

УДК 551.551.8

Скриник О. А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ПЕРІОД АКТИВНОЇ ВЕГЕТАЦІЇ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

Ключові слова: температурний режим, період активної вегетації, Українські Карпати, кліматичні зміни

Вступ. Активний ріст та розвиток теплолюбивих сільськогосподарських культур відбувається за середньої добової температури повітря 10 °С і вище [1, 2]. Саме тому частину року між датами *стійких* переходів середньої добової температури через 10 °С весною і осінню називають періодом активної вегетації. У цей час відбувається найбільше споживання вологи і дозрівання плодів. Тому настання температури повітря 10 °С і вище має велике практичне значення для сільськогосподарського виробництва і є важливою характеристикою агрокліматичних ресурсів у різних фізико-географічних зонах [1].

Крім того, дати настання та закінчення періоду активної вегетації (як і дати *стійких* переходів температури через інші порогові значення), а також і його тривалість є важливими індикаторами стану регіонального клімату. Досліджуючи часові ряди вказаних кліматичних характеристик можна отримати важливу інформацію і про кліматичні зміни [1, 3–5].

Метою публікації є оцінка сучасного стану періоду активної вегетації у регіоні Українських Карпат та оцінка його можливих змін у порівнянні з кліматичною нормою за 1961-1990 рр.

Передумовою появи представленого дослідження було успішне завершення міжнародного дослідницького проекту CARPATCLIM [6], метою якого було створення електронного кліматичного атласу Карпатського регіону. Саме якісний (який пройшов контроль якості) емпіричний матеріал, отриманий в рамках проекту CARPATCLIM, був основою отриманих результатів.

Матеріали та методи досліджень. Якісні та гомогенізовані емпіричні дані є необхідною умовою для проведення будь-якого кліматологічного дослідження [7]. Тільки на їх основі можна сподіватись отримати достовірні оцінки поточного стану кліматичної системи і, тим більше, з'ясувати наявність чи відсутність кліматичних змін.

Проект CARPATCLIM. Як було зазначено вище у представленому дослідженні використано дані, отримані в рамках проекту CARPATCLIM. Основною метою проведення проекту було отримання електронної бази даних якісної і гомогенізованої кліматичної інформації з подальшою її просторовою інтерполяцією та побудовою on-line електронного атласу Карпатського регіону. В проекті брали участь 9 країн: Польща, Чехія, Словаччина, Угорщина, Румунія, Хорватія, Сербія, Україна та Австрія. Часовий проміжок, охоплений проектом – з 1961 по 2010 рр., часова роздільна здатність даних – 1 доба.

Опрацьовувались значення 13 кліматичних характеристик: мінімальна та максимальна температура повітря, середня добова температура (розраховувалась як середнє арифметичне мінімальної та максимальної

температури), атмосферний тиск на рівні станцій, сума опадів, напрям та швидкість вітру, тривалість сонячного сяйва, сумарна радіація, хмарний покрив, відносна вологість, парціальний тиск водяної пари та глибина снігового покриву.

У рамках проекту кожна країна-учасник за єдиною методикою здійснювала контроль якості та перевірку на кліматологічну однорідність часових рядів, отриманих на метеорологічних/кліматологічних станціях, що знаходяться на її території. Для цього використовувалося програмне забезпечення MASH v3.03 [8], створене в Угорській метеорологічній службі. Для гармонізації розрахунків (узгодження результатів між країнами-сусідами) використовувались також дані найближчих станцій сусідніх країн. Інтерполяція гомогенізованих і гармонізованих даних у вузли регулярної сітки з просторовою роздільною здатністю $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ здійснювалась на основі спеціального алгоритму та відповідного програмного забезпечення MISH v1.02 [9], яке теж розроблене в Угорській метеорологічній службі. Інтерполяційний метод спеціально розроблений для інтерполяції кліматологічних даних. Більш детальнішу інформацію щодо проекту можна отримати на його офіційному сайті [6].

Використані дані. Отже, для розрахунків дат стійких переходів температури повітря через 10°C було використано значення середньої добової температури у вузлах інтерполяційної сітки за період з 01.01.1961 р. по 31.12.2010 р. Вихідний емпіричний матеріал, який було опрацьовано за вище описаною схемою, складався із даних 39 метеорологічних станцій України, 2 станцій Польщі, 3 – Словаччини, 3 – Угорщини та 6 – Румунії. Область дослідження, географічне розташування метеорологічних станцій та вузлів інтерполяційної сітки представлено на рис. 1.

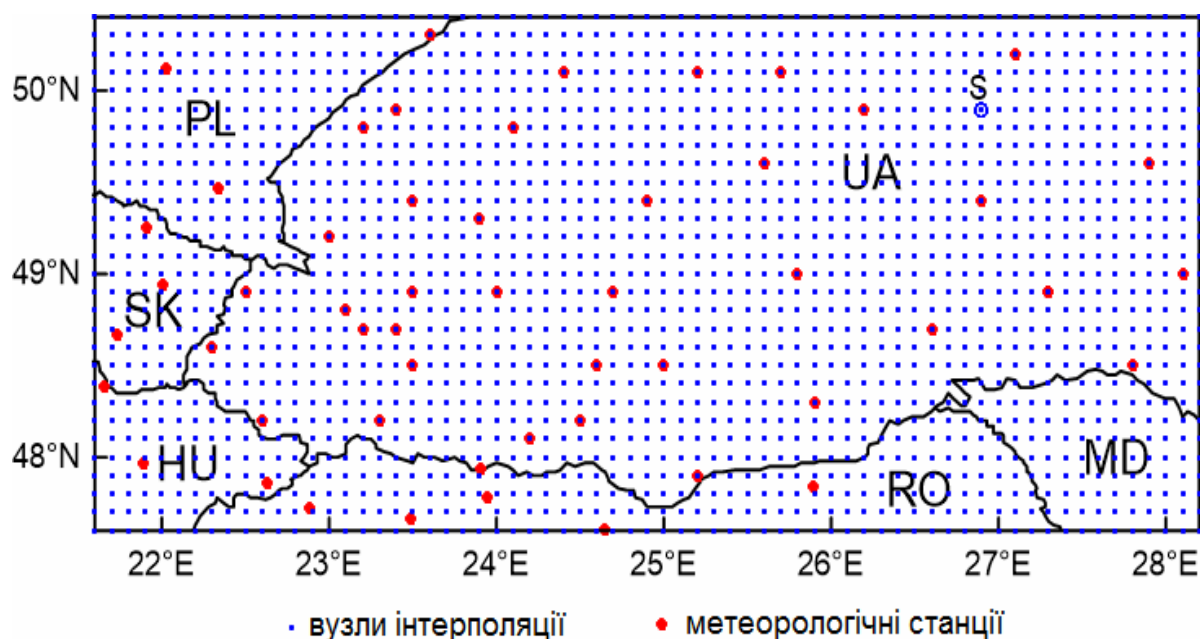


Рис. 1. Область дослідження, інтерполяційна сітка та просторовий розподіл метеорологічних станцій

Методи визначення дат стійких переходів. Існує декілька методів визначення дат стійких переходів [10]. Оскільки різні методи нерідко дають різні результати, то для більшої достовірності та обґрунтованості висновків, а також з метою певного порівняння, у дослідженні було використано три різних методи. Перший (I) – це метод, який зазвичай використовується у країнах Центральної та

Західної Європи [11]. Другий (II) – отримав широке використання у країнах колишнього СРСР, і який відомий як метод Педя [12]. У дослідженні використане узагальнення цього методу [13], яке дозволяє автоматизувати процес розрахунку. Третій (III) – кліматологічний метод [14]. Два перших методи дають змогу розраховувати дати стійких переходів температури повітря для кожного окремого року досліджуваного періоду. На основі кліматологічного методу можна розрахувати стійкі дати, що характеризують деякий період років, як правило 30 років.

На рис. 2, як приклад, представлено часові ряди дат стійких переходів розрахованих I та II методами у інтерполяційній точці S з географічними координатами $\lambda=26.9$, $\varphi=49.9$ (див. рис. 1). Крім того, тут також представлені часові ряди першого (найранішого) переходу температури через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ весною і останнього (найпізнішого) осінню. Як видно із рис. 2, для деяких років розраховані методами I та II дати стійких переходів суттєво відрізняються.

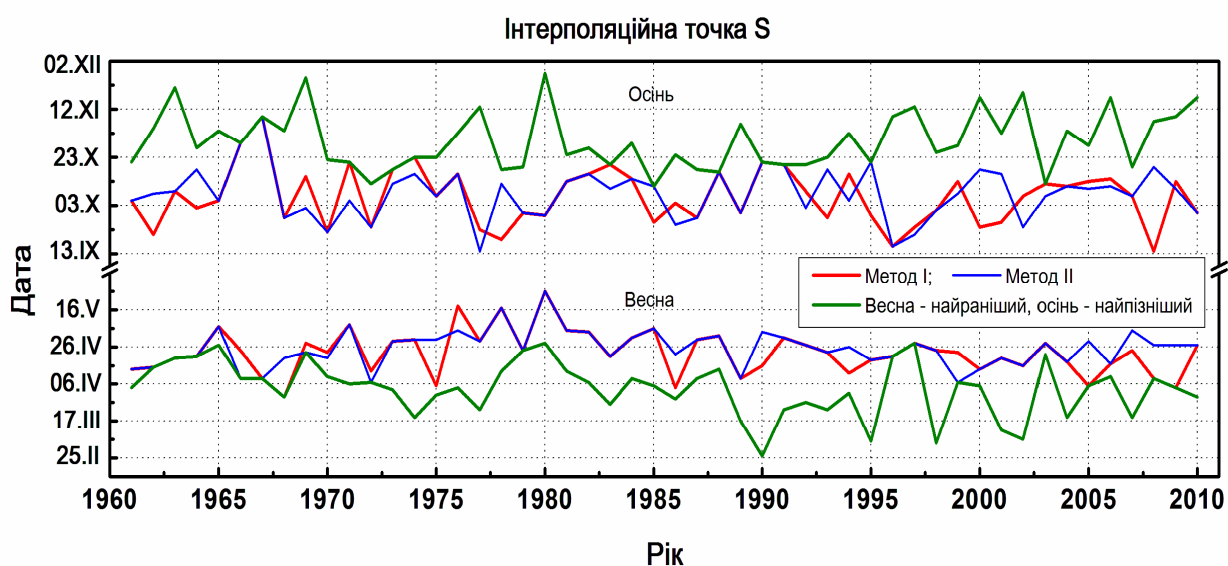


Рис. 2. Приклад часових рядів розрахованих дат переходів температури повітря через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Результати розрахунків. З метою оцінки сучасного стану періоду активної вегетації розрахунки проводились для часового проміжку 1981-2010 рр. тривалістю 30 років. Такий період є рекомендований ВМО для оцінки сучасного стану кліматичної системи. Дати весняного, осіннього стійких переходів температури повітря через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тривалість періоду активної вегетації розраховувались методами I і II для кожного року вказаного часового проміжку для кожної точки регулярної інтерполяційної сітки. Після чого, було проведено часове осереднення отриманих рядів з подальшою побудовою карт осереднених характеристик періоду. Інші статистичні характеристики часових рядів не розраховувалися.

Слід зазначити, що існує декілька інтерполяційних вузлів із значними висотами, для яких у певні роки взагалі не відбувався перехід через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такі роки не враховувались у проведенні розрахунків осереднених характеристик періоду активної вегетації.

Далі для кожного вузла регулярної сітки та для кожної календарної дати року були осереднені значення середньої добової температури. Тобто, для кожного вузла отримані кліматологічні річні ходи середньої добової температури, що

характеризують період 1981-2010 рр. На їх основі також розраховувались дати стійких переходів. Такий підхід до розрахунку дат температурних переходів і становить суть методу III [15].

Крім того, на основі розрахованих кліматологічних річних ходів температури були побудовані карти просторового розподілу, осередненої за вказані періоди, температури повітря для кожного календарного дня року (365 карт). В подальшому отримані карти об'єднувались у мультимедійний файл (динамічна карта), використовуючи який можна прослідкувати часову динаміку температурного поля та переміщення повітряних мас із певними температурними властивостями. Аналогічні динамічні карти просторового розподілу середньої добової температури будувались також і для кожного окремого року періоду. Використання динамічних карт у сукупності із розрахованими датами стійких переходів дозволило більш докладніше і ґрунтовніше проаналізувати процес здійснення стійких переходів весною та осінню і визначити відносний вклад циркуляційного фактору при їх формуванні.

З метою оцінки можливих кліматичних змін, аналогічні розрахунки були проведені також і для періоду 1961-1990 рр., який залишається базовим періодом, по відношенню до якого здійснюється оцінка кліматичних змін. На основі отриманих, осереднених за вказані періоди, характеристик були розраховані аномалії дат початку, закінчення та тривалості періоду активної вегетації та побудовані відповідні карти. Зауважимо, що на картах аномалій «теплі» кольори і додатні аномалії вказують на відносно «потепління» характеристики, а «холодні» і від'ємні аномалії – на «похолодання». Наприклад, для початку теплого періоду додатні аномалії означають, що дати стійкого переходу середньої добової температури через 0 °С змістились на раніші строки, від'ємні – на пізніші. Для дати закінчення теплого періоду – навпаки.

Початок періоду активної вегетації. Результати розрахунків осереднених за період 1981-2010 рр. дат початку періоду активної вегетації та їх аномалій представлені на Рис. 3. У верхній частині рисунку – результати отримані методом (I), у середній частині – методом (II), у нижній – методом (III).

Незважаючи на певні відмінності у картах, побудованих на основі розрахунків різними методами, їх спільні риси чітко помітні. Це дає можливість стверджувати достовірність отриманих висновків.

Початок періоду активної вегетації у регіоні Українських Карпат характеризується визначальним впливом гірського масиву. Причому вплив гір проявляється не тільки у зміщенні дати стійкого переходу на пізніші терміни з вистою над рівнем моря, але і у тому, що потужний гірський хребет відіграє роль природного бар'єру на шляху переміщення повітряних мас весною: теплих з півдня та південного-заходу, та холодних з півночі та північного-сходу. Такий висновок випливає із аналізу динамічних карт, що показують річну динаміку середньої добової температури повітря.

Отже, найраніше весняний перехід через 10 °С відбувається у Закарпатті, що підтверджується всіма трьома методами (рис. 3 а), в), д)). Методи I та II дають приблизно однаковий результат: 9–14 квітня. Проте кліматологічний метод дає значно ранішні дати 1–4 квітня.

Найпізніше початок періоду активної вегетації здійснюється безпосередньо у горах – перша декада червня. Як вже відмічалось вище, існують роки, коли на найвищих вершинах взагалі не відбувається переходу температури повітря через 10 °С. Частота появи таких років не є великою. За період 1981-2010 рр. їх було не більше 5.

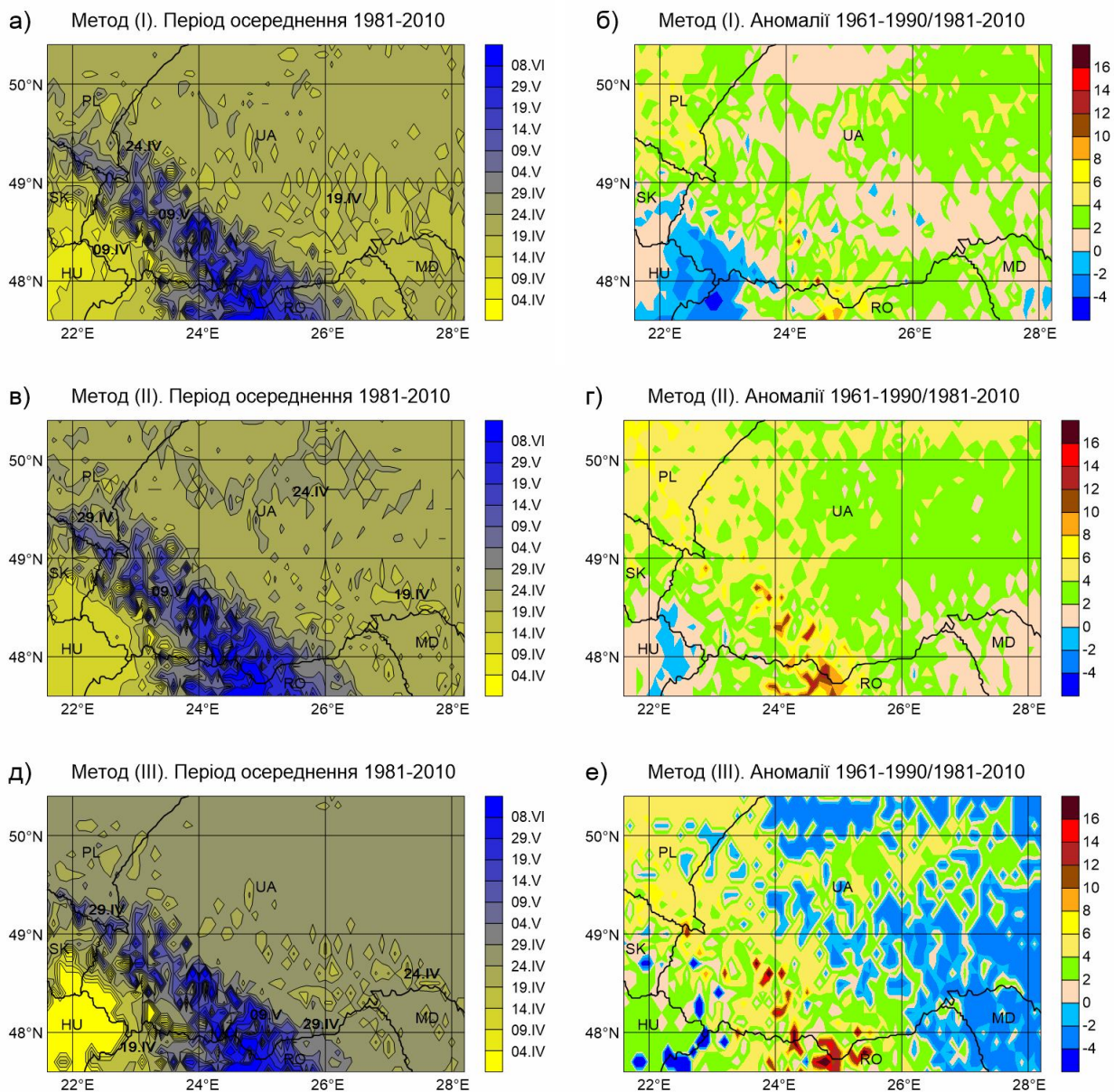


Рис. 3. Дата початку періоду активної вегетації та її аномалії (дні)

Спільною рисою всіх трьох методів є також і дещо раніший початок періоду у Передкарпатті (в основному у басейні/низовині річки Дністер; 14–19 квітня) у порівнянні із територією, що лежить на Подільській височині (19–24 квітня). Різниця складає близько 5–10 днів. Очевидно, що причиною відмінності є орографічний фактор.

Зауважимо, що кліматологічний метод дає більш різкий контраст у датах весняного переходу між Закарпаттям та Передкарпаттям (20 днів), в той час як методи I та II дають лише близько 10 днів. Кліматологічний метод дає початок періоду у Закарпатті більш ранній (близько 5–10 днів), а у Передкарпатті більш пізній (близько 5 днів) у порівнянні із методами I та II. Просторовий розподіл дат, розрахованих методом III, на рівнинній території є більш однорідним у порівнянні з результатами методів I та II.

Аналіз карт аномалій дати початку періоду активної вегетації (рис. 3 б, г, е) показує, що на більшій частині досліджуваної території суттєвих змін не відбулося. У Передкарпатті та на Подільській височині методи I та II дають незначне

зміщення (до 6 днів) на раніші строки. У Закарпатті – незначне зміщення (до 4 днів) на більш пізніші строки. Метод III в основному показує такі ж несуттєві зміни, але з протилежною просторовою тенденцією. Лише безпосередньо у горах всі три методи дають однаковий «напрямок» зміщення дати весняного переходу температури повітря на більш ранні терміни (до 16 днів). Причому спостерігається тенденція чим вища місцевість, тим суттєвіше зміщення (тим більша аномалія).

Закінчення періоду активної вегетації. Аналогічні результати у вигляді карт (рис. 4) отримані і для дат закінчення періоду активної вегетації.

Як і для початку періоду, для його закінчення визначальний вплив має потужний гірський хребет, як природний бар'єр, що призупиняє чи сповільнює переміщення повітряних мас. Проте аналіз динамічних карт просторового розподілу середньої добової температури разом із аналізом графіків річного ходу температури дозволяє зробити висновок, що осінній перехід через 10°C відбувається більш плавніше ніж весняний. Осінню опускання температури повітря відбувається із меншою кількістю затоків теплого повітря у порівнянні із затоками холодного повітря під час підвищення температури весною (під час здійснення весняного переходу). Така поведінка температури свідчить про те, що циркуляційні фактори у порівнянні із радіаційними відіграють важливішу роль при формуванні стійкого весняного переходу температури, а осінню – навпаки, більший вплив мають саме радіаційні фактори. Це також підтверджується і тим фактом, що дисперсія рядів весняних переходів є дещо більшою від дисперсії рядів осінніх переходів.

Слід зазначити, що карти просторового розподілу дати стійкого осіннього переходу температури через 10°C , які отримані на основі результатів методів I та II, є практично ідентичними. Аналогічна карта на основі результатів методу III має певні відмінності. Просторовий розподіл розрахованих дат методом III є більш однорідним на рівнинній території досліджуваного регіону.

Найраніше осінню стійкий перехід температури повітря через 10°C відбувається у високогірних районах (кінець серпня – початок вересня). На Подільській височині закінчення періоду активної вегетації здійснюється 5–10 жовтня (методи I та II) та 10–15 (метод III). У Передкарпатті закінчення періоду відбувається 10–15 жовтня, а на півдні Чернівецької області період активної вегетації може тривати до 20 жовтня. Такий результат дають всі три методи.

Найпізніше закінчення періоду відбувається у Закарпатті (15–25 жовтня – методи I та II, 15–20 жовтня – метод III).

Спільні риси на картах аномалій осінніх переходів, розрахованих різними методами, проявляються більш чіткіше у порівнянні з картами аномалій дат весняних переходів. Всі три методи показують зміщення дати закінчення періоду на пізніші терміни лише безпосередньо у горах, а на рівнинній місцевості – практично незмінність (з відхиленням ± 2 дні, метод II), або незначне зміщення на більш раніші строки (до 6 днів, методи I та III). Величина зміщення у горах – різна у різних методів. Найбільш суттєві зміни дає метод III – до 12 днів, метод I – до 10 днів, метод II – до 8 днів.

Тривалість періоду активної вегетації. Очевидно, що дати весняних і осінніх переходів температури через 10°C визначають тривалість періоду активної вегетації. Тому, враховуючи певну подібність карт дат весняного і осіннього переходів температури повітря через 10°C , отриманих на основі методів I, II та III, можна априорі констатувати, що всі три методи будуть давати приблизно однакову картину просторового розподілу тривалості періоду активної вегетації. Зроблений висновок підтверджується побудовою карт представлених на рис. 5.

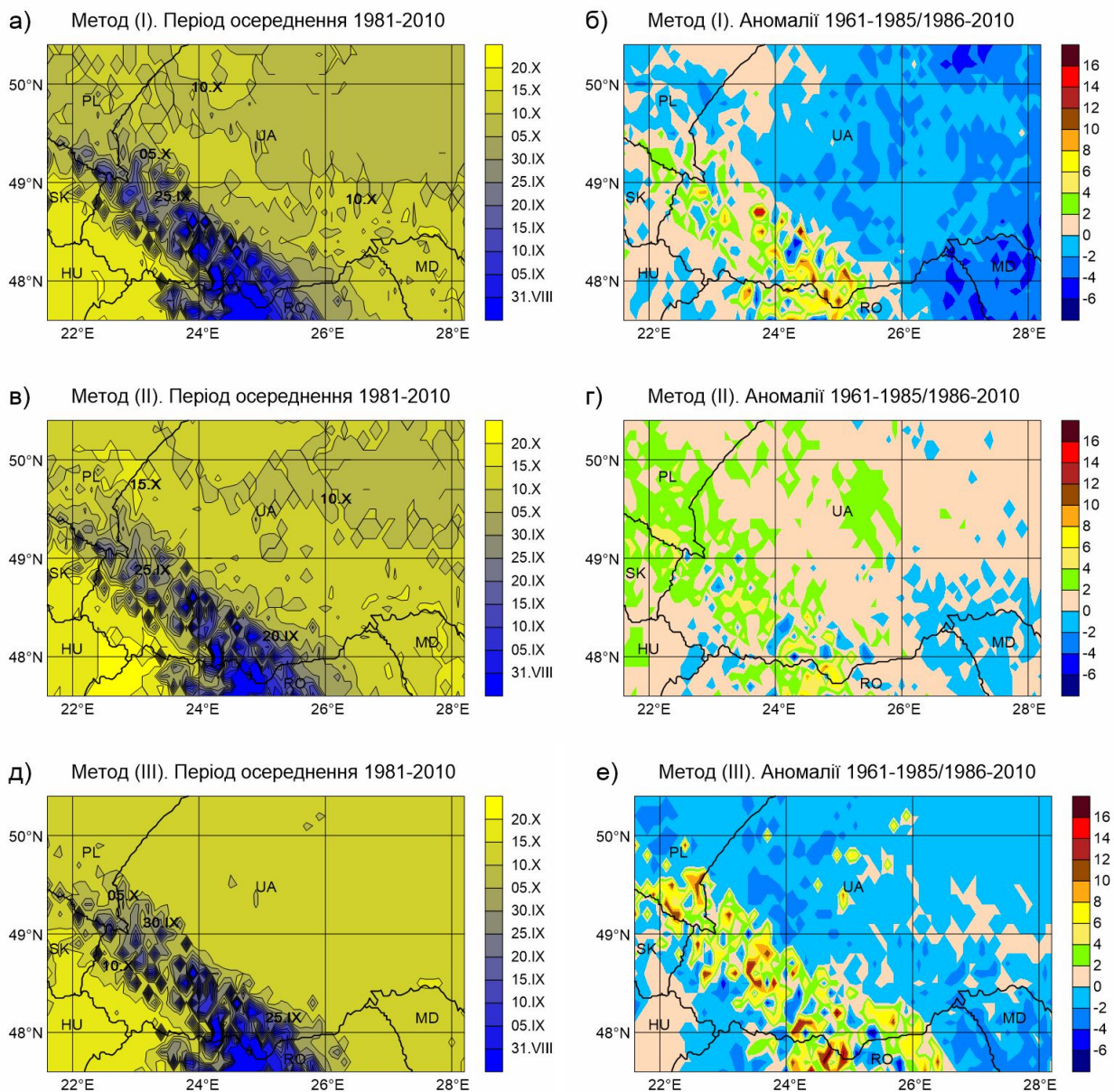


Рис. 4. Дата закінчення періоду активної вегетації та її аномалії (дні)

Найтриваліший період активної вегетації спостерігається у Закарпатті (190 – 200 днів). У Передкарпатті тривалість періоду зменшується, і становить 170–180 днів. Хоча на півдні Чернівецької області тривалість може досягати 190 днів. Ще на 10 днів зменшується тривалість на Подільській височині, і становить 160–170 днів. Найменша тривалість періоду активної вегетації спостерігаються у гірських районах.

Карти аномалій тривалості періоду активної вегетації, отримані на основі методів I та III, мають схожі якісні просторові особливості (тенденції змін). Метод II дає дещо інший результат. Єдиною спільною рисою всіх трьох методів є суттєве збільшення тривалості періоду активної вегетації безпосередньо у гірських районах (до +18 днів). На більшій частині рівнинної території методи I та III дають від'ємну аномалію тривалості (метод III – до -6 днів, метод I – до -4 днів), з вкрапленнями не значних по площі територій де аномалія додатна (до +4 днів). Метод II для рівнинної території дає в основному додатні аномалії (до +8 днів на

північному-заході і +4 на південному-сході). У Закарпатті аномалії найменші – ±2 дні.

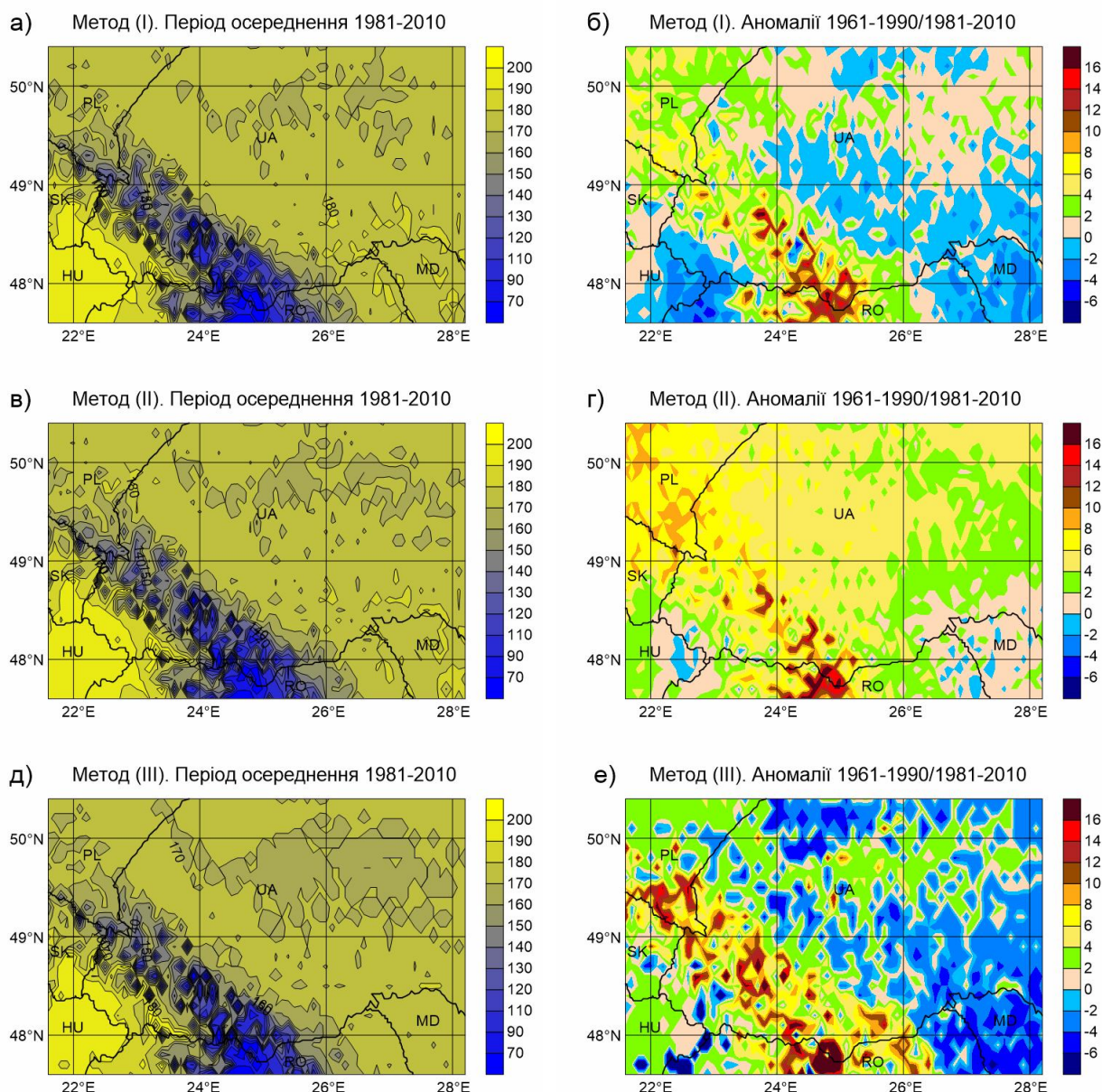


Рис. 5. Тривалість періоду активної вегетації (дні) та її аномалії (дні)

Висновки. Проведені розрахунки дозволили отримати наступні висновки.

Характеристики періоду активної вегетації залежать від методу, який використовується для розрахунку дат стійких переходів температури повітря через 10°C весною та осінню. Відмінності залишаються навіть після осереднення по 30-річному періоді. Проте спільні риси просторового розподілу досліджуваних характеристик спостерігаються, що дозволяє стверджувати обґрунтованість отриманих висновків.

Найбільш важливий фактор, який визначає особливості періоду активної вегетації у досліджуваному регіоні – це наявність потужного гірського масиву. Основна його роль – роль природного бар'єру, який призупиняє рух теплих повітряних мас з південного-заходу весною, і холодних повітряних мас з північного-сходу осінню.

Циркуляційні фактори відіграють важливішу роль у порівнянні із радіаційними факторами при формуванні весняного переходу, і навпаки – при формуванні осіннього переходу.

Найбільш суттєві зміни періоду відбулися безпосередньо у горах (гірських районах). Чим вища місцевість, тим більші зміни. Збільшення тривалості у горах (до +18 днів) відбулося як за рахунок зміщення початку періоду на раніші терміни, так і за рахунок зміщення закінчення періоду на пізніші терміни.

На рівнинній території досліджуваного регіону, зміни характеристик періоду активної вегетації не є такими ж суттєвими. Методи I та III дають в основному зменшення тривалості періоду (до -6 днів), а метод II – не значне збільшення (до +6 днів).

Автор виражає вдячність Ю. Б. Набиванцю, керівнику групи науковців Українського гідрометеорологічного інституту, які приймали участь у проекті CARPATCLIM, за можливість використовувати дані середньої добової температури.

Список літератури

1. Дати переходу температури повітря в Україні за сучасних умов клімату / [за ред. В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко] – К. : Ніка-Центр, 2010. – 304 с.
2. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур / В. П. Дмитренко. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 620 с.
3. Скриник О. А. Метод визначення дат стійких переходів температури повітря через фіксовані значення та тенденції їх змін в умовах сучасного клімату : дис. на канд. геогр. н. / О. А. Скриник. – К., 2009. – 124 с.
4. Linderholm H. W. Growing season changes in the last century / H. W. Linderholm // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2006. – 137. – P.1–14.
5. Груза Г. В. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // *Метеорология и гидрология*. – 2004. – №4. – С. 50-66.
6. CARPATCLIM. Climate of the Carpathian region – [Електрон. ресурс] – Режим доступу : <http://www.carpatclim-eu.org/pages/home/>. – Назва з еркану.
7. Кобышева Н. В. Климатологическая обработка метеорологической информации / Н. В. Кобышева, Г. Я. Наровлянский. – Л. : Гидрометеоздат, 1978. – 296 с.
8. Szentimrey T. Manual of homogenization software MASHv3.03 / T. Szentimrey // *Hungarian Meteorological Service*. – 2010. – 66 p.
9. Szentimrey T. Manual of software MISH / T. Szentimrey // *Hungarian Meteorological Service*. – 2011. – 32 p.
10. Сніжко С. І. Задача визначення дати стійкого переходу приземної температури повітря через певне фіксоване значення (аналіз методів) / С. І. Сніжко, О. А. Скриник // *Укр. гідрометеорологічний журн.* – 2008. – № 3 – С. 56-66.
11. European Climate Assessment & Dataset – [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://eca.knmi.nl/images/indices/GSL.png>. – Назва з еркану.
12. Педь Д. Определение дат устойчивых переходов температуры воздуха через определенные границы / Д. Педь // *Метеорология и гидрология*. – 1950. – №10. – С. 38-39.
13. Sladek I. Urcovani nastupu a ukoncení svorených teplot vzduchu metodou souctvých rad odchylek / I. Sladek // *Meteorologichne zpravy*. – 1989. – Vol. 42. – P. 10-15.
14. Скрыник О. Я. Климатологический метод определения дат устойчивых переходов через фиксированные значения / О. Я. Скрыник, О. А. Скрыник // *Метеорология и гидрология*. – 2008. – №3. – С. 112-116.

Період активної вегетації в Українських Карпатах

Скриник О. А.

На основі даних про середню добову температуру повітря за 1961-2010 рр., отриманих в рамках міжнародного кліматичного проекту CARPATCLIM, проведено дослідження сучасного стану періоду активної вегетації в Українських Карпатах. Виявлено зміни початку, закінчення та тривалості вегетаційного періоду у 1981-2010 рр. у порівнянні із 1961-1990 рр. Встановлено залежність виявлених змін від методу розрахунку дат стійких переходів температури повітря.

Ключові слова: вегетаційний період, Українські Карпати, кліматичні зміни

Период активной вегетации в Украинских Карпатах

Скрыник О. А.

Используя данные о среднесуточной температуре воздуха за период с 1961 по 2010 гг., полученные в рамках международного климатического проекта CARPATCLIM, проведено исследование особенностей периода активной вегетации в Украинских Карпатах. Выявлено изменение дат начала, окончания и продолжительности вегетационного периода в 1981-2010 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. Установлена зависимость выявленных изменений от метода расчета дат устойчивых переходов температуры воздуха.

Ключевые слова: вегетационный период, Украинские Карпаты, изменения климата

The growing season of heat-loving plants in Ukrainian Carpathian region

Skrynyk O. A.

Using the daily air temperature data for the period 1961-2010 which were obtained in the frame of the CARPATCLIM project the features of growing season of heat-loving plants in Ukrainian Carpathian region were studied. A change of the beginning, the end and the length of the growing season in 1981-2010 comparing to 1961-1990 have been revealed. Depending of the changes revealed on calculating method for the beginning and the end of the growing season has been shown.

Keywords: growing season of heat-loving plants, Ukrainian Carpathians, climate change

Надійшла до редколегії 03.07.2014

Suligowski Roman

Інститут географії, Університет Яна Кохановського в Кельцах (Польща)

THE USE OF SPLINE FUNCTION IN THE DETERMINATION OF GENETIC TYPES OF RAINFALL IN POLAND

Keywords: extreme rainfall events, types of rainfall, spline function

Numerous studies concerning precipitation differ significantly depending on the purpose of the study. Meteorological and climatological studies are usually focused on the processes acting in the atmosphere. Hydrologists are mostly interested in the effects of these processes, in other words, in the rainfall reaching the surface of the earth. The combination of these two research fields is required for hydrological prognoses. Developing methods of quantitative rainfall forecasting has been an important but still unsolved problem.

The primary idea of this study was to analyse the time structure of precipitation at the selected rain-gauge stations within the territory of Poland. However, the results of first attempts of statistical rainfall analyses have proven that rainfall events of various duration cannot be regarded as a homogeneous process.

Definition of genetic types is not an easy task due to the significant diversity of rainfall inducing processes. The more recent classifications (Herzogh and Hobbs 1980, Hobbs et al. 1980, Atkinson 1981, Sumner 1988) combine the genesis of rainfall with its general characteristics: duration, intensity, and areal extent. According to different precipitation producing mechanisms Sumner (1988) identified three genetic types of rainfall, i.e. convection, cyclonic and orographic.

Convection type rainfall arises as the result of rapid uplift of masses of air. Intense rainfall cells produced by such processes are not large in size. They are most often limited to tens or hundreds of square kilometres. Convection cells in the form of vertically developed clouds, cause a very intense rainfall and are limited to a relatively small area about 100 km². Multi-cell convection configurations consist of two or more convection cells functioning within the same system. Large scale convection complexes are organized into groups or squall line systems with axes perpendicular to the direction