

ДИНАМІКА ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРОВОГО ПОЛЯ НАД БУКОВИНСЬКИМ ПЕРЕДКАРПАТТЯМ ПРОТЯГОМ 2001-2013 РР.

Холявчук Д., Росоха Ю., Гумніцька М.

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

Визначено, що протягом останніх десятиліть відбувається перебудова циркуляційних процесів регіонального і місцевого масштабів. Такі зміни відображені у динаміці інтенсивності та напрямів вітрових потоків над Передкарпаттям як орографічно складної території. Вони стосуються мінливості річних роз вітрів за напрямками протягом 2001-2013 р. та особливостей добового, місячного та річного режимів швидкості вітру

Ключові слова: регіональна і місцева циркуляція, Буковинське Передкарпаття, переважаючі напрями вітрів, швидкість вітру.

Вступ. Постановка проблеми. Вітровий режим, регіональні особливості циркуляції атмосфери та їхня динаміка залишаються найменш вивченими аспектами місцевих кліматів. Доповіді європейських організацій по кліматичних змінах та кліматі гірських територій свідчить про актуальність і низький рівень комплексної інтерпретації регіональної та місцевої атмосферної циркуляції і вітрового поля як їхнього індикатора [7, 8, 10, 11, 12, 13]. Окрім того, українська частина Карпат, і Передкарпаття зокрема, є найменш дослідженою в європейському контексті. Розташування м. Чернівці у північно-східному підніжжі Буковинських Карпат визначає придатність і необхідність аналізу даних чернівецьких метеостанцій для з'ясування особливостей циркуляції атмосфери південно-західної передгірської частини Українських Карпат і особливостей вітрового режиму над орографічно складними територіями.

Все вище зазначене свідчить про часову актуальність часового та просторового змісту даного дослідження на тлі вікової мінливості циркуляційних характеристик над Європою. Актуальність роботи визначає низку завдань: 1) вивчити прояв циркуляційних чинників клімату на місцевому та регіональному рівні; 2) з'ясувати міру і характер впливу локальних неоднорідностей на вітровий режим в межах Буковинського Передкарпаття; 3) виявити основні закономірності розподілу та інтенсивності вітрових потоків в межах Передкарпаття; 4) проаналізувати вітровий режим та його динаміку в Чернівцях упродовж холодного та теплого періоду року на поч. ХХІ ст.

Для аналізу вітрового режиму використані дані 2 метеостанцій у м. Чернівці. Місцева метеостанція «Аеропорт» є репрезентативною для суміжних з містом територій в радіусі 50 км. Для вивчення впливу місцевих топоумов на поле вітру в межах поселенських ландшафтів репрезентативними є дані спостережень ННГФО ЧНУ ім. Федьковича.

Аналіз попередніх досліджень. Згідно з останньою доповіддю Європейської Комісії по

Кліматичних Змінах 2014 р. (IPCC), характеристики вітру визнані найпроблематичнішими кліматичними параметрами для аналізу і прогнозування динаміки. Суттєвий вплив місцевих кліматичних неоднорідностей та якість спостережень за анемометром визначені як основні перешкоди для отримання цілісної та об'єктивної картини часового розподілу вітрового поля [13]. Водночас, протягом останніх десятиліть в Європі зафіксовано деяке зниження середніх швидкостей вітру, що може свідчити про зміну інтенсивності регіональних циркуляцій.

Зважаючи на проблематику досліджень у загальноєвропейському масштабі, важливими є подібні роботи на місцевокліматичному рівні. Особливості атмосферної циркуляції над територією України та її динаміка є предметом постійних досліджень Мартазінової В. [4] Пошук зв'язку динаміки Північно-Атлантичної Осциляції із режимом опадів представлений у роботах одеських науковців [5]. Мезокліматичні особливості Українських Карпат, трансформація вітрових потоків над орографічно складними територіями ґрунтовно досліджена в працях Киналь О [1, 2, 3]. Аналіз динаміки характеристик вітру за останнє десятиліття над суміжною територією долини Середнього Дністра відображений в одній із робіт авторів [9]. В роботі вказується на зміни переважаючих вітрових потоків над Середнім Придністер'ям на початку ХХІ ст. Як подібні за змістом і цікаві в методичному аспекті, взяті до уваги дослідження словацьких чеських та італійських науковців [14, 15].

Виклад основного матеріалу. Циркуляційні особливості. Мінливість кліматичних змін на зламі століть ознаменувалось перебудовою циркуляційних процесів. Аналіз атмосферної циркуляції над Атлантико-Європейським регіоном протягом ХХ ст. свідчить про відмінності регіональної циркуляції над територією України, зокрема Буковинського Передкарпаття, на початку століття і в останні десятиріччя. Взимку

на початку століття вся Україна перебувала під впливом Сибірського максимуму, у середині століття – тільки східна половина, наприкінці століття вплив Сибірського антициклону відсутній. Влітку на початку століття країна перебувала під впливом баричної улоговини, зі зміщенням виступу Азорського антициклону на схід, у середині століття під його впливом опинилась західна частина, а наприкінці століття – майже вся територія. У результаті погодні умови наприкінці століття взимку змінилися на дощові і теплі, а влітку – на дощові і прохолодні [5]. Глобальне потепління початку століття визначали літні атмосферні процеси над територією Європи, а кінця століття – теплі зими [4].

Вітровий режим Карпат формується, набуваючи мезомасштабних характеристик, в результаті орографічної деформації потоків загальної циркуляції атмосфери і регіональних особливостей рельєфу. Внаслідок цього виникає місцева циркуляція атмосфери, яка взаємодіючи із загальною, формує вітровий режим гір та передгір'я у всій його складності. Характерною рисою вітрового режиму є вітри направленої циркуляції: гірсько-долинної та фенової. Гірсько-долинні вітри розвиваються за відомою загальною схемою, внаслідок термічних причин, досягаючи вертикальної потужності при долинній формі до 1 км. Термічна циркуляція сприяє активізації вертикальних рухів середнього масштабу та випаданню опадів [2]. Гірсько-долинні вітри можуть виникати і в неглибоких долинах у передгір'ях. Фенові явища у Зовнішніх Карпатах та Передкарпатті пов'язані з переміщенням циклонічних систем, коли вони перевалюють через гірські хребти. У Передкарпатті при фенах розвивається хмарність, утворюється "тінь опадів" шириною до 50-60 км, різко знижується відносна вологість повітря. Фени можуть виникати і в тому випадку, коли над Карпатами панує антициклон. Тоді феновий ефект спостерігається по обидві сторони гірського хребта. У більшості випадків фени розвиваються на північно-східних схилах у холодний період року.

Встановлено, що вітрові характеристики є чіткими індикаторами розвитку та трансформації синоптичних процесів над складно побудованими поверхнями Передкарпаття. Динаміка полів тиску та циркуляційних процесів визначає сезонність вітрового режиму, а орографічні умови її корегують. Вітер є векторним параметром метеорологічних процесів і кліматичних умов, оскільки перемішування повітряних мас характеризується поняттями напрямку і швидкості, показники яких відзначаються високою мінливістю. У гірських районах, особливо у долинах рік та котловинах, є

характерними орографічні рози вітрів. На відкритих вершинах напрямок вітру корегується загальними потоками у вільній атмосфері, тому тут повторюваність вітрів західних румбів найбільша [3].

Дані карпатських метеостанцій не відображають повної картини просторових змін поля вітру, у зв'язку з чим при відсутності мезоспостережень і внутрігірського аерологічного моніторингу потрібен картографічний аналіз місцевості. У розах вітрів мережі станцій, розташованих в межах Карпатського регіону, відбиваються особливості місцевих орографічних умов на рівні мезоформ рельєфу. Близько половини станцій і постів (52%) розташовані на гіпсометричних рівнях 100-300 м, 23% - на висотах 300-500 м, 18% - на висотах 500-700 м. Виконані дослідження показують, що дані метеостанцій можна використовувати для оцінки впливу неоднорідності поверхні на режим вітру у мезомасштабах і використовувати їх як показову оцінку місцевого клімату.

Напрями вітру. Напрямок простягання головних карпатських хребтів зумовлює переважання у Передкарпатті північно-західних та південно-східних вітрів. Тому у приземному шарі атмосфери між Волино-Подільською височиною та Карпатами спостерігається деяка конвергенція ліній току, що є причиною зростання швидкостей переважаючих вітрів. На вітри західного і північно-західного напрямків припадає 31-38%. Значну повторюваність мають південно-східні вітри (22-23%). Вітри інших напрямків мають незначну повторюваність (1-7%). У Пригорганському та Буковинському Передкарпатті у січні найбільший відсоток повторюваності мають вітри північно-західного напрямку (23-36%), велика повторюваність вітрів східного та південно-східного напрямків (35-40%). Вітри інших румбів спостерігаються значно рідше (у 10% випадків).

Влітку територія часто перебуває під впливом виступу азорського антициклону, що зумовлює посилення західного переносу. Тоді у Північно-західному Передкарпатті найбільша повторюваність західних вітрів (22-35%) та південно-західних напрямків. На вітри південно-східного напрямку припадає 17-21%. У центральній та східній частині Передкарпаття у липні найчастіше повторюються північно-західні (40-45%) та західні (17%) вітри. Біля 20% повторюваності припадає на вітри східного і південно-східного напрямків, інші вітри мають невеликий відсоток повторюваності. У перехідні сезони року північно-західні та південно-східні вітри мають приблизно однакову повторюваність. Подібні характеристики розподілу поля вітру, можливо, є наслідком того, що виконані

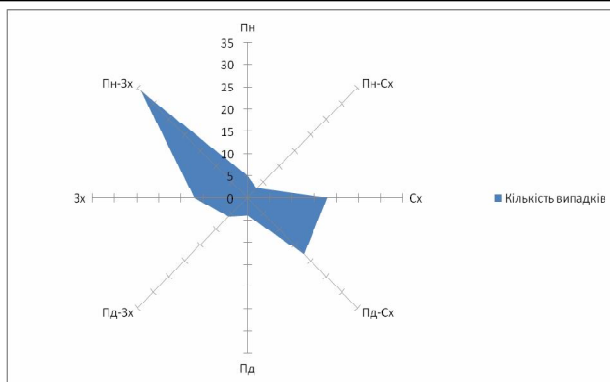
за даними режимних спостережень, пункти яких приурочені до річкових долин. Вони орієнтовані переважно з південного заходу на північний схід у Західному Передкарпатті, а у Східному - з північного заходу на південний схід. Панування у Передкарпатті північно-західних та південно-східних вітрів значною мірою зумовлене загальною орієнтацією гір [3].

На основі аналізу вітрового режиму м. Чернівців ХХ ст., який був проведений на основі багаторічних даних минулого століття, нами було встановлено, що повторюваність вітрів Пн, Пн-Сх, Пд і Пд-Зх напрямків протягом століття по всіх місяцях є найменшою. Найбільш повторюваними є вітри Зх, Пн-Зх, Сх та Пд-Сх напрямків. Також виявлена деяка тенденція (динаміка) у ході циркуляційних процесів: збільшення повторюваності вітрів Сх і Пд-Сх напрямків та зменшення повторюваності вітрів Зх і Пн-Зх напрямків, і навпаки. Починаючи з січня пануючими є повітряні маси із Пн-Зх. Такий циркуляційний режим зберігається до серпня. У вересні серед усіх місяців зафіксований показник найбільшої повторюваності повітряних мас із Зх. В цьому ж місяці починає зростати складова Сх та Пд-Сх переносу, а скорочуватись Зх та Пн-Зх переносу.

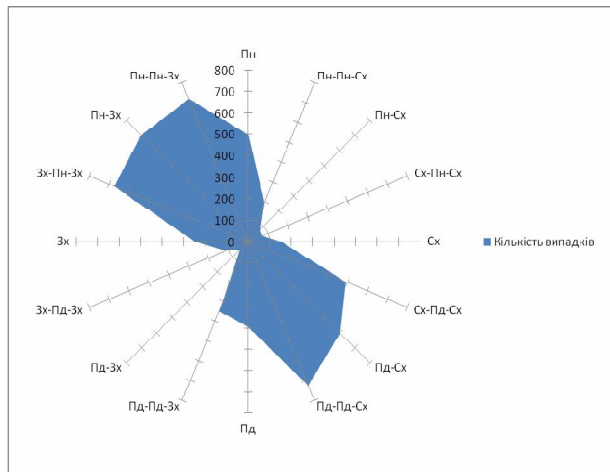
На початку холодного періоду (ХП) (січень-березень) пануючими є повітряні маси Пн-Зх переносу, другими за повторюваності в цей час є вітри Сх та Пд-Сх. В листопаді-грудні адвекції повітряних мас зі Сх та Пд-Сх є домінуючими над повітряними масами із Зх та Пн-Зх.

Порівнюючи циркуляцію атмосфери ХХ і ХХІ століть помітно, що на розі вітрів ХХ ст. присутня потужна складова Сх переносу (Рис. 1а), яка на жодній із 12 роз вітрів ХХІ ст. не характеризується таким високим показником (Рис. 1 б). Ймовірно це пов'язано із переміщенням баричних центрів атмосфери у східному та північно-східному напрямках. Тобто, циркуляція атмосфери, починаючи з 2001р., на фоні минулого століття зазнала суттєвих змін, що може бути однією із причин зміни інших метеорологічних величин Чернівців та зміни тривалості холодного періоду.

Виявлено, що у ХХ ст. над територією Чернівців на початку холодного періоду (січень-березень) пануючими були повітряні маси північно-західного переносу. Другими за повторюваністю в цей час були вітри східного та південно-східного напрямків. В листопаді-грудні адвекції повітряних мас зі сходу та південного сходу стали переважати над повітряними масами із заходу та північного заходу. На поч. ХХІ ст. циркуляція атмосфери зазнала значних змін: посилюється вплив Північно-Атлантичної осциляції, натомість вплив потоків



а)



б)

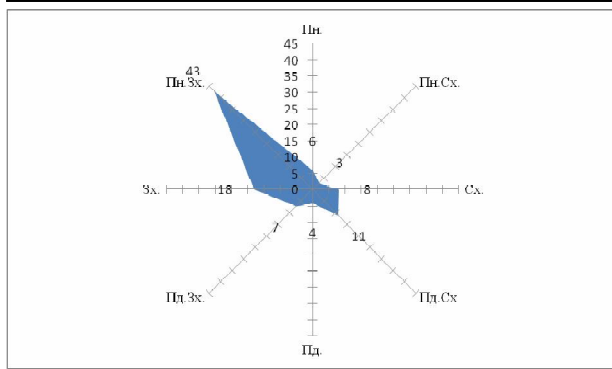
Рис. 1. Багаторічні рози вітрів холодного періоду а) ХХ ст., б) ХХІ ст.

повітря східних румбів значно зменшився. Циркуляційні процеси холодного періоду м. Чернівців переважно формувалися під впливом вітрів від західного до північного та північ-північ-східного напрямку (ісландського мінімуму та арктичних повітряних мас). Другими за повторюваністю є вітри від Пд-Пд-Зх до східного напрямку (тропічні, переважно середземноморські маси повітря та відроги Сибірського максимуму).

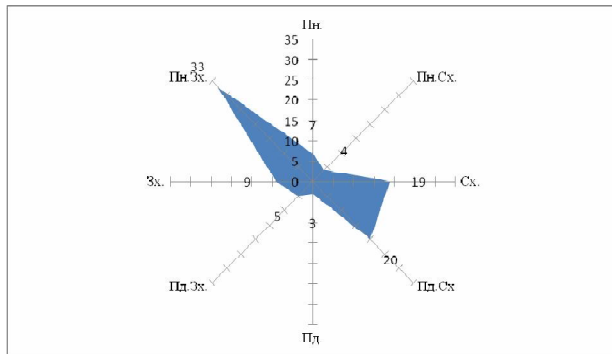
Для теплого періоду (ТП) року ХХ століття характерне переважання північно-західних та західних вітрів у літній сезон (2А) та зрівноваження «пелюсток» північно-західного та південно-східного і східного вітрів у перехідні сезони (2Б).

Найбільш повторюваними для часового періоду дослідження (2000-2012 рр.) у ТП були адвекції з Атлантики та регіонів Південно-Східної Європи. Періодично вони порушувались вторгненнями арктичного та тропічного повітря.

Аналіз роз вітрів ТП 2000-2012 років, показав, що найбільш мінливими є рози вітрів 2002 і 2003 років, у всі місяці теплого періоду. Їм притаманний меридіональний перенос повітряних мас. Основними складовими циркуляції у ці роки були арктична та тропічна адвекції з найбільшими амплітудами



а) липень



б) квітень

Рис. 2 Багаторічні рози вітрів XX ст.

середньомісячних температур повітря упродовж одного року. Наприклад, у 2002 р. найвища середньомісячна температура складала $21,8^{\circ}\text{C}$; найнижча $-7,0^{\circ}\text{C}$; $A(\text{амплітуда})=28,8^{\circ}\text{C}$, а в 2003 р. найвища середньомісячна температура складала $20,5^{\circ}\text{C}$; найнижча $-6,8^{\circ}\text{C}$; $A(\text{амплітуда})=27,3^{\circ}\text{C}$ [3].

При порівнянні вітрових режимів ТП початку ХХІ з ХХ століттям встановлено, що жодна з роз не повторює хід вітрів за ХХ століття. Однотипний характер повторюваності вітрів спостерігався приблизно з 2009 по 2012 роки, але не у всіх випадках. Досить важливою особливістю для характеру вітрового режиму початку ХХІ століття – значне скорочення вітрів східної сторони горизонту. У період до 2007-2008 років збільшення повторюваності в деяких випадках північних або південних вітрів, що свідчить про значний вплив арктичних та тропічних повітряних мас.

Швидкість вітру. Річний хід швидкості вітру у Передкарпатті відповідає ходу інтенсивності атмосферної циркуляції над територією Українських Карпат. У ньому виражений один максимум у грудні - березні та один мінімум у липні - вересні. В холодну пору року зростання швидкостей вітру пов'язане із збільшенням баричних градієнтів, річна амплітуда швидкості вітру в Передкарпатті складає близько $1,5-2,0$ м/с. Добовий і річний хід швидкості вітру слабо виражений. Середньорічна добова амплітуда у Передкарпатті як і в гірській частині складає $1,5-2,0$ м/с. Ще слабший добовий

хід в холодну пору року - біля $0,9$ м/с. Зате в теплий період (квітень-жовтень) добовий хід вітру чіткіший: добові амплітуди у Передкарпатті складають $2,0-2,5$ м/с [3].

Максимальні швидкості вітру припадають на післяполудневі години, коли посилюються турбулентність та конвекція. Мінімальні швидкості спостерігаються в нічні години. Найбільшу повторюваність на всій території мають вітри швидкістю $0,5$ м/с, тобто, слабкі та помірні. У Передкарпатті вони спостерігаються у $80-90\%$, у гірській частині - у $87-97\%$. Повторюваність різних швидкостей вітру пересічно на протязі року складає: $0,1$ м/с - $30-70\%$, $2-3$ м/с - $15-50\%$, $4-5$ м/с - $10-20\%$, $6-11$ м/с - $3-15\%$. Повторюваність вітру із швидкістю більшою 11 м/с незначна, з імовірністю близько 4% . Штили і слабкі вітри спостерігаються найчастіше влітку - $10-30\%$ всіх випадків на протязі року у Передкарпатті та $30-60\%$ у гірських районах. Повторюваність вітру $2-3$ м/с розподіляється рівномірно на протязі року, а вітрів з швидкістю $4-5$ м/с більше у перехідні сезони та взимку.

Аналіз річного ходу середньомісячних швидкостей вітру свідчить про нижчі значення середньомісячних швидкостей вітру у теплий період року порівняно з холодним періодом. Причину слід шукати у зменшенні значень баричних градієнтів і контрастів температур між Атлантикою і Євразією.

Аналізуючи середні швидкості вітру по місяцях теплового періоду 2001 -2013 рр., потрібно відзначити, що максимальні швидкості вітрів спостерігалися у квітні 2006 року (рис.3), травні 2006 року ($2,3$ м/с) та червні 2010 року ($2,4$ м/с). Аналіз синоптичних карт Європейського регіону, свідчить, що саме для цих років була помітна фронтальна діяльність, яка підсилювалась частим надходженням циклонів з центром дії атмосфери над Середземним морем.

За даними метеостанції ННГФО ЧНУ ім. Ю. Федьковича в Чернівцях початок ХІІ (листопад та грудень) характеризувався найвищими показниками середньої місячної швидкості вітру – $1,78$ м/с та $1,71$ м/с. У січні місяці відчувався різкий спад швидкості вітру - $1,55$ м/с. У лютому та березні середня місячна швидкість вітру складала близько $1,65$ м/с. Загалом для холодного періоду середня місячна швидкість вітру складає $1,67$ м/с. За даними метеостанції «Аеропорт» упродовж холодного періоду середня місячна швидкість вітру складає $3,14$ м/с. Цей показник перевищує аналогічний за даними метеостанції НГФО ЧНУ більше ніж у 2 рази. Найбільша різниця у показниках спостерігалась у 2012 р. і складала – $1,31$ м/с. Найменшою була у 2013 р. – $0,99$ м/с.

Крім того різкі розбіжності у швидкостях вітрів припадають переважно на кінець холодного періоду (лютий-березень).

Аналізуючи середньодобові швидкості вітру протягом холодного періоду нетипового 2006р. за даними метеостанції «Аеропорт» виявлено, що максимальна швидкість вітру спостерігалась в 11 год – 3,68 м/с (Рис. 4). Найменшою швидкістю вітру характеризуються нічні години, а саме з 17 год до 5 год. Мінімального значення швидкості вітру набула о 20 год і становила лише 2,72 м/с. Такі особливості слід пов'язувати з інтенсивністю місцевих циркуляцій та циклогенезу.

Висновки. Ландшафтний регіон Буковинського Передкарпаття виступає показовим прикладом впливу орографічної неоднорідності на деформацію і трансформацію повітряних потоків. Встановлено, що характеристики вітру слугують чітким індикатором таких змін. Окрім того, зміни характеристик вітрового поля вирізняються десятилітньою динамікою, що особливо помітна на початку ХХІ ст. Зокрема, виявлена підвищена мінливість річних роз вітрів упродовж 2001-2013 рр., виокремлено декілька аномальних років та помічене зниження повторюваності східних вітрів. Інтенсивність вітрових потоків, відображена у швидкості вітру, характеризується певними закономірностями у добовому, місячному і річному ході. Виконані дослідження дають змогу уточнити динаміку регіональних і місцевих циркуляцій та особливості вітрового поля над гірськими територіями як прояву місцевих ландшафтних умов.

Література

1. Киналь О.В. Мезокліматичні властивості ландшафтів Українських Карпат / Киналь О. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – Серия «География». – Том 21 (60). – 2008. – № 3. – С. 176-187.
2. Киналь О.В. Особливості зволоження Українських Карпат. / Киналь О. // Науковий вісник Чернівецького ун-ту. Зб. наук. праць. Вип. 391: Географія. – Чернівці: Рута, 2008. – С. 122-130.
3. Киналь О. Гідрокліматичні особливості зволоження територій. / Киналь О., Крогулець Е. – Кам'янець-Подільський: ПП Мошинський В.С., 2009. – 108 с.
4. Маргазінова В. Пространственное изменение поля давления воздуха над северным полушарием в период глобального потепления. / Маргазінова В., Чайка Д. // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С. 36-43
5. Русов В.Д. Вплив Північноатлантичної Осциляції на часовий розподіл опадів: метод вейвлет-розкладання / Русов В.Д., Глушков О.В., Ващенко В.М., Павлович В.М., Лобода Н.С., Патлашенко Ж.І., Хохлов В.М., Свиначенко А.А., Солонко Т.В. – УАЖ, 2007/2008. –

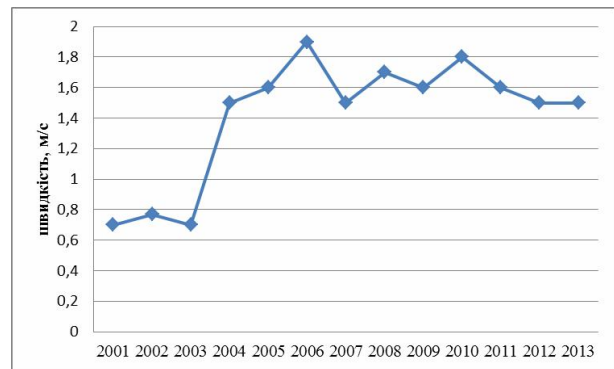


Рис. 3. Середня швидкість вітру (ТП, 2001-2013 рр.), ст. Чернівці-Аеропорт.

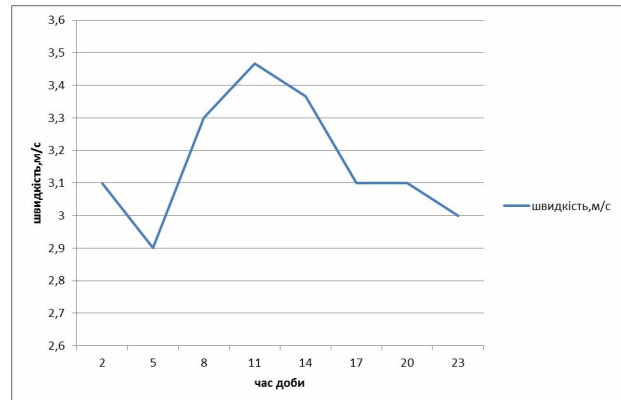


Рис. 4. Добовий режим швидкості вітру XII 2006 р., ст. Чернівці-Аеропорт

№ 6-7. – С. 150-156.

6. Beniston, M., D.B. Stephenson, O.B. Christensen, C.A.T. Ferro, C. Frei, S. Goyette, K. Halsnaes, T. Holt, K. Jylha, B. Koffi, J. Palutikof, R. Scholl, T. Semmler and K. Woth, 2007: Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81, S71-S95.
7. Bjornsen Gurung A., Bokwa A., Chelmicki W., Elbakidze M., Hirschmugl M., Hostert P., Ibisch P., Kozak J., Kuemmerle T., Matei E., Ostapowicz K., Pociask-Karteczka J., Schmidt L., van der Linden S., and Zebisch M., 2009, *Global Change Research in the Carpathian Mountain Region*, *Mountain Research and Development*, 29, 3, 282-288.
8. Csagoly, P. 2007. *Carpathians' Environment Outlook 2007*. Geneva, Switzerland United Nations Environment Programme, Division of Early Warning and Assessment–Europe. 89–188.
9. Kholiavchuk D., 2015. The Evolution of Wind Patterns over Regions with Complex Topography in the Last 50 Years (on the example of the Dniester Canyon, Ukraine). *Air and Water Components of the Environment*. 209-216
10. Kohler T. and Maselli D. (eds) 2009. *Mountains and Climate Change - From Understanding to Action*. Published by Geographica Bernensia with the support of the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), and an international team of contributors. Bern.
11. Kozak J., Bjornsen Gurung A. & Ostapowicz K. (eds.) (2011) *Research Agenda for the Carpathians: 2010-2015*. Krakow, 43 pp.

12. Ostapowicz K., Kozak J. (eds.) (2010) Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum. Integrating Nature and Society Towards Sustainability. ISBN: 978-83-88424-54-0, 164 pp.
 13. Spinoni, J., Szalai, S., Szentimrey, T., Lakatos, M., Bihari, Z., Nagy, A., Nemeth, A., Kovacs, T., Mihic, D., Dacic, M., Petrovic, P., Krzic, A., Hiebl, J., Auer, I., Milkovic, J., Stepanek, P., Zahradnicek, P., Kilar, P., Limanowka, D., Pyrc, R., Cheval, S., Birsan, M.-V., Dumitrescu, A., Deak, G., Matei, M., Antolovic, I., Nejedlik, P., Stastny, P., Kajaba, P., Bochnicek, O., Galo, D., Mikulova, K., Nabyvanets, Y., Skrynyk, O., Krakovska, S., Gnatiuk, N., Tolasz, R., Antofie, T. and Vogt, J. (2014), Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *Int. J. Climatol.* doi: 10.1002/joc.4059
 14. Pavlicko P. Modeling of georelief influence on wind streaming by the use of GIS technology [Електронний ресурс] / P. Pavlicko, M. Vysoudil // Acta Univ. Palacki. Olomuc. Geographica. – 37. – 2002. – pp. 63-68 Режим доступу: publib.upol.cz/~obd/fulltext/Geographica37/geogr37-8.pdf
 15. Rosetti, R. Stima di fattori morfologici limitanti nelle indagini topoclimatiche [Електронний ресурс] / R.Rosetti, L. Tedeshi // Atti Tic. Sc. Terra. – № 36. – 1993. – pp. 41-50. Режим доступу: [manhattan.unipv.it / Atti_tic/.../PDF_36/Rossetti.pdf](http://manhattan.unipv.it/Atti_tic/.../PDF_36/Rossetti.pdf).
- ### References
1. Kynal O.V. Mezoklimatychni vlastyvoli landshaftiv Ukrainskykh Karpat [Mesoclimatic properties of landscapes of the Ukrainian Carpathians]. // *Uchenyie zapysky Tavrycheskoho natsyonalnoho unyversyteta ym. V.Y. Vernadskoho. Seryia «Heohrafiya»*. Tom 21 (60). 2008. № 3. P. 176-187. [in Ukrainian].
 2. Kynal O.V. Osoblyvosti zvolozhennia Ukrainskykh Karpat. [The peculiarities of moistening of Ukrainian Carpathians] // *Naukovyi visnyk Chernivetskoho un-tu. Zb. nauk. prats. Vyp. 391: Heohrafiia. Chernivtsi: Ruta, 2008. P. 122-130.* [in Ukrainian]
 3. Kynal O., Krohulets E. Hidroklimatychni osoblyvosti zvolozhennia terytorii. [Hydroclimatic peculiarities of the territory moistening]. *Kamianets-Podilskyi: PP Moshynskyi V.S., 2009. 108 p.* [in Ukrainian].
 4. Martazynova V., Chaika D. Prostranstvennoe yzmenenye polia davleniya vozdukhа nad severnym polusharyem v peryod hlobalnoho poteplenya. [Spatial changes of atmospheric pressure field over the Northern Hemisphere in the time of global warming] // *Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia. K.: VHL «Obrii», 2009. Vyp.57. P. 36-43.* [in Ukrainian]
 5. Rusov V.D., Hlushkov O.V., Vashchenko V.M., Pavlovych V.M., Loboda N.S., Patlashenko Zh.I., Khokhlov V.M., Svyarenko A.A., Solonko T.V. Vplyv Pivnichnoatlantychnoi Ostsylatsii na chasovyi rozpodil opadiv: metod veivlet-rozkladannia [The influence of North Atlantic Oscillation on the temporal distribution of precipitation: the method of wavelet transformation]. *UAZh, 2007/2008. № 6-7. P. 150-156.* [in Ukrainian].
 6. Beniston, M., D.B. Stephenson, O.B. Christensen, C.A.T. Ferro, C. Frei, S. Goyette, K. Halsnaes, T. Holt, K. Jylha, B. Koffi, J. Palutikof, R. Scholl, T. Semmler and K. Woth, 2007: Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81, S71-S95.
 7. Björnson Gurung A., Bokwa A., Cheimicki W., Elbakidze M., Hirschmugl M., Hostert P., Ibisch P., Kozak J., Kuemmerle T., Matei E., Ostapowicz K., Pociask-Karteczka J., Schmidt L., van der Linden S., and Zebisch M., 2009, *Global Change Research in the Carpathian Mountain Region*, Mountain Research and Development, 29, 3, 282-288.
 8. Csagoly, P. 2007. Carpathians' Environment Outlook 2007. Geneva, Switzerland United Nations Environment Programme, Division of Early Warning and Assessment–Europe. 89–188.
 9. Kholiavchuk D., 2015. The Evolution of Wind Patterns over Regions with Complex Topography in the Last 50 Years (on the example of the Dniester Canyon, Ukraine). *Air and Water Components of the Environment*. 209-216
 10. Kohler T. and Maselli D. (eds) 2009. Mountains and Climate Change - From Understanding to Action. Published by Geographica Bernensia with the support of the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), and an international team of contributors. Bern.
 11. Kozak J., Björnson Gurung A. & Ostapowicz K. (eds.) (2011) *Research Agenda for the Carpathians: 2010-2015*. Krakyw, 43 pp.
 12. Ostapowicz K., Kozak J. (eds.) (2010) Conference Proceedings of the 1st Forum Carpathicum. Integrating Nature and Society Towards Sustainability. ISBN: 978-83-88424-54-0, 164 pp.
 13. Spinoni, J., Szalai, S., Szentimrey, T., Lakatos, M., Bihari, Z., Nagy, A., Nymeth, B., Kovacs, T., Mihic, D., Dacic, M., Petrovic, P., Krzic, A., Hiebl, J., Auer, I., Milkovic, J., Jьтербнек, P., Zahradnicek, P., Kilar, P., Limanowka, D., Pyrc, R., Cheval, S., Birsan, M.-V., Dumitrescu, A., Deak, G., Matei, M., Antolovic, I., Nejedlik, P., Jьtastnэ, P., Kajaba, P., Bochnicek, O., Galo, D., Mikulovб, K., Nabyvanets, Y., Skrynyk, O., Krakovska, S., Gnatiuk, N., Tolasz, R., Antofie, T. and Vogt, J. (2014), Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *Int. J. Climatol.* doi: 10.1002/joc.4059
 14. Павлішко Р., Vysoudil M. Modeling of georelief influence on wind streaming by the use of GIS technology // Acta Univ. Palacki. Olomuc. Geographica. – 37. – 2002. – pp. 63-68 Режим доступу: publib.upol.cz/~obd/fulltext/Geographica37/geogr37-8.pdf
 15. Rosetti, R., Tedeshi L. Stima di fattori morfologici limitanti nelle indagini topoclimatiche // Atti Tic. Sc. Terra. – № 36. – 1993. – pp. 41-50. Режим доступу: [manhattan.unipv.it / Atti_tic/.../PDF_36/Rossetti.pdf](http://manhattan.unipv.it/Atti_tic/.../PDF_36/Rossetti.pdf).

Холявчук Д., Росоха Ю., Гумницька М. Динамика характеристик поля ветра над Буковинським Предкарпатьем на протяжении 2001-2013 гг. Определено, что на протяжении последних десятилетий происходит перестройка циркуляционных процессов регионального и местного масштабов. Такие изменения отображены в динамике интенсивности и направлений потоков ветра над Предкарпатьем как орографически сложной территорией. Они касаются изменчивости годовых роз ветров по направлениям на протяжении 2001-2013 гг. и особенностей суточного, месячного и годового режимов скорости ветра.

Ключевые слова: региональная и местная циркуляция, Буковинское Предкарпатье, доминирующие направления ветра, скорость ветра.

Kholiavchuk D., Rosokha Yu., Gumnitska M. The dynamics of characteristics of wind field over the region of Bucovinian Precarpathia during 2001-2013. The rebuilding of regional and local circulation processes are detected to occur in the last few decades. Such changes are manifested in the dynamics of intensity and direction of wind flows over the Precarpathian region as the orographically complicated territory. They concern variability of annual wind roses of directions during 2001-2013 and peculiarities of diurnal, monthly, and annual regimes of wind speeds.

Key words: regional and local circulation, the Bucovinian Precarpathia, the dominating wind directions, wind speed.