

Л.В. Паламарчук, С.В. Краковська, І.П. Шедеменко,  
Г.О. Дюкель, Н.В. Гнатюк

**ВЕРИФІКАЦІЯ ДАНИХ СВІТОВОГО КЛІМАТИЧНОГО  
ЦЕНТРУ (CRU) ТА РЕГІОНАЛЬНОЇ МОДЕЛІ КЛІМАТУ  
(РЕМО) ЩОДО ПРОГНОЗУ ПОЛЯ ОПАДІВ В УКРАЇНІ ЗА  
КОНТРОЛЬНИЙ ПЕРІОД 1961-1990 рр.**

Представлено перші результати тестування поля опадів, отриманого для території України, з використанням регіональної чисельної моделі РЕМО. Встановлено статистичні залежності просторово-часового розподілу середніх багаторічних сум опадів, отриманих у чисельному моделюванні та за результатами спостережень метеомережі України. Визначено систематичні похибки модельного поля опадів для різних районів та проаналізовано можливі причини їх виникнення. Наведено результати оцінки даних Світового центру кліматичних досліджень з метою їх використання для верифікації чисельного моделювання.

**Вступ**

Процеси опадоутворення та кількісні характеристики поля опадів є одними з найскладніших для прогнозування метеорологічних величин. Відповідно, прогностичні кліматичні поля опадів, отримані в глобальних та регіональних моделях для окремих територій, потребують визначення адекватності модельних результатів даних реальних інструментальних спостережень. Відомо, що на формування та розподіл опадів впливають такі основні чинники, як характер циркуляції атмосфери, її стратифікація та ступінь насичення водяною парою, а також властивості підстильної поверхні та особливості орографії [2, 3, 7, 10, 12].

У [3, 4] показано, що на основі оцінок існуючих регіональних кліматичних моделей для прогнозування тенденцій кліматичних змін на території України автори вибрали регіональну модель РЕМО, що об'єднує колишню чисельну модель прогнозу погоди EUROPA-MODELL для розрахунків термодинамічних характеристик та блок глобальної кліматичної моделі ЕСНАМ4 [14], в якому розраховуються процеси хмаро- та опадоутворення, проходження потоків сонячної радіації в атмосфері, вплив підстильної поверхні на теплові потоки з урахуванням

альбедо і типу поверхні. Прогностичними змінними в моделі є тиск, температура, горизонтальні проекції швидкості вітру, абсолютна вологість і водність хмар.

На наш погляд, модель має такі технічні та концептуальні переваги:

- Початковими та граничними даними для моделі можуть бути дані аналізу, наприклад, Європейського центру середньострокового прогнозу погоди (ECMWF) та реаналізу, наприклад ERA40 [17], тобто інтерпольовані у вузли регулярної сітки дані нерегулярних, часто епізодичних як у просторі, так і в часі фактичних наземних та висотних вимірювань в основні синоптичні строки (кожні 6 год).

- У моделі REMO враховані такі важливі фактори впливу на стан атмосфери, як радіаційні та теплові потоки, орографія, шорсткість і альbedo підстильної поверхні, що дозволяє припустити коректність та адекватність представлення процесів у хмарній тропосфері.

- Модель успішно використовувалася для прогнозування кліматичних змін окремих регіонів Європи, Південної Америки та Азії, була однією з провідних у проекті оцінки водного балансу басейну Балтійського моря [9] та представлена у звіті IPCC-2007 [6].

Оскільки REMO, як і більша частина глобальних та регіональних чисельних моделей, є гідростатичною, то вона має обмеження на зменшення горизонтальних кроків приблизно до 10 км. Тому параметризація процесів хмаро та опадоутворення в REMO складається з двох схем: 1) крупно-масштабна схема – шарувато-подібні хмари, для параметризації яких використовується наближення Сандквіста [15]; 2) підсіткова схема – конвективні хмари, які параметризуються за допомогою дещо модифікованої одновимірної статичної моделі Тіедке [16]. Обидві ці параметризації є одномоментними, тобто єдиною характеристикою хмар та опадів є їхні загальні водність або льодність [13]. Звичайно, це є досить грубим наближенням, якщо модель застосовувати для короткострокового прогнозу сильних опадів. Але, як показує багаторічний досвід застосування цієї моделі в дослідженнях минулого та сучасного клімату, такі параметризації дозволяють отримувати цілком адекватні просторово-часові характеристики поля опадів у різних регіонах.

## **Використані дані та методичні підходи**

Основним завданням представленого дослідження є верифікація (тестування) результатів чисельного моделювання REMO та даних Світового кліматичного центру CRU (Climate Research Unit, University of East Anglia, Norwich) [11] щодо кількісних показників поля опадів на території України за період 1961-1990 рр. Тестування проводилося через порівняння модельних результатів та даних CRU з даними спостережень метеорологічної мережі за відповідний період, як прийнято в сучасних дослідженнях клімату [5-9].

Зазначимо, під час досліджування проводиться тестування результатів моделювання, що можна розглядати як верифікацію моделі, коли відбувається встановлення точності реалізації комп'ютерною програмою тих наближень та параметризацій різнорівневих кліматоутворюючих фізичних процесів, що закладені в алгоритм моделі. Отримані результати тестування дозволять установити адекватність модельних даних до реальних значень кліматичних характеристик, до закономірностей їх просторового розподілу та до сезонних коливань.

Для проведення якісного тестування результатів чисельного моделювання кліматичного поля опадів на території України, окрім власне результатів чисельного моделювання, використовувалися фактичні спостереження та виміри кількості опадів, статистичні показники їх просторового та часового розподілу. Як довідкові фактичні дані в проведеному дослідженні було використано середні багаторічні табличні значення кількості опадів на 187 метеостанціях України з Кліматичного кадастру України за 1961-1990 рр. [1]. Крім того, встановлювалася можливість використання даних Світового кліматичного центру CRU, які доступні у вузлах регулярної координатної сітки з високою роздільністю в 10' ( $\approx 12$  км) і зазвичай використовуються для верифікації кліматичних моделей. Ці дані отримані в результаті статистичного аналізу та інтерполяції результатів наземних вимірювань на кліматичних станціях. Враховуючи зручне представлення у вузлах регулярної координатної сітки, такі дані після відповідної перевірки можливо використовувати і в даному дослідженні. Але, у зв'язку із значною просторовою неоднорідністю поля опадів, необхідним є статистичне обґрунтування можливості використання даних CRU. У випадку отримання позитивного результату, коли дані CRU коректно представляють поле опадів у досліджуваному регіоні, зникне потреба інтерполяції даних Кліматичного

кадастру України у вузли регулярної сітки. Але можливість такої заміни в кожному конкретному випадку слід підтверджувати, визначаючи ступінь кореляційного зв'язку між полем опадів, що отримане на основі даних метеомережі та даних CRU.

У [4] показано, що для зручності вирішення поставленого завдання, проведено районування території України, яке використовувалось і для тестування прогнозованого поля опадів. Характеристики районів із середньорічними сумами опадів у них наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Райони України для тестування чисельних моделей та середньорічна кількість опадів у них (1961-1990 рр.)

Район	Координати районів метеомережі і CRU		Середня абсолютна висота (м)			Опади, мм/рік		
	пн. ш. (град.)	сх. д. (град.)	метео- мережа	CRU	REMO	метео- мережа	CRU	REMO
I	49.5 - 52.0	22.8 - 26.0	209	216	212	632	600	648
II	49.5 - 52.0	26.0 - 30.0	203	191	195	642	627	680
III	49.5 - 52.0	30.0 - 36.0	151	147	155	607	583	704
IV	48.0 - 49.5	26.0 - 30.0	243	248	242	627	570	625
V	48.0 - 49.5	30.0 - 36.0	143	139	140	543	532	656
VI	46.8 - 50.5	36.0 - 40.0	157	138	125	539	523	680
VII	46.5 - 48.0	30.0 - 36.0	76	72	77	483	469	539
VIII	45.2 - 46.5	28.3 - 30.5	30	66	56	479	444	481
IX	45.0 - 46.5	31.6 - 36.6	28	39	34	409	434	458
X	44.4 - 45.0	33.5 - 35.3	366	375	213	650	589	459
XI	47.8 - 49.5	22.5 - 26.0	448	494	498	903	729	800
середнє	44.4 - 52.0	22.5 - 40.0	187	193	177	592	555	612

Однорідність розподілу опадів у межах кожного району встановлювали, визначаючи тип розподілу рядів метеорологічних величин для кожного пункту спостережень за багаторічний період. Розраховувались основні статистичні показники ( $\bar{x}$ ,  $M_e$ ,  $M_o$ ,  $A$ ,  $E$ ,  $\sigma$ ) кожного ряду у всіх точках спостережень (метеостанціях) та порівнювались шляхом графічної інтерпретації результатів (програма STATISTIKA 6.0). Для визначення внутрішньої однорідності виділених

районів проводився також однофакторний дисперсійний аналіз [4]. Задовільні результати отримано для всіх рівнинних районів. Поле опадів у гірських районах потребує більшої деталізації.

Як зазначалось у [5], порівняння значень вимірів метеорологічних величин на окремих метеостанціях в конкретні моменти часу з результатами кліматичних моделей не має сенсу. У зв'язку із цим відібралися такі фактичні кліматичні характеристики та способи їх отримання, які можуть порівнюватися з результатами моделювань. Тестування результатів моделювання можливе через порівняння інтегрованих за тривалі проміжки часу результатів чисельного моделювання та усереднених за відповідні періоди даних спостережень. У дослідженні порівнювалися усереднені по кожному району річні суми опадів, середньорічні суми опадів у кожній точці спостережень та у вузлах розрахункової сітки, середньомісячні суми опадів та закономірності сезонного їх розподілу. Визначалися похибки моделювання для кожного виділеного району через закономірності просторового розподілу та відхилення від стандартного річного ходу опадів. При цьому встановлювалися проблемні райони, причини отриманих тут відхилень та визначалися систематичні похибки моделювання.

### **Результати тестування полів опадів, отриманих з використанням регіональної кліматичної моделі REMO**

Для верифікації результатів моделювання поля опадів на території України використовувалися проінтегровані результати розрахунків щоденних сум опадів за 30 років (1961-1990 рр.). Моделювання проводили з горизонтальним розділенням 25 км, кількість вертикальних рівнів була 21, верхня межа області моделювання – висота ізобаричної поверхні 10 гПа [3, 4]. Початковими та граничними умовами були дані реаналізу ERA40 кожні 6 год. [17]. Ці дані було отримано в результаті стандартної глобальної асиміляції даних спостережень та прогнозу, тобто всієї доступної метеорологічної інформації. У межах загальної області моделювання REMO було вибрано її східну частину розміром 54×37 вузлів, що охоплювала територію України та була поділена на 11 районів [4]. Паралельно з тестуванням результатів чисельного моделювання поля опадів оцінювалася можливість заміни, у разі потреби, даних метеомережі даними CRU.

Тестування результатів чисельного моделювання REMO показало (рис. 1), що отримані дані задовільно відтворюють просторо-часовий розподіл опадів.

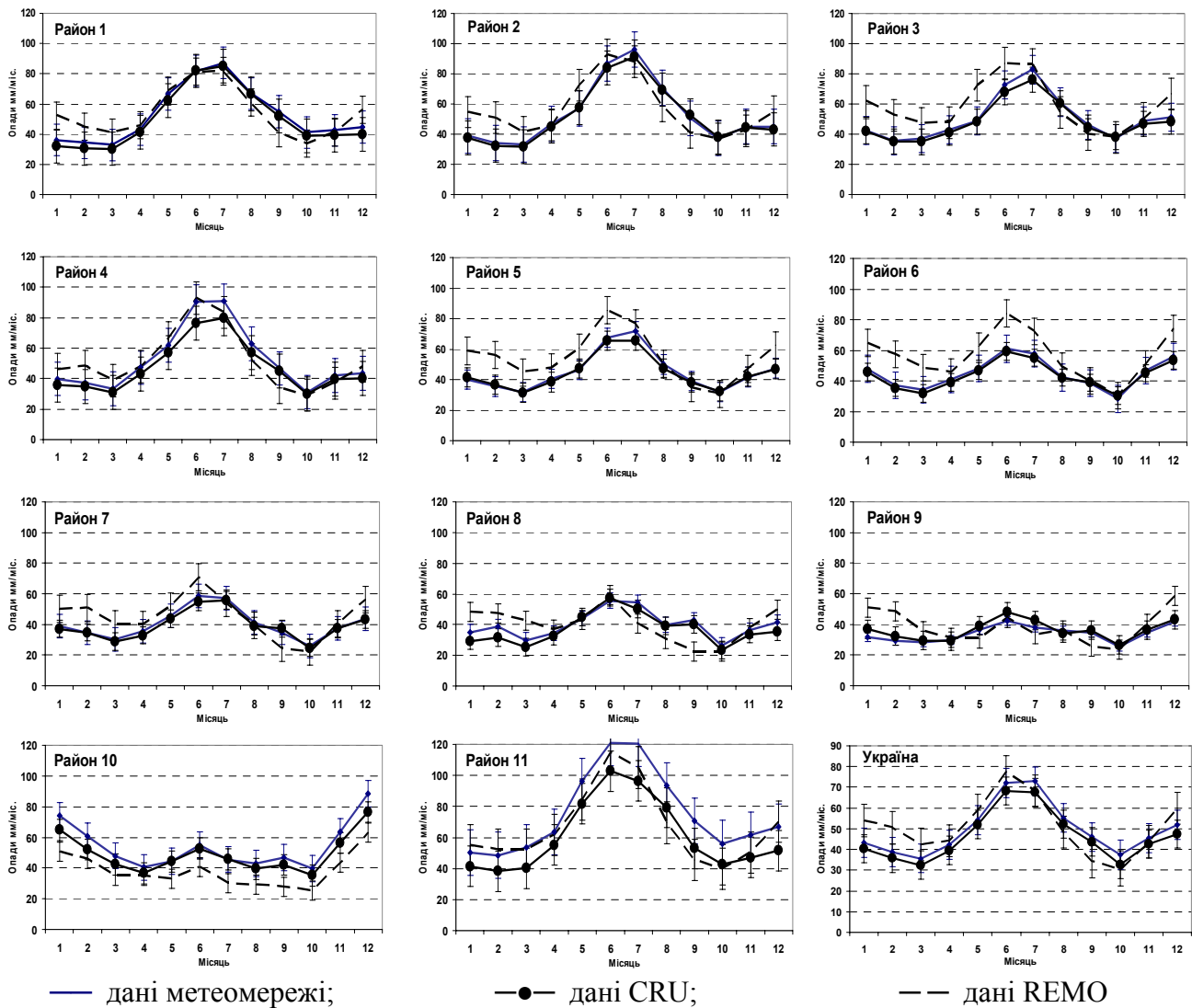
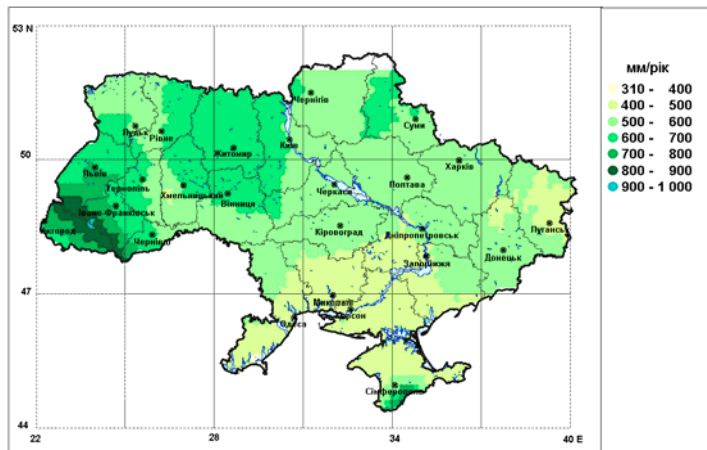


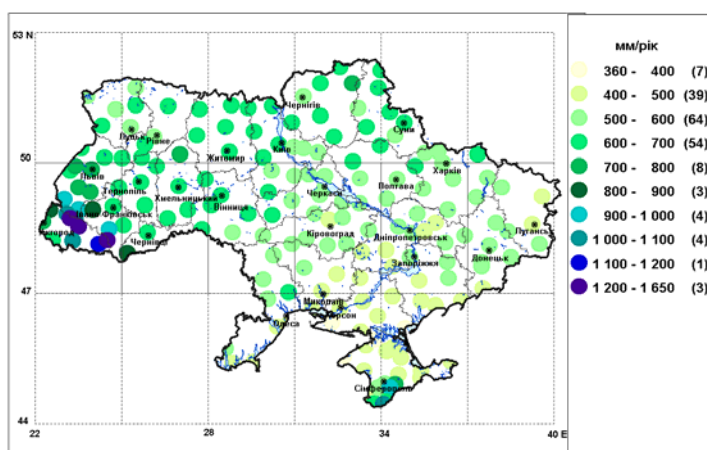
Рис. 1. Річний хід кількості опадів у районах, середні за 1961-1990 рр.

Моделльні прогностичні поля опадів (рис. 2) можна використовувати для створення загальної картини змін клімату на території України. Важливим є те, що чисельні розрахунки адекватно відтворюють річний хід опадів у кожному з досліджуваних районів.

## Дані CRU



## Дані метеомережі (у дужках – кількість станцій у градації)



## Дані REMO

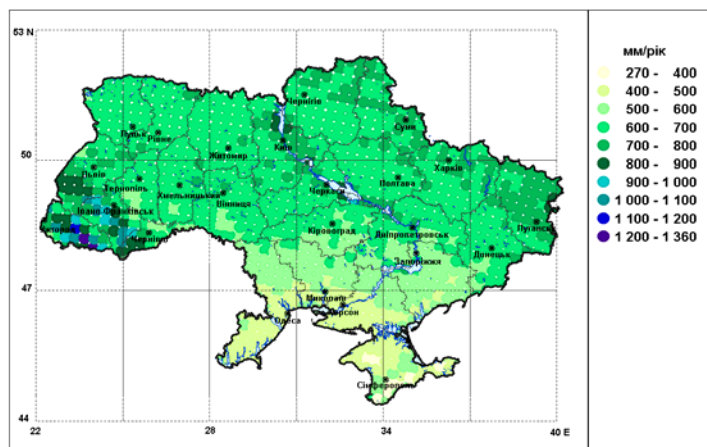


Рис. 2. Середня річна кількість опадів, за даними 1961-1990 рр.

Значення екстремумів завищуються не набагато (до 10-15 мм/міс.), але моменти їх настання збігаються з фактичними. Середньомісячні суми

опадів у більшій частині районів перевищують отриманні фактичні в холодний період року (грудень-квітень), у теплий період, навпаки, в окремі місяці може відмічатися зменшення сум опадів у моделюванні. Причиною таких відхилень можуть бути неточності параметризації хмарності підсіткового масштабу в межах досліджуваного регіону, тобто деяке збільшення конвективної хмарності і відповідно опадів у холодний період із заниженням у порівнянні з реальними в теплий період.

Найкращий збіг результатів отримано для I, II, IV та VII районів, де різниці середньорічних сум опадів мають межі від 2,0 до 37,8 мм. Найбільші розходження модельних і фактичних результатів виявлено у VI районі, модель завищує середні багаторічні суми на 141 мм, середньомісячні суми – максимально на 23,1 мм у червні. Пояснити це можна тим, що VI район розміщений на східній межі загальної області моделювання. До того ж межі цього району по сітці моделі не збігаються з областю, яка була виділена за даними метеомережі, що вочевидь є причиною найгіршого збігу висоти району з табл. 1. Різниця в межах районів може також бути причиною деякої розбіжності порівнюваних рядів у III та IX районах.

У гірських районах Карпат і Криму також відмічається задовільна відповідність сум опадів модельних та фактичних рядів. Модельні ряди адекватно відображають річний розподіл опадів, але занижують середньомісячні та середні багаторічні суми в Криму впродовж усього року, а в Карпатах – з травня до жовтня. Очевидно, цей факт можна розглядати як недостатнє врахування в моделі впливу орографії на опадоутворюючі процеси через занадто великі горизонтальні кроки (25 км) та відповідне згладження рельєфу.

У табл. 2 наводяться статистичні оцінки рядів сум опадів та характеристики і значення кореляційного зв'язку між парами рядів даних, що були отримані з різних джерел. Результати розрахунків показують відповідність та узгодженість у просторі і часі сум опадів, отриманих на метеомережі та за даними CRU; коефіцієнти кореляції близькі до 1 як для середньорічних, так і для середньомісячних сум опадів. Тобто дані CRU відносно адекватно відображають режим поля опадів у досліджуваному регіоні і можуть використовуватися для верифікації моделей.



Таблиця 2

Середня багаторічна (1961-1990 рр.) кількість опадів (мм) в Україні  
(порівняння наборів даних різних джерел)

Статистична характеристика	за місяць			за рік		
	CRU, Метео	REMO, Метео	REMO, CRU	CRU, Метео	REMO, Метео	REMO, CRU
Кількість пар	132 (11 районів × 12 місяців)			11 районів		
Сер. абсолютна помилка	3.8	9.5	9.8	42.1	73.5	80.8
- " - мінімальна	0.1	0.1	0.1	11.0	2.0	24.3
- " - максимальна	24.1	25.6	24.8	173.2	191.0	157.3
Сер. арифмет. помилка	-3.1	1.6	4.8	-37.6	19.7	57.3
- " - мінімальна	-24.1	-25.6	-17.7	-173.2	-191.0	-129.6
- " - максимальна	5.8	23.5	24.8	25.1	141.3	157.3
Сер. відносна помилка	-5.2	6.2	12.3	-5.3	4.9	10.6
- " - мінімальна	-25.1	-47.4	-43.9	-19.2	-29.4	-22.0
- " - максимальна	16.0	64.7	68.4	6.1	26.2	30.1
Сер. квадрат. помилка	5.7	11.6	11.6	61.3	93.6	91.2
Коефіцієнт кореляції	0.974	0.800	0.808	0.967	0.695	0.749
Помилка коефіцієнта кореляції	0.005	0.031	0.030	0.020	0.164	0.139
Коефіцієнти рівняння лінійної регресії $y = A + Bx$	x-CRU y-Метео	x- REMO y-Метео	x- REMO y - CRU	x-CRU y-Метео	x- REMO y-Метео	x- REMO y-CRU
A	-3.763	7.198	10.121	-207.982	100.070	198.715
B	1.149	0.827	0.708	1.443	0.804	0.582
Стандартна помилка рівняння	4.208	11.116	9.241	34.726	98.491	60.792

Зв'язок між даними REMO та метеомережі є нижчим, коефіцієнти кореляції відповідно становлять 0,8 для місячних сум та 0,695 для середньорічних сум опадів. На рис. 3 показано, що зв'язок між досліджуваними парами рядів може бути представлено за допомогою лінійної регресії.

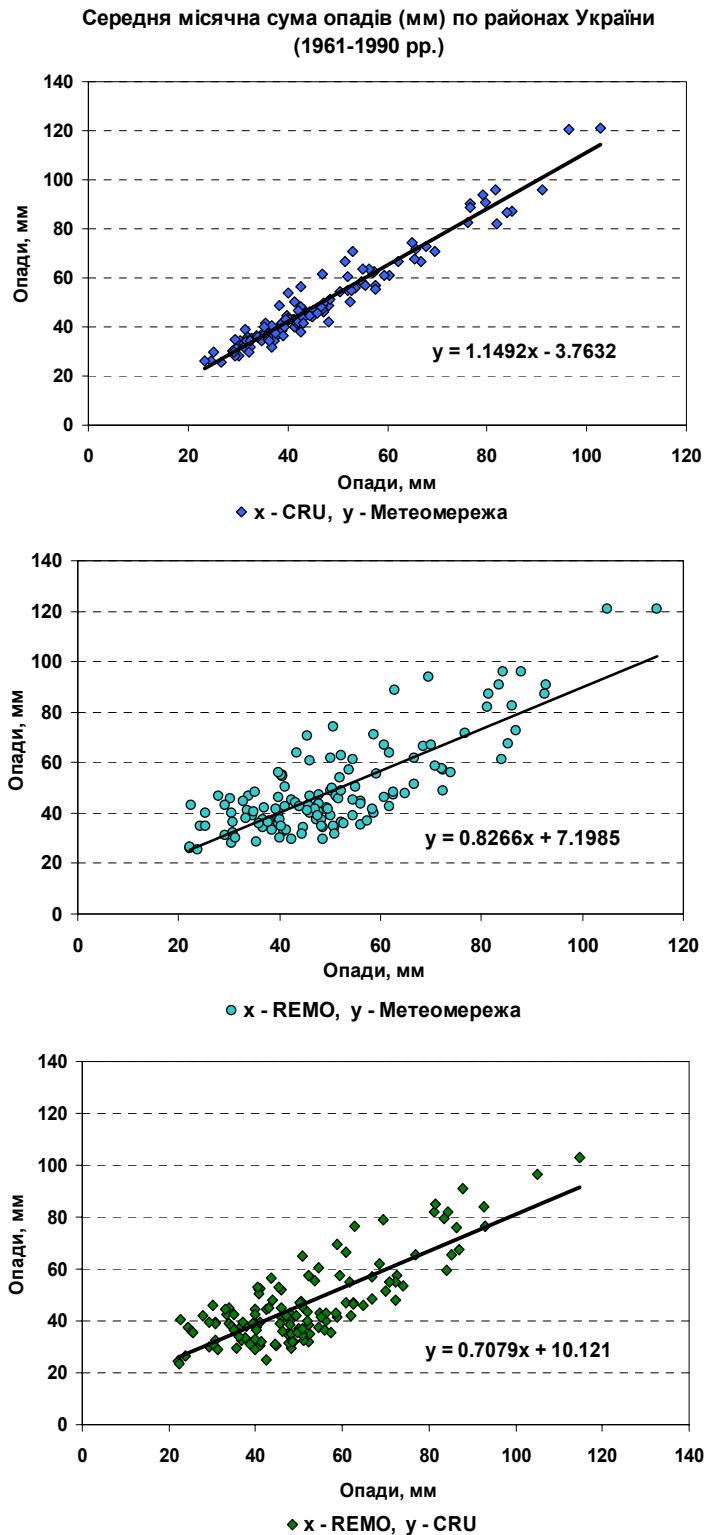


Рис. 3. Графіки кореляційного зв'язку та рівняння регресії для середніх багаторічних сум опадів (мм/міс.) по районах України

Середньоарифметична похибка ( $\delta$ ) для пари «РЕМО-Метео» становить 1,6 мм/міс. з коливаннями від -25,6 до 23,5 мм/міс. залежно від

району та сезону року. Для середніх багаторічних значень сум опадів  $\delta$  становить 19,7 мм/рік, в окремих районах ця величина змінюється від 191 до 143 мм/рік. Варто зазначити, що для пари “REMO-CRU”  $\delta$  мають ще більші значення, що не спостерігалось під час тестування поля температури [4]. Очевидно, інтерполяція під час формування масиву даних CRU призводить до згладжування такої мінливої величини, як сума опадів. Так, середньомісячні багаторічні суми опадів у цьому ряді дещо нижчі, ніж отримані під час спостережень. Найбільшими такі різниці є в гірських районах Карпат та Криму, у рівнинних районах зменшення середньомісячних сум, за даними CRU, відбувається в зимові місяці.

Відомо, що поле опадів відзначається великою просторовою неоднорідністю та суттєво залежить від циркуляційних чинників і рельєфу. Вказані обставини не дозволяють очікувати високого ступеня відповідності модельних результатів з річними та місячними нормами опадів, як це спостерігалось під час тестування поля температури. Проте проведене тестування даних CRU та результатів моделювання REMO поля опадів в Україні показало їхню задовільну узгодженість з просторово-часовим розподілом фактичних опадів, усереднених за контрольний кліматичний період 1961-1990 рр.

### **Висновки**

Проведено тестування результатів моделювання регіональної кліматичної моделі REMO, розробленої в Інституті метеорології Макса-Планка (м. Гамбург, Німеччина), для території України в цілому та в одинадцяти попередньо визначених районах за 1961-1990 рр. Ці роки визначені Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО) як контрольний кліматичний період.

Виявлено взаємозв'язок між наборами даних Кліматичного кадастру України для 187 станцій, Світового кліматичного центру CRU (Climate Research Unit, University of East Anglia, Norwich) у вузлах регулярної сітки 10' (~12 км) та Регіональної кліматичної моделі REMO.

Встановлено, що:

- характеристики просторово-часового розподілу опадів, отримані на метеомережі та на основі даних Світового кліматичного центру, добре узгоджуються між собою, коефіцієнт кореляції – 0,974 і можуть бути взаємозамінними;
- усереднені по території України за весь період середньомісячні суми

опадів задовільно узгоджуються з отриманими в моделюванні результатами як за характером річного розподілу, так і за абсолютними значеннями. Коефіцієнт кореляції модельних рядів та даних метеорологічних спостережень – 0,800;

- чисельні розрахунки дещо зменшують *середньорічні та середньомісячні* суми опадів у гірських районах: особливо в Криму (X) -29,3 % (191,0 мм) і в Карпатах (XI) –11,4 % (102,4 мм) від багаторічної норми, та завищують *середньорічні* суми опадів у рівнинних районах: від 0,4 % (2,0 мм) у (VIII) до 26,2 % (141,3 мм) в (VI) від річних норм. Винятком є тільки IV район, де розрахункові річні суми на 0,4 % (2,4 мм) менші від норми;
- у річному ході модельного ряду спостерігається *систематичне перевищення місячних норм опадів з грудня до травня (окремі райони з листопада до квітня)* для рівнинних районів;
- у Карпатах незначне перевищення місячних норм у річному ході – з грудня до лютого, у Криму модельні середньомісячні суми нижчі за норму впродовж усього року. *Максимальні перевищення* місячних норм змінюються в межах від 9,2 % (4,6 мм, XI, Карпати, січень) до 63,6 % (19,1 мм, IX район, лютий);
- відмічаються також *зменшення відносно норми модельних середньомісячних сум опадів у рівнинних районах з липня до жовтня*. Величина максимального зменшення має межі від 17,2 % (12,1 мм, II, вересень) до 47,4 % (20,4 мм, VIII, вересень) відповідної місячної норми;
- *зменшення кількості опадів у вересні можна розглядати як систематичну похибку моделі (у 9 районах максимальне відхилення саме у вересні)*;
- за модельними даними, впродовж усього року відмічаються перевищення середньомісячних та річних норм у VI районі. Можливою причиною цього є те, що район розміщений на східній межі розрахункової сітки, і тому похибки в розрахунках там найбільші. Слід зауважити, що в розрахунках температури в цьому районі аномалій не відмічалось;
- відносний збіг модельних результатів з місячними нормами опадів найчастіше спостерігається в перехідні сезони року у квітні (травні) та жовтні (листопаді). Величина відхилення може мати як від'ємний, так і додатній знак і змінюється в межах 0,6-6,7 % від відповідної місячної норми.

У цілому результати тестування чисельних даних поля опадів, отриманих за допомогою REMO, є задовільними, а сама модель може використовуватись для прогнозування кліматичних змін на території України. Під час інтерпретування прогностичних результатів слід урахувати вищенаведені висновки.

\* \*

1. Кліматичний кадастр України (електронна версія) / Державна гідрометеорологічна служба, УкрНДГМІ, Центральна геофізична обсерваторія. – К. – 2006.
2. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
3. Краковская С.В., Паламарчук Л.В., Дюкель Г.А. Региональная модель (REMO) в изучении сильных осадков в Карпатах // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – № 50. – 2008. – С. 75-80
4. Краковська С.В., Паламарчук Л.В., Шеддеменко І.П., Дюкель Г.О., Гнатюк Н.В. Верифікація даних Світового кліматичного центру (CRU) та Регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період // Наук. пр. УкрНДГМІ. – № 257. – 2008. – С. 42-61.
5. Кричак С.О. Региональное моделирование современного климата европейской территории России с помощью модели RegCM3 // Метеорологія и гидрологія. – № 1. – 2008. – С. 31-41.
6. Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc et al. Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC [Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA. – 2007. – 94 p.
7. Giorgi F. and Bates G. The climatological skill of a regional model over complex terrain // Monthly Weather Review. – 1989. – 117. – P. 2325-2347.
8. Giorgi F. and Mearns L.O. Introduction to special issue: Regional climate modeling revisited // J.Geophys.Res. – 1999. – Vol. 104. – P. 6335-6352.
9. Jacob D., B.J.M. Van den Hurk, U. Andre et al. A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period // Meteor. Atm., 2001. – № 77. – С. 61-73.
10. Krakovska S., Goettel H., Jacob D., Pfeifer S. Study of the flood events in the Carpathians and along the Elbe river with aid of the numerical models //

Geophysical Research Abstracts. – 2006. – Vol. 8, 00060, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-00060.

11. *Mitchell T.D., Carter T.R., Jones P.D. et al.* 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) // Tyndall Centre Working Paper №.55, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia, Norwich, UK, 2004.
12. *Palamarchuk L., Shpyg V., Krakovskaia S.* Floods in the Carpathians: synoptic analysis and numerical modeling // Geophysical Research Abstracts. – 2005. – Vol. 7, 00967, Sref-ID: 1607-7962/gra/EGU05-A-00967.
13. *Pfeifer S.* Modeling cold cloud processes with the regional climate model REMO // Ber. Zur Erdsystemforschung. 2006 – MPI-M, 23. – 120 p.
14. *Roeckner E., K. Arpe, L. Bengtsson, M. Christoph, M. Claussen, L. Dumenil, M. Esch, U. Schlese, U. Schulzweida.* The atmospheric general circulation model ECHAM4: Model description and simulation of present-day climate // Max-Planck-Institute fur Meteorologie, Report. – 1996. – №. 218.
15. *Sundqvist H.* A parameterization scheme for non-convective condensation including prediction of cloud water content. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 1978. – 104. – P.677-690.
16. *Tiedtke M.* A comprehensive mass flux scheme for cumulus parameterization in large-scale models. Mon. Wea. Rev., 1989. – 117. – P. 1779-1800.
17. *Uppala S.M., Kellberg P.W., Simmons A.J. et al.* The ERA-40 reanalysis // Quart. J. Roy. Meteorol. Soc. – 2005. – Vol. 131. – P. 2961-3012.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, Київ*

*Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, Київ*

**Л.В. Паламарчук, С.В. Краковская, И.П. Шедеменко, Г.А. Дюкель,  
Н.В. Гнатюк**

**Верификация данных Мирового климатического центра (CRU) и региональной модели климата (REMO) относительно прогноза поля осадков в Украине за контрольный период 1961-1990 гг.**

*Представлены первые результаты тестирования поля осадков, полученного для территории Украины с использованием региональной численной климатической модели REMO. Установлены статистические зависимости пространственно-временного распределения средних*

*многолетних сумм осадков, полученных в численном моделировании и по данным наблюдений метеорологической сети Украины. Определены систематические погрешности модельного поля осадков для разных районов и проанализированы возможные причины их появления. Приведены результаты оценки данных Мирового центра климатических исследований (CRU) с целью их использования для верификации численного моделирования.*

**L.V. Palamarchuk, S.V. Krakovska, I.P. Shedemenko, G.O. Djukel, N.V. Gnatjuk**

**Verification of the Climate Research Unit (CRU) and Regional Climate Model (REMO) data of the precipitation field forecast in Ukraine for the control period 1961-1990**

*The first results of precipitation field testing got with the use of numerical regional climate model REMO for the territory of Ukraine have been presented. Statistical dependences of the many-year monthly mean precipitation spatio-temporal distribution got in the numerical simulation and from meteorological network of Ukraine have been obtained. The systematic errors of the model fields of precipitation and possible reasons of their appearance have been analysed for defined 11 regions in Ukraine. The results of estimation of Climate Research Unit (CRU) data with the purpose of their use for numerical modelling verification are presented too.*