

УДК 551.577.37

ЦИРКУЛЯЦІЙНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СИЛЬНИХ ОПАДІВ НА ЗАКАРПАТТІ ВЗИМКУ

Г. П. Івус, Р. Р. Озимко, Е. В. Агайар,
Н. М. Міщенко, А. Б. Семергей-Чумаченко

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, meteo@odeku.edu.ua

В статті проаналізовано сучасні циркуляційні умови над територією Закарпаття взимку за період з 2007 по 2016 роки при формуванні сильних і дуже сильних опадів. За допомогою типізації синоптичних ситуацій над зазначеним регіоном з урахуванням елементарних циркуляційних механізмів Б. Л. Дзердзеєвського виявлені найбільш імовірні атмосферні процеси і типи синоптичних ситуацій, які створюють умови для виникнення стихійних опадів в Закарпатті. За дослідний період опади ≥ 20 мм частіше зафіксовані у грудні (47 %), а по рокам – у 2011 році, тобто нерівномірно за часом. Опади ≥ 30 мм (37 випадків з 66 – 56,1 %) формувалися лише за допомогою синоптичних процесів типу 6 – циклонічними циркуляціями з великими баричними градієнтами. Азорське та Арктичне блокування можливо сприяє стаціонаванню заблокованих південно-західних і північно-західних циклонів та формуванню інтенсивних і тривалих опадів та інших стихійних погодних явищ над орографічно неоднорідною територією Закарпаття.

Ключові слова: сильні опади, інтенсивність, типізація, синоптичні процеси, елементарний циркуляційний механізм.

1. ВСТУП

Протягом останніх десятиріч обсяг досліджень атмосфери зростає у зв'язку з підсиленням актуальності проблеми глобальної зміни клімату Землі та впливу на нього антропогенного фактора (життєдіяльності людини). Атмосферна волога, її фазовий стан і вологообмін відіграють значну роль в формуванні погоди та клімату. Вологовміст водяної пари значно змінюється в залежності від циркуляційних процесів, фізико-географічних умов місцевості, пори року та інших факторів. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції на території дослідження зумовлюють відповідні зміни регіональної циркуляції та кліматичного режиму, які спричиняють [1, 2] зниження верхньої межі лісу Карпатських гір. На початку ХХІ ст. в Західних Карпатах відзначалось найбільше підвищення температури і кількості опадів в зимовий період, що збільшувало вірогідність сходу снігових лавин, селів і паводків, також продовжуються зміни у термічному режимі, режимах вітру і зволоження, кількості та інтенсивності стихійних і небезпечних явищ погоди [1, 3-5].

Опади є одним з параметрів водного балансу атмосфери біля поверхні землі, а точне врахування умов їх утворення важливе як для вирішення кліматичних і економічних завдань [6],

так і для складання прогнозу погоди на будь-якій території, особливо орографічне неоднорідній, якою є Закарпаття.

Підвищення справджуваності прогнозів небезпечних явищ, в тому числі, сильних опадів, насамперед потребує надійного прогнозу синоптичних умов. Отримання універсальних синоптичних характеристик, які враховують циркуляційні фактори від планетарного до мезометеорологічного масштабу, надає можливість підвищити точність та завчасність спеціалізованих прогнозів небезпечних та стихійних явищ у Закарпатті. Сильні опади були предметом багатьох досліджень [1-5 та ін.], але частіше вивчався їх гідрологічний ефект, що призводив до повеней та руйнівних наслідків. Метеорологічні та синоптичні аспекти цього явища розглядалися значно рідше, а числові моделювання окремих купчастих утворень, що надавали сильні опади в окремих районах зі складною орографією, ще рідше. Перш за все якісно судити про інтенсивність очікуваного конвективного процесу можна за характером пануючої повітряної маси, яка надходить з певних районів формування внаслідок макроциркуляційних процесів. З цієї точки зору слід оцінювати будь-яку типізацію синоптичних процесів. Основна мета подібної типізації складається в визначенні фізичних властивостей та потенційних можливостей очікуємої або паную-

чої повітряної маси та змін її характеристик через взаємодію з рельєфом.

Мета дослідження – визначення особливостей циркуляційних процесів над територією Закарпаття за період 2007-2016 рр. при формуванні сильних опадів взимку.

2. ОПИС ОБ'ЄКТА ТА МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ

В статті як вихідні матеріали використовуються каталог типових синоптичних процесів над територією України за вказаний період, складений на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ, і календар елементарних циркуляційних механізмів (ЕЦМ) Б. Л. Дзердзеєвського [6]. Для уточнення конкретних синоптичних ситуацій долучалися синоптичні карти усіх рівнів (приземна, АТ-925, АТ-850, АТ-700, АТ-500, BT_{1000}^{500} та супутникові знімки з архіву АРМ-син).

Джерелами фактичного матеріалу стали дані спостережень дев'яти метеорологічних станцій (МС): Великий Березний, Плай, Нижні Ворота, Нижній Студений, Ужгород, Міжгір'я, Берегово, Хуст, Рахів; 30 гідропостів (ГП) та 15 автоматизованих гідрометеорологічних постів (АГП) за вказаний період.

3. ОПИС ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Дуже сильні опади, які в Україні посідають перше місце серед усіх стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ), найчастіше відмічаються саме на території Закарпаття. Взимку, залежно від особливостей циркуляції атмосфери, в цьому регіоні формуються як сильні дощі, так і сильні

снігопади. До стихійного СГЯ [7] відносять кількість опадів 20 мм і більше за 12 годин та менше (сильний снігопад) і дощ у кількості опадів 30 мм і більше за 12 годин та менше для гірських районів. Оскільки Закарпаття є складною за орографією місцевістю та враховуючи раніше виконані роботи Воскресенської О. М. [8], в яких стверджується, що не правильно застосовувати один і той же критерій до районів, розташованих в неоднакових кліматичних областях, в роботі будемо використовувати порогове значення 20 мм. Цей поріг взято згідно з відповідною рекомендацією групи експертів з визначення змін клімату CLIVAR/ICOMM.

За розглянуте десятиріччя з 2007 по 2016 рр. по всій території Закарпаття спостерігалось 353 випадки СГЯ, пов'язані з сильними опадами.

Як відомо [1], сильні опади утворюються за складної взаємодії макро- і мезомасштабних синоптичних процесів та місцевих фізико-географічних умов. Найчастіше сильні опади спостерігаються при переміщенні південних та південно-західних циклонів із Середземного та Чорного морів, із Західної Європи, а також внаслідок дії блокуючих синоптичних процесів. Іноді вони пов'язані з фронтами, що переміщуються в улоговинах «пірнаючих циклонів» і в штормових зонах.

Розглянемо повторюваність циркуляційних умов з сильними опадами взимку над територією Закарпаття за даними архівної вибірки 2007–2016 років (табл. 1) за допомогою типізації синоптичних процесів [9] з використанням календаря ЕЦМ [6]. Календар послідовної зміни ЕЦМ за 1899–2008 рр. представлений в [6], а з 2008 по 2016 рр. – на сайті www.atmospheric-circulation.ru.

Таблиця 1 – Повторюваність (%) циркуляційних процесів з сильними опадами на Закарпатті. Зимовий період 2007 – 2016 рр.

| Тип ЕЦМ | Підтип синоптичних процесів | | | Всього |
|-----------------|-----------------------------|------|------|--------|
| | 6.1 | 6.2 | 6.3 | |
| 5 а, б | - | - | 4,6 | 4,6 |
| 7 аз | - | 1,5 | 3,0 | 4,5 |
| 8 гз | 1,5 | - | 1,5 | 3,0 |
| 9 б | - | 1,5 | - | 1,5 |
| 11 а, б, в, г | 8,1 | 6,2 | 18,5 | 32,8 |
| 12 а, бз, вз, г | 23,1 | 10,7 | 9,1 | 42,9 |
| 13 з | 4,6 | 1,5 | 4,6 | 10,7 |
| Всього | 37,3 | 21,4 | 41,3 | 100 |

Примітка: 100 % - 66 випадків.

Як свідчать дані табл. 1, сильні опади взимку на території Закарпаття формуються тільки за синоптичними процесами типу 6 [9, 10], в який входять циклонічні циркуляції з великими баричними градієнтами ($\partial P / \partial n \geq 2,5 \text{ Па} / 111 \text{ км}$). За випадок з сильними опадами брався такий, коли хоча б на одному реєстраційному пункті (МС, ГП або АГП) спостерігалась кількість опадів ≥ 20 мм. Тип 6 включає чотири підтипа: 6.1 – східна частина циклону або штормова смуга між циклонами на заході (північному заході) та антициклоном на сході, що зумовлює південний чи південно-східний перенос; 6.2 – тилова частина циклону, який переміщується зі швидкістю $\geq 40 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$; 6.3 – улоговина з фронтами; 6.4 – південний циклон з фронтами, що проходять поза розглядувану територією. На Закарпатті сильні опади спостерігаються при трьох підтипах 6.1, 6.2 та 6.3; найчастіше це підтип 6.3 (41,3 %).

За досліджуваний період опади ≥ 20 мм/12 год частіше фіксувались у грудні (47 %), а по роках – у 2011 році, тобто нерівномірно (табл. 2) за часом.

Опади кількістю ≥ 30 мм/12 год (37 випадків із 66 – 56,1 %) відмічені за підтипом 6.3 (16 випадків), в комплексі з ЕЦМ 11 а, б, в, г, та за підтипом 6.1 (13 випадків у поєднанні з ЕЦМ 12 а, бз, в, г). Вказані типи ЕЦМ формують 75,7 % випадків опадів СГЯ.

Розглянемо більш детально типи ЕЦМ 11 та 12, які становлять зональну групу циркуляції. Тип ЕЦМ 11 – це два блокуючих процеси та три прориви південних циклонів [6, с. 52]. Блокуючі процеси формуються над Східною Азією і Північною Америкою, об'єднуючи через Арктичний басейн зимові континентальні антициклони. Тип

має чотири варіанти, які розрізняються траєкторією виходу південних циклонів і положенням арктичних вторгнень. Виходи циклонів з півдня відбуваються зі східної частини Середземного моря на Європу (ЕЦМ 11 а).

При ЕЦМ 11 б, в порівнянні з ЕЦМ 11 а, інтенсивність і розміри Арктичного антициклону збільшені, отже відповідно до цього вся система циркуляції над Атлантикою зміщена на південь. Місцезоташування проривів південних циклонів практично не змінюється в порівнянні з ЕЦМ 11 а [6, с. 52].

При ЕЦМ 11 в південні райони Європи знаходяться в поясах підвищеного тиску в результаті об'єднання гребенів Азорського та Сибірського антициклонів. За цим типом ЕЦМ спостерігається зміщення до заходу та звуження смуги виходів середземноморських циклонів під впливом західного відрігу сибірського антициклону великої протяжності на європейську частину. При ЕЦМ 11 г в ісландські циклони вливаються середземноморські циклони, які виходять на Західну Європу. Західний відріг сибірського антициклону досягає Середземного моря, у зв'язку з чим звужується область виходу середземноморських циклонів. Найбільша середньомісячна тривалість ЕЦМ 11 а,б,в,г припадає на січень (4,9; 2,3; 1,7; 1,1 доби), лютий (–; 2,2; 1,6; 0,9) і грудень (4,7; 2,2; 1,5; 0,8 доби) відповідно [6].

Типу ЕЦМ 12 відповідають три або чотири блокуючі процеси, три (чотири) прориви південних циклонів [6, с. 58]. Цей тип формується при добре розвиненому антициклоні. В залежності від стану підстильної поверхні змінюється потужність циклонічних серій та місце розташування арктичних вторгнень. Це і зумовило поділ типу 12 на декілька ЕЦМ.

Таблиця 2 – Повторюваність (ч. вип. / %) циркуляційних процесів з сильними опадами по місяцях і роках. Закарпаття, 2007 – 2016 рр.

| Рік | Місяці | | | Всього |
|--------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | січень | лютий | грудень | |
| 2007 | | | 1 | 1 |
| 2008 | 2 | | 2 | 4 |
| 2009 | 4 | 2 | 5 | 11 |
| 2010 | - | 1 | 7 | 8 |
| 2011 | 1 | 1 | 10 | 12 |
| 2012 | 2 | 3 | 2 | 7 |
| 2013 | 3 | 3 | 1 | 7 |
| 2014 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 2015 | 4 | - | - | 4 |
| 2016 | 4 | 3 | 1 | 8 |
| Всього | 21/31,8 % | 14/21,2 % | 31/47,0 % | 66/100 % |

При ЕЦМ 12 а відмічаються чотири арктичних вторгнення та прориви південних циклонів по всіх напрямках одночасно [6, с. 58]. Взимку цей тип зустрічається рідко, частіше в квітні та травні. Циклонічні полярно-фронтові серії можуть розташовуватись над Європою та іншими регіонами Північної півкулі. Ці положення не строго фіксовані. Частіше вони утворюються при переході від холодного півріччя до теплого, коли Арктичний антициклон досягає найбільшої потужності, а в південних районах підстильна поверхня вже достатньо прогрілась.

При ЕЦМ 12 бз, а також в наступних ЕЦМ 12 в з та 12 г спостерігається по три блокуючих процеси і прориви південних циклонів [6, с. 58]. Цей ЕЦМ часто утворюється після процесів типу ЕЦМ 11. Пов'язані з виходом південних циклонів області зниженого тиску витягнуті з півдня на північ. Загальна схема ЕЦМ 12 в з схожа на ЕЦМ 12 бз, але між ними є суттєві розбіжності, особливо в Атлантико-Європейському секторі. При ЕЦМ 12 в з вторгнення відбувається через північ Карського та Баренцева моря на Скандинавію і Західну Європу. Сполучена циклонічна область витягнута вузькою смугою над Східною Європою. Середземноморські циклони рухаються далеко на північ. При ЕЦМ 12 г ситуація над Азією і Європою дуже близька до ЕЦМ 11 г: над Азією розташовується потужний стаціонарний антициклон зі значно витягнутим на схід гребенем. Разом з поширеним на схід гребенем Азорського антициклону вони створюють над південними районами Євразії стійку смугу високого тиску. На арктичному фронті розвивається інтенсивна циклонічна діяльність, яка підтримується та посилюється полярно-фронтовими циклонами [6, с. 62], що надходять з південного-заходу і регенерують. Найбільша середньомісячна тривалість ЕЦМ 12 бз, в з, г припадає на березень, хоча вторинні максимуми можуть відмічатися в січні (1,9; 1,2 доби), лютому (2,8; 1,8 доби) та грудні (1,2 доби).

У зв'язку з тим, що найбільша повторюваність опадів СГЯ спостерігається у грудні і вони пов'язані з блокуючими антициклонами, наведемо, як приклад, ситуацію за період з 22 по 26 грудня 2009 року. За вказаний період опади ≥ 20 мм за 12 год. відмічені на 8 МС (Плаї, Великий Березний, Нижній Студений, Міжгір'я, Нижні Ворота, Берегово, Хуст, Рахів), 14 ГП та 18 АГП. Опади у вигляді снігу, дощу і дрібного снігу простежувалися практично безперервно чотири доби. Найбільша кількість (82 мм за добу) відмічена 26.12.2009 р. на ГП Усть-Чорна та

Руська Мокра. На МС Плаї за добу 23 грудня випало майже 50 мм опадів (сніг переходив у дощ), швидкість південно-західного вітру коливалась від 16 до 34 m s^{-1} ; 26 грудня вітер змінив напрям на північно-західний (18 m s^{-1}), потім – на західний (4 m s^{-1}). В цілому на усіх пунктах спостереження вітер був слабкий або помірний, а напрям змінювався під дією фронту.

Розглянемо синоптичну ситуацію над Східною Європою з 22 по 26 грудня 2009 р. В роботі приведені синоптичні матеріали за 23 грудня (рис.1 а, б), коли над територією Закарпаття почалися сильні та тривалі опади у вигляді дощу та мокрого снігу в залежності від висоти та особливостей розташування станції. Синоптична ситуація відповідала типу 6.1 та ЕЦМ 12г, а у наступну добу баричне поле перебудувалося до типу 6.3 та ЕЦМ 11а. Азорський антициклон над Атлантикою впливав на формування повітряних потоків, ускладнюючи зональне переміщення над Європою впродовж 9 діб. Водночас над територією Західного Сибіру та Уралу погоду визначав Арктичний антициклон, що зберігався 11 днів над північним заходом Росії, з центром південніше від Новосибірську, 23.12.2009 р. (рис.1 а, б) має два центри, що окреслюються чотирма замкненими ізобарами з максимальним тиском у центрі 1052,2 гПа. На АТ-500 (рис.1 б) антициклон простежується у вигляді гребеня.

Вказана синоптична ситуація, припустимо може відповідати блокуючим процесам, які формували характер циркуляції над регіоном дослідження. Це припущення потребує додаткового дослідження за допомогою розрахунків індексу блокування [11].

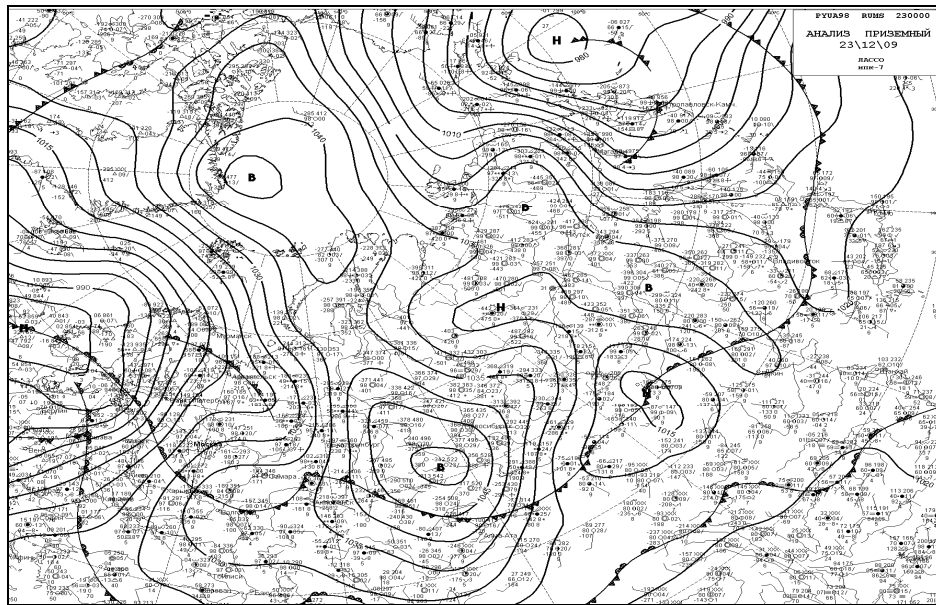
В південно-західному секторі Арктичного антициклону та в південно-східній частині Азорського максимуму відповідає збільшення кількості опадів (рис. 2). Опади можна пояснити, головним чином, проходженням холодного фронту з хвильовими збуреннями на зазначених периферіях вказаних антициклонів. Тривалість і просторовий розподіл опадів над територією Закарпаття на західній периферії Арктичного та східній периферії Азорського антициклонів обумовлена проходженням двох фронтальних систем та стаціонаруванням циклонів, що переміщувалися з північно-західних регіонів Європи.

В результаті цього південні, південно-західні та південно-східні райони України опинилися в зоні опадів. На рис. 2 представлено поле кількості опадів 23.12.2009 р. З рисунка видно, що максимум опадів припав на південні та південно-західні райони України, що підтверджується

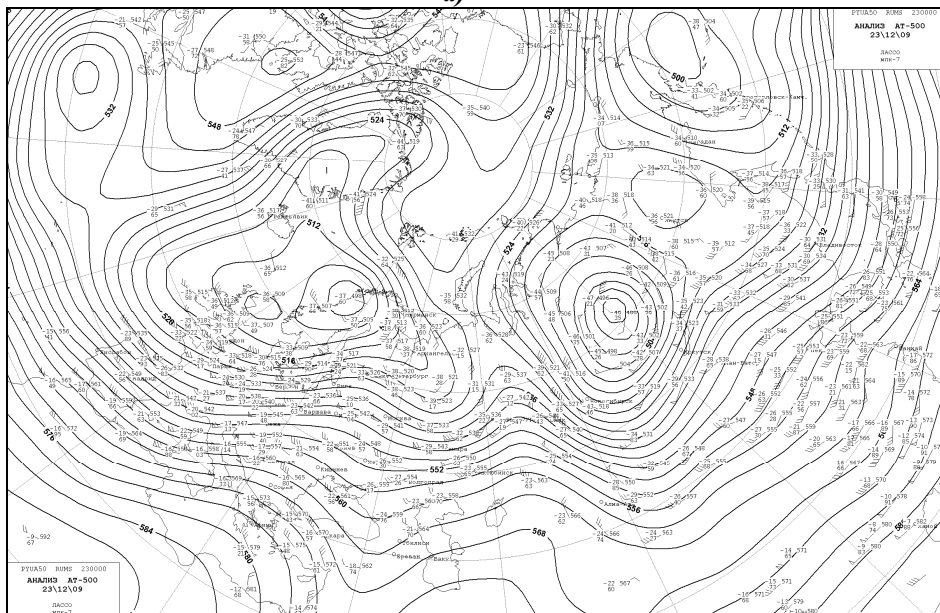
спостереженнями за опадами на усіх пунктах Закарпаття. СГЯ за кількістю опадів зафіксовані у період з 22 по 26 грудня, однак слабкі та помірні опади продовжувалися з невеликими перервами до 31 грудня.

За досліджуваній період тривалі опади з СГЯ на Закарпатті зафіксовано: з 2 по 9 грудня 2010 р. (тип 6.1, ЕЦМ 11 а; тип 6.2, ЕЦМ 12 бз); з 4 по 6 грудня 2011 р. (тип 6.3, ЕЦМ 12 г, 11 а); з 10 по 18 грудня 2011 р. (тип 6.3, ЕЦМ 13 з, 5 а, б, 11 в, 12 а, бз); з 10 по 12 січня 2016 р. (тип 6.1, ЕЦМ 12 бз). Особливо значна кількість злив

спостерігалась 9.12.2010 р. (тип 6.2, ЕЦМ 12 бз), коли за добу випало 105 мм в Усть-Чорній та 100 мм в Руській Мокрі. Можливо це пов'язано з посиленням впливу Арктики на Атлантичний сектор Північної півкулі, що призводить до змін сумарної тривалості дії ЕЦМ, які являються блокуючими для Європейського сектора [11-12]. Сильні зливи та опади, як відомо [1], характеризуються значною просторовою неоднорідністю і різною кількістю пунктів, де вони зареєстровані. Таку їх особливість необхідно дослідити більш



a)



б)

Рис. 1 – Карти приземного аналізу (а) та абсолютної топографії АТ-500 (б) за 23.12.2009 р., 00 UTC

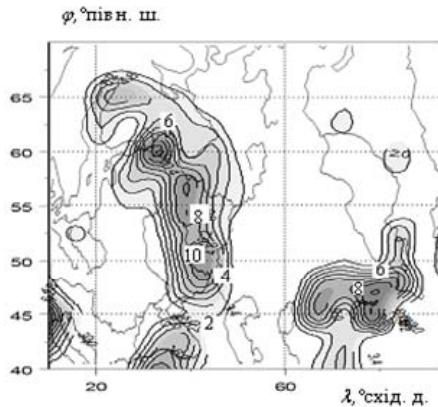


Рис. 2 – Поле кількості опадів 23.12.2009 р. 00 UTC

ретельно за допомогою багатьох чинників і характером та інтенсивністю атмосферних процесів, за фізико-географічними особливостями території (рельєф місцевості, місцеві умови) та ін., а також визначити кількісну оцінку ролі барокліності [13-15] у формуванні небезпечних і стихійних явищ погоди на Закарпатті взимку, збільшити вихідний архів за період з 2006 до 2017 рр., щоб не було пропуску даних з [1].

4. ВИСНОВКИ

Розгляд циркуляційних умов, пов'язаних з сильними зливами та опадами на території Закарпаття взимку, дозволяє зробити такі висновки:

- за період дослідження з 2007 по 2016 рр. спостерігалось 66 випадків циркуляційних процесів з сильними опадами (≥ 20 мм / ≤ 12 год), зафіксованих хоча б в одному з 50 пунктів досліджуваного регіону;

- найбільша повторюваність СГЯ зафіксована у грудні (47 %); максимальна кількість опадів за добу становила 105 мм на ГП Усть-Чорна та 100 мм на ГП Руська Мокра 9.12.2010 р.;

- сильні опади формуються лише синоптичними процесами типу 6, тобто циклонічними циркуляціями з великими баричними градієнтами ($\geq 2,5$ гПа/111 км): підтип 6.3 включає 41,3 %, 6.1 – 37.3 %, 6.2 – 21.4 % випадків;

- сильні опади утворюються частіше (75,7 %) за типом ЕЦМ 11 а, б, в, г та ЕЦМ 12 а, бз, в, г;

- Азорське та Арктичне блокування ймовірно сприяє випадінню тривалих та інтенсивних опадів на території Закарпаття, що потребує додаткових досліджень.

Таким чином, проведені дослідження показали правомочність використання типізації синоптичних ситуацій з урахуванням ЕЦМ Б. Л. Дзердзевського, що може дістати свого

подальшого розвитку в удосконаленні прогнозу СГЯ на території Закарпаття.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / за ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. Київ : Ника-Центр, 2006. 312 с.
2. Мартазінова В. Ф., Іванова Е. К., Савчук С. В., Шандра А. В. Динамика клімата и изменение верхней границы леса в Карпатах на протяжении XX столетия. *Глобальные и региональные изменения климата*. Киев : Ника-Центр, 2011. С. 237-247.
3. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
4. Барабаш М. Б., Татарчук О. Г., Гребенюк Н. П., Корж Т. В. Современное состояние режима осадков на территории Украины как следствие изменения климата *Глобальные и региональные изменения климата*. Киев : Ника-Центр, 2011. С. 198-207.
5. Мартазінова В. Ф., Іванова Е. К. Характерные особенности синоптических процессов различной вероятности конца XX – начала XXI столетий. *Глобальные и региональные изменения климата*. Киев : Ника-Центр, 2011. С. 86-96.
6. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзевскому / под ред. А. Б. Шмакина. Москва, 2009. 372 с.
7. Настанова по службі прогнозів погоди та попереджень про небезпечні і стихійні явища погоди / Державна гідрометеорологічна служба. Київ, 2003. 32 с.
8. Воскресенская Е. Н., Вышкаркова Е. В. Экстремальные осадки и их климатические изменения на территории Украины по данным наблюдений. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. Вип. 16. С. 45-50.
9. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди. Одеса : ТЕС, 2012. 407 с.
10. Івус Г. П., Агайар Е. В., Гурська Л. М., Зубкович С. О. До питання про типізацію синоптичних процесів над територією України. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2015. Вип. 19. С. 41-48.
11. Міщенко Н. М. Просторово-часова структура аномалій поля опадів при блокуванні зонального перенесення. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 113-120.
12. Холопцев А. В., Кононова Н. К. Изменения ледовитости и вариации поля атмосферного давления в Арктике. *Scientific Journal "ScienceRise"*. 2016. Т. 7/1(24). С. 22-40.
13. Івус Г. П., Хоменко Г. В., Міщенко Н. М., Косолапова Н. І., Сухов О. О. Кількісна оцінка інтенсивності літніх атмосферних фронтів над Україною. *Scientific Journal "ScienceRise"*. 2016. Т. 7/1(24). С. 16-21.
14. Івус Г. П., Хоменко Г. В., Ковальков І. А., Сосмій Є. В. Гідродинамічна нестійкість в області висотних циклонів та її вплив на погоду. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 20. С. 18-25.
15. Івус Г. П., Хоменко Г. В., Зубкович С. А. Використання фронтального параметра для визначення зон небезпечного вітру. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. Вип. 16. С. 67-74.

REFERENCES

- Lipins'kyy, V.M., Osadchyy, V.I., Babichenko, V.M. (Eds). (2006). *Stykhiini meteorologichni yavlyshcha na terytorii Ukrainy za ostannie dvadtsyatyrichchya (1986-2005 rr.)* [Meteorological disasters in the territory of Ukraine during the last twenty years (1986-2005)]. Kyiv : Nika-Tsentr. (in Ukr.).
- Martazinova, V.F., Ivanova, Ye.K., Savchuk, S.V., Shandra, A.V. (2011). [Climate dynamics and change of the forest upper limit in the Carpathians during the 20th century]. *Global'nyye i regional'nyye izmeneniya klimata [Global and regional climate change]*. Kiev : Nika-Tsentr, pp. 237-247. (in Russ).
- Lipinskiy, V.M., Dyachuk, V.A., Babichenko, V.M. (Eds). (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. Kyiv: Rayevs'kyy Publ. (in Ukr.).
- Barabash, M.B., Tatarchuk, O.G., Grebenyuk, N.P., Korzh, T.V. (2011). [The current state of the precipitation regime in Ukraine as a consequence of climate change]. *Global'nyye i regional'nyye izmeneniya klimata [Global and regional climate change]*. Kiev : Nika-Tsentr, pp. 198-207. (in Russ).
- Martazinova, V.F., Ivanova, Ye.K. (2011). [Characteristic features of synoptic processes of different probability of the end of the XX - beginning of the XXI century]. *Global'nyye i regional'nyye izmeneniya klimata [Global and regional climate change]*. Kiev : Nika-Tsentr, pp.86-96. (in Russ).
- Shmakin, A.B. (Ed.). (2009). *Klassifikatsiya tsirkulyatsionnykh mekhanizmov Severnogo polushariya po B.L. Dzerdzeevskomu* [Classification of Circulation Mechanisms of the Northern Hemisphere by B. L. Dzerdzeevskiy]. Moscow. (in Russ).
- Nastanova po sluzhbi prohnoviv pohody ta poperedzhen' pro nebezpechni i stykhiini yavlyshcha pohody* [The service of weather forecasts and warnings about dangerous and severe weather phenomena]. (2003). State Hydrometeorological Service. Kyiv.
- Voskresenskaya, Ye.N., Vyshkvarkova, Ye.V. (2013). [Extreme precipitation and their climate change over the Ukraine after the observation data sets]. *Visnik Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu [Bulletin of Odessa state environmental university]*, 16, 45-45. (in Russ).
- Ivus, G.P. (2012). *Spetsializovani prohnovy pohody* [Specialized Weather Forecast]. Odessa : TES.
- Ivus, G.P., Ahayar, E.V., Hurska, L.M., Zubkovych, S.O. (2015). [To the question of typification synoptic processes over the territory of Ukraine]. *Visnik Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu [Bulletin of Odessa state environmental university]*, 19, 41-47. (in Ukr).
- Mishchenko, N.M. (2009). [Spatio-temporal structure of anomalies of the field of precipitations at blocking of zonal transfer]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 5, 113-120. (in Ukr).
- Kholoptsev, A.V., Kononova, N.K. (2016). [Changes in the ice cover and variation of the atmospheric pressure field in the Arctic]. *Scientific Journal "ScienceRise"*, 7/1(24), 22-40. (in Russ).
- Ivus, H.P., Khomenko, H.V., Mishchenko, N.M., Kosolapova, N.I., Sukhov, O.O. (2016). [Numerical estimation of the intensity of summer atmospheric fronts over Ukraine]. *Scientific Journal "ScienceRise"*, 7/1(24), 16-21. (in Ukr).
- Ivus, H.P., Khomenko, H.V., Koval'kov, I.A., Sosmiy, Ye.V. (2017). [Hydrodynamic instability in the region of high-altitude cyclones and its influence on the weather]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 20, 18-25. (in Ukr).
- Ivus, H.P., Khomenko, H.V., Zubkovych, S.A. (2013). [Using the frontal parameter to determine the areas of a dangerous wind]. *Visnik Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu [Bulletin of Odessa state environmental university]*, 16, 67-74. (in Ukr).

CIRCULATION CONDITIONS OF WINTER TIME HEAVY PRECIPITATION FORMATION IN TRANSCARPATHIA

H. P. Ivus, R. R. Ozymko, E. V. Agayar,
N. M. Mishchenko, A. B. Semerhei-Chumachenko

Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, meteo@odeku.edu.ua

Over the recent decades the research efforts associated with the atmosphere intensified due to the increasing urgency of the problem of global climate change and the impact of anthropogenic factors thereon. Atmospheric moisture, its phase state and moisture exchange play a significant role in the formation of weather and climate.

The article analyzes modern circulation conditions over the territory of Transcarpathia in winter over the period from 2007 to 2016 when strong and very strong precipitation was formed. Using the typification of weather processes over a given region and taking into account the elementary circulation mechanisms (the ECMs) proposed by B. L. Dzerdzeevskiy, V. M. Kurgan and Z. M. Vitvytska the most probable atmospheric processes and types of synoptic situations that create conditions for extreme precipitation in the Transcarpathian region were identified.

According to observation data from 9 hydrometeorological stations, 30 hydrological stations and 15 automated hydrometeorological stations extreme precipitation series for three winter months were obtained. The following objective analysis data of the US National Center for Atmospheric Prediction (NCEP) and National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) were used for calculating the blocking indicators: geopotential fields at the level of 500 hPa.

According to the research period, precipitation of ≥ 20 mm / 12 h were more often recorded in December (47 %), and year-wise – in 2011, that is, unevenly over time. Precipitation of 30 mm / 12 h (37 cases from 66 - 56,1 %) formed only as a result of type 6 synoptic processes – cyclonic circulations with great atmospheric pressure gradients. Strong precipitation in Transcarpathia is much more often associated (75,7 %) with ECM 11 and ECM 12 types. The highest repeatability of hazardous precipitation is observed in December and associated possibly with blocking anticyclones. As an example, the article describes the situation over the period from 22 to 26 December, 2009 when the maximum amount of precipitation per day was recorded: 82 mm at the Ust-Chorna and Rus'ka Mokra meteorological stations, December 26, 2009. Azor and Arctic blockings may contribute to stationing of the blocked southwest and northwest cyclones and formation of intense and long-term precipitation and other extreme weather phenomena over the orographically inhomogeneous territory of Transcarpathia.

Keywords: strong precipitation, intensity, typification, weather processes, elementary circulation mechanism.

ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛЬНЫХ ОСАДКОВ НА ЗАКАРПАТЬЕ ЗИМОЙ

Г. П. Ивус, Р. Р. Озимко, Э. В. Агайар,
Н. М. Мищенко, А. Б. Семергей-Чумаченко

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, meteo@odeku.edu.ua*

В статье проанализированы современные циркуляционные условия над территорией Закарпатья зимой в период с 2007 по 2016 годы при формировании сильных и очень сильных осадков. С помощью типизации синоптических ситуаций над указанным регионом, разработанной на кафедре метеорологии и климатологии ОГЭКУ, и с учетом элементарных циркуляционных механизмов, предложенных Б. Л. Дзердзеевским, В. М. Курганской и З. М. Витвицкой, выявлены наиболее вероятные атмосферные процессы и типы синоптических ситуаций, которые создают условия для выпадения стихийных осадков в Закарпатской области. По данным наблюдений 9 гидрометеорологических станций, 30 гидропостов и 15 автоматизированных гидрометеопостов получены ряды экстремальных величин осадков для трех зимних месяцев. Предположено, что Азорское и Арктическое блокирование способствует стационарированию заблокированных юго-западных и северо-западных циклонов и формированию интенсивных и продолжительных осадков и других стихийных погодных явлений над орографически неоднородной территорией Закарпатья.

Ключевые слова: сильные осадки, типизация, элементарный циркуляционный механизм.

Подання до редакції : 05. 03. 2018

Надходження остаточної версії : 06. 07. 2018

Публікація статті : 29. 11. 2018