

Тетяна Данова,
Юлія Мацук

Тривалі та інтенсивні грози над Карпатами

Представлено результати дослідження синоптичних і термодинамічних умов формування тривалих та інтенсивних гроз на території Карпат. Такі грози пов'язані з проходженням через Карпати холодного фронту з хвилями в напрямку з південного заходу на північний схід. Грозова діяльність уздовж фронту триває декілька днів, коли улоговина над Карпатами виявляється «затиснутою» з двох сторін антициклонами. Під час проходження фронтів тропосфера над Карпатами стратифікована нестійко, градієнти температури більше вологадіабатичного, для верхньої тропосфери характерні швидкості вітру понад 20 м/с та значні зсуви вітру за напрямком. Умови утворення гроз та опадів мають багато спільного, тому тривалі та інтенсивні грози є супутником сильних злив.

Ключові слова: тривалі та інтенсивні грози, синоптичні та термодинамічні умови, Карпати.

Постановка наукової проблеми та її значення. Грози є одним із найбільш небезпечних погодних явищ. Відомо, що на земній кулі одночасно «гримить» 1000–2000 гроз. Це означає, що одночасно в атмосфері перебуває близько 1000–2000 електрично активних грозових хмар. Зі спостережень відомо, що середній час електричної активності одної грозової хмари приблизно 20–30 хвилин. По всій земній кулі грозові хмари розподілені нерівномірно. Основна їх частина (близько 75 %) спостерігається в діапазоні широт між 30° S і 30° N, де вони утворюються протягом усього року. На більш високих широтах такі хмари спостерігаються переважно в літній час. Найбільш часто грозові хмари з'являються в районах гір [4; 10].

Однією з найважливіших проблем геофізики у сфері впливу на атмосферні процеси є проблема управління грозою. У цьому ракурсі вивчаються можливості управління електричним станом хмар для того, щоб змінити їх здатність до опадоутворення (в одних випадках – це посилення опадоутворювальних процесів, в інших – перебудова структури частинок, які укрупнюються, щоб не допустити їх зростання до градових розмірів). Отже, електричні процеси та процеси утворення опадів нерозривні.

Крім того, блискавки завдають істотної шкоди наземним об'єктам, наприклад, спричиняють великі лісові пожежі. Потужні й інтенсивні грозові процеси впливають на роботу літакових радіонавігаційних і радіолокаційних систем, часткові руйнування деяких частин літака або ураження членів екіпажу, зумовлені дією грозових розрядів, нерідко стають причинами льотних аварій та катастроф. Лінії електропередач та електротехнічні системи зазвичай обладнують грозозахистом, але під час сильної грози і вони нерідко виходять із ладу. Тому вивчення умов реалізації тривалих та інтенсивних гроз над територією України є актуальним питанням [3].

Аналіз досліджень цієї проблеми. Проведені раніше дослідження умов виникнення гроз на території України дали змогу виявити закономірності просторово-часового поширення гроз [5]. На значній частині території найбільш кількість днів із грозою фіксується в червні, а у високогірних районах – у липні. На ці місяці припадає понад 50 % загального числа днів із грозою за рік. У серпні число днів із грозою становить 20 %, у травні – близько 15 %. Значно зменшується кількість гроз за період від серпня до вересня, а від вересня до жовтня спостерігається подальше їх зменшення, у листопаді грозова діяльність фіксується дуже рідко. Найменше днів із грозою припадає на зимові місяці.

Добовий хід грозової активності показав, що найчастіше грози в Україні виникають після полудня (12–18 години) і до ночі загасають. Вночі та в першій половині дня ймовірність їх утворення майже однакова [2; 5; 9]. Короткочасні грози утворюються переважно в післяполуденні години. Мінімум гроз припадає на ранкові години. Абсолютний максимум середньої тривалості грози і за день, і за рік фіксується на станції Селятин Чернівецької області (64 години) [5; 9]. Отже, найбільш тривалі грози спостерігаються на території Карпат.

Із синоптичного погляду грози в Україні найбільш часто виникають на холодних фронтах, пов'язаних із глибокими меридіональними улоговинами низького тиску, що переміщуються із захо-

ду. Крім гроз фронтального походження, спостерігаються внутрішньомасові грози, які виникають зазвичай у літні місяці в різних областях зниженого тиску. Важливу роль під час утворення внутрішньомасових гроз відіграють процеси інтенсивної термічної конвекції та орографічного впливу гір на повітряні потоки [8].

Мета та завдання статті. Аналіз статистичних характеристик показав, що тривалі та інтенсивні грози над територією України найчастіше спостерігаються в районі Карпат. **Мета** роботи – проаналізувати атмосферні процеси, пов'язані із формуванням конвективних хмар і реалізацією грозоградових явищ.

Сучасні кліматичні зміни, які виражаються, зокрема у зростанні температури повітря, безпечно впливають на режим грозової активності в Україні. Тому потрібно:

- своєчасно здійснювати моніторинг синоптичних і термодинамічних умов виникнення тривалих та інтенсивних гроз;
- провести аналіз термодинамічних, синоптичних характеристик грозових явищ та оцінити наслідки реалізації небезпечної синоптичної ситуації.

Матеріали і методи. Як матеріал дослідження використовували дані радіозондування, карти баричної топографії, грозової активності та опадів [1; 6; 7]. Їх було вибрано для двох випадків: перший класифіковано як нічний (спостереження проводили ввечері та вночі з 10 на 11 липня 2004 р.), у другому випадку спостереження здійснювали протягом доби (15.07.2008 р.).

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Розглянемо перший приклад реалізації грозоградового процесу на території Українських Карпат – надзвичайно потужний атмосферний процес, який спостерігали ввечері та вночі з 10 на 11 липня 2004 р. Із цим грозоградовим процесом пов'язані тривалі та інтенсивні грози над Карпатами (рис. 1а).

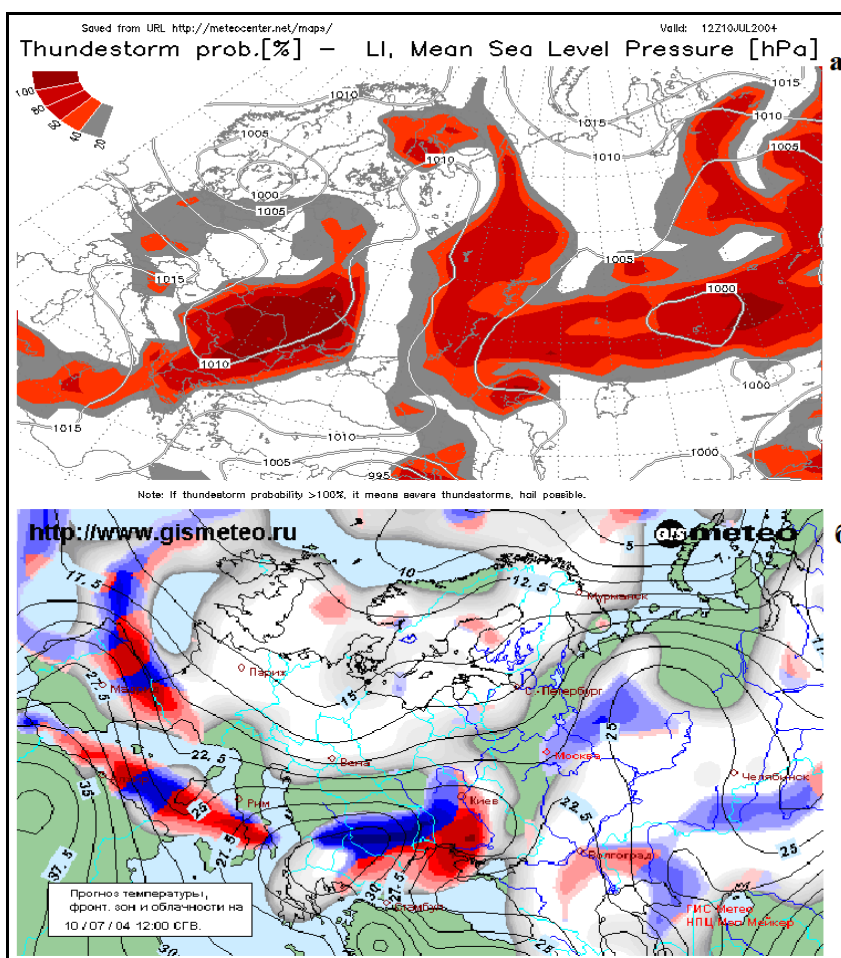


Рис. 1. Карта вірогідності грозової активності (12h 10.07.2004) (а), проходження фронтального розділу (12h 10.07.2004) (б) [6; 7]

Такий процес був обумовлений фронтальним розділом, пов'язаним із середземноморським циклоном, що супроводжується сильними зливами, грозами, шквалистим посиленням вітру, градом (рис. 16). Під час проходження фронту в Тернопільській та Львівській областях великим градом (до 5 см) було пошкоджено безліч будівель, загинула велика кількість домашньої худоби, зафіксовано й загибель однієї людини. Від сильного граду та зливи постраждало 20 тис. га зернових культур. У Румунії також відзначено випадання граду, пошкоджено 5 тис. га посівів, чотирьох людей убила блискавка. В Україні тисячі населених пунктів були знеструмлені через пошкодження ЛЕП під час грози. За даними радіозондування [1] процес характеризується нестійкою стратифікованою атмосферою до висоти 11 км, великими швидкостями вітру на всіх висотах: 15–20 м/с у середній атмосфері та понад 20 м/с – у верхній (за даними аерологічної діаграми для однієї зі станцій Карпат за попереднє число (рис. 2)). Пізніше процес змістився на схід – на територію Українських Карпат, де також зафіксовано великі збитки.

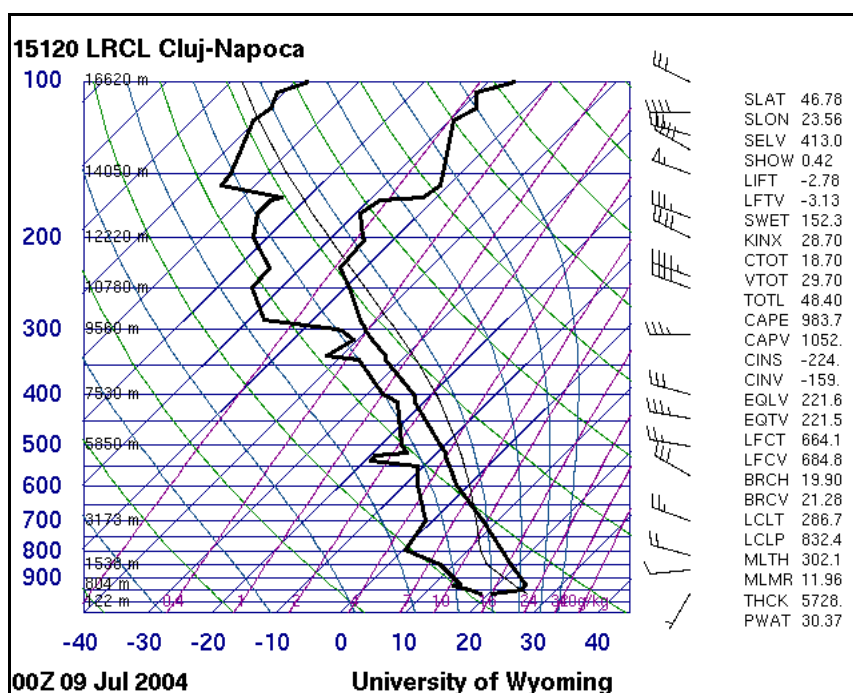


Рис. 2. Аерологічна діаграма (00^h 09.07.2004) [10]

Особливо інтенсивні та тривалі грози виникають на фронтальних розділах циклонів, що переміщуються з південного заходу чи заходу (другий приклад – 15.07.2008 р.) (рис. 3).

Утворюються інтенсивні та тривалі грози як у центральній частині циклону, так і на холодному фронті з хвилями, що розміщуються зазвичай уздовж фронтальної зони в напрямку з південного заходу на північний схід. Нерідко процеси антициклогенезу, що розвиваються в тилу улоговини над Західною Європою та південною половиною Європейської території СНД, обумовлюють формування над зазначеними районами антициклонів.

У таких випадках улоговина над Карпатами опиняється наче «затиснутою» з двох сторін антициклонами, а грозова діяльність уздовж фронту може тривати кілька днів. На рис. 3 подано карти баричної топографії, які ілюструють таку ситуацію над районом дослідження, показують проходження через досліджуваній регіон глибокої баричної улоговини, з якою пов'язаний холодний фронт (00^h 15.07.2008).

За даними радіозондування [1] процес характеризується нестійкою стратифікованою атмосферою до висоти 8,5 км, великими швидкостями вітру на всіх висотах: від 7–20 м/с і до 25–30 м/с у верхній атмосфері. Також за даними аерологічної діаграми однієї зі станцій Карпат зафіксовано великі зсуви вітру за напрямком: у шарі Земля – 700 гПа спостерігається правий поворот на 160° (рис. 4).

Умови розвитку вертикальних рухів в атмосфері в разі вологого насиченого повітря можна вивести, якщо порівнювати криву стратифікації з кривою стану вологого повітря, тобто з вологою адіабатою, яку характеризує вологадіабатичний градієнт γ'_a . Як і для сухої частки, стан буде стійким, коли $\gamma' < \gamma'_a$; нестійким, якщо $\gamma' > \gamma'_a$ і байдужим при $\gamma' = \gamma'_a$.

Розрахунок вертикального градієнта температури за даними радіозондування атмосфери показав, що за 00^h від 15.07.2008 р. у шарі від 500 до 400 гПа поверхнях спостерігається співвідношення між градієнтами температури: $\gamma_a = 1,04$, $\gamma_a > \gamma'_a$, то $\frac{dE}{dz} > 0$ і є критерієм вологонестійкої стратифікації відповідного шару атмосфери.

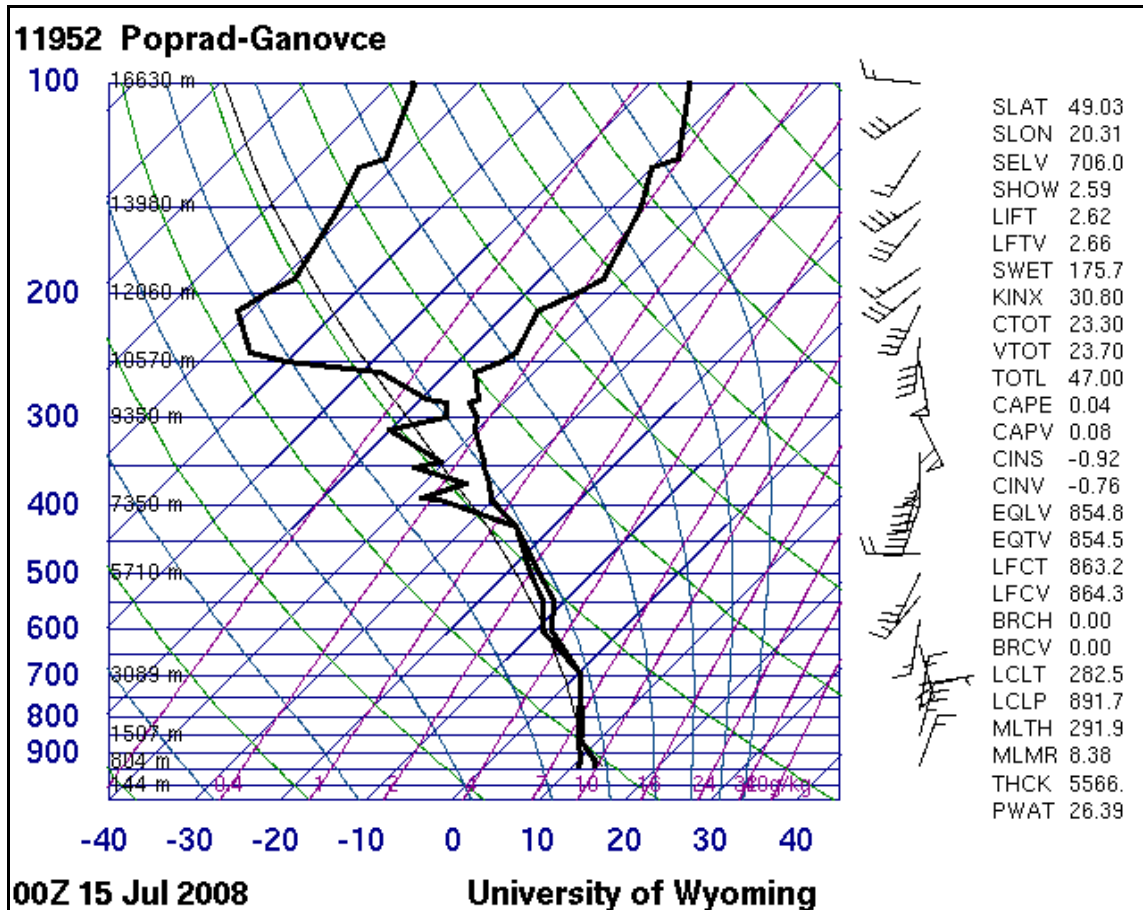


Рис. 4. Аерологічна діаграма (00^h 15.07.2008) [1]

Крім того, дані радіозондування свідчать про великі значення характеристик вологості повітря (так, значення відносної вологості коливаються – $f = 63\div 94\%$ у шарі Земля – 300 гПа), тому з проходженням цього фронту пов'язані сильні зливи та грози в Карпатах (рис. 5а, 5б).

Нерідко сильні грози виникають на фронтах оклюзії, загострюються під впливом гірського хребта. У нічний час грози можуть утворюватися також на теплих фронтах, особливо поблизу центру циклону. Окремі короточасні грози та зливи виникають і на вторинних холодних фронтах. Крім гроз фронтального походження, у Карпатах спостерігаються внутрішньомасові грози, які виникають зазвичай у літні місяці в різних областях зниженого тиску. Часто при цьому на висотах виявляються верхні фронти, слабо виражені біля поверхні землі. Важливу роль під час утворення внутрішньомасових гроз відіграють процеси інтенсивної термічної конвекції й орографічного впливу гір на повітряні потоки [8]. Отже, грози часто супроводжуються опадами зливого характеру та градом. Улітку в 80–90 % випадків грози супроводжуються зливами, навесні та восени в 40–50 % вони бувають без опадів.

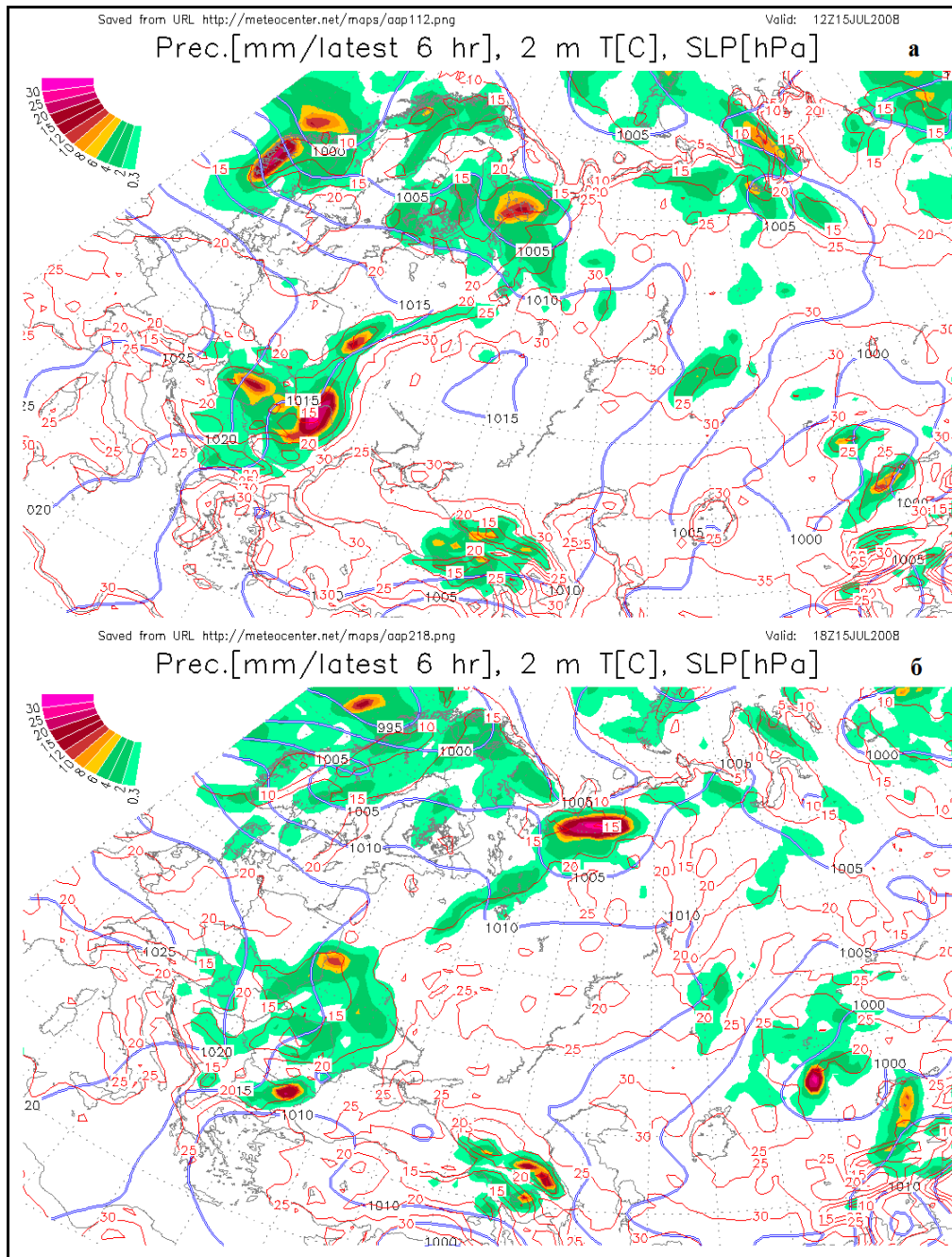


Рис. 5. Карта опадів (мм) (15.07.2008): 12^h (a); 18^h (б) [6]

Останні дослідження грозової активності на території України показали стійке зростання грозової активності в регіоні [2]. З іншого погляду, умови утворення гроз та опадів мають багато спільного, тому тривалі та інтенсивні грози є супутником сильних злив.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Дослідження термодинамічних і синоптичних умов реалізації тривалих та інтенсивних грозових явищ дали змогу пояснити грозову активність у Карпатах.

З'ясовано, що інтенсивні та тривалі грози утворюються як у центральній частині циклону, так і на холодному фронті з хвилями, що розміщуються зазвичай уздовж фронтальної зони в напрямку з південного заходу на північний схід. У тому випадку, коли улоговина над Карпатами виявляється «затиснутою» з двох сторін антициклонами, грозова діяльність уздовж фронту може тривати кілька днів.

У разі формування та проходження глибокої баричної улоговини, з якою пов'язаний холодний фронт, в Українських Карпатах спостерігаються сильні зливи та грози.

Під час проходження фронтів тропосфера над Карпатами стратифікована нестійко, спостерігаються більші за вологоадіабатичний градієнт температури та великі швидкості вітру, характерні для верхньої тропосфери, виявлено значні зсуви вітру за напрямком.

Сучасні кліматичні зміни свідчать про потребу проведення детальніших досліджень щодо змін термодинамічних і синоптичних умов прояву тривалих та інтенсивних гроз на території Карпат.

Джерела та література

1. База даних Вайомингського університета [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.weather.uwyo.edu
2. Данова Т. Е. Радиолокационные характеристики ночных гроз в Причерноморье / Т. Е. Данова // Вісн. Одес. держ. еколог. ун-ту. – 2008. – Вип. 5. – С. 137–141.
3. Данова Т. Є. Фізичні основи впливу на атмосферні процеси : навч. посіб. / Т. Є. Данова. – Одеса : ОДЕКУ, 2010. – 124 с.
4. Ермаков В. И. Физика грозových облаков / В. И. Ермаков, Ю. И. Стожков. – М. : ФИАН, 2004. – 39 с.
5. Науково-дослідна тема: № 0113U000164 «Удосконалення методів побудови систем одержання та обробки виміральної інформації з метою моніторингу навколишнього середовища». Розділ 3. – 2013 р.
6. Погодный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступу : www.meteocenter.net
7. Погодный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступу : www.gismeteo.ua
8. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. I. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – С. 242–250.
9. Справочник по климату СССР. Вып. 10, ч. V. Облачность и атмосферные явления. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 644 с.
10. Шметер С. М. Термодинамика и физика конвективных облаков / С. М. Шметер. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 289 с.

Данова Татьяна, Мацук Юлия. Длительные и интенсивные грозы над Карпатами. Представлены результаты исследования синоптических и термодинамических условий формирования длительных и интенсивных гроз на территории Карпат. Интенсивные и продолжительные грозы образуются как в центральной части циклона, так и на холодном фронте с волнами, которые располагается обычно вдоль фронтальной зоны в направлении с юго-запада на северо-восток. Грозовая деятельность вдоль фронта продолжается несколько дней в том случае, когда ложбина над Карпатами оказывается «зажатой» с двух сторон антициклонами. При прохождении фронтов тропосфера над Карпатами стратифицирована неустойчиво, градиенты температуры больше влажноадіабатического, для верхней тропосферы характерны скорости ветра более 20 м/с и значительные сдвиги ветра по направлению. Условия образования гроз и осадков имеют много общего, поэтому длительные и интенсивные грозы являются спутником сильных ливней.

Ключевые слова: длительные и интенсивные грозы, синоптические и термодинамические условия, Карпаты.

Danova Tatyana, Matsuk Julia. Prolonged and Intensive Thunderstorms Over the Carpathians. Studies of synoptic and thermodynamic conditions of the formation of prolonged and intensive thunderstorms on the territory of the Carpathian Mountains are presented. Intensive and prolonged thunderstorms are generated both in the central part of the cyclone and in the cold front with the waves which are usually located along the front zone in the direction from the south-west towards the north-east. Thunderstorm activity along the front continues for several days in the event when the narrow gully over the Carpathians turns out to be «pressed» on both sides by anticyclones. Passing through the fronts, the troposphere over the Carpathians is unsteadily stratified, temperature gradients are higher than the adiabatic humidity gradient, and the upper troposphere is characterized by wind velocities of more than 20 m/sec and significant wind shears in the direction. Conditions of formation of thunderstorms and deposits have much in common; therefore long and intensive thunderstorms are the satellite of strong downpours.

Key words: prolonged and intensive thunderstorms, synoptic and thermodynamic conditions, Carpathians.

Стаття надійшла до редколегії
01.10.2013 р.