

УДК 911.2+551.4; 551.58

ТЕРМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТОПОКЛІМАТУ КАРПАТСЬКОГО ПРИРОДНОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПАРКУ

Б. Муха

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна*

Проаналізовано результати безперервної півторарічної, автоматичної, синхронної, з інтервалом 60 хв. реєстрації параметрів температури повітря в шести пунктах топокліматичного профілю, прокладеного від вершини г. Пожижевська до м. Яремча. Дослідження за такою методикою протягом усіх сезонів року в Карпатах проведено вперше. Описано вплив місцевих ландшафтних геосистем та геофізичних процесів у приземних шарах повітря на формування топокліматичних характеристик. Результати досліджень є кількісною термічною характеристикою окремих геосистем Карпатського Природного Національного парку з високою ймовірністю наближення до середньої багаторічної.

Ключові слова: температура повітря, градієнт температури, діапазони температури, екстремальні температури, динаміка температури, ймовірність показників, температурна інверсія, топоклімат.

Топокліматичні дослідження завжди мали практичне значення, їх застосовували в різних галузях господарства, у медицині. Незважаючи на це, повсюдного поширення вони не набули, бо виявилися надто працезатратними в разі використання традиційних методів дослідження. Тому вважали можливим користуватися кліматичними описами великого регіону, або загальними закономірностями формування топоклімату, виявленими під час спеціальних досліджень в інших регіонах [4–6, 9, 11, 16] та ін.

У Карпатах епізодичні експедиційні вимірювання топокліматичних характеристик проводили академічні інститути (УкрНДГМІ) чи окремі відомства для вирішення вузькоспеціалізованих наукових завдань (лісівничих (Б.Крок) ботанічних (Ботанічна станція Пожижевська – ще з 1899 року – Dworak, Rumanowicz 1992), чи ландшафтних (Чорногірський географічний стаціонар). Важливі узагальнення взаємозв'язків між показниками теплового та водного балансів, морфометричними властивостями окремих районів Карпат та всього карпатського регіону наведені у монографії [5]. Не втратили цінності дослідження А. Токмакова з 1957–1967 рр. та М. Андріанова [1] та інших, зокрема вертикальна термічна зональність та кліматичне (висотне) зонування Карпат, виконані ним на підставі опрацювання даних метеостанцій і спеціальних розрахунків. Незважаючи на час, що минув від публікації праць М. Андріанова, та появу нового матеріалу, у тому числі довгих рядів даних спостережень метеостанцій, розробок М. Андріанова ніхто ще не обновили.

У 70-х роках ХХ ст. для опису умов формування флори та рослинності Карпатського заповідника, окрім інших чинників, зроблено також досить ретельний аналіз кліматичних умов масиву Чорногора з публікацією “Картосхеми поширення мезовідмін клімату в межах альпінотипу середньогір'я Говерляньського заповідного лісництва” [8].

Підставою для публікації слугували дані спостережень метеостанції Пожижевська, власних спостережень за процесами снігонагромадження, промерзання ґрунту та інструментальних (самописцями) вимірювань температури і вологості повітря протягом літніх сезонів 1977 і 1978 років на тимчасових метеопунктах [8].

Однак потрібні не тільки оновлення, а й суттєва деталізація кліматичного зонування Карпат. Для цього необхідні систематичні дослідження на різних висотних рівнях і в різних ландшафтних ситуаціях усіх гірських масивів.

Ми розпочали такі дослідження в басейні р. Прут, в масиві Чорногора і в прилеглих гірських масивах – Ворохто–Путильському низькогір'ї та в Горганах. Такі дослідження в разі виконання традиційними методами потребують організації довготривалих, багатопунктових, синхронних і з частим ритмом вимірювань, тобто залучення багатьох працівників, їхньої постійної присутності в пунктах вимірювань, відповідного надійного метричного та іншого обладнання. Саме забезпечення виконання цих умов стало головною причиною того, що подібних досліджень не виконують.

Тепер ситуація змінилася, з'явилися принципово нові електронні реєструвальні прилади з пам'яттю, які можуть тривалий час працювати в автономному режимі. Їх легко комутувати з комп'ютером, де програмують режим роботи реєстратора, а після закінчення роботи зчитують інформацію, що додатково поліпшує роботу з десятками тисяч зафіксованих даних. Улітку 2002 р. (можливо, вперше в Україні) ми провели короткочасні топокліматичні дослідження з застосуванням таких приладів у басейні р. Дністер (в горах та в передгір'ях) [3, 14], у 2003 р. – на Розточчі [15], а в 2005–2008 рр. – у Львові [2], які засвідчили їхню високу ефективність, точність та об'єктивність за простоти обслуговування і легкості опрацювання.

У Чорногорі 2004 р. із застосуванням автоматичних реєстраторів фірми ГОБО (“НОВО”) провели топокліматичні вимірювання молоді польські дослідники з інституту географії та водного господарства Ягеллонського університету Кракова. Вимірювання виконані в окремі дні липня і вересня 2004 р. з інтервалом 30 хв у трьох пунктах Чорногори, а саме: дещо нижче сідла поміж вершинами Пожижевська і Брецькул (1 690 м), на відрозі г. Пожижевська (нижче від метеостанції та ботанічної станції (1 401 м) та на метеомайданчику Чорногірського географічного стаціонару (978 м), про що з'явилася відповідна публікація [12]. Прилади встановлювали на висоті 1 м над поверхнею землі, що робило покази реєстраторів залежними від термічного режиму діяльної поверхні і не відповідало стандартам, прийнятим в Україні. Головні висновки для цілого літа зроблені автором А. Котарба на підставі аналізу середньодобових температур не з реєстраторів, а за даними метеостанцій Пожижевська і Чорногірського географічного стаціонару. Дані з автоматичних реєстраторів використані тільки для опису добового ходу температури в межах двох періодів з різними типами погоди в липні та серпні.

Від липня 2005 р. по жовтень 2006 р. (усього 16 місяців) ми також застосували автоматичні електронні реєстратори для дослідження деяких топокліматичних параметрів у верхів'ї басейну р. Прут, зокрема в межах Карпатського природного національного парку (КПНП). Прилади придбані Дрезденським технічним університетом для виконання спільного українсько-німецького проекту “Дністер” під егідою ЮНЕСКО (*Париж*) FKZ 0339699), учасником якого був автор. Після завершення проекту прилади залишені для використання у Львівському університеті, за що висловлюємо вдячність німецькій стороні проекту.

Реєстратори виготовлені фірмою Gemini Data Loggers. У нашому розпорядженні є прилади модифікації Tinytag Ultra TGU–1500, призначеної для вимірювання температу-

ри (в градусах Цельсія) з точністю $\pm 0,25$ °C у діапазоні температур від -30 до +50 °C і відносної вологості повітря (у відсотках) у діапазоні від 0 до 95%.

Реєстратор цього мініатюрного (розмір 72 x 60 x 33 мм, маса – 50 г) варіанта може працювати автономно після відповідного програмування режиму його роботи за допомогою опцій спеціальної програми GLM (Gemini Logger Manager). Максимальна кількість вимірювань – до 8 046 з паралельною фіксацією повної дати і точного (до секунди) часу кожного вимірювання. Частоту вимірювань можна запрограмувати з інтервалом від 1 с до десяти днів. Зчитування даних виконують з допомогою програми GLM після встановлення кабельного з'єднання реєстратора з комп'ютером. Зчитані дані можуть бути експортовані в типові комп'ютерні програми, більше пристосовані до опрацювання великих масивів даних.

Для періоду наших досліджень реєстратори були запрограмовані на синхронну роботу всіх приладів з інтервалом між відліками 60 хв. За такого програмування електронної пам'яті реєстратора вистачало на 11 повних місяців роботи, тому для досягнення цілорічного циклу потрібно було перепрограмувати реєстратори на новий етап роботи з такою ж частотою. В загальному підсумку реєстратори працювали від 20 липня 2005 р. до 24 жовтня 2006 р. Зміщений стосовно початку календарного року старт роботи реєстраторів зумовлений ризикованістю інсталяції та перепрограмування приладів у зимових умовах в горах. Для подальших обчислень відібрано дані від 1 серпня 2005 р. по 1 серпня 2006 р. Дані були опрацьовані в програмі Excell.

Для досліджень топокліматичних відмінностей у верхів'ї басейну р. Прут вибрано шість пунктів встановлення приладів з таким розрахунком, щоб охопити найважливіші висотні та ландшафтні умови КПНП, що закладений у північному секторі макросхилу Чорногори, починаючи від гори Пожижевська до м. Яремча. Так сформовано своєрідний топокліматичний профіль з перепадом висот близько 1 245 м (рис. 1). У цьому разі враховано можливість використання наявних на цьому профілі двох державних спостережних станцій (сніголавинна станція Пожижевська (висота 1 433 м та селестокова станція в м. Яремча (висота 530 м), а також однієї відомчої метеостанції (на висоті 978 м) (Чорногірський географічний стаціонар Львівського національного університету імені Івана Франка), де наші реєстратори працювали в метеорологічних будках. Надалі це дасть змогу враховувати переваги довгого ряду спостережень на цих станціях для спеціальних обчислень. Інші три реєстратори розташовані в таких пунктах: на привершинному схилі гори Пожижевська (абсолютна висота 1 775 м, полонинський схил північно-східної експозиції), у хуторі Завуєла з висотою 900 м, де є контрольно-пропускний пункт (КПП) Говерляньського заповідного лісництва, та у селищі Ворохта (близько лісокомбінату) на висоті 775 м. На рис. 1, що відображає профіль рельєфу вздовж топокліматичного трансекту, місця розташування пунктів реєстрації показані стрілками. Всі реєстратори встановлювали на висоті 2,0–2,5 м над землею по-верхню в місці, максимально захищеному від потрапляння прямих сонячних променів, але з можливістю вільного обміну повітрям.

Генеральна сукупність даних сформована зі стовпців синхронних значень відліків на кожному з пунктів вимірювань у форматі таблиць Excell, що дало змогу провести обчислення з усією сукупністю даних та з її частинами.

З позицій ландшафтного поділу пункти наших досліджень розташовані в таких геосистемах: у Чорногірському ландшафті – пункти від гори Пожижевська до КПП Завуєла, ландшафті Ворохта-Путильського низькогір'я – пункт у смт Ворохта – в межах ландшафту Горганів, пункт у м. Яремча.

Привершинна станція на горі Пожижевська (висота пункту з реєстратором 1 775 м, а вершини – 1 822 м) розташована в межах місцевості пелепенізованого альпійсько-субальпійського високогір'я в урочищі схилу північно-східної експозиції крутістю 18° з альпійським різнотрав'ям та окремими куртинами субальпійського криволісся, представленого гірською сосною. Наступний пункт – метеорологічний майданчик сніголавинної станції Пожижевська, що на привододільній частині відрогу г. Пожижевська, слабко нахиленого до північного сходу в межах названої вище місцевості з переважанням субальпійського криволісся. Місце розташування метеомайданчика відкрите, без криволісся, з субальпійським різнотрав'ям. Метеорологічний майданчик Черногірського географічного стаціонару, розташований в урочищі поверхні першої надзаплавної тераси долини р. Прут, вистеленої перемитим флювіогляціалом, що належить до місцевості терасованих днищ долин рік, оточений ерозійного кру-тосхилого лісистого середньогір'я.

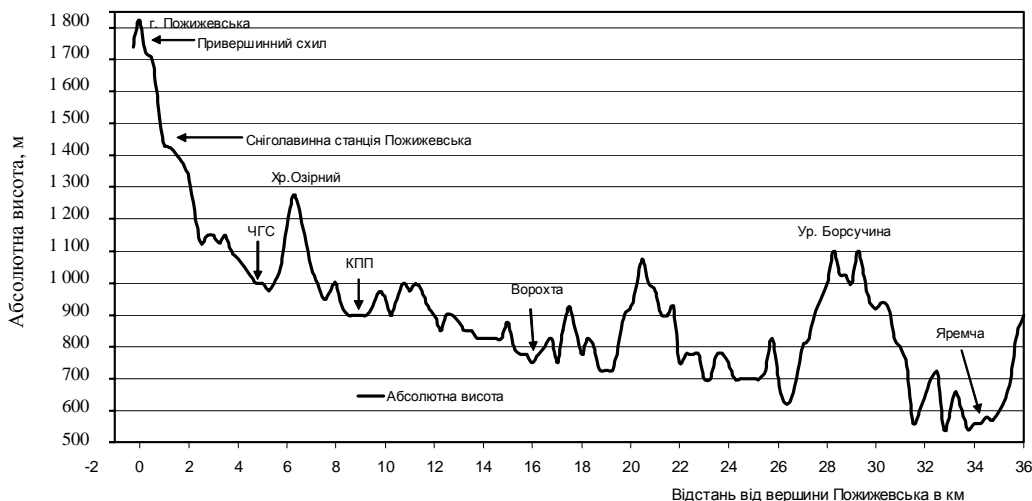


Рис. 1. Абсолютна висота вздовж топокліматичного профілю в межах КПП.

Реєстратор в хуторі Завуєла (КПП) розташований у межах цієї ж місцевості на рівні другої надзаплавної тераси. Нижче цього пункту проходить межа між ландшафтами Черногори та Ворохта-Путильського низькогір'я, де ширина терасованого днища значно розширена (500 м). Наступний пункт реєстрації – Ворохта – репрезентує місцевість широких терасованих долин ландшафту Ворохта-Путильського низькогір'я. Реєстратор був інстальований на другій надзаплавній терасі р. Прут у межах дисперсної сільської забудови характеру з городами і луками. Шостий пункт реєстрації параметрів був на метеорологічному майданчику селестокової станції м. Яремча, що розташована на третій надзаплавній терасі лівого берега долини р. Прут, яка перетинає смугу середньогір'я Горганів.

Обчислені середньорічна температура повітря в кожному з пунктів вимірювань та її екстремальні за рік значення виявили дещо несподівані, але цілком закономірні показники, а саме: екстремальні значення температури повітря за період дослідження коливалися в досить в широких межах: від +37 градусів тепла до -31 °С, що становить амплі-

туду коливання майже 68 °С! Таку велику амплітуду мала тільки Ворохтянська улоговина. На всіх інших пунктах реєстрації річна амплітуда температури була меншою: у Яремчі – 59 °С, на ЧГС – 59, на метеостанції Пожижевська – 50, а на найвищому пункті – на привершинному схилі гори Пожижевська – 53 °С. Очевидно, що в цьому виявився вплив місцевості, тобто умов формування топоклімату конкретних геосистем. Наприклад, на полонинських пунктах відбувається вільний адвективний рух повітряних мас, які, очевидно, не були холоднішими від -25 °С. Найнижча температура була зареєстрована на пунктах, розташованих на набагато нижче, а саме – у Ворохті та в Яремчі. Пояснюємо це тим, що холодне повітря антициклональної погоди, спустившись униз, зокрема у Ворохтянську улоговину, зазнавало радіаційного вихолодження впродовж довгих зимових ночей уже на місці своєї локалізації.

У час літніх антициклональних погод найтеплішою виявилася знову ж таки Ворохтянська улоговина, бо її розлогі борти давали доступ сонячному промінню впродовж усього дня, а відсутність лісу на її схилах не сприяла місцевому охолодженню і зменшенню добових амплітуд температури.

Середньорічні показники кожного з пунктів реєстрації підпорядковані загальновідомій залежності температури від висоти (рис. 2), однак у разі переходу від одного пункту до іншого висотні градієнти не були стабільними.

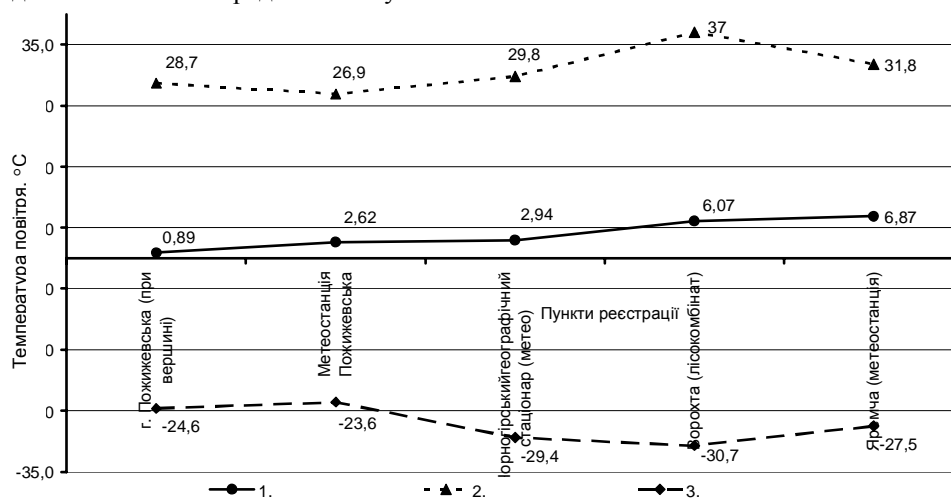


Рис. 2. Середня (1), найбільша (2) та найменша (3) температури повітря за період з 06.2005 по 07.2006 рр. в пунктах КППП.

У межах вибраних пунктів середньорічна температура зменшувалася від майже 6,87 °С у Яремчі, що характерне для низьких висотних рівнів південної частини Українських Карпат, до 0,89 °С на г. Пожижевська, що свідчить про переважання тут низької температури і наближення її до характеристик холодного (майже нівального) висотного поясу. Порівняння даних наших досліджень за 2005–2006 рр. з середніми даними за багаторічний період дає підстави стверджувати, що вони відрізняються мало. Наприклад середньорічна температура повітря, обчислена з ряду з 1881 по 1960 рр. (Природа...1973) мала такі значення: в Яремчі 6,7 °С (наші дані – 6,87 °С), а на метеостанції Пожижевська – 3,0 °С (наші дані – 2,62 °С). Обидва ці відхилення невеликі й мають різний знак – +0,17 і -0,38), що дає підставу вважати період наших досліджень

близьким до середнього багаторічного, а наші дані, зібрані за півторарічний період як такі, що добре відтворюють середньостатистичні показники. Інші параметри для порівняння наведено в таблиці.

Порівняння параметрів температури з автоматичних реєстраторів за 2005–2006 рр. в КПНП (1) з даними багаторічного ряду вимірювань державних метеостанцій (2)

Станція	Середня річна		Максимальна		Мінімальна		Середня за січень		Середня за липень	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Селестокова м. Яремча	6,87	6,7	31,8	37	-27,5	-32	-6,8	-4,3	18,3	17,0
Сніголавинна Пожижевська	2,62	3,0	26,9	27	-23,6	-28	-6,7	-7,6	13,5	12,4

Загальна різниця середньорічної температури між крайніми пунктами топокліматичного профілю становить 6 °С. Найвне перевищення між крайніми пунктами профілю (1 245 м) дає змогу обчислити значення середньорічного градієнта, яке виявилось 0,48°/100 м. Не вдаючись в особливості значень висотних градієнтів температури в окремі пори року, зазначимо, що навіть середньорічний градієнт температури має значні модифікації на дистанціях між пунктами реєстрації. Особливо виразні вони для сусідніх пунктів, розташованих у різних ландшафтах (рис. 3). Привертає увагу факт, що градієнт поміж ландшафтом Ворохто-Путильського низькогір'я та ландшафтом Чорногори в три–п'ять разів вищий, ніж у межах кожного з названих ландшафтів. Подібні залежності значень градієнта від характеру і місця розташування та від дистанції, для якої його визначають, виявляються не тільки в значеннях середньорічних, а й в показниках для коротших відрізків часу (пір року, місяців). Для кожного стану погоди також формують значення градієнтів однак, здебільшого виявляється уже названа у залежність: у разі переходу від одного ландшафту до іншого фіксують найбільші значення градієнтів. Різні пари сусідніх ландшафтів мають різні градієнти, що залежить від контрастності рис цих ландшафтів та від висотного перевищення між ними. Найчастіше найбільший градієнт формується між ландшафтом Ворохтянської улоговини та ландшафтом Чорногори (рис. 4).

У межах ландшафтів різниці між ландшафтними місцевостями також виявляються збільшенням градієнта, що є закономірним, бо градієнт формується залежно не тільки від абсолютної висоти, а й від властивостей топоклімату, які зумовлені характером діяльної поверхні та геофізичними властивостями конкретного ландшафтного комплексу.

Повторюваність температури повітря в межах річної амплітуди, розбитої на часткові діапазони з кроком 5°С виявилася дещо відмінною на всіх пунктах реєстрації. Наприклад, на вершині г. Пожижевської морози з температурою нижче -25 °С взагалі не зареєстровані, у Ворохті їх реєстрували 30 разів, а морози нижче -35 °С – тричі. Морози в діапазоні 20–25 °С на Пожижевській реєстрували 18, а у Ворохті – 69 разів¹.

Ще більш відмінності спостерігаємо і під час аналізування повторності екстремально високих температур: на полонині г. Пожижевська температура понад 25 °С траплялася всього чотири рази, а у Ворохті – 320 разів. Крім цього температура в діапазоні 30–35 °С у Ворохті зареєстрована 60 разів, а температура понад 35 °С – ще 13 разів².

¹ Реєстрація відбувалася один раз за годину.

² Загальна кількість реєстрацій за рік – 8 760.

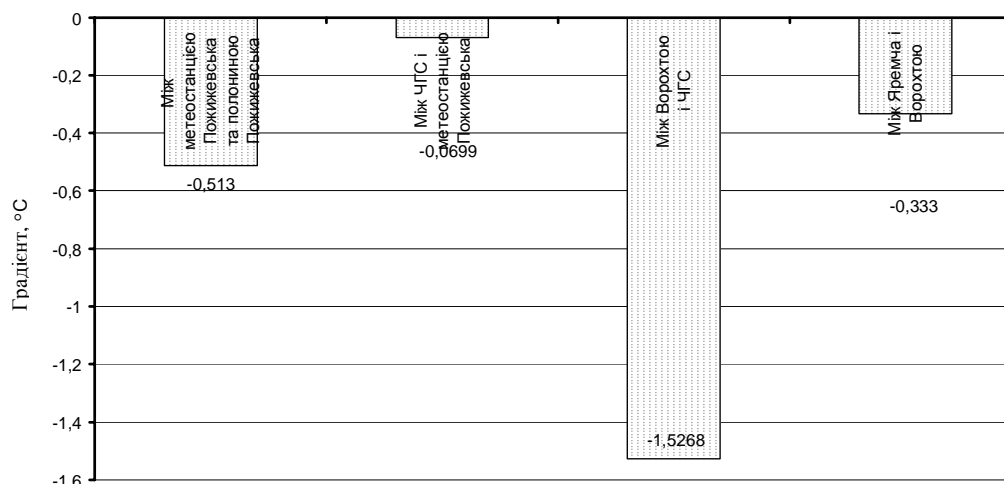


Рис. 3. Середньорічний градiєнт температури повітря поміж станціями спостережень в КПНП за 2005–2006 рр., °C на 100 м.

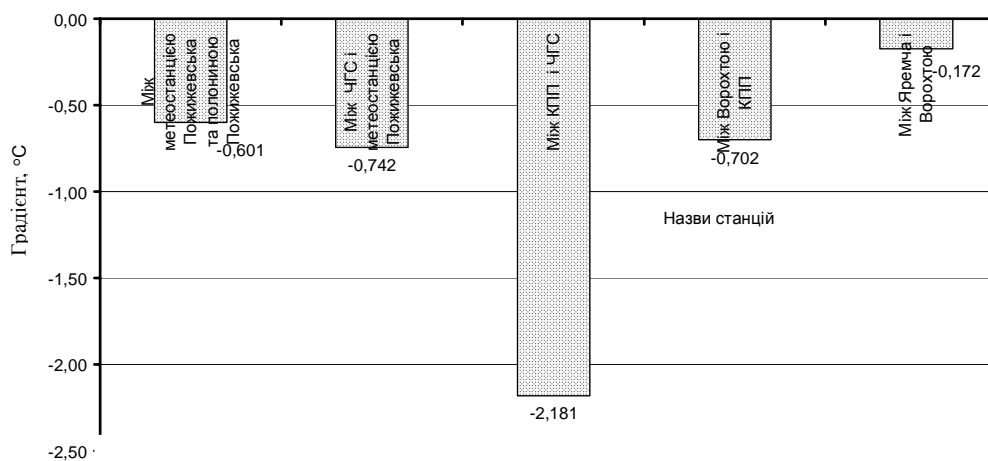


Рис. 4. Середньопогодний градiєнт для теплової погоди липня 2005 р. поміж станціями реєстрації в КПНП.

Найтипівішою температурою для всіх пунктів дослідження виявився діапазон від -5°C до 20°C (рис. 5) імовірність виникнення екстремумів для всіх пунктів спостереження приблизно однакова: незвично сильні морози становили 6,5%, а спека – 4,6% з усіх моментів реєстрації, що дає підставу вважати решту зареєстрованих значень температури з імовірними на 89%. Орієнтовно типовий діапазон температури повітря в м. Яремчі можна окреслити межами від -7 до $+25^{\circ}\text{C}$, на Чорногірському географічному стаціонарі – від -14 до $+20$, а на полонині Пожижевська – від -14 до $+17^{\circ}\text{C}$. Інші пункти відрізняються на $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$ через вплив висотного градiєнта та ландшафтних умов. Наприклад, у разі порівняння кривих імовірності діапазонів температури на г. Пожижевсь-

ка й у Ворохті (див. рис. 5) виявляється виразне зміщення кривих одна стосовно одної в бік більшої ймовірності прояву холодних умов на високих рівнях гір. Діапазон імовірної температури на г. Пожижевська вужчий від діапазону температури у Ворохті і в теплих, і в холодних періодах року. Зазначимо, що у Яремчі та Черногірському географічному стаціонарі значний вплив на згладження екстремальних показників та на загальне осереднення режиму температури мають великі масиви лісу, що оточують ці станції. Найсильніше цей вплив виявляється в діапазоні температури від 10 до 20 °С.

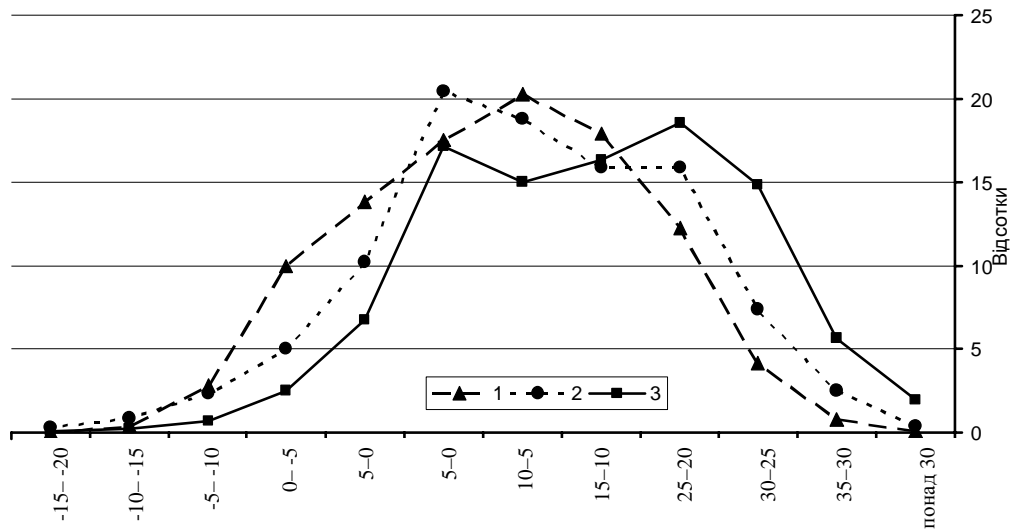


Рис. 5. Імовірність температури повітря зазначених діапазонів у пунктах реєстрації, %: 1 – вершина г. Пожижевська; 2 – географічний стаціонар; 3 – Яремча.

Важливу роль у формуванні температурного режиму на Черногірському географічному стаціонарі відіграють гірсько-долинні вітри, що спричинюють часову асиметрію температури – швидке вихолодження ввечері та затримку прогрівання зранку. Для стікання холодної маси повітря у безвітряну погоду до ЧГС потрібно кілька годин, до Ворохти – одну добу, а до Яремча – дві–три доби.

Про розподіл значень температури в межах року можуть дати інформацію також обчислені нами суми показників температури у вибраних діапазонах. Як видно з рис. 6, суми позитивних значень температури кратно перевищують суми її від’ємних значень, а саме – на горі Пожижевська в 1,3 раза, на Черногірському географічному стаціонарі – в 2,2, а у Яремчі – в 5,8 раза, що характеризує наші зими як м’які та короткотривалі, причому чим вище в гори, тим тривалість зими довша, а літа – коротша. Суми значень температури понад 15 °С дають уявлення про літні умови на пунктах спостереження, а саме: на г. Пожижевська літнє тепло спостерігають приблизно в 5 разів рідше, ніж у Яремчі та у Ворохті, а розрахункове метеорологічне літо з середньодобовою температурою понад 15 °С у Яремчі може тривати 106 днів, на Черногірському географічному стаціонарі – 46, а на г. Пожижевська – усього 21 добу.

Аналіз середньомісячних значень температури повітря в пунктах топокліматичного профілю дає підстави стверджувати, що вони відрізняються не надто різко, особливо в

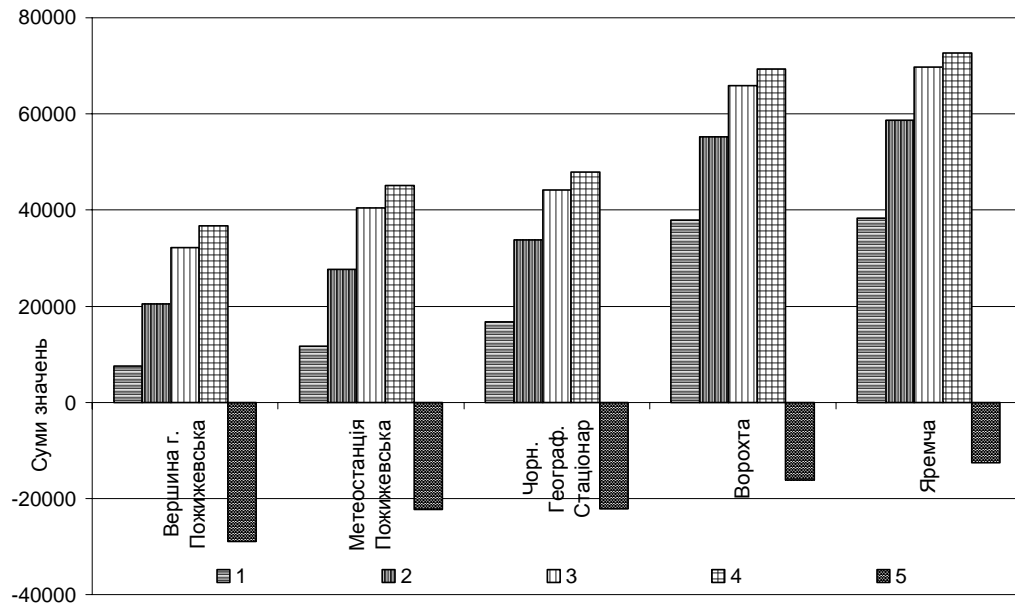


Рис. 6. Сума значень щогодинних відліків температури повітря за рік у пунктах реєстрації КПНП в зазначених діапазонах, °С: 1 – > 15; 2 – > 10; 3 – > 5; 4 – > 0; 5 – < 0.

зимовий період. Наприклад, середня температура січня в м. Яремча ($-6,8^{\circ}\text{C}$) всього на три градуси вища, ніж на полонині Пожижевська ($-9,7^{\circ}\text{C}$). Зазначимо, що зима 2005–2006 рр., коли працювали реєстратори, була дуже холодною. Серед усіх пунктів реєстрації температури найхолоднішим виявився січень на Чорногірському географічному станіонарі $-10,3^{\circ}\text{C}$. У Ворохті, де зафіксовані найнижчі температури, середньомісячне значення температури повітря в січні 2006 р. дорівнювало $-8,2^{\circ}\text{C}$.

Третій місяць зими – лютий – також був дуже холодним. На пунктах полонинського поясу (привершинний схил г. Пожижевська) та поясу субальпійського криволісся (метеостанція Пожижевська) температура в лютому змінилася мало. Однак на станціях, розташованих у межах лісового поясу, зниження лютневої температури відбулося в 1,5–2,0 рази, що є суттєвим, причому через зменшення абсолютної висоти пункту потепління відбувалося активніше.

Середня температура липня мала більший діапазон різниць порівняно з січнем: від $18,34^{\circ}\text{C}$ в м. Яремча до $11,8$ на г. Пожижевська. Виявилось, що цей показник у Ворохті ($18,27^{\circ}\text{C}$), яка розташована на 240 м вище від м. Яремча, майже не відрізнявся від показника в Яремчі (різниця становила $0,7^{\circ}\text{C}$), проте вже на Чорногірському географічному станіонарі за подібного, але меншого зростанні абсолютної висоти (ще на 200 м) середня температура липня знизилася на $4,2^{\circ}\text{C}$ – до $14,1^{\circ}\text{C}$. Уважаємо, що такий спад температури зумовив вплив близького (6 км) сусідства холодних гір.

З трьох місяців літа другим за теплою виявився серпень, хоча висота сонця і тривалість дня в цьому місяці вже менша від червневої. Привертає увагу такий факт: якщо приріст температури від червня до липня становив приблизно 6°C на всіх станціях, то зниження температури від липня до серпня відбулося на $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$. У серпні зменшувать-

ся кількість дощів, отже, зменшуються затрати тепла на випаровування та виявляється вплив тепла, акумульованого за попередні місяці.

Характер розподілу середньомісячних значень температури повітря на пунктах спостереження, а також час, коли температура у регіоні була в межах зазначених діапазонів, відображено на рис. 7. Привертає увагу асиметричність розподілу площ ареалів по площині рисунка від лінії січня, що означає певне зміщення початків і кінців пір ро-ку. Зазначимо також, що розташування Чорногірського географічного стаціонару виявилось пороговим за ймовірністю значень температури, бо тут ще можна зафіксувати середню температуру найтеплішого місяця понад 15 °С, а вище в горах така можливість зменшується до нуля. Середньомісячні температури понад 15 °С з великою ймовірністю виявляються лише на стаціях, що розташовані нижче ЧГС, – у Ворохті та в Яремчі, однак, переважно лише в липні та серпні.

З рис. 7 можна також визначити ймовірність середньодобової температури в певні періоди року. Наприклад, середньодобову температуру повітря понад 10 °С можна реєструвати на г. Пожижевська лише з середини липня до середини серпня, на Чорногірському географічному стаціонарі – з середини червня до середини вересня, а в Яремчі – з останньої декади травня до початку жовтня.

Мінімальна температура повітря за кожен з місяців у пунктах реєстрації (рис. 8) залежала від умов місця її формування. Наприклад, температура нижче -30 °С зафіксована тільки у Ворохті в січні. Діапазон мінімальної температури 20–30 °С морозу найхарактерніший для Чорногірського географічного стаціонару та Ворохти, де він може тривати від кінця листопада до другої половини березня. Ймовірне повторювання відносно високої мінімальної добової температури (в діапазоні 0–10 °С) зареєстроване на всіх пунктах реєстрації протягом теплого періоду (від середини червня до середини вересня), однак на г. Пожижевська мінімальна температура в цьому діапазоні може виявлятися лише в липні та серпні, а в Яремчі вона починається в середині травня і триває найдовше – до кінця вересня.

Максимальна температура повітря (рис. 9) в діапазоні понад 30 °С зафіксована тільки в липні та серпні і лише в Яремчі та Ворохті. Найнижчі з максимальних значень температури за місяць у діапазоні від -10 до 0 °С трапляються лише на г. Пожижевська і тільки в січні та лютому. Це означає, що на всіх інших станціях максимальні значення температури повітря в кожен з зимових місяців року можуть перевищувати 10 °С, підтверджуючи характеристику зими в Чорногорі як порівняно теплої з частими змінами погоди та з глибокими відлигами.

Найдовше в регіоні дослідження є значення температури в діапазонах від 0 до 10 та від 10 до 20 °С. Особливо властиві ці показники Чорногірському географічному стаціонару та сніголавинній станції Пожижевська, які розташовані в межах місцевості ерозійно-денудаційного лісистого середньогір'я. Стверджуємо, що майже стовідсоткова залісненість цієї місцевості й зумовлює регулювання температури повітря, згладжуючи можливі максимальні й мінімальні піки та втримуючи середні значення температури повітря. Наявність температури повітря в цьому діапазоні на станції Яремча також пояснюємо лісистістю та звуженням місцевості терасованих днищ долин, характерними для ландшафту Горганів. Значна повторюваність температури цього діапазону на горі Пожижевська зумовлена, переважно, її абсолютною висотою та висотним градієнтом температури. Важливим є також відсутність можливості місцевої трансформації повітря через її швидкий адвективний обмін: через вітрове перенесення повітряних мас

у системі регіонального поля тиску, а також через місцевий перерозподіл різнонагрітого чи вихолодженого повітря за умови гірсько-долинного обміну.

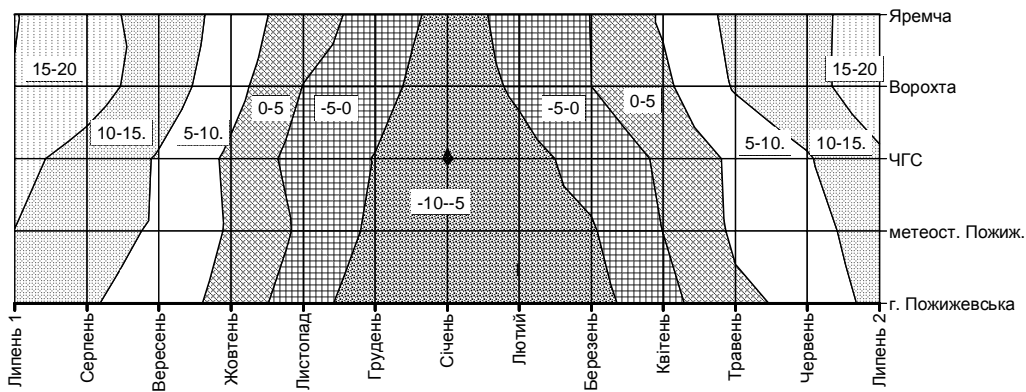


Рис. 7. Середні значення температури повітря за місяці в пунктах топокліматичного профілю КПНП, °С: 1 – від -15 до -10; 2 – від -10 до -5; 3 – від -5 до 0; 4 – 0–5; 5 – 5–10; 6 – 10–15; 7 – 15–20; 8 – 20–25.

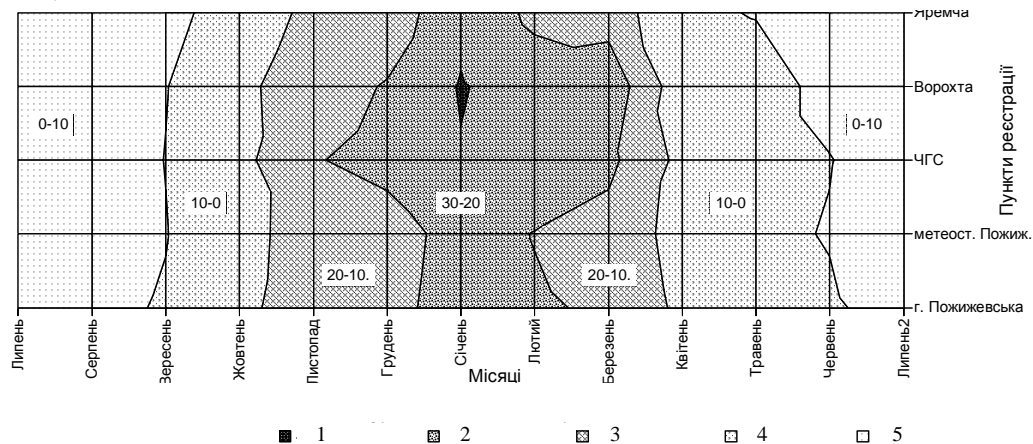


Рис. 8. Мінімальна температура повітря в пунктах реєстрації за названі місяці 2005–2006 рр., °С: 1 – від -40 до 30; 2 – від -30 до 20; 3 – від -20 до -10; 4 – від -20 до -10; 5 – від -10 до 0; 6 – 0–10.

Описаний вище характер розподілу температури за його середніми, діапазонними чи екстремальними значеннями в межах року дає змогу розпізнати загальні закономірності зміни температури повітря в часі та просторі. Детальніше це можна побачити під час розгляду коротких відрізків часу, а саме: змін сезонів, місяців, погод та днів. На рис. 10, зображено для прикладу, характер динаміки температури повітря на привершинному схилі г. Пожижевська. Цей пункт найвищий на нашому топокліматичному трансекті, відкритий до всіх вітрів, найменше залежний від умов конкретного місця і найбільше залежний від характеру зміни повітряних мас, що проходять через головний хребет Чорногори.

На тих пунктах реєстрації, що розташовані на менших абсолютних висотах, де формування місцевої температури залежить від ландшафтних умов, характер динаміки

температури є складнішим, бо показники мають більші добову, погодну, сезонну та річну амплітуди.

Детальніший, але й складніший характер прояву певних температур можна виявити, аналізуючи динаміку термічних процесів під час різних погод.

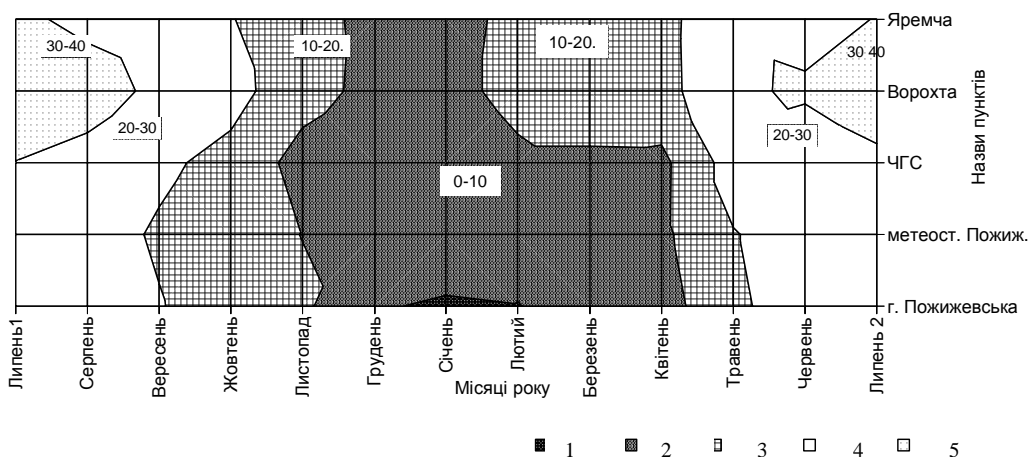


Рис. 9. Максимальна температура повітря в заданих інтервалах у пунктах реєстрації за названі місяці 2005 – 2006 рр., °С: 1 – від -10 до 0; 2 – 0–10; 3 – 10–20; 4 – 20–30; 5 – 30–40.

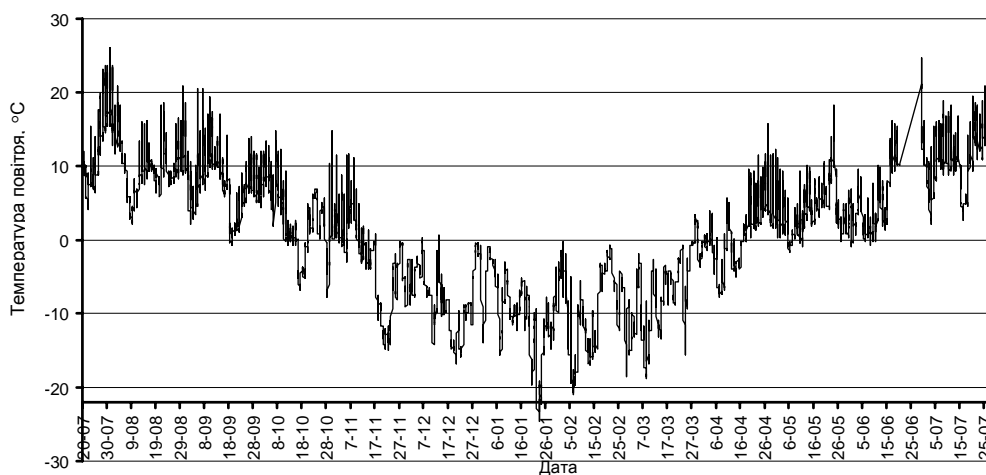


Рис. 10. Динаміка температури повітря на привершинній частині г. Пожижевська з 20.07.2005 по 28.07.2006 рр.

Показовими для впливу ландшафтних умов на формування топоклімату можуть бути погоди антициклонального характеру, коли відсутність вітрів сприяє формуванню стратифікації приземного шару атмосфери та її місцевої трансформації. Головними способами перетворення характеристик повітря в конкретних ландшафтних умовах є

його прогрівання у відкритих долинах улітку і радіаційне вихолодження взимку, а також повільне перетікання мас повітря з різною густиною згідно з фізичними законами, що може призвести до інверсій температури повітря чи виникнення фенів.

На рис. 11 відображено характер зміни температури повітря в пунктах її реєстрації за умов зимового антициклону, коли приходить холодне полярне чи сибірське континентальне повітря і формує безхмарну морозну погоду. Як звичайно, таке повітря приходить раптово і навально, що й відбулося в ніч на 22 січня 2006 р., коли температура повітря на г. Пожижевська знизилася за добу на 20 °С, а наступної ночі досягла позначки -22 – -25 °С, а у Ворохті – -30 °С. Показово, що наступної ночі (на 24.01.06) на г. Пожижевська температура вже почала підвищуватися, а у Ворохті ще знизилась і майже досягла -31 °С. У наступні дві доби нічна температура повітря на г. Пожижевська підвищилася до -7– -12 °С, а в долинах продовжувало перебувати повітря з температурою -22 – -27 °С. Такий “сценарій” трансформації температури повторився і в інші періоди холодної погоди, що засвідчує його типовість. Наприклад, у холодну погоду 18–23 грудня 2005 р. прорив холодного повітря зумовив найнижчу температуру у першу ніч на Чорногірському географічному стаціонарі (-23), а не у Ворохті (-17). Наступної ночі температура на обох станціях вирівнялася на позначці близько -20 °С. Причиною цього вважаємо місцеві умови формування топоклімату, а саме: стікання в долини й улоговини холодного та важкого повітря і його застоювання там через слабкий обмін повітряних мас та радіаційне вихолодження повітря під час тривалих і безхмарних зимових ночей. Цікаво, що в такі ж безхмарні й сонячні дні тої самої погоди температура повітря в обідню пору могла підвищуватись до -6 °С і навіть до нуля, проте вночі знову опускалася на 20 °С, забезпечуючи добову амплітуду температури 21–25 °С. У ті самі доби коливання температури повітря на г. Пожижевська відбувалося в межах 5–7 °С, причому на привершинному схилі амплітуда коливання була найменшою.

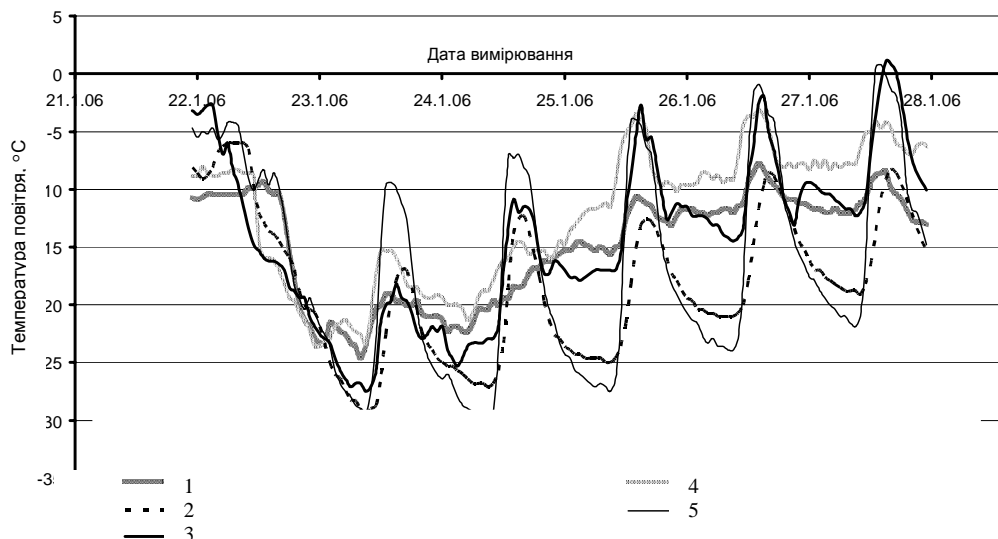


Рис. 11. Динаміка температури повітря в найхолоднішу погоду січня 2006 р. на пунктах топокліматичного трансекту в межах КПНП: 1 – привершинна поверхня г. Пожижевська; 2 – Чорногірський географічний стаціонар; 3 – м. Яремча, селестоківська станція; 4 – сніголавинна станція Пожижевська; 5 – с. Ворохта, лісокомбінат.

Динаміка температури повітря у дні з літньою антициклональною погодою (рис. 12) має багато спільних рис з зимовою антициклональною погодою, зокрема велику (10–16 °С) добову амплітуду коливання денних і нічних значень температури, значне вихолодження повітря в нічні години на станціях, розташованих нижче 1 000 м над рівнем моря і малі добові зміни на пунктах г. Пожижевської, причому на привершинному схилі майже постійно було тепліше, ніж на сніголавинній станції. Найбільшою амплітудою вирізнялася знову ж таки Ворохта – удень ця місцевість сильно прогрівається, а вночі вихолоджується. Новим є зубчастість ходу кривої температури в час теплої погоди, зумовлений, ймовірно, активнішою циркуляцією теплого повітря та мінливою хмарністю, характерною для середини дня. Звертаємо увагу на дещо запізнене вистигання повітря в Яремчі, що можна пояснити впливом лісистості й віддаленістю для доступу холодного повітря, що стікає з високих гірських хребтів.

Отже, дослідження термічних властивостей топоклімату ландшафтних одиниць в межах КПНП від м. Яремча до вершини гори Пожижевська з застосуванням автономних електронних реєстраторів протягом 2005–2006 рр. дало багатий вихідний матеріал.

Період досліджень за термічними параметрами був близьким до середніх багаторічних даних, зафіксованих метеостанціями Яремча та Пожижевська, через що отримані нами висновки можна вважати близькими до норми і придатними для екстраполяції до спостережень на тих пунктах, де метеостанції не працювали, а відбувалася автоматична реєстрація топокліматичних параметрів.

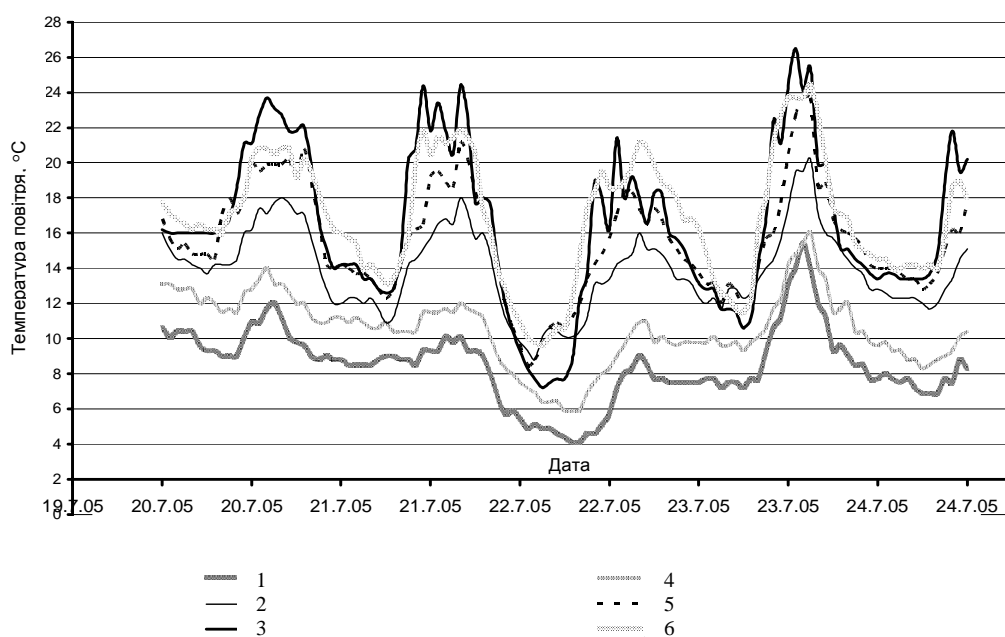


Рис. 12. Динаміка температури повітря в пунктах реєстрації протягом дуже теплої погоди 20–24.06.2006 р.: 1 – г. Пожижевська; 2 – Чорногірський географічний стаціонар; 3 – смт. Ворохта, ліскокомбінат; 4 – сніголавинна станція Пожижевська; 5 – КПП КПНП, Завуєла; 6 – м. Яремча, селестоківна станція.

В інтервалі абсолютних висот від 530 до 1 775 метрів, де працювали автоматичні реєстратори, середньорічна температура повітря змінювалася від 6,87 °С у Яремчі до 0,89 °С на г. Пожижевська.

Екстремальні значення температури за амплітудою виявилися найбільшими у Ворохті (68 °С). Найменша амплітуда температури за рік (59,5 °С) зареєстрована на сніголавинній станції Пожижевська. Найбільше і найменше значення температури повітря зафіксовано у Ворохті -37 °С і -30,7 °С, причому добові амплітуди взимку тут можуть досягати 20–27 °С, а влітку 10–17 °С. Така специфіка Ворохти зумовлена розташуванням Ворохти в широкій улоговині, що вписана в низькогірну смугу. Улоговина має обмежені можливості обміну повітряних мас, що сприяє місцевому радіаційному вихолодженню чи прогріванню повітря.

Вертикальні градієнти температури змінюються залежно від сезонів року, стану погоди та зміни ландшафтних умов. Середньорічний вертикальний градієнт на різних ділянках топокліматичного профілю змінювався від 0,1 до 1,53 °С, а градієнт за умови теплої погоди – від 0,2 до 2,81 °С на 100 м висоти, причому найбільші градієнти фіксували в разі перетину меж ландшафтів.

Найбільшу повторюваність в усьому трансекті мають значення температури від 25 °С до -5 °С.

Середньомісячні значення температури повітря загалом відображають залежність від абсолютної висоти місця, а також трансформуються залежно від інших конкретних ландшафтних умов.

Порівняно стійка ландшафтно-геофізична зумовленість формування топокліматичних характеристик дає змогу обчислити множники для переходу від температурних значень одного пункту до іншого. На рис. 13 зображено криві середньорічних значень множників для переходу від температури, зареєстрованої на сніголавинній станції



Рис. 13. Криві коефіцієнти переходу від показників середньорічної температури на сніголавинній станції Пожижевська до цих же показників на інших пунктах КППІ: 1 – середнє; 2 – максимум; 3 – мінімум.

Пожижевська до температури в конкретних пунктах. Щоб обчислити температуру на конкретному пункті, треба температуру на сніголавинній станції Пожижевська помножити на коефіцієнт потрібного пункту. Множники для переходу до екстремальних значень температури близькі до одиниці, що відображає широкий діапазон екстремальних значень температури, які можна зафіксувати в усіх пунктах топокліматичного трансекту.

За умов конкретних погод множники можуть мати інші значення, але подані множники є осередненими і найімовірнішими.

1. Андрианов М.С. Вертикальная термическая зональность Советских Карпат // Географ. сборн. – Изд.-во Львов. ун-та, 1957. – Вып 4. – С. 189–198.
2. Костів Л., Петрів О. Радіаційно-тепловий режим природних територіальних комплексів середньогір'я північно-східного сектора Чорногори // Фізична географія та геоморфологія. – Вип. 16. – Т. 2. – К.: Обрії, 2004. – С. 182–190.
3. Муха Б. Динаміка температури повітря при стінах субширотно орієнтації у м. Львові // 36. праць Третьої Міжнар. науково-технічної конф. “Проблеми технічної метеорології”. Львів, 22–26 травня 2006 р. – Львів, 2006. – С. 137–141.
4. Муха Б. Топокліматичні особливості верхів'я басейну ріки Дністер // Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки. Матер. міжнар. конференції до 120-річчя географії у Львівському університеті (24–26 вересня 2003 р.). – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, С. 184–187.
5. Романова Е.И. Микроклиматическая изменчивость основных элементов климата. – Гидрометиздат, 1977.
6. Сакали Л. И. (ред.). Тепловой и водный режим Украинских Карпат. Ленинград. – Гидрометиздат, 1985. – 161 с.
7. Сапожникова С.А. Микроклимат и местный климат. – Л.: Гидрометиздат, 1950. – 241 с.
8. Смит К. Основы прикладной метеорологии. Перевод с английского. Ленинград. – Гидрометиздат, 1978. – 424 с.
9. Третяк Р., Стойко С.М., Манько П. Клімат // Флора і рослинність Карпатського заповідника. – К.: Наук. думка, 1982. – С. 29–33.
10. Хандошко Л.А. Меоорологическое обеспечение народного хозяйства. Л.: Гидрометиздат, 1981. – 231 с.
11. Щербань М.И. Микроклиматология. – Киев: Вища школа, 1985. – 224 с.
12. Kicińska B. Olszewski K., Żmudzka E. Badania topoklimatyczne Zakładu Klimatologii. Prace i studia geograficzne. – 28. – Warszawa: UW, 2001. – S. 181–192.
13. Kotarba Andrzej Termiczne zróżnicowanie topoklimatu wschodniej części Czarnogory (Karpaty Ukrainie) w sezonie letnim 2004 roku, na przykładzie doliny gurnego Prutu // Czarnogora–Przyroda i człowiek. Pod red. Mateusza Trolła. – Kraków, 2006. – S. 48–61.
14. Mucha Bohdan Badania na stacji terenowej Wydziału Geografii Uniwersytetu Lwowskiego na Roztoczu Południowym // Regionalne studia Ekologiczno-Krajobrazowe. Problemy Ekologii Krajobrazu. – tom XVI. – Warszawa, 2006. – S. 283–295.
15. Mucha Bohdan Wyniki topoklimatyczne w dorzeczu gornego Dniestru w 2002 roku // Acta agrofizyka /PAN, № 105, Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzanskiego PAN w Lublinie. – 2004. – Vol. 3.(2). – S. 325–331.
16. Mucha Bohdan Zmiany roczne gradientów temperatury powietrza w przyziemnej warstwie atmosfery na Roztoczu Południowym // “Meteorologia i klimatologia w wielofunkcyjnym rozwoju terenów wiejskich”: Ogólnopolska Konferencja Naukowa. – Kraków, 2006. – S. 5.
17. Olechnowicz-Bobrowska B, Ząbczynska I. Zróżnicowanie topoklimatyczne uzdrowiska Muszyna // Prace i Studia Geograficzne. – № 29. – Warszawa: UW, 2001. – S. 199–205.

**THERMAL PROPERTIES OF TOPOCLIMATE
IN KARPATSKYY NATURE NATIONAL PARK****B. Mukha**

*Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenko St., 41, UA – 79000 Lviv, Ukraine*

The publication deals with the analysis of results of continuous one-and-half year automatic synchronous measurements of air temperature taken with a 60 minute intervals at six sites along the topoclimatic profile stretching from Mnt. Pozhuzhevska to the town of Yaremcha. This is the first study of the kind embracing all seasons made in the Ukrainian Carpathians. The study also concentrates on the influence of local landscape geosystems and of geo-physical processes at the surface air layer on the topoclimatic characteristics. The study re-sults are quantitative thermal characteristics of selected geosystems in the Karpatskyy Nature National Park with high probability of approximation to mean many-year data.

Key words: air temperature, temperature gradient, temperature span, extreme temperatures, temperature dynamics, probability of indices, temperature inversion, topoclimate.

Стаття надійшла до редколегії 12.04.2007

Прийнята до друку 27.09.2007