

дослідження здійснюються Шевченко О.Г. та Байдюк Т.М. з використанням сучасного Бі – фізіологічно-еквівалентної температури. У 80–90-х роках ХХ ст. були реалізовані дослідження та видані колективні монографії, що описують клімат великих міст України (Києва, Дніпропетровська, Харкова, Полтави, Луцька, Львова, Вінниці, Одеси, Чернівців). У цих монографіях крім результатів вивчення клімату, також охарактеризовано мікрокліматичні особливості цих міст. Вивчення вразливості українських міст до зміни клімату були започатковані в 2014 р. Шевченко О.Г. з колегами. Зокрема, ними визначені основні потенційні негативні наслідки зміни клімату для міст, чинники, що посилюють вразливість міст, запропонована та апробована методика оцінки вразливості до проявів зміни клімату.

Результати урбометеорологічних досліджень мають важливе практичне значення, адже, інформація про особливості формування мікро- та біоклімату території використовується при моделюванні полів окремих метеорологічних елементів в межах ділянок міської забудови, а також – відіграє важливу роль при плануванні будівництва нових районів та підвищенні комфортності у вже існуючих; також ця інформація може використовуватися для розробки та впровадження заходів адаптації до спеки; знання особливостей формування високого рівня забруднення атмосферного повітря міста та чинників, що його визначають, може застосовуватися для прогнозування та розробки програм для покращення якості повітря у містах.

УДК: 551.509.339

Щеглов О.А., Мартазінова В.Ф.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ОПАДІВ ІЗ МІСЯЧНОЮ ЗАВЧАСНІСТЮ НА ОСНОВІ АНСАМБЛЮ АНАЛОГІВ АТМОСФЕРНИХ ПРОЦЕСІВ

Проблема довгострокових прогнозів є актуальною науково-практичною задачею, особливо в умовах змін клімату та тенденцій до збільшення екстремальності погодних умов [1]. Більша частина підходів до довгострокових прогнозів заснована на використанні гідродинамічних моделей, які описують загальну циркуляцію атмосфери та океану. Однак через існування межі передбачуваності погоди, успішність гідродинамічних прогнозів на термін понад 8-10 днів є низькою. Відкрита В.Ф. Мартазіною за допомогою методу «плаваючого аналога» двомісячна квазіперіодичність атмосферних процесів дозволила розширити межі передбачуваності і використати періодичність в моделі довгострокового прогнозу погоди [2,3]. Двомісячна квазіперіодичність проявляється через 50-60 днів відносно поточного періоду як подібні синоптичні процеси із певним сезонним зміщенням по широті $\Delta\varphi$ та довготі $\Delta\lambda$.

В даній роботі буде представлено новий регіональний фізико-статистичний метод деталізованого прогнозу температури повітря та атмосферних опадів на місяць. В основі методу прогнозу лежить двомісячна квазіперіодичність атмосферних процесів [2] та принцип прогнозування за ансамблем аналогів. Вхідною інформацією, що використовується для методу є архіви добових полів геопотенціалу АТ-500 гПа на території Атлантико-Європейського сектору (40-70 град. пн. ш., 30 град зх. д. - 120 град. сх. д. із кроком регулярної сітки 5 град. по довготі та широті) з архіву відділу кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди УкрГМІ за 1998-2018 рр. Також використовуються добові дані температури та опадів, розраховані за даними спостережень наземної мережі гідрометеорологічних станцій України, що були надані Центральною геофізичною обсерваторією ім. Бориса Срезневського.

Розрахунки за методом можна розділити на чотири етапи. На першому етапі формується вхідна інформація. Для відбору аналогів розраховуються інтегральні характеристики полів геопотенціалу на середньому рині тропосфери (АТ-500 гПа) шляхом широтного осереднення полів в зоні 40-70 град. пн. ш. Якщо аналоги відбираються до процесів певного року T , то процеси цього року позначимо як U_T . Період тривалістю 3-4

ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2019. № 3 (54)**

природні синоптичні процеси (14 днів) за два місяці до прогнозного періоду є поточним періодом, до якого підбираються аналоги. Процеси різних років s , які є потенційними аналогами, позначимо як $A_1, A_2, \dots, A_c, \dots, A_c$. Допустимим є пошук аналогів лише приблизно в ті самі календарні дні різних років зі зміщенням не більше ніж на 1-2 природних синоптичних процесів (± 5 календарних днів).

На другому етапі для відбору ансамблю аналогів полів геопотенціалу використовується класичний для довгострокових прогнозів [4] показник геометричної подібності ρ поточних полів U_T з архівними полями ($A_1, A_2, \dots, A_c, \dots, A_c$):

$$\rho = \frac{n_+ - n_-}{N}, \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (1)$$

де n_+ – кількість вузлів, в яких знаки аномалій двох полів співпадають, n_- – кількість вузлів, де знаки аномалій не співпадають, N – загальна кількість вузлів регулярної сітки. Ітерація розрахунків показника ρ здійснюється зі зміщенням полів по довготі ($\Delta\lambda = \pm 15$ град.) та календарним дням ($\Delta t = \pm 5$ днів). До ансамблю відносяться ті аналоги, для яких $\rho \geq 0,3$.

На третьому етапі проводиться пошук найбільш інформативного аналогу з відібраного ансамблю. Для цього розраховується матриця зв'язків між аналогами за формулою (1), а також значення середнього абсолютного відхилення між інтегральними характеристиками полів на прогнозний період:

$$MAE_{cm} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |h_{ic} - h_{im}|, \quad (2)$$

де h_{ic}, h_{im} – значення геопотенціалу c -го та m -го аналога в i -му вузлі регулярної сітки. При кожній ітерації початкові вузли сітки визначаються в залежності від $\Delta\lambda$ та Δt . Для прогнозу відбирається найбільш інформативний аналог із ансамблю зі значеннями $\rho \geq 0,3$ та мінімальним значенням MAE .

На четвертому етапі прогноз розвитку синоптичних процесів відбувається за сценарієм найбільш інформативного аналога A . Поточні синоптичні процеси U_T та процеси аналога повинні мати подібну двомісячну квазіперіодичність із відповідним сезонним зміщенням. Оскільки синоптичні процеси аналогів на другий місяць від поточного періоду уже відомі, їх можна використати у якості прогностичного матеріалу для деталізованого прогнозу атмосферного тиску, температури повітря, та атмосферних опадів. Прогнози середньої місячної температури повітря отримуються шляхом осереднення реалізацій температури найбільш інформативного аналога на кожній метеорологічній станції України, а опадів – шляхом розрахунку суми опадів за відповідний прогнозний період. Розрахунок здійснюється відповідно до зміщення по календарним дням, для яких було отримано мінімальні значення за формулою (2) на третьому етапі.

Для прогнозу середньої місячної аномалії температури виділялися три класи: «вище норми» ($t > 1,0$ °C), «близько норми» ($-1,0$ °C $\leq t \leq 1,0$ °C) та «нижче норми» ($t < -1,0$ °C). Для опадів також виділялися три класи: «вище норми» ($R > 120$ % від норми), «близько норми» (80 % $\leq R \leq 120$ %) та «нижче норми» ($R < 80$ % від норми). Аномалія температури повітря розраховувалась як відхилення від середнього багаторічного значення за 2000-2015 рр. відповідного місяця; аномалія опадів – як відношення до середньої місячної кількості опадів за 2000-2015 рр. Справджуваність прогнозів оцінювалась за потраплянням чи не потраплянням прогнозу у фактичний клас місячної аномалії. При потраплянні у клас, прогнозу присвоювалось значення 100%, а у випадку, якщо фактичний і прогнозований класи не співпадають – 0%. Середня справджуваність прогнозів по території України (P) була отримана шляхом осереднення справджуваності прогнозів на місяці зимових сезонів 2014-2017 рр. по 132 метеостанціям України. Для прогнозів температури повітря P склала 58,5%. При цьому P кліматологічного підходу складає лише 23,0%. Таким чином, прогнози температури за методом виявилися на 35,5% ефективнішими за кліматологічні прогнози. Для прогнозів місячної кількості опадів P склала 38,6%, в той час як P кліматологічних прогнозів – 32,8%. В середньому P за методом є вищою на 5,8%.

Список літератури

1. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Щеглов А.А. Тенденция современного температурно-влажностного режима Украины к аномально сухим и знойным атмосферным процессам в летний

сезон. *Наукові праці УкрГМІ*. 2016. Вип. 268. С.15-24. **2. Мартазинова В.Ф., Сологуб Т.А.** Определение квазипериодичности атмосферных процессов на Северном полушарии с помощью метода плавающий аналог. *Труды УкрНИГМИ*. 1986. Вип. 219. С. 42-46. **3. Вильфант Р.М., Мартазинова В.Ф., Цепелев В.Ю., Хан В.М., Мироничева Н.П., Елисейев Г.В., Иванова Е.К., Тищенко В.А., Уткузова Д.Н.** Комплексование синоптико-статистических и гидродинамических прогнозов температуры воздуха на месяц. *Метеорология и гидрология*. 2017. Вип.8. С.5-17. **4. Martazinova V.** The Classification of Synoptic Patterns by Method of Analogs // *J. Environ. Sci. Eng.*, 7. 2005. p.61-65.

УДК 551.58

Яценко В.О., Хоменко І.А.

Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна

СТУПІНЬ ВРАЗЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ДО ЗМІНИ ХАРАКТЕРУ РОЗПОДІЛУ ОПАДІВ

Вступ. За останні 100 років середня температура Землі збільшилася на 0,76°C, причому темпи її збільшення поступово зростають. Збільшення глобальної температури призводить до зміни просторово-часового розподілу опадів та характеру їх випадіння, підвищення рівня моря, до більш частого прояву і інтенсифікації екстремальних погодних умов. На життя людини, особливо у великому місті, всі ці наслідки змін клімату здійснюють суттєвий негативний вплив.

Особливо складний багатофакторний вплив на соціально-економічну систему будь-якого регіону мають зміни в характері випадіння опадів. Нерівномірний розподіл опадів в часі може спричинити інтенсивні атмосферні, гідрологічні і ґрунтові посухи через випадіння недостатньої кількості опадів або, навпаки, в зв'язку з надмірним їх випадінням за короткий час, що в останні десятиріччя спостерігається досить часто в теплий період року, може мати наслідками підтоплення великих територій.

Метою даної роботи є виявлення існуючих негативних тенденцій в змінах часового розподілу опадів для чотирьох міст України на підставі фактичних і сценарних даних.

Вихідна інформація. База даних містила ряди добової кількості опадів за доступні періоди спостережень для чотирьох міст України, а саме м. Київ, Одеса, Полтава, Ужгород, від початку спостережень на станціях до 2018 р., які були доповнені добовими кількостями опадів за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 з регіональної кліматичної моделі RACMO2 за 2011-2050 рр. у вузлах розрахункової сітки точок, що розташовані найближче до міст, які розглядаються в даній роботі. Модель RACMO2 поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (ECMWF) [1], і динамічну основу від моделіHIRLAM [2].

Результати дослідження. В даній роботі в чотирьох містах України досліджувався режим опадів і зміни, які відбуваються в повторюваності і інтенсивності посушливих періодів і періодів з надлишковим зволоженням в холодний (з листопада по березень) і теплий (з квітня по жовтень) сезони. Періоди з різним типом зволоження визначались за методикою, запропонованою ВМО [3].

Індекс посушливості, якій розраховувався як максимальна кількість послідовних днів з опадами меншими за 1 мм на добу, на основі фактичних даних показав поступове зменшення з часом на 10-20 днів для всіх міст України. За обома сценаріями тривалість посушливих періодів відхиляється на 1-5 днів в той чи інший бік від кліматичної норми: найбільше відхилення має місце для м. Ужгород у бік зменшення індексу посушливості.

Часовий розподіл посушливих періодів демонструє значний розкид в їх тривалості, а різниця в кількості днів посушливих періодів між десятиліттями може складати приблизно 30-60 днів. Слід зауважити, що з 1951 по 2010 рр. для всіх розглянутих станцій кількість посушливих періодів змінювалась мало і коливалась в межах 120-140 днів. В останнє десятиріччя спостерігається деяке скорочення кількості посушливих днів, проте це навряд чи вказує на зменшення кількості періодів з дефіцитом зволоження, оскільки в цьому десятиріччі не враховані ще останні два роки. Найінтенсивніші посушливі періоди, які