

Краковська С.В.¹, Паламарчук Л.В.², Шпиталь Т.М.¹

¹Український гідрометеорологічний інститут, м.Київ

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ

ЕЛЕКТРОННІ БАЗИ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДАНИХ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У ВИЗНАЧЕННІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Ключові слова: верифікація даних, електронні бази, регіональні чисельні моделі, ансамбль моделей, спеціалізовані кліматичні показники

Вступ. Кліматичні показники, що описують радіаційний, термічний, вітровий режим, особливості зволоження та інше, мають широке прикладне застосування у різних галузях господарської діяльності. Традиційно спеціалізовані кліматичні параметри, що необхідні для вирішення конкретної прикладної задачі, отримували на основі статистичного аналізу метеорологічних спостережень з використанням відповідних методик та перевірки достовірності отриманих результатів. Набір *відповідних* поставленій задачі кліматичних параметрів, методика їх отримання і оцінки на сьогодні набули вигляду стандартних і можуть використовуватися для проведення розрахунків у будь-якому регіоні [1].

Розвиток сучасних кліматичних досліджень базується на використанні електронних баз даних та глобальних і регіональних кліматичних моделей, які дозволяють отримувати стандартні, а на їх основі спеціалізовані кліматичні показники. Дослідження регіональних змін клімату, що проводяться авторами [2-9], підтверджують можливість використання результатів моделювання та електронних баз даних як для отримання стандартних, так і спеціалізованих показників, що використовуються для вирішення багатьох прикладних задач у кліматології. Метою запропонованої роботи є узагальнення методичних підходів до використання та оцінювання таких ресурсів. Чисельні дослідження, що проводилися на основі електронних баз даних та моделювання, показали, що *перевагою* пропонованого підходу є можливість розрахунку та *прогнозування стандартних та спеціалізованих* показників на *періоди*, які визначаються можливостями чисельного моделювання.

Розглянемо *можливості* розрахунків та *оцінки кліматичних показників, отриманих* на основі використання електронних баз даних E-Obs [10] та CRU [11], окремої регіональної моделі REMO та ансамблю з 10-ти регіональних моделей Європейського проекту FP-6 ENSEMBLES [12]. Як приклад такого підходу, представлено розрахунок *спеціалізованих показників* термічного режиму та тривалості опалювального сезону в Україні та її окремих регіонів. Подібний спосіб отримання спеціалізованих кліматичних показників можливий і для інших прикладних кліматичних задач.

Методичні підходи та оцінка баз даних. Прикладна кліматологія використовує переважно дані метеорологічної мережі, після введення відповідних поправок, технічного контролю та первинної статистичної обробки. Використання електронних баз даних може значно спростити статистичну обробку та розрахунки кліматичних параметрів і деякою мірою сприяти уніфікації методики їх отримання для подальшого аналізу. Крім того, що електронні бази можуть безпосередньо використовуватися для отримання поточних спеціалізованих кліматичних

показників, їх можна також використовувати і для верифікації прогностичних показників, отриманих у чисельному моделюванні.

Використання баз даних, інтерпольованих у вузли розрахункової сітки (наприклад, база даних E-Obs), показало, що існують помилки та погрішності, не дивлячись на те, що вони створені на основі максимуму доступної метеорологічної інформації, а методи інтерполяції відібрано після ретельної оцінки безлічі альтернатив [9, 10]. Тому, перед використанням інтерпольованих, або іншим чином отриманих наборів даних для розрахунку кліматичних показників у певному регіоні, обов'язковою є їх *верифікація*. Така процедура необхідна для оцінки потенційних помилок. Отримавши їх, користувачі зможуть врахувати точність результатів, переваги та недоліки бази даних для використання у своїх дослідженнях. Відомо, що більшість помилок в інтерпольованих даних пов'язані, насамперед, з точністю даних спостережень [7 – 10]. Типовими джерелами помилок є неточні координати та висоти станцій, помилки в даних вимірювань або неоднорідність часового ряду спостережень станцій. Друге джерело помилок – обмеження (погрішності) методу інтерполяції. Точність інтерполяції прямо залежить від щільності метеорологічної мережі. Також зрозуміло, що для метеорологічних показників з великою мінливістю (наприклад, опади) і районів зі складним ландшафтом (зокрема, гірським), інтерполяція найскладніша і тут помилки ймовірніші та, зрештою, неминучі.

Як приклад аналізу достовірності електронних баз даних нижче наведемо результати оцінки баз Світового кліматичного центру (CRU) та Європейської бази даних - E-Obs [10, 11]. Верифікація даних E-Obs і CRU, проведена авторами в [5, 7, 9], вказала на ступінь їх точності та можливість використання в Україні. Так систематична похибка середньомісячної температури повітря даних E-Obs відносно даних метеорологічної мережі дорівнює для E-Obs $\bar{\delta} \pm \sigma = 0,1 \pm 0,3^\circ\text{C}$ (діапазон змін від $\bar{\delta}_{\text{мін}} = -1,0^\circ\text{C}$ до $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 1,5^\circ\text{C}$); для CRU $\bar{\delta} \pm \sigma = 0,2 \pm 0,5^\circ\text{C}$ (від $\bar{\delta}_{\text{мін}} = -1,0^\circ\text{C}$ до $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 1,9^\circ\text{C}$). Тобто, обидва набори даних дещо завищують T в розрахунках для всієї території України, але за даними E-Obs величина похибки менша.

Для кількості опадів аналогічні похибки для даних E-Obs дорівнюють $\bar{\delta} \pm \sigma = -2,7 \pm 4,5$ мм/міс ($f = -5,2\%$), діапазон від $\bar{\delta}_{\text{мін}} = -20,2$ мм/міс ($-25,2\%$) до $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 7,3$ мм/міс ($+18,9\%$); для CRU $\bar{\delta} \pm \sigma = -1,4 \pm 6,0$ мм/міс ($f = -0,8\%$), діапазон від $\bar{\delta}_{\text{мін}} = -32,0$ мм/міс ($-34,7\%$) до $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 8,5$ мм/міс ($+20,5\%$). За величиною систематичної помилки поле опадів краще репрезентують дані CRU; за мірою мінливості, менших σ і амплітуди між крайніми значеннями помилок, вище якість даних E-Obs. У цілому обидва набори даних дещо занижують значення кількості опадів для території України.

Як міра достовірності даних електронних баз розраховувалися кореляційні зв'язки між такими даними та даними спостережень метеорологічної мережі. Було отримано високі значення коефіцієнту кореляції між даними пар «E-Obs – Метеомережа» і «CRU – Метеомережа», що є показником того, що даними E-Obs та CRU також вірно представлено мінливість кліматичних характеристик за територією України та їх річний хід [9].

Отримані в [5, 7, 9] результати вказують на задовільний ступінь достовірності обох баз даних у їх порівнянні з даними спостережень метеорологічної мережі України для різних часових та просторових масштабів осереднення. Загалом, зважаючи на результати аналізу в [9], усі спеціалізовані показники, що розраховуються тільки на основі даних про приземну температуру повітря, матимуть вищу точність, ніж ті, що потребують урахування характеристик вологості повітря, сум опадів та ін. Кожна з баз даних має певні переваги та недоліки, але все ж

точнішими та зручнішими для подальших розрахунків та аналізу визнається Європейська база даних (E-Obs), тому що її дані мають однаковий з чисельними моделями крок розрахункової сітки у 25 км.

Розрахунки та прогноз кліматичних показників у сучасних дослідженнях базуються також на використанні глобальних та регіональних кліматичних моделей (РКМ) [3, 4, 6]. Необхідність отримання інформації високої часової та просторової роздільності породжує потребу прогностичних інструментів з таким же високим просторово-часовим розподілом. Задовольняють подібні вимоги дані, які можна отримати, використовуючи саме регіональні кліматичні моделі.

Для визначення та прогнозування кліматичних показників можна використовувати як одну модель, так і ансамбль РКМ [3, 4]. Але як вже зазначалось вище, перед проведенням розрахунків доцільно оцінювати точність отриманих результатів, тестуючи їх на даних за сучасний період (2001-2010 рр.) наявних, наприклад, в базі E-Obs.

Прикладом використання однієї моделі може бути РКМ REMO, розроблена в Інституті Макса-Планка (Гамбург, Німеччина). Ця модель була багаторазово успішно перевірена у моделюванні сучасного клімату практично у всіх Європейських країнах, використовувалася як одна з базових моделей для побудови сценаріїв кліматичних змін у країнах Східної Європи у двох Європейських проектах FP-6 CECILIA (<http://www.cecilia-eu.org/>) та CLAVIER (<http://www.clavier-eu.org/>). Крім цього, регіональна модель REMO визначена як оптимальна для прогнозу можливих змін регіонального клімату України у XXI ст. на основі проведених досліджень в УкрГМІ у відділах фізики атмосфери та чисельних гідрометеорологічних досліджень [2, 5, 7].

Дані чисельного моделювання як і бази електронних даних, також потребують тестування та встановлення величин погрішностей для кожного досліджуваного регіону.

У [5, 7] наводяться результати верифікації даних моделювання, отриманих за допомогою REMO для території України. Показано, що модельні середньомісячні температури добре узгоджуються з даними, отриманими на метеорологічній мережі (коефіцієнт кореляції - 0,992). Визначено регіони, де в окремі періоди року можуть спостерігатися відхилення середньомісячних значень у діапазоні від $-0,5^{\circ}\text{C}$ до $2,6^{\circ}\text{C}$. Середньомісячні суми опадів також задовільно узгоджуються як за абсолютними значеннями, так і за річним розподілом з даними метеорологічної мережі (коефіцієнт кореляції становить 0,8). Встановлено регіони (гірські) та періоди часу (вересень) коли похибка моделювання може розглядатися як систематична.

Досвід використання результатів моделювання REMO для прогнозу регіонального клімату показує, що точність результатів у значній мірі залежить від масштабів просторового та часового осереднення результатів моделювання. Похибки зменшуються при збільшенні просторових та часових масштабів розрахунків [5, 7].

Використання регіональних чисельних моделей показало, що при необхідності отримання показників для окремих географічних пунктів, або для коротких періодів осереднення краще використовувати ансамбль регіональних кліматичних моделей (РКМ) [2]. Застосування ансамблю з РКМ замість однієї, навіть «найуспішнішої» моделі, дає можливість, по-перше, визначення не тільки одного детермінованого значення, але і найвірогіднішого діапазону можливих проєкцій, наприклад, температури повітря, яке визначається за стандартним відхиленням (довірчим інтервалом) відповідної метеорологічної величини за ансамблем з декількох РКМ. По-друге, відомо, що для кожної індивідуальної моделі притаманні певні систематичні помилки, які мають випадковий розподіл щодо істинного значення,

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.3(42)

тому усереднення за більшим числом РКМ повинно приводити до певного вирівнювання та показувати точніші результати [8, 10].

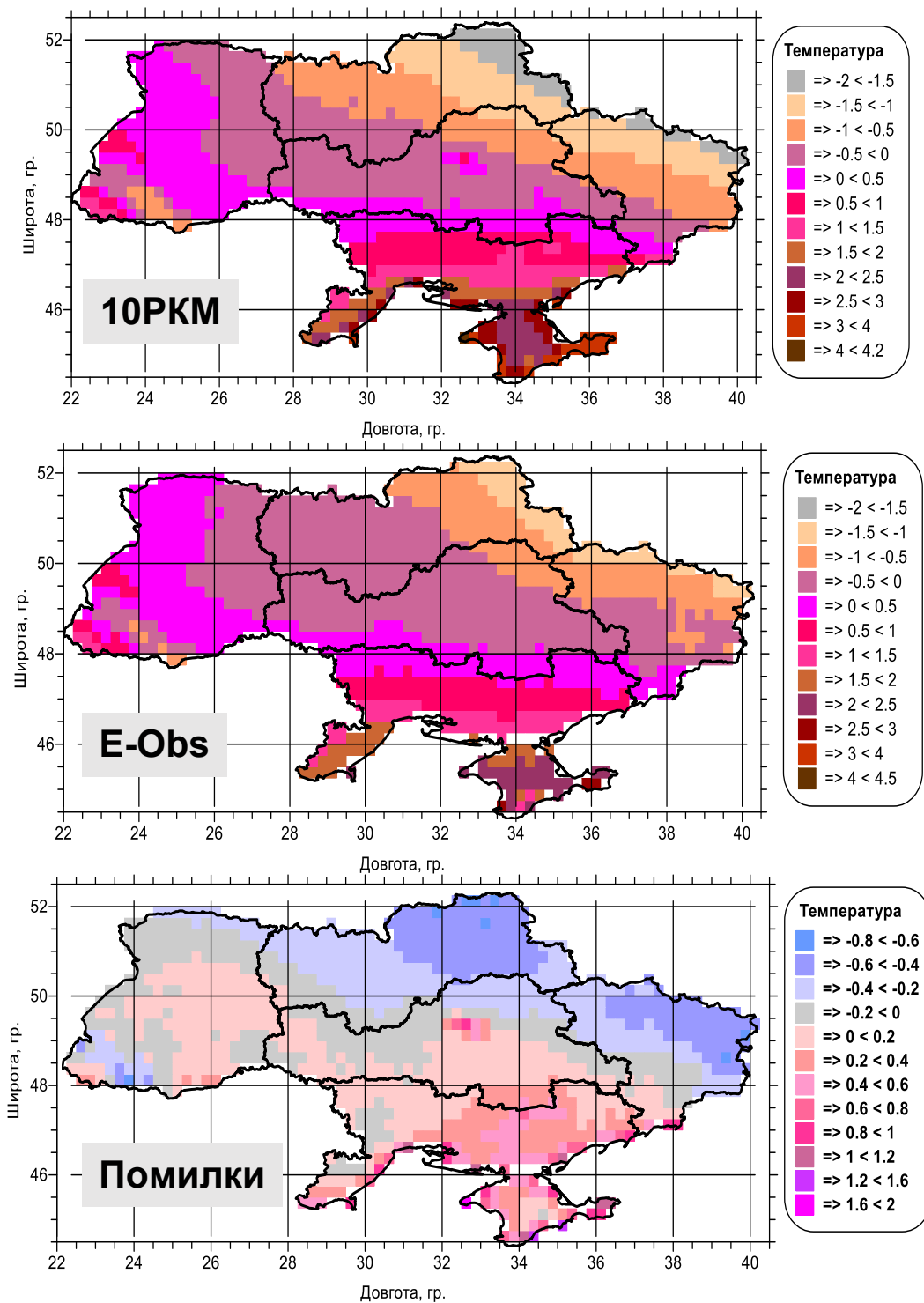
Для встановлення оптимального ансамблю РКМ при визначенні та прогнозуванні приземної температури повітря аналізувались дані 14 РКМ з Європейського проекту ENSEMBLES. На етапі верифікації результатів моделювання кожної моделі, чотири з них були відкинуті як такі, що для території України показували незадовільні результати [8]. При формуванні ансамблю РКМ, було застосовано метод перевірки проєкцій і такий підхід був використаний вперше в Україні та для території України. Методика, по суті, є перевіркою проєкції ансамблів РКМ на сучасному (1991-2010 рр.) періоді. Для цього за даними ансамблів моделей визначаються проєкції зміни метеорологічної величини, у даному випадку температури повітря, у сучасний період по відношенню до стандартного (1961-1990 рр.). Отримані величини (зміни) додаються до фактичних значень стандартного періоду і, отримані по суті прогнозовані ансамблями РКМ значення, порівнюються із фактичними даними сучасного періоду. Запропонований підхід дозволив значно зменшити саме систематичні помилки окремих моделей, що складають ансамбль.

В даному дослідженні для розрахунків спеціалізованих кліматичних показників, а саме значень середньої температури опалювального періоду та його тривалості для території України використовувалася як РКМ REMO, так і такий самий оптимальний ансамбль з 10 РКМ, що було визначено і застосовано для середніх місячних, сезонних та річних температур повітря в [3]. Зауважимо, що в даній роботі під «опалювальним періодом» розуміються дні року, коли середня добова температура повітря менша за 8°C , а дати настання та закінчення такого періоду не визначалися. Вочевидь, похолодання з середньою добовою температурою повітря нижчою за 8°C можуть деколи траплятися навесні і після дати її стійкого переходу, але так само ймовірні й потепління восени після настання традиційно визначеного опалювального періоду. Тому визначення саме кількості днів та їх середньої температури як характеристик опалювального періоду не окремого року, а за кліматичний період на нашу думку є цілком виправданим спрощенням.

Зазначені спеціалізовані кліматичні показники визначалися за усередненими за 10 років річними розподілами добових температур для кожної РКМ окремо, за якими розраховували ансамблеве середнє для всієї території в кожному вузлі розрахункової сітки 25×25 км (близько 1200 вузлів для України). За отриманими територіальними розподілами показників їх також усереднювали за регіонами та для території України в цілому.

Отримані результати. Результати тестування величин середньої температури опалювального періоду та його тривалості для території України, що визначені за ансамблем 10 РКМ та окремо для РКМ REMO, представлено на рис. 1-4. Отримані модельні дані порівнюються з аналогічними, що розраховані з використанням бази даних E-Obs, які в даному випадку приймалися як еталонні.

Структура просторового розподілу середніх значень температури опалювального періоду (див. рис.1) подібна в обох варіантах розрахунків: простягання ізотерм з північного заходу на південний схід, північніше 48 паралелі і, практично, зональний розподіл температури на півдні, що вказує на можливе зменшення впливу циркуляційного фактору на формування термічного режиму у південних областях території України у сучасний період. Розрахунки, отримані за ансамблем з 10 РКМ, дещо занижують значення середніх температур опалювального періоду для півночі та сходу України, а також в гірських районах, і дають завищені значення, ніж дані E-Obs, для півдня України. Як результат такого



-0.8 – -0.6	0.7% (8)	-0.6 – -0.4	13.2% (153)	-0.4 – -0.2	19.4%(224)
-0.2 – 0	24.7% (286)	0 – 0.2	27.2% (315)	0.2 – 0.4	8.0% (92)
0.4 – 0.6	3.8% (44)	0.6 – 0.8	1.2% (14)	0.8 – 1.0	1.0% (12)
1.0 – 1.2	0.5% (6)	1.2 – 1.6	0.2% (2)	1.6 – 2.0	0.1% (1)

Рис. 1. Середні температури опалювального періоду у 2001-2010 рр. отримані за даними 10 РКМ та E-Obs і різниці (помилка) між ними. Під рисунком наведено кількість вузлів у градаціях різниць у відносних та абсолютних одиницях. Усереднена помилка становить $-0,06^{\circ}\text{C}$

розподілу, збільшується горизонтальний температурний градієнт, що очевидно див. рис.1 (верхнє зображення), де вузькі смуги градацій та їх частіші зміни у порівнянні з полем температури, отриманим за даними E-Obs. Та загальна закономірність просторового розподілу поля температури в обох розрахунках зберігається.

Розраховані абсолютні значення різниці температур між двома наборами даних в середньому не перевищують $-0,06^{\circ}\text{C}$, що становить приблизно половину значення похибки вимірювання цієї величини. Більше, ніж на половині території (51,9% вузлів розрахункової сітки) помилки потрапляють в інтервал значень різниць $-0,2 \div 0,2^{\circ}\text{C}$, і майже на 80% (79,3%) вони в інтервалі $-0,4 \div 0,4^{\circ}\text{C}$, що вказує на незначну відмінність ансамблевих даних від стандартних.

При задовільних результатах тестування ансамблю моделей, у незначній кількості точок розрахункової сітки (<1%) переважно вздовж узбережжя Чорного моря різниці середніх температур опалювального періоду перевищують $1,0^{\circ}\text{C}$. Тому необхідно враховувати просторову зміну різниць значень та значимі відхилення від стандарту середньої температури опалювального періоду, особливо при визначенні цієї величини для конкретної точки (наприклад, обласного центру).

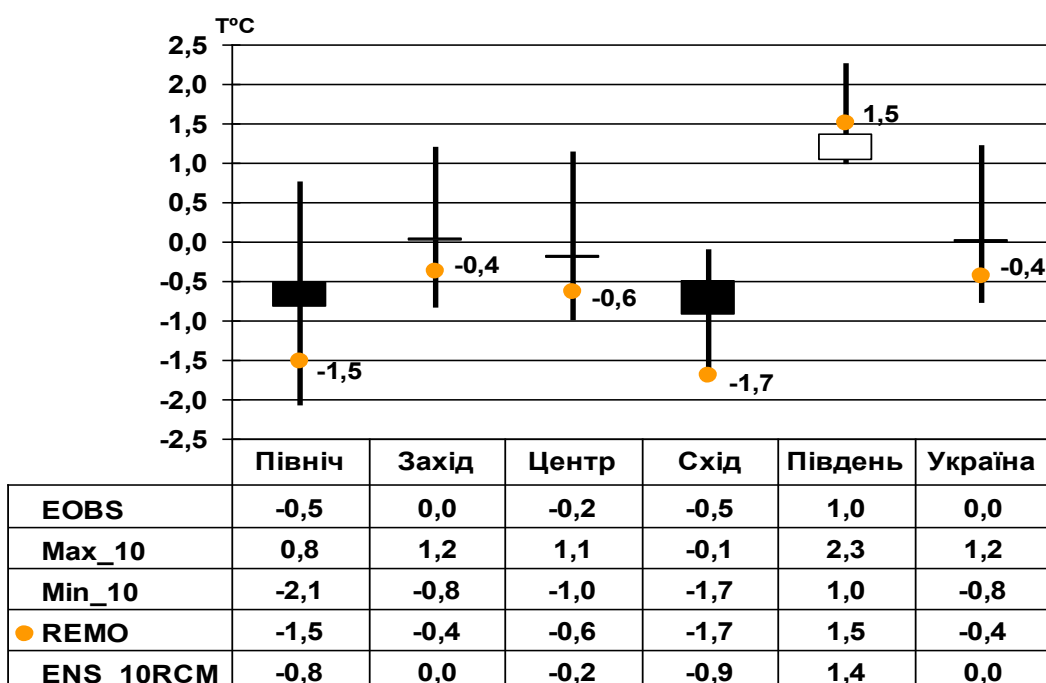


Рис.2. Середня температура опалювального періоду для окремих регіонів, отримана на базі даних E-Obs, REMO та ансамблю 10 РКМ

Порівняння значень, отриманих однією моделлю (REMO) та ансамблем 10 РКМ (див. рис.2), підтверджує висновок про те, що ансамбль моделей зменшує систематичні помилки окремих моделей. При збереженні загальних закономірностей поля середніх температур опалювального періоду, результати, отримані REMO, зберігаючи однакові тенденції та просторові зміни, мають більші різниці значень з даними E-Obs, ніж ансамблеві. Очевидною перевагою ансамблю 10 РКМ є можливість встановлення інтервалів, в межах яких змінюється середнє значення досліджуваної величини.

Найбільші діапазони можливих коливань середньої температури відмічаються у регіонах (північ) зі значними різницями між модельними даними, особливо REMO та даними E-Obs. Можна припустити, що у цих регіонах існує вища ймовірність

систематичних похибок окремих регіональних моделей.

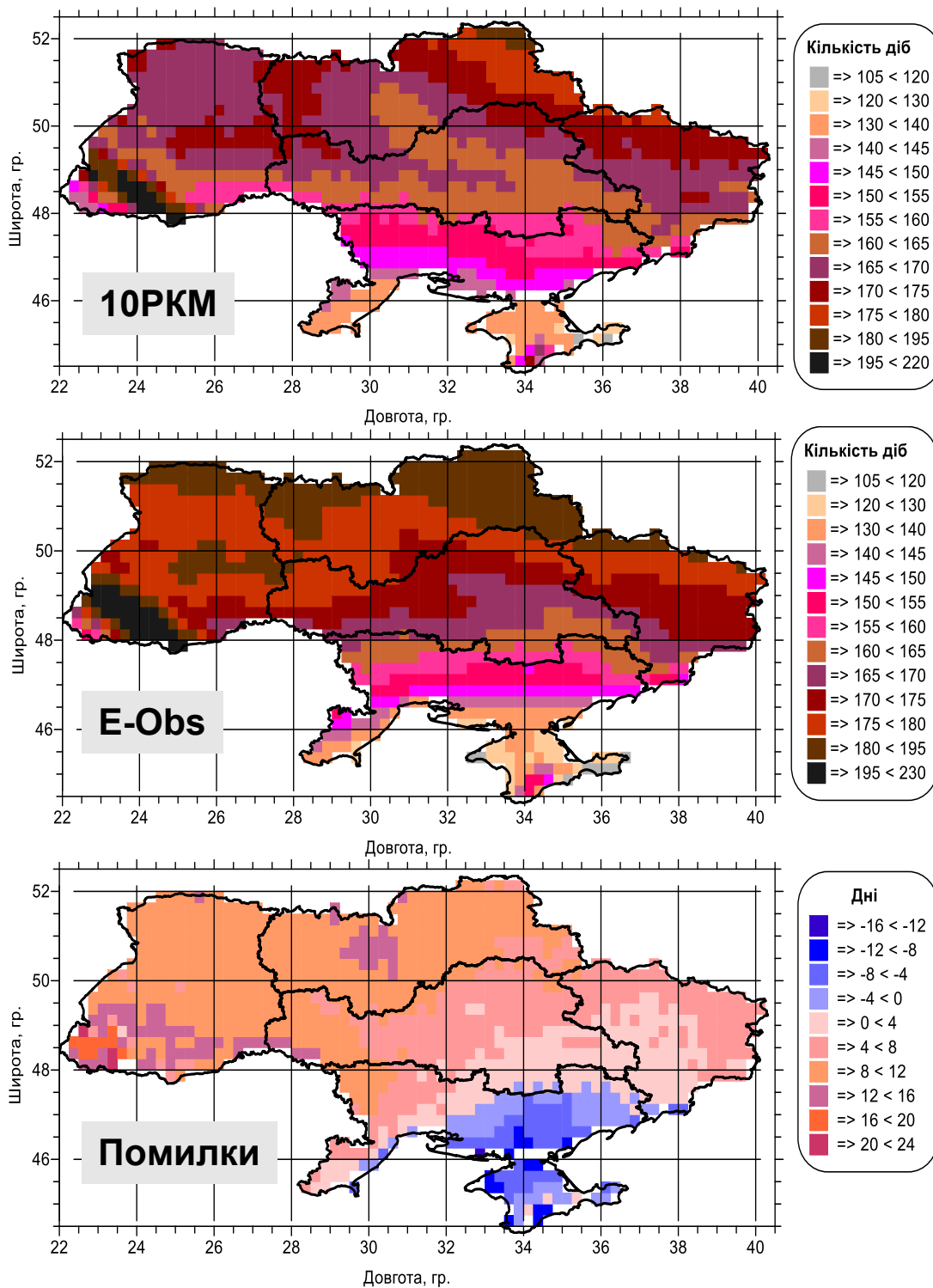
Результати розрахунків тривалості опалювального періоду за ансамблем з 10 РКМ та їх порівняння з результатами, отриманими на базі даних E-Obs, представлені на рис.3. Як вже вказувалося вище, встановлення тривалості опалювального періоду потребує визначення дат переходу середніх добових температур через значення 8^oC, що методично і технічно є складною задачею [1, 7] і може вносити додаткові неточності як при використанні однієї моделі, так і ансамблю моделей. Ансамблеві розрахунки тривалості опалювального періоду показують дещо завищені значення майже по всій території України, з усередненим значенням +6 днів. Максимальні перевищення отримано для північного та західного регіонів України, де різниці перевищують 8, 12, а в Закарпатті і 16 днів. Для більшості центральних та східних областей різниці не перевищують 8 днів. У південному регіоні отримано помилки обох знаків, що в цілому привело до найкращого результату 10РКМ саме на півдні країни (рис.4). На 81,7% територій країни помилки ансамблю 10РКМ попадають у градації різниць від 0 до +12 діб. Для деяких областей півдня України та у Криму (11,2% території) модельні розрахунки показують коротший опалювальний сезон від 0 до -12 діб, що, перш за все, пояснюється завищенням значень температури повітря для цього регіону як в REMO, так і в ансамблі 10 РКМ (див. рис.2).

Проведене усереднення тривалості опалювального періоду для значних за площею регіонів (рис.4) показало, що за ансамблевими розрахунками отримані більші різниці з даними E-Obs, ніж для тих самих регіонів за даними REMO. Усереднені ансамблеві значення завищують тривалість опалювального періоду максимально на заході (12 діб), а в середньому по країні – на 7 діб. Отримані значення для REMO (+1 день в цілому для України) для даного показника ближчі до еталону, ніж ансамблеве середнє. Тому прогнозовані значення цієї величини як для окремого пункту, так і осереднені по регіону, повинні тестуватися на достовірність, особливо при використанні ансамблю РКМ.

Наведені вище та отримані у попередніх дослідженнях результати [2-6] показують, що при розрахунках кліматичних показників на основі метеорологічних величин з малою просторовою та часовою варіабельністю вищу точність мають ансамблеві усереднення, наприклад, середня температура опалювального періоду (див. рис.1, рис. 3). Тоді як в розрахунках показників, що потребують для визначення декількох послідовних ітерацій, точнішими можуть бути результати, отримані однією моделлю (рис. 4). В обох випадках верифікація отриманих результатів обов'язкова, бо дає можливість при прогнозуванні кліматичних показників врахувати власне величину похибки та її просторові зміни.

Висновки. Результати верифікації електронних баз даних CRU та E-Obs показали задовільну точність визначених на їх основі стандартних кліматичних показників. Відмічається їх просторово-часова узгодженість з кліматичними показниками, отриманими на основі даних гідрометеорологічної мережі. При моделюванні та оцінці результатів розрахунків перевага надається даним бази E-Obs, що інтерпольовані у вузли такої самої розрахункової сітки, що й РКМ.

Оцінка точності визначення спеціалізованих кліматичних показників при використанні однієї моделі (REMO) та ансамблю з 10 РКМ не дала однозначної відповіді щодо переваг використання ансамблю: середні температури опалювального періоду з вищою точністю визначалися ансамблем моделей, в той час, як його тривалість краще змодельована в REMO. Але це й зрозуміло, оскільки в досить великому ансамблі може бути модель, що краще представляє ту, чи іншу



-16 – -12	0.1% (1)	-12 – -8	1.2% (14)	-8 – -4	4.4% (51)
-4 – 0	5.6% (64)	0 – 4	16.1% (185)	4 – 8	25.3% (291)
8 – 12	40.3% (464)	12 – 16	6.1% (70)	16 – 20	0.8% (9)
20 – 24	0.3% (3)				

Рис.3. Тривалість опалювального періоду у 2001-2010 рр., отримана на даних 10 РКМ і E-Obs та різниці між ними. Під рисунком наведено кількість вузлів у градаціях різниць у відносних та абсолютних одиницях. Усереднена помилка становить – +6 днів

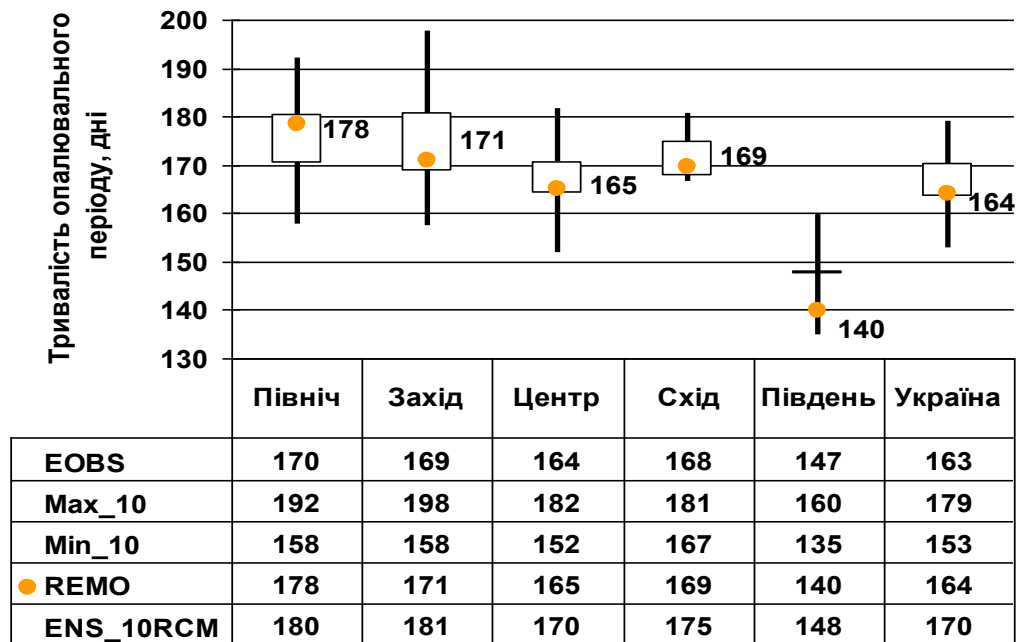


Рис. 4. Тривалість опалювального періоду для окремих регіонів, отримана на базі даних E-Obs, REMO та ансамблю 10 РКМ

характеристику на певній території та в певні проміжки часу. Тому одним з висновків даного дослідження є те, що доцільність застосування чи то однієї конкретної моделі, чи то ансамблю РКМ має визначатися виходячи з мети дослідження, наявних ресурсів та допустимих помилок для кожної конкретної задачі. Якщо необхідним є визначення не однієї, а декількох характеристик на досить великій території як Україна, то перевага має надаватися все ж ансамблям, в які будуть включені у тому числі й найуспішніші моделі для кожного показника, а результат буде складатися з усередненого значення з довірчим інтервалом.

Таким чином, необхідні додаткові дослідження точності визначення спеціалізованих кліматичних показників, але очевидною є можливість використання для цієї мети електронних баз даних, регіональних кліматичних моделей та ансамблю таких моделей.

Список літератури

1. *Будівельна кліматологія*. ДСТУ Б В.1.1-27:2010. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
2. *Гнатюк Н.В.* Характеристики опалювального періоду в Україні до середини ХХІ века по регіональній кліматическій моделі REMO/ Матеріали науочної конференції "Проблеми гідрометеорологічного забезпечення господарської діяльності в умовах зміни клімату" / Н.В. Гнатюк, С.В. Краковська, Т.Н. Шпиталь, Л.В. Паламарчук, Минск, 2015, с. 210-212.
3. *Краковська С.В.* Проекції змін приземної температури повітря за даними ансамблю регіональних кліматических моделей у регіонах України в ХХІ столітті / С.В. Краковська, Н.В. Гнатюк, Т.Н. Шпиталь, Л.В. Паламарчук // *Наук. праці УкрНДГМІ*. -№268, 2016 (у друці).
4. *Краковська С.В.* Моделі загальної циркуляції атмосфери та океанів у прогнозуванні змін регіонального клімату України в ХХІ ст. / С.В. Краковська, Л.В. Паламарчук, І.П. Шедеменко, Г.О Дюкель., Н.В. Гнатюк // *Геофізический журнал*. – № 6, Т. 33, 2011. -С.68-81.
5. *Краковська С.В.* Верифікація даних світового кліматического центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961-90 рр. / С.В. Краковська, Л.В. Паламарчук, І.П. Шедеменко, Г.О Дюкель., Н.В. Гнатюк // *Наук. праці УкрНДГМІ*. - №257, 2008. - С. 42-60.
- 6.

Паламарчук Л.В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу поля опадів в Україні за контрольний період 1961-1990 рр. / Л.В. Паламарчук, С.В. Краковська, , І.П. Шедеменко, Г.О. Дюкель., Н.В. Гнатюк // Наук. праці УкрНДГМІ. - №258, 2009. – С. 69-84. **7.** Скриник О.А. До проблеми визначення дати стійкого переходу середньої добової температури повітря через фіксоване значення / О.А. Скриник., О.Я. Скриник. // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С.41-55. **8.** Шедеменко І.П. Верифікація даних Європейської бази E-Obs приземної температури повітря та кількості опадів у адміністративних областях України / І.П. Шедеменко, С.В. Краковська, Н.В. Гнатюк // Наук. праці УкрНДГМІ №262, 2012. – С.36-48. **9.** Haylock, M.R. 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. J. Geophys. Res (Atmospheres), / M.R Haylock,, N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E.J. Klok, P.D. Jones 113, D20119, doi:10.1029/2008JD10201. **10.** Krakovska S. Methodology of the best RCMs ensemble selection applied for Ukraine / S. Krakovska, N. Gnatiuk, T. Shpytal, I. Shedemenko // Proc. of the International Conference on Regional Climate CORDEX (Brussels, Belgium), 2013. **11.** Mitchell T.D. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: The observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100) / T.D. Mitchell, T.R. Carter, P.D. Jones et al.// Tyndall Centre Working Paper No.55, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK, 2004. **12.** <http://ensembles-eu.metoffice.com>

Електронні бази метеорологічних даних та результати чисельних кліматичних моделей у визначенні спеціалізованих кліматичних показників

Краковська С.В., Паламарчук Л.В., Шпиталь Т.М.

Розглянуто методичні підходи до оцінювання точності електронних баз даних та результатів, отриманих при використанні регіональних чисельних моделей для визначення спеціалізованих кліматичних показників. Верифікація електронних баз даних показала їх задовільну точність і можливість використання для розрахунків кліматичних показників та тестування результатів чисельного моделювання. Проведена оцінка точності визначення тривалості та середньої температури опалювального періоду для усієї території України та її окремих регіонів з використанням моделі REMO та ансамблю з 10 регіональних кліматичних моделей (РКМ). Встановлено величину похибок, їх ймовірність у різних інтервалах значень та просторовий розподіл при використанні однієї моделі та ансамблю 10 РКМ. Показано, що припущення про вищу точність розрахунків ансамблем моделей у порівнянні з окремою РКМ справджується не для всіх спеціалізованих кліматичних показників. Тому перевірка точності на фактичних даних (верифікація) перед застосуванням для визначення прогностичних кліматичних показників безумовно необхідна та обов'язкова.

Ключові слова: верифікація даних; електронні бази; регіональні чисельні моделі; ансамбль моделей; спеціалізовані кліматичні показники.

Электронные базы метеорологических данных и результаты численного моделирования в определении специализированных климатических показателей

Краковская С.В., Паламарчук Л.В., Шпиталь Т.М.

Рассмотрены методические подходы к оцениванию точности электронных баз данных и результатов, полученных при использовании региональных численных моделей, для определения специализированных климатических показателей. Верификация электронных баз данных показала их удовлетворительную точность и возможность использования при расчете климатических показателей и тестирования результатов численного моделирования. Проведена оценка точности расчета длительности и средней температуры отопительного периода для всей территории Украины, а также для отдельных ее регионов с использованием модели REMO и ансамбля из 10 региональных климатических моделей (РКМ). Показано, что предположение о более высокой точности расчетов в ансамбле моделей по сравнению с отдельной РКМ действительно не для всех специализированных показателей. Поэтому проверка точности на фактических данных (верификация) перед тем, как определять прогностические климатические индексы, определенно требуется и настоятельно рекомендуется.

Ключевые слова: верификация данных; электронные базы; региональные численные модели; ансамбль моделей; специализированные климатические показатели.

Electronic databases and results of numerical simulations in defining specialized climate indices

Krakovska S.V., Palamarchuk L.V., T.N. Shpytal

Methodical approaches to the estimation accuracy of electronic databases and results obtained using regional numerical models in definition of special climatic indicators are presented. Verification of electronic databases showed their satisfactory accuracy and acceptability for climate indices calculations and for tests of the numerical simulation results. The accuracy is evaluated for the duration and the average temperature of the heating period in Ukraine and in its separate regions based on the REMO model data and on the ensemble of 10 regional climate models (RCMs). It is shown that the assumption of a higher accuracy of the calculations in the ensemble of models in comparison with separate RCM could be not really the case for some specialized climate indices. Therefore, check the accuracy of used datasets (verification) before to determine prognostic climate indices, is definitely required and highly recommended.

Keywords: verification of the data; electronic databases; regional numerical models; ensemble of models; special climatic indices.

Надійшла до редколегії 12.09.2016

УДК 551.586

Шевченко О.Г.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ БІОКЛІМАТИЧНИХ ІНДЕКСІВ ДЛЯ ОЦІНКИ КОМФОРТНОСТІ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА В ТЕПЛІЙ ПЕРІОД

Ключові слова: біокліматичні індекси, урбанізоване середовище, біоклімат, тепловий комфорт.

Вступ. Погода та клімат може здійснювати суттєвий вплив не лише на окремі галузі господарства, а також визначати комфортність (або дискомфортність) для проживання окремих територій нашої планети та, відповідно, впливати на самопочуття людей, на розселення людства, розвиток рекреації та туризму на певних територіях.

В контексті розгляду впливу клімату на людський організм ключовим є термін «біоклімат» – що являє собою сукупність характеристик клімату, які визначають його комплексний вплив на організм людини на певній території. З метою оцінки особливостей біоклімату найчастіше використовують комплексні показники, що називаються біокліматичними індексами (БІ). БІ характеризують особливості теплової структури середовища і є опосередкованим індикатором стану теплового поля, що оточує людину.

В умовах глобальної зміни клімату, що проявляється перш за все в зростанні температури повітря, в жарких кліматах та в регіонах з помірним кліматом в теплий період року зростає кількість днів з тепловим стресом. Крім того, у великих містах мікрокліматичні особливості призводять до локального підвищення температури в їх центральній частині – виникнення явища острова тепла і тому мешканці міст зазнають ще сильнішого теплового стресу порівняно з мешканцями прилеглих сільських територій. Саме тому оцінка біоклімату великих міст в теплий період останнім часом привертає до себе увагу багатьох дослідників. Адже, достовірні результати дослідження частоти прояву днів з тепловим стресом є підґрунтям для розробки та впровадження заходів адаптації до спеки.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є здійснення порівняльного аналізу різних біокліматичних індексів з метою визначення найбільш оптимального

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.3(42)