и визуализатор пространственного распределения метеорологических параметров.

Ключевые слова: база данных, аэрологические параметры, климатические нормы, критический просмотр.

Надійшла до редакції 12.01.2017