

Т.М. Заболоцька, Т.М. Шпиталь

ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ РОЗВИТКУ ТРИВАЛИХ ЗЛИВ ТА ГРОЗ У РІЗНІ СЕЗОНИ 2012 РОКУ

Визначено типові умови формування тривалих зливових опадів та інтенсивної грозової діяльності, що зумовлені розвитком купчасто-дощової хмарності фронтальних систем у березні-жовтні 2012 р. на території України (за даними наземних та супутникових спостережень).

Ключові слова: купчасто-дощова хмара, злива, гроза, висотна фронтальна зона, гребінь, улоговина, циклон, антициклональне поле, стаціонування, наземні та супутникові спостереження.

Вступ

Сильні тривалі зливи й грози, що охоплюють великі площі, зумовлені, головним чином, розвитком купчасто-дощових хмар (Cb). Довгострокова складова змін повторюваності цих хмар за послідовні тридцятиріччя (1961-1990, 1971-2000, 1981-2009 рр.) вказує на її зростання відповідно на 6,9, 8,6 і 9,5 % [1]. Зважаючи на значну кількість небезпечних явищ (надзвичайно сильні зливи, грози, шквали) на території України в 2012 р., можна вважати, що повторюваність купчасто-дощових хмар продовжує зростати. Тому доцільним було визначити, які умови спричинювали розвиток Cb та пов'язані з ними небезпечні явища за використанням як метеорологічної, так і цілодобової супутникової інформації.

Матеріали й методика дослідження

Мета дослідження – аналіз зміщення хмарних систем фронтального походження через територію України, визначення причин утворення та їх особливостей (надано загальну характеристику й розглянуто окремі випадки).

Вихідні дані – карти верхньої межі хмар (ВМХ) й знімки поля хмарності в інфрачервоному спектрі (дані супутникових спостережень), приземні синоптичні карти Північної півкулі, карти баричної топографії

та карти метеорологічних спостережень на території України щодобово через три години.

До аналізу залучено такі хмарні системи, в яких спостерігали розвиток потужної хмарності (ВМХ більше ніж 8-9 км).

За картами ВМХ визначали термін перебування окремого хмарного масиву на території, максимальну верхню межу; за інфрачервоними знімками напрям руху, приналежність до певної фронтальної системи та її структуру; за синоптичними картами – тип фронту, характер баричного поля; за метеорологічними спостереженнями – температурний режим, наявність опадів та явищ.

Результати досліджень та їх аналіз

У табл. 1 наведено дані про розвиток купчасто-дощової хмарності з березня по жовтень включно за спостереженнями на 7 станціях (Рівне, Львів, Київ, Харків, Дніпропетровськ, Одеса, Сімферополь), які доволі рівномірно висвітлюють територію України.

Таблиця 1

Статистичні дані розвитку купчасто-дощової хмарності протягом березня – жовтня 2012 р. на території України

Характеристика	Місяць спостережень							
	ІІІ	ІV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Загальна кількість спостережень	1442	1666	1673	1652	1722	1736	1673	1736
Кількість днів з розвитком Сb	24	24	30	29	29	30	20	27
Повторюваність спостережень, %	17	15	24	30	19	19	8	15
Кількість днів з грозою	2	16	29	19	29	27	11	10

Загалом протягом досліджуваного періоду розвиток купчасто-дощової хмарності був значним. Майже кожного дня на території України фіксували її утворення, що складало від 10 до 30 % загальної кількості спостережень.

Аналіз синоптичних процесів та формувань хмарних систем Березень

Тривалі опади у вигляді дощу, снігу, крупи зливогого характеру спостерігали протягом 1-6, 10-12, 21-22, 25-26, 27-28 та 28-31 березня.

З 1 до 6 березня погодні умови на території України були спричинені взаємодією (об'єднанням) двох циклонів: центр першого над Новою Землею, другого над Нижнім Поволжям. Стрімке зміщення північного циклону на південь було зумовлено інтенсивним розвитком антициклону над західною Європою. Далі шлях об'єданого циклону блокувався антициклонами як із заходу, так і з сходу. Перша хмарна система (01.03.09 год – 02.03.20 год) була зумовлена дією теплого фронту, друга (02.03.22год – 03.03.15год) – вторинного холодного фронту, третя (03.03.15год – 06.03.10 год) – холодного фронту. Траєкторії руху всіх трьох систем були паралельними з повільним послідовним зміщенням на схід. Дощі та зливи випадали на всій території України.

Період 10 -12 березня є прикладом формування фронту оклюзії на периферії улоговини, що опустилась до північних районів України (рис. 1). Загальна картина баричного поля така: потужний двоцентровий циклон над східною Гренландією й Баренцовим морем з тиском у центрах 985 гПа; його улоговина розповсюджується на східну Європу. Циклон повільно зміщується на південь, оскільки шлях на схід заблоковано антициклоном з центром над Казахстаном. Над територією України формується сідловина, бо над Середземним морем є ще один циклон, а зі сходу та заходу – антициклони.

Хмарна смуга з північного заходу (дія холодного фронту, максимальне значення ВМХ – 11 км) зміщується на південний схід. Одночасно хмарна смуга з південного заходу (дія теплого фронту) зміщується на північний схід. Хмарні смуги об'єднуються поблизу Одеси 11 березня близько 14-15 год. Далі південно-західна смуга поглинає північно-західну і об'єднана хмарна система рухається в північно-східному напрямі, виходячи за межі України.

Проходження фронтів супроводжувалось опадами (дощ, сніг, зливовий сніг): 10 березня на північному та південному заході (Волинська, Рівненська, Житомирська та Чернівецька обл.); 11 березня – від західних та північних областей опади розповсюджувались на схід та південь (Вінницька, Черкаська, Кіровоградська, Сумська, Полтавська, Одеська обл.); 12 березня опади ще фіксували в першій половині дня, далі поступово зменшувались. Таким чином, проходження фронтальних розділів спричинило випадання опадів на всій території України, крім південного сходу та Криму.

21-22 березня вплив на Україну зумовлює передня частина циклону (центр над Балтійським морем). Циклон зміщується повільно в південно-східному напрямі, бо блокується антициклоном над Казахстаном. Хмарну систему з максимальним значенням ВМХ 11 км формує холодний фронт. Оподи фіксували в північних, центральних та південних районах переважно у вигляді злив, іноді дощу.

У кінці місяця (25-31 березня) над східною Європою й Західним Сибіром формується багатоцентровий великомасштабний циклон завдяки серії північно-західних циклонів. Цей циклон блокується антициклонами з південного заходу, півдня та сходу, що призводить до загострення фронтальних розділів й відповідно утворенню сильних опадів. **25-26 березня** на Україну мав вплив циклон з центром над Прибалтикою. Потужна хмарна система з верхньою межею 12-13 км була зумовлена дією фронту оклюзії, що сформувався в розширеному теплому секторі. Оподи спостерігали спочатку переважно у вигляді злив у північних областях, надалі вони продовжувались як зливовий сніг у центральних, східних, південних областях та в Криму.

27-28 березня на Україну впливає холодний фронт з хвилями наступного із серії північно-західних циклонів. Потужна хмарна система (ВМХ 12-13 км, радіаційна температура осередків -63°C) спочатку була зумовлена дією теплої гілки холодного фронту з хвилями (00-06 год перед фронтом, 09-12 на лінії фронту, далі за холодною гілкою).

Оподи (зливи, сніг, зливовий сніг, дощ) почались о 06-09 год 27 березня на всій території (особливо в Житомирській та Чернігівській областях), а на півдні о 15 год й продовжувались до ранку 28 березня, тільки вже в північних, центральних та південних районах.

28 -31 березня нова хмарна система з північного заходу, зумовлена спочатку дією теплої гілки фронтальної системи I (центр циклону над Балтійським морем, 28 березня), потім фронтом оклюзії в її теплому секторі (29-30 березня, ВМХ 11 км), а 31 березня – холодним фронтом цієї системи (ВМХ 12 км).

Оподи почали епізодично фіксувати в західних та північних областях у другій половині 28 березня, 29 й 30 березня вони були інтенсивнішими, охоплювали всю територію й продовжувались до ранку 31 березня (тільки в західних та східних районах). Загалом оподи були у вигляді злив, дощу, іноді зливогого снігу.

Структуру фронтальних систем представлено в табл. 2 (ТФ – теплий фронт, ХФ – холодний фронт, ФО – фронт оклюзії, вт. ХФ – вторинний холодний фронт, $T_{\text{рад}}$ – радіаційна температура).

Таблиця 2

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в березні

Дата	Тип фронту	Форма зображення	Структура фронтальної системи
1-2 III	ТФ	Спіраль	Слабко виражена в осередках, ($T_{\text{рад}} -33...-43^{\circ}\text{C}$), хмарна система руйнується.
2-3 III	вт.ХФ	Спіраль	Мало окремих осередків, $T_{\text{рад}} -33^{\circ}\text{C}$.
3-6 III	ХФ	Спіраль	Окремі осередки, $T_{\text{рад}} -43^{\circ}\text{C}$
10-12 III	ФО ХФ ТФ	Вихор Спіраль Спіраль	Утворення фронту оклюзії й вихору. Осередки у вигляді смуг, $T_{\text{рад}} -33...-43^{\circ}\text{C}$. Суцільна, розпад на окремі смуги, $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$
21-22 III	ХФ	Смуги → Спіраль	Паралельні смуги → спіраль, переважно $T_{\text{рад}} -33...-43^{\circ}\text{C}$
25-26 III	ФО	Вихор	Поблизу точки оклюзії, суцільна спіраль, $T_{\text{рад}} -53^{\circ}\text{C}$
27-28 III	ХФ	Спіраль	Потужні осередки ($T_{\text{рад}} -53^{\circ}\text{C}$), поступово розріджуються (іноді → у смуги)
28-31 III	ТФ ФО ХФ	Спіралі	Широка, потужні осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$. Вихороподібна, крупні осередки-смуги $T_{\text{рад}} -33...-53^{\circ}\text{C}$. Неоднорідна, невеликі осередки, $T_{\text{рад}} -43^{\circ}\text{C}$

У березні переважала форма хмарних утворень у вигляді спіралей, вони були різними: досить вузькі з потужними осередками чи смугами на холодних фронтах ($T_{\text{рад}}$ до -53°C) або широкі на теплих ($T_{\text{рад}} -33... -43^{\circ}\text{C}$), фронт оклюзії завжди супроводжувався утворенням вихору біля точки оклюзії ($T_{\text{рад}} -53^{\circ}\text{C}$). Перетинаючи територію, хмарні масиви динамічно змінювали свою структуру через посилення чи послаблення процесів хмароутворення.

Загалом сильні опади на території України в березні формувались завдяки розвитку циклонічної діяльності в північних районах західної частини півкулі та її блокуванням антициклоніальним полем із заходу, сходу, іноді й півдня. Зміщення потужних фронтальних систем здійснювалось переважно з північного заходу.

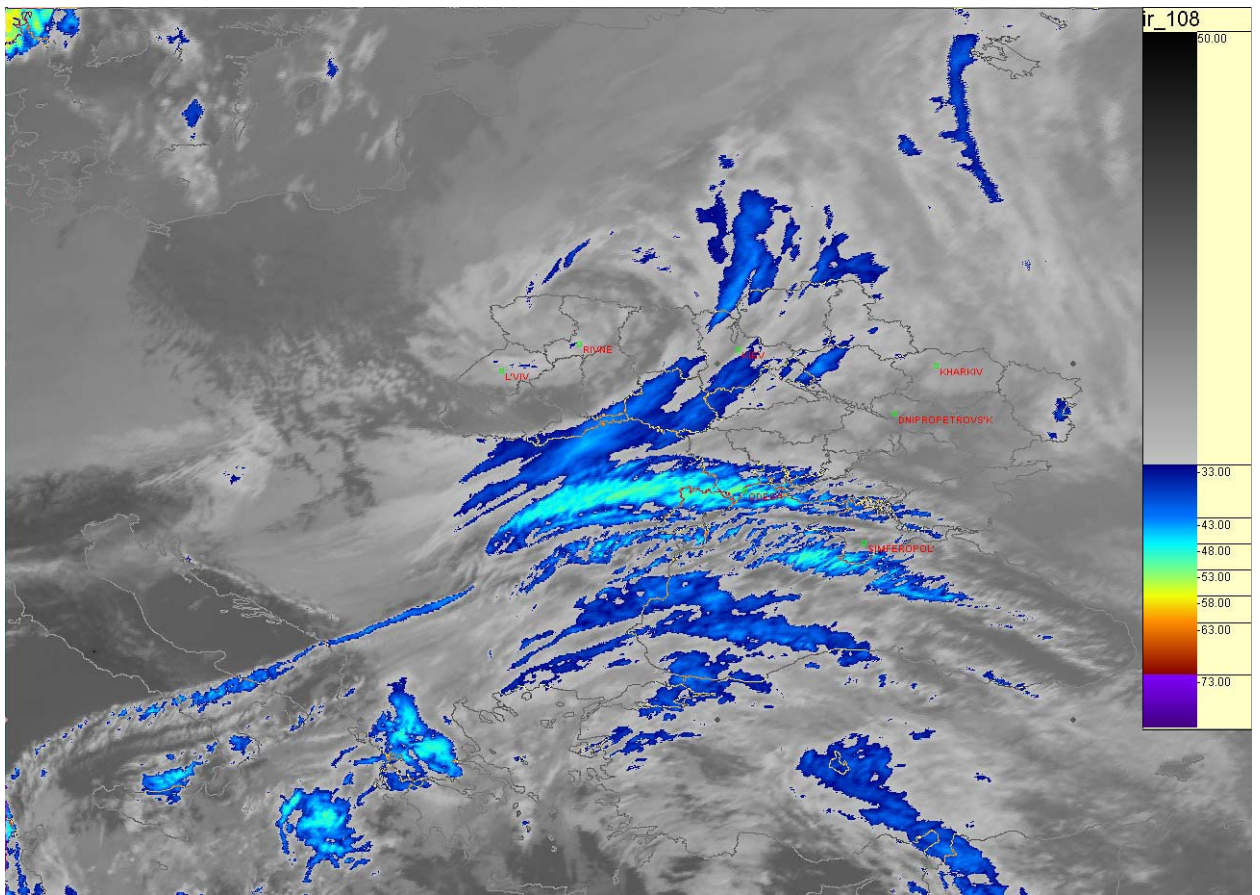
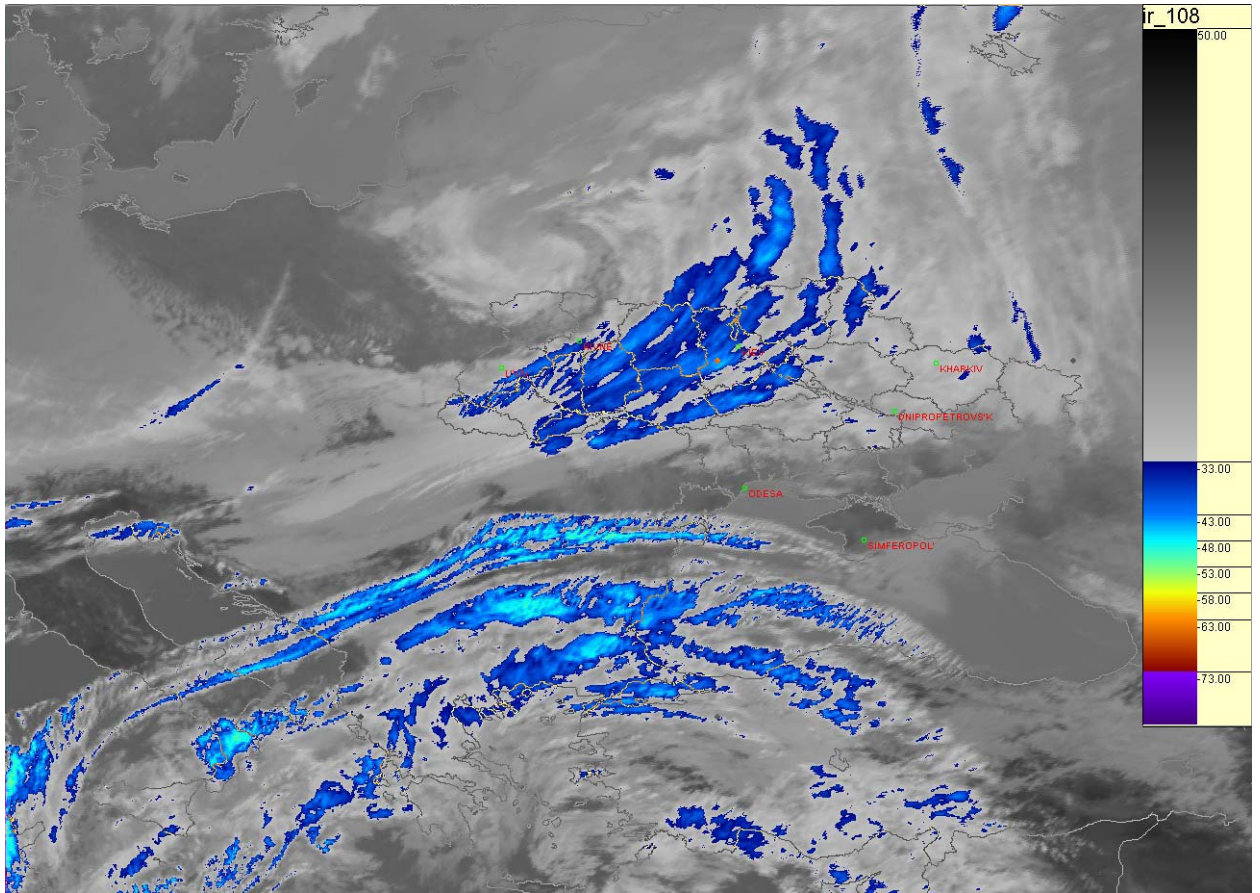


Рис. 1. Формування фронту оклюзії 11 березня: а) 11 год, б) 15 год

Квітень

Протягом місяця досить часто відмічали зливи та грози. Майже кожного дня (24 дні) фіксували розвиток купчасто-дощової хмарності (15 % усіх спостережень). Однією з головних причин розвитку конвекції було тривале стаціонування системи двох паралельних фронтів, витягнутих у широтному напрямі.

Фронтальна система I, пов'язана з північними циклонами, опускалась на південь, фронтальна система II через розвиток антициклогенезу на південному заході, півдні й південному сході розповсюджувалася на північ. На Україну мали вплив холодні fronti з хвилями обох систем. Через надзвичайно повільне зміщення в північно-східному напрямі, перебудову баричних центрів на півночі й півдні, система паралельних фронтів дещо змінювала свою конфігурацію, центри хвиль епізодично загострювались, що сприяло певному розвитку купчасто-дощової хмарності (частіше в другій половині дня).

Загалом опади, переважно зливового характеру, на території України спостерігали з 1 до 26 квітня включно. Найінтенсивніші й тривалі були 1-3, 5-9, 15-19, 21-26 квітня.

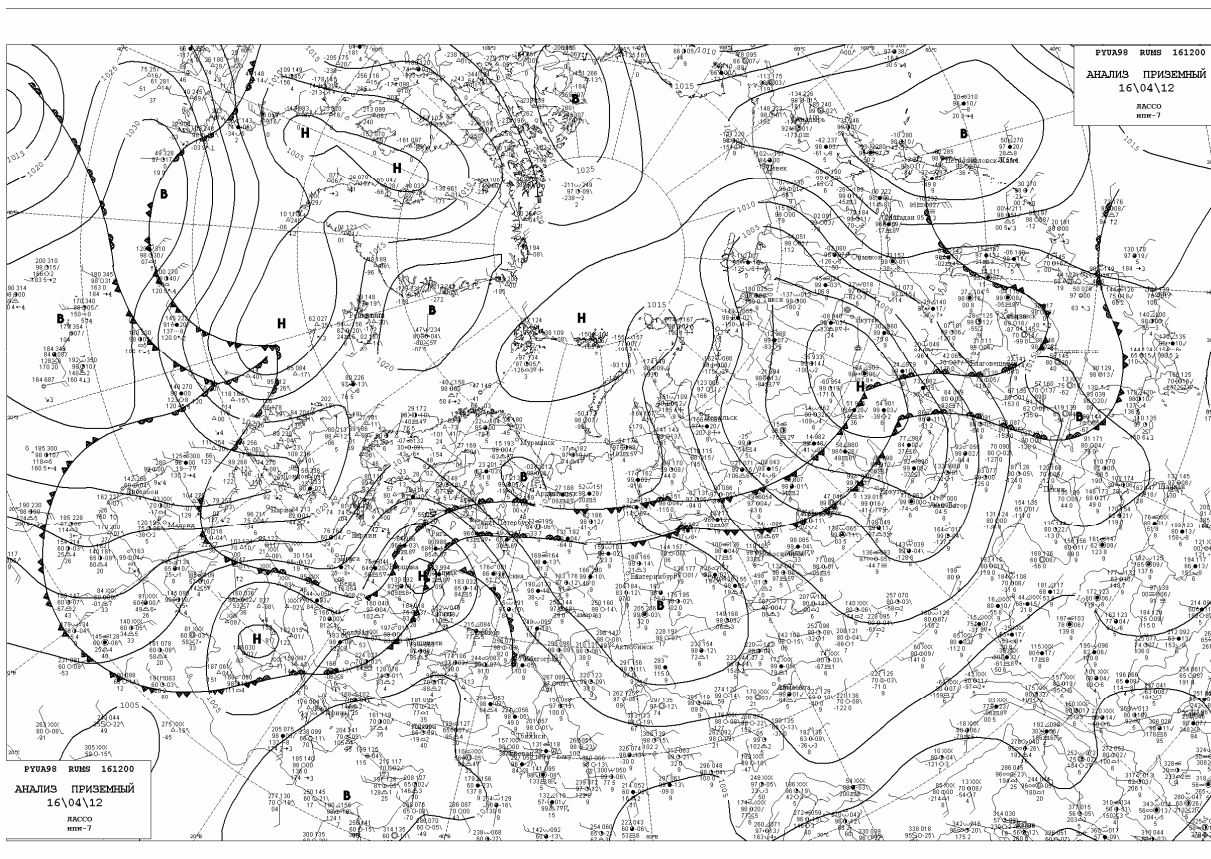


Рис. 2. Приземне баричне поле 16 квітня, 12 год

Таблиця 3

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в квітні

Дата	Тип фронту	Форма зображення	Структура фронтальної системи
1-2 IV	ХФ I	Спіраль Спіраль	Центр хвилі, холодна гілка – інтенсивні крупні осередки, $T_{\text{рад}} -53^{\circ} \text{C}$ → теплу гілку – без осередків
5-7 IV	ХФ II	Спіраль → Вихор	Тепла гілка з розрізненими осередками → у потужніші під час утворення вихору за впливом холодної гілки
8-9 IV	ХФ II й ХФ I	Спіраль	Холодна гілка (потужні осередки, $T_{\text{рад}} -58^{\circ} \text{C}$) → у центр хвилі (потужна коротка спіраль, $T_{\text{рад}} -63^{\circ} \text{C}$), далі → у широку спіраль з осередками
14 IV	ТФ II	Спіраль, малі вихори	Дуже широка, зрідка окремі ізольовані осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ} \text{C}$
15 IV	ФО II	Окремі спіралі	Довгі, потужні осередки, $T_{\text{рад}} -58^{\circ} \text{C}$
16 IV	ФО, ХФ системи II	Вихор Спіраль	Крупні осередки, $T_{\text{рад}} -33...-43^{\circ} \text{C}$ Крупні осередки – смуги, $T_{\text{рад}} -53^{\circ} \text{C}$
17 IV	Центр хвилі системи I	Вихороподіб. спіраль	Широка, крупні осередки, $T_{\text{рад}} -53^{\circ} \text{C}$
17-18	ТФ II	Спіраль	Широка суцільна, $T_{\text{рад}} -58^{\circ} \text{C}$
19 IV	ТФ й ФО системи II	Спіралі	Широкі, суцільні, вихороподібні, $T_{\text{рад}} -53...-58^{\circ} \text{C}$
20-22 IV	ФО і ХФ ТФ сист. II ФО	Спіралі	Вихороподібні, розрізнені осередки, $T_{\text{рад}} -53^{\circ} \text{C}$ та $T_{\text{рад}} -48^{\circ} \text{C}$ Широка, неоднорідна, розрізнені осередки, $T_{\text{рад}} -33...-48...-53^{\circ} \text{C}$ Широка, осередки–смуги, $T_{\text{рад}} -53^{\circ} \text{C}$
23-26 IV	ХФ, Центр хвилі, ФО сист. I	Спіралі	Однорідна, окремі осередки-смуги, $T_{\text{рад}} -48...-53^{\circ} \text{C}$. Вихороподібна спіраль, розрізнені осередки, $T_{\text{рад}} -33...-48^{\circ} \text{C}$. Вихороподібна, розрізнені осередки на теплій гілці та потужні ($T_{\text{рад}} -63^{\circ} \text{C}$) на холодній. Вихор без осередків на заході Чорного моря

Сильні опади 1-3 (особливо 1-го) зумовлено зближенням I й II систем. Улоговина циклону з Норвезького моря (висотна барика) була затиснута гребенем над Північною Атлантикою, антициклогенезом на

Середземномор'ї та гребенем над Нижнім Поволжям і Уралом. Циклон поглиблювався й опускався на південь. Проте його гальмувало поле високого тиску із заходу, півдня та сходу, що привело до зближення систем I та II.

Опади **5-9 квітня** також були зумовлені зближенням систем I й II: інтенсивний циклогенез на півночі (практично на всій північній частині півкулі), особливо поглиблюються циклонічні вихори над Норвезьким й Баренцовим морями. У цей же час посилюється антициклогенез на півдні й південному сході (над центральними районами ЄТР), в результаті улоговина орієнтується на південний захід, інтенсивність висотної фронтальної зони (ВФЗ) зростає, фронтальні системи зближуються.

15-19 квітня баричне поле під час досліджуваного періоду можна охарактеризувати як сідловину. Системи паралельних фронтів (I і II) перебували під впливом розвитку циклогенезу на північному та південному заході, висотна улоговина охопила практично всю Європу.

Обидві системи фронтів різко зближуються, тому що стрімкому зміщенню північно-західного циклону в південно-східному напрямі завадив антициклон зі сходу, що й зумовило тривалі опади (рис. 2).

З 21 до 26 червня фронтальні системи I й II зміщуються в південно-східному напрямі, чому сприяв розвиток циклонального поля на південному заході. Їх поступове зміщення спричинює зливи та грози на всій території, переважно в другій половині дня.

Структура хмарних систем центрів хвиль, теплих чи холодних гілок, фронтів оклюзії (табл. 3) дуже різноманітна: загалом переважають спіралевидні утворення, проте для центрів хвиль і фронтів оклюзії вони мають переважно вихороподібну форму (іноді навіть у вигляді вихору). Наявність різних за потужністю осередків чи смуг з $T_{\text{рад}}$ від -33° до -63° С відповідає стадії розвитку всієї хмарної системи.

Травень

Якщо наприкінці квітня над центральною та східною Європою переважало антициклональне поле, то на початку травня розвивався циклогенез, що призвело як до поглиблення й розширення циклону над північним сходом ЄТР та Західним Сибіром, так і до розвитку північно-західного циклогенезу.

Над центральними районами Арктики практично переважало антициклональне поле, тому протягом місяця серії циклонів

зароджувались й зміщувались на широті північних районів Європи та Азії.

Таблиця 4

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в травні

Дата	Тип фронту	Форма зображ.	Структура фронтальної системи
2 V	ФО	Спіраль	Окремі крупні осередки, $T_{\text{рад}} -48 \dots -53^{\circ} \text{C}$
3-4 V	ФО	Спіраль	Крупні окремі осередки, $T_{\text{рад}} -53 \dots -58^{\circ} \text{C}$
5 V	ХФ II	Спіраль	На лінії холодної гілки, окремі осередки, $T_{\text{рад}} -48 \dots -53^{\circ} \text{C}$
6 V	ХФ II	Спіраль	Біля центру хвилі, окремі осередки, $T_{\text{рад}} -48 \dots -53^{\circ} \text{C}$
7 V	ХФ II	Смуга	Вузька, розрізнені окремі осередки, $T_{\text{рад}} -48 \dots -53^{\circ} \text{C}$
	ТФ I	Спіраль	Вихороподібна, крупні безформні осередки, $T_{\text{рад}} -43 \dots -48^{\circ} \text{C}$
8 V	ТФ I	Спіраль	Широка, крупні осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ} \text{C}$
	ХФ II	Смуга	Крупні розрізнені осередки, $T_{\text{рад}} -63^{\circ} \text{C}$
9 V	ХФ II	Смуги	На лінії фронту, осередки різного розміру, $T_{\text{рад}} -63^{\circ} \text{C}$
13 V	Центр хвилі системи I	Спіраль	Широка на теплій гілці, смуги в центрі спіралі, $T_{\text{рад}} -33 \dots -43^{\circ} \text{C}$,
		Смуга	на холодній – окремі невеликі осередки, $T_{\text{рад}} -43 \dots -48^{\circ} \text{C}$
14 V	Вт.ТФ	Спіраль	Незначні невеликі осередки
15 V	ФО	Спіраль	Вихороподібна, крупні осередки, $T_{\text{рад}} -63^{\circ} \text{C}$
16-17 V	Тепла гілка ФО ФО	Спіраль Вихор	Широка, окремі осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ} \text{C}$ Крупні потужні осередки (смуги), $T_{\text{рад}} -63^{\circ} \text{C}$
18-20 V	ТФ системи I	Спіраль	Тепла гілка, окремі розрізнені осередки, $T_{\text{рад}} -58^{\circ} \text{C}$
23-24 V	Центр хвилі системи I	Спіраль	Широка вихороподібна, багато окремих осередків, $T_{\text{рад}} -48 \dots -53 \dots -63^{\circ} \text{C}$
25-26 V	ТФ → Центр хвилі сист. I	Спіраль	Вихороподібна, широка, окремі групи осередків, $T_{\text{рад}} -33 \dots -53^{\circ} \text{C}$
28-29 V	ФО	Спіраль	Вихороподібна, широка, неоднорідна, дрібні ($T_{\text{рад}} -43^{\circ} \text{C}$) та крупні ($T_{\text{рад}} -53^{\circ} \text{C}$) осередки
30-31 V	ХФ системи I	Спіраль	Дуже неоднорідна, багато дрібних розрізнених осередків, $T_{\text{рад}} -48 \dots -53^{\circ} \text{C}$

Далі на південь по чергово розвивалась циклонічна (зумовлювала опади) чи антициклоніальна діяльність: у першій декаді спочатку розвивався циклогенез над Європою, проте з її середини над південними районами вже встановлювалось антициклоніальне поле, яке розповсюджувалось на центральні та східні райони.

Із середини другої декади антициклоніальне поле було зруйновано розвитком циклогенезу над південним заходом та півднем і на початку третьої декади циклонічна діяльність панувала над Європою. Далі до кінця декади знову по чергово спостерігали розвиток антициклоніальної чи циклонічної діяльності над південно-західними й південними районами Європи.

Всі опади були переважно зливого характеру з інтенсивною грозовою діяльністю (табл. 4), тому переважали крупні інтенсивні осередки ($T_{\text{рад}}$ до -63°C).

Червень

Фронтальні хмарні системи, що зумовлювали опади та грозову діяльність на території України, спостерігали 1-7, 9-15 та 25-29 червня.

Як і в травні, на півночі Європи (Арктика) переважало антициклоніальне поле, тому циклони зароджувались південніше (північ Атлантики) й зміщувались у південно-східному напрямі, проте їх зміщенню та впливу на погодні умови в Україні суттєво перешкоджав розвиток антициклогенезу на південному заході й півдні та його подальше розповсюдження на схід.

Характерними ознаками висотного баричного поля можна вважати: **1-7 червня** – центр циклону над Баренцовим морем, улоговина розповсюджується через Україну на схід Середземного моря, де формується вторинний циклон. Такий стан узгоджується з першим еталоном у [2]; **9-15 червня** – центр циклону над Норвезьким морем, улоговина над центральними районами Європи до півдня Італії, над сходом Середземного моря – антициклоніальне поле; **25-29 червня** – центр циклону над о. Шпіцберген, улоговина від Скандинавії до Туреччини, з формуванням на початку періоду вторинних циклонів над Прибалтикою й Чорним морем (на півдні Туреччини антициклоніальне поле).

За супутниковими спостереженнями (табл. 5) форма хмарних утворень у червні була переважно у вигляді спіралей, у дні з особливо

сильними опадами вони мали вихороподібну структуру з $T_{\text{рад}}$ від -53° до -58° С (1-2, 25-26 червня), крупні інтенсивні осередки мали $T_{\text{рад}}$ -63° С.

Таблиця 5

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в червні

Дата	Тип фронту	Форма зображ.	Структура фронтальної системи
1-2 VI	ТФ I	Спіраль	Вихороподібна, суцільна, вузька, $T_{\text{рад}}$ -53° С
3-4 VI	ТФ I	Спіраль	Однорідна, зрідка осередки з $T_{\text{рад}}$ -48° С
4 VI	ТФ II	Спіраль	Рідкі інтенсивні осередки, $T_{\text{рад}}$ -63° С
5-6 VI	ТФ I	Спіраль	Центр хвилі, широка однорідна з окремими крупними осередками з $T_{\text{рад}}$ -63° С
6 VI	ТФ I, ХФ II	Спіраль	Неінтенсивні осередки → крупні, $T_{\text{рад}}$ -58° С
7 VI	ХФ I	Спіраль	Центр хвилі, широка з крупними осередками, $T_{\text{рад}}$ -58° С
9-13 VI	ХФ II	Спіралі	Широкі неоднорідні, окремі крупні осередки, $T_{\text{рад}}$ від -53° до -63° С
14-15 VI	ХФ I	Спіраль	Вузька неоднорідна, суцільні невеликі смуги осередків
	Вт. ХФ	Спіраль	Коротка, окремі розрізнені смуги осередків, $T_{\text{рад}}$ -43° С
25-26 VI	ХФ I	Спіраль	Вихороподібна, суцільна, довгі смуги крупних осередків, $T_{\text{рад}}$ від -53° до -58° С
27-28 VI	Вт. ХФ	Смуги	Короткі, зрідка невеликі осередки, $T_{\text{рад}}$ -48° С

Липень

Загалом протягом місяця через територію України проходило вісім фронтальних систем. Характерною рисою цих систем було їх зміщення переважно з південною складовою і вони викликали зливи, грози, іноді слабкий град. Опади (зливи, зрідка дощ), грози зі зливами або без них фіксували майже щодня, проте їхній розподіл був нерівномірним по території: на заході 23 дні, на півночі – 15, півдні – 13, сході – 11, найменше в центрі – 7 днів. Вони переважно були зумовлені розвитком купчасто-дошової хмарності (29 днів, 19 % усіх спостережень).

Приземне баричне поле в першій половині місяця характеризувалося гребенем над Атлантикою, малоградієнтним над Європою, циклональним на півночі й частково на півдні. У другій

половині липня гребінь з Атлантики вже розповсюджується в східному напрямі, тобто над Європою, циклональне поле зберігає практично своє положення. Через антициклогенез над Європою північні циклони повільно зміщуються в південно-східному напрямі (за межами України).

Хмарні системи, що спричинювали опади на території України, пов'язані з циклонічною діяльністю в південних районах. В основному впливали холодні та теплі гілки холодного фронту з хвилями системи І, які через поперемінний розвиток циклогенезу з півночі та антициклогенезу з півдня загострювались, змінювали напрям руху та іноді стаціонували.

Таблиця 6

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в липні

Дата	Тип фронту	Форма зображення	Структура фронтальної системи
3-5 VII	ФО	Спіраль	Вузька, окремі невеликі осередки, $T_{\text{рад}}$ від -43° до -48° С
6-8 VII	ФО	Спіраль	Розрізнені невеликі осередки, $T_{\text{рад}}$ від -48° до -53° С
9-13 VII	ХФ І	Спіралі	Фронт мігрує від холодної гілки до центру хвилі. Структура спіралей з часом змінюється: від неоднорідних з невеликими осередками до рідких крупних осередків або коротких смуг, $T_{\text{рад}}$ від -48° до -53° С
15-17 VII	ХФ І	Спіраль	Холодна гілка змінюється центром хвилі, далі наступна холодна гілка: неоднорідна з рідкими невеликими осередками й смугами → крупні осередки, далі неоднорідна з невеликими осередками, $T_{\text{рад}}$ від -43° до -53° й до -48° С
17-18 VII	Вт. ХФ	Окремі смуги	Неоднорідне поле, зрідка невеликі осередки, $T_{\text{рад}}$ від -33° до -43° С
19 VII	ТФ І	Спіраль	Широка з окремими крупними осередками, $T_{\text{рад}}$ від -48° до -53° С
21-22 VII	Різні ділянки ТФ І	Спіраль	Вплив теплої гілки, поблизу центру хвилі: широка суцільна з крупними осередками, $T_{\text{рад}}$ від -48° до -53° С
29-31 VII	Різні ділянки ХФ І	Спіраль	Холодна гілка → до центру хвилі та теплої гілки. Широка, крупні осередки → крупні смуги, $T_{\text{рад}}$ до -53° С. На теплій гілці невеликі розрізнені осередки, $T_{\text{рад}}$ до -43° С

Антициклональне поле над Європою більш розвинене й поширене, ніж у червні, а над Арктикою навпаки.

Структура баричного поля відносної топографії 500/1000 гПа та його зміни протягом липня були такими: на початку місяця ВФЗ була зосереджена в північних районах півкулі і з нею пов'язана фронтальна система I. Головними баричними центрами були циклони над Норвезьким морем й морем Лаптевих та гребінь над півднем Західної Європи.

Поступово (до середини місяця) циклони поглиблювались, а ВФЗ зміщувалась на південь. Гребінь також розвивався й розповсюджувався на північний схід. Це призвело до «розділення» ВФЗ (її інтенсивних частин): одна над Західною Європою (особливо інтенсивна), друга – над Західним Сибіром, гребінь охопив східну частину ЄТР. Такий стан призвів до загострення центрів хвиль системи I, звуження теплих секторів (певні ділянки системи приймали меридіональний орієнтир).

У третій декаді (до її середини) зріс антициклогенез на півдні Європи, почав розвиватись гребінь над Атлантикою. ВФЗ розташувалась північніше Великобританії. Загалом ВФЗ почала зміщуватись на північ та зменшувати свою інтенсивність. У кінці липня посилилась циклонічна діяльність над Північним Льодовитим океаном, інтенсивність ВФЗ збільшилась (особливо над північними районами Європи), проте розвивався й розповсюджувався в північному напрямі гребінь (по лінії Одеса-Мурманськ). Епізодично були узгодження з еталоном липня в [2]. Як і в червні, переважала форма хмарних утворень у вигляді спіралей (переважно з $T_{\text{рад}}$ від -48° до -53° С, табл. 6).

Серпень

У серпні грозову діяльність зі зливами чи дощем, зумовленими впливом фронтальних хмарних систем, спостерігали: 1-5, 9-10, 12-17, 20-21, 23-26, 26-30.

Циклонічна діяльність на півночі Європи, що посилилась в кінці липня, поступово (протягом першої декади серпня) слабшала. Висотна фронтальна зона, що мала коливальний характер розповсюдження, набувала широтної орієнтації й зменшувала свою інтенсивність (через розвиток антициклогенезу над центральними районами), проте іноді за інтенсивним розвитком гребенів із заходу та сходу щодо улоговини, вона звужувалась і набувала меридіонального характеру.

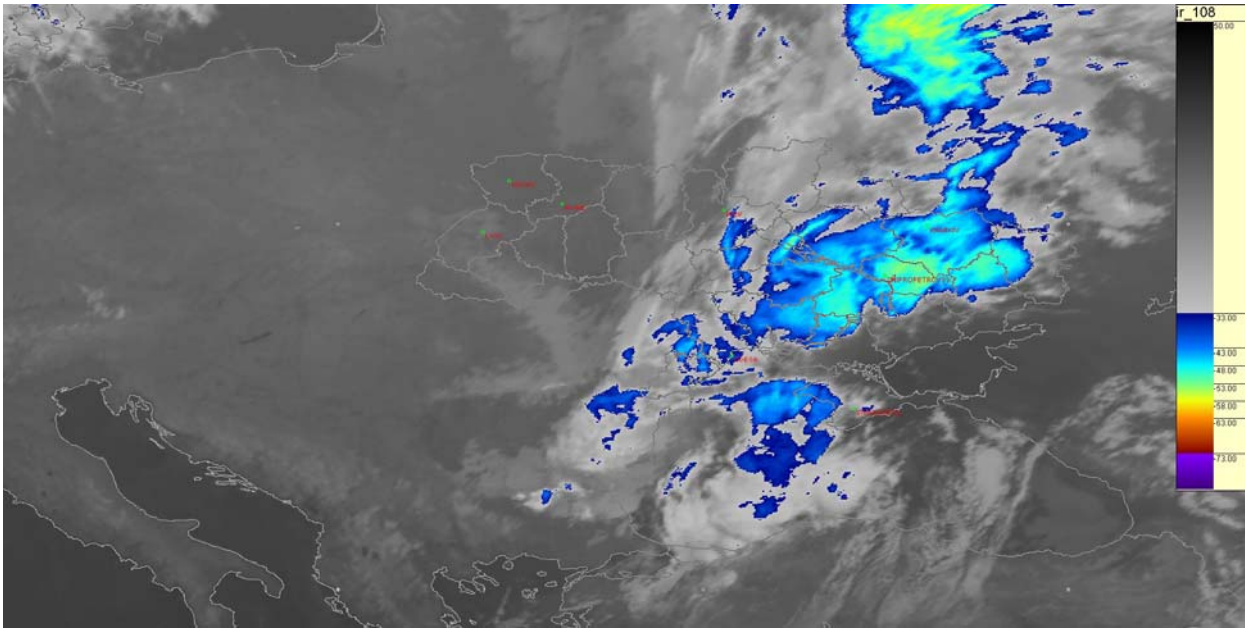


Рис. 3. Утворення вихору на півдні (Одеська обл., Крим) 28 серпня 03 год

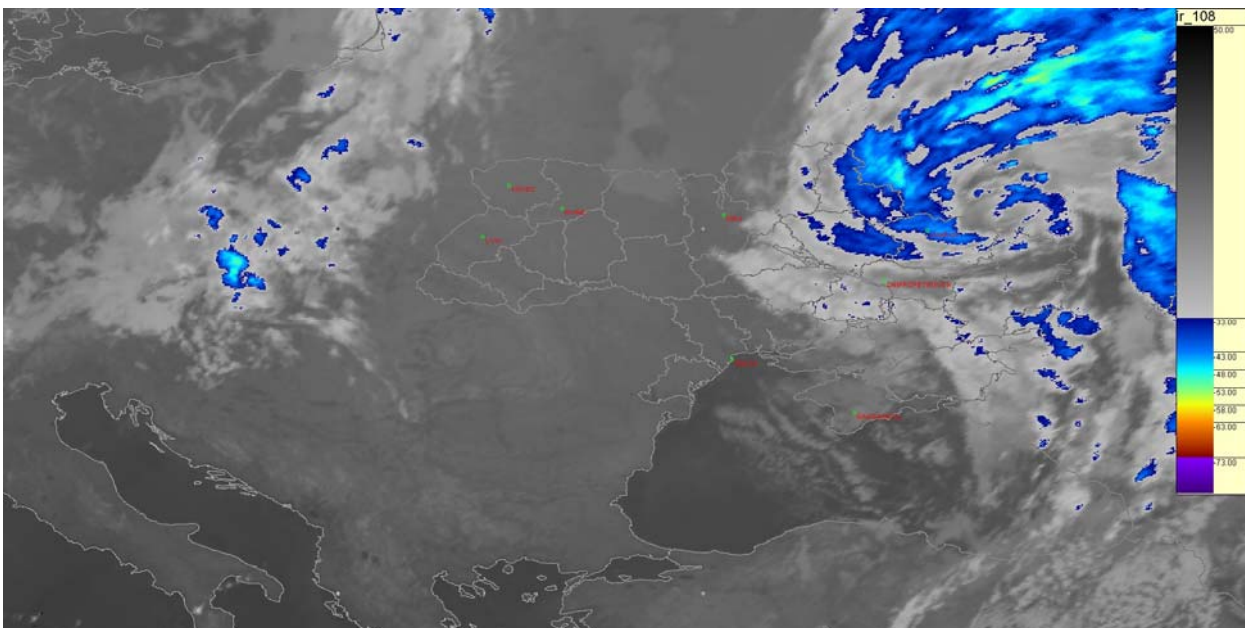


Рис. 4. Утворення вихору на північному сході (Чернігівська, Сумська обл.) 29 серпня 03 год

У приземному полі антициклон, що займав майже всю центральну частину Європи, зменшувався й зміщувався на північний схід (Карське море). Це зумовило розвиток циклогенезу в напрямі Великобританія → Каспійське море. Також були сприятливі умови для розвитку циклонічної діяльності на півдні (Туреччина, схід Чорного моря). Сильні опади **12-13** (вся територія України) та **14-15 серпня** (західні й північні райони)

зумовлені розвитком циклону над сходом Чорного моря; на його повільне зміщення на північ (стаціонавання) впливав антициклон над Скандинавією.

Таблиця 7

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в серпні

Дата	Тип фронту	Форма зображення	Структура фронтальної системи
1-5 VIII	Різні ділянки ХФ I	Різного розміру неоднорідні спіралі	Почергова зміна впливу центру хвилі на вплив холодної чи теплої гілок. Структура: від розрізнених невеликих осередків з $T_{\text{рад}} -43^{\circ}\dots-48^{\circ}\text{C}$ до крупних безформних з $T_{\text{рад}} -53^{\circ}\dots-58^{\circ}\text{C}$
9-10 VIII	ХФ I (за хол. гілкою)	Спіраль	Вузька, окремі осередки у вигляді розрізнених смуг, $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$
12-13 VIII	ТФ I	Спіраль	Від невеликих осередків ($T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$) до дуже крупних ($T_{\text{рад}} -53\dots-58^{\circ}\text{C}$), далі → крупну широку смугу
14-15 VIII	Гальмування циклону	Вихор	Потужна смуга значно розширюється, осередки зменшуються, створюється однорідний вихор (без осередків)
16-17 VIII	ФО ТФ I	Вихор Спіраль	Неоднорідна вихороподібна структура, зрідка невеликі осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$ Вузька, невеликі осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$
20-21 VIII	ТФ I ХФ I	Спіраль Спіраль	Вузька з крупними осередками, $T_{\text{рад}} -58^{\circ}\text{C}$ Вузька, окремі осередки, $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$
23-26 VIII	ФО ХФ I й ТФ I	Почергово вузькі та широкі спіралі	На ФО та теплих гілках вузькі спіралі, розрізнені осередки, $T_{\text{рад}} -48\dots-53\dots-58^{\circ}\text{C}$ На холодних гілках широка структура, крупні осередки з $T_{\text{рад}} -63^{\circ}\text{C}$, іноді суцільні смуги, $T_{\text{рад}} -53^{\circ}\text{C}$
27-29 VIII	Зближення систем I й II. Вплив ХФ I, ТФ II, центрів хвиль	Спіралі, Вихори над пд. заходом (Одеська обл) та пн. сходом (Чернігів. обл)	27-го: широка, крупні осередки, $T_{\text{рад}} -58^{\circ}\text{C}$, смуги $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$. Вихор $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$. 28-го: широка, круп. осередки $T_{\text{рад}} -53^{\circ}\text{C}$ 29-го: широка, окремі осередки $T_{\text{рад}} -48^{\circ}\text{C}$. Вихор $T_{\text{рад}} -53^{\circ}\text{C}$

Із середини серпня знову почався розвиток антициклогенезу над заходом і центром Європи (це сприяло зближенню систем I й II та опадам і грозам **16-17 серпня**). До кінця серпня інтенсивна циклонічна діяльність над сходом Чорного моря й Кавказом сприяла з'єднанню цієї депресії з

циклоном над північними районами ЄТР й зумовила сильні опади з грозами **27-29 серпня** та утворенню 2-х вихорів на півдні та сході України (Одеса ~ Суми), рис. 3, 4.

Порівняно з червнем та липнем циклонічна діяльність у серпні, незважаючи на антициклогенез, інтенсивніша. Дані табл. 7 свідчать, що хоча й переважала спіралевидна форма хмарних угруповань із крупними осередками, проте достатньо утворювалось і вихорів ($T_{\text{рад}} -43^{\circ} \dots -58^{\circ} \text{C}$).

Всі опади й грози в серпні переважно були зумовлені дією системи І, яка була розташована на півдні висотної фронтальної зони. Сама ВФЗ змінювала свою конфігурацію під впливом почергового розвитку інтенсивної циклонічної діяльності над Баренцовим та Норвезьким морями. Улоговини цих циклонів розповсюджувалися до Середземного моря та півдня Туреччини (узгоджується з [2]). Блокуючий вплив на зміщення улоговин здійснювали два гребені: над південним заходом Європи та півднем ЄТР.

Вересень

Дощі, зливи, грози на території України були зумовлені утворенням чи проходженням хмарних систем протягом 4, 6-7, 8-9, 14-16, 19-22, 25-26 й 30 вересня.

У першій декаді розвивався циклогенез на північному заході й півночі (циклон з Ісландії, за ним другий з Північного моря) зі зміщенням у південно-східному напрямі. Це зміщення гальмувалося антициклонами, що розповсюдились південніше в широтному напрямі. Розвиток цих циклонів спричинив сильні опади. Такий стан практично зберігався і в другій декаді, за винятком, коли над Італією в середині декади утворився циклон, який на певний час послабив антициклональне поле та зміг взаємодіяти з циклоном на півночі, що також сприяло розвитку опадів. Антициклональне поле знову поновилося, проте було менш тривалим. На початку третьої декади фронтальна система І активізувалась через незначне зміщення на південь циклону з півночі.

Поступово антициклональне поле зміщувалося на південь, а в цих районах (захід Атлантики) формувалися один за одним два циклони, поглиблювалися та зміщувалися в східному напрямі. Їх шлях блокується антициклоном зі сходу, що спричинило зливи та грози на всій території України, крім півдня та сходу. У кінці третьої декади антициклональне поле зайняло своє попереднє положення, змушуючи циклони рухатись на

північ. Висотна фронтальна зона відповідала розвитку та зміщенню циклонів. Причиною сильних опадів було загострення фронтальних систем внаслідок гальмівного руху циклонів.

Загалом опади протягом вересня були зумовлені дією серії циклонів з північного заходу, зміщення яких блокувалось антициклонами з заходу та півдня. Це активізувало фронтальні розділи системи I. Форма хмарних угруповань за супутниковими спостереженнями переважно була у вигляді спіралей з $T_{рад}$ до $-53...-58^{\circ}C$, табл. 8.

Таблиця 8

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями у вересні

Дата	Тип фронту	Форма зображ.	Структура фронтальної системи
4 IX	ХФ I	Спіраль	Однорідна, майже суцільні смуги, $T_{рад} -48^{\circ}C$
6-7 IX	Центр хвилі системи I	Спіраль	Довга, широка, окремі осередки, $T_{рад} -48^{\circ}C$
7-9 IX	ХФ→ТФ→ХФ системи I	Спіралі	Однорідна, рідко незначні смуги з $T_{рад} -33...-43^{\circ}C$ → широка однорідна без осередків → вузька без осередків
14-16 IX	ХФ → центр хвилі (тепла гілка) → (холодна гілка) системи I	Спіраль	Вузька однорідна, окремі смуги, $T_{рад} -33...-43^{\circ}C$ → широка, смуга осередків, $T_{рад} -53...-58^{\circ}C$ → однорідна, зрідка осередки, $T_{рад} -43...-48^{\circ}C$
19-21 IX	ХФ → центр хвилі (тепла гілка)	Спіраль	Широка однорідна, рідкі крупні осередки, $T_{рад} -43...-53^{\circ}C$ → велика суцільна смуга, $T_{рад} -43...-48^{\circ}C$
21-22 IX	Центр хвилі системи I й ФО	Вихор	Окремі крупні осередки, $T_{рад} -58^{\circ}C$ → розрізнені осередки, $T_{рад} -48^{\circ}C$
25-26 IX	ТФ системи I	Спіраль	Коротка широка, крупні осередки, $T_{рад} -48...-53^{\circ}C$

Жовтень

У жовтні, як і в попередні місяці, також фіксували розвиток купчасто-дощової хмарності. Протягом 27 днів, тобто майже кожного дня, були умови (нестійкість атмосфери) для утворення цих хмар (15 % усіх спостережень). Опади, переважно зливого характеру (іноді з грозою), спостерігали практично щодня.

Загальна картина приземного баричного поля на початку місяця така: циклонічне поле на північному заході та півночі Європи, західні та центральні райони – антициклональне, на півдні – не інтенсивне циклонічне. Практично до середини місяця активізувалася циклонічна діяльність на півночі (серії циклонів), витісняючи на південь антициклональне поле. Проте на кінець другої декади й початок третьої воно займає своє попереднє положення. Саме тоді почала розвиватись циклонічна діяльність на півдні (захід Атлантики та Середземне море). У середині третьої декади циклони панували над Європою, особливо активна циклонічна діяльність – на сході Середземного моря. Висотна фронтальна зона мала коливальний характер, заглиблення улоговин відповідало розвитку циклонів.

Дуже сильні опади виникали через стаціонавання північно-західного циклону або зближенню та сумісній дії фронтальних систем I й II внаслідок утворенню та розвитку ще й південно-західних циклонів. Наприклад, **7-9 жовтня** зливи із грозами фіксували спочатку (7 жовтня) на заході й півночі, 8-го на всій території, 9-го – у центрі, на сході та півдні.

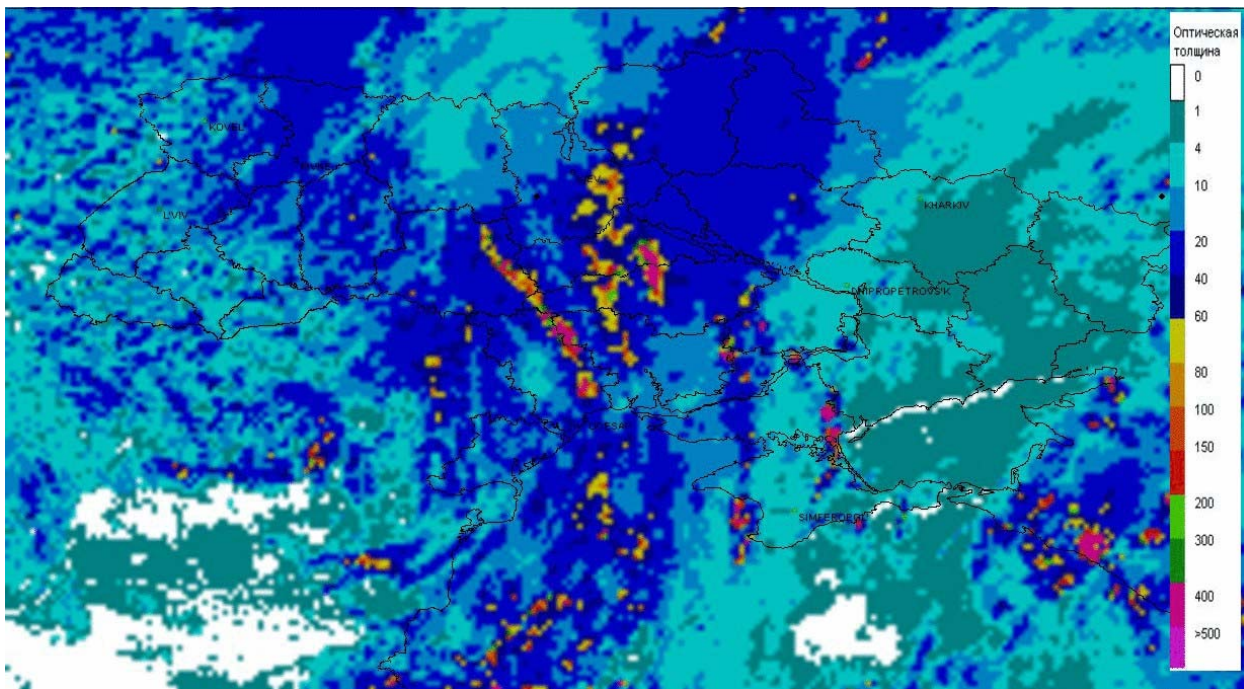


Рис. 5. Оптична щільність хмар 8 жовтня, 12 год

Такі сильні опади й грози, особливо 8 жовтня, були зумовлені зміщенням циклону з Північного моря в південно-східному напрямі та

подальшим його стаціонаванням. Циклон практично змістив антициклон з центральної Європи на Нижнє Поволжя, проте був затиснутий антициклонами з Атлантики та зі сходу. У центральних районах України випадали надзвичайно сильні дощі з крупним градом (8 жовтня, Кіровоград), про що свідчать дані оптичної щільності хмар: три смуги з оптичною щільністю > 500 (рис. 5).

Висотна улоговина розповсюдилась до північних районів Африки, а фронтальна система I до Чорного моря.

Таблиця 9

Характеристика структури фронтальних хмарних систем за супутниковими спостереженнями в жовтні

Дата	Тип фронту	Форма зображення	Структура фронтальної системи
1-3 X	Центр хвилі системи I, ТФ → ХФ	Спіраль	Широка однорідна, осередки як смуги, $T_{рад} -33...-43^{\circ}C$ → неоднорідну коротку, розрізнені осередки, $T_{рад} -48...-63^{\circ}C$
3-4 X	ФО системи I	Спіраль	Неоднорідна широка, окремі крупні осередки з $T_{рад} -43...-53^{\circ}C$ та невеликі розрізнені, $T_{рад} -33...-43^{\circ}C$
5 X	Центр хвилі системи I, ХФ → ТФ	Спіралі	Чітка вузька з осередками (тонкі смужки, $T_{рад} -33^{\circ}C$) → широку неоднорідну без осередків
7-9 X	ХФ → центр хвилі → ХФ системи I	Спіралі	Довга вузька → у широку, крупні осередки з $T_{рад} -58^{\circ}C$
11 X	Вт. ХФ	Спіраль	Вузька, осередки-смуги, $T_{рад} -48^{\circ}C$
12- 15 X	Різні ділянки ТФ системи I	Спіраль	Широка однорідна, від розрізнених до крупних осередків $T_{рад} -33...-48^{\circ}C$
16- 17 X	ТФ сист. II → центр хвилі	Спіраль → невел. вихор	Широка, майже суцільна, $T_{рад} -43...-48^{\circ}C$
18- 19 X	Центр хвилі системи II	Вихор	Маленький осередок з $T_{рад} -33^{\circ}C$
22- 24 X	Центр хвилі сист. I (тепла гілка)	Широке поле	Однорідне, без виражених осередків
25- 26 X	ХФ й ФО системи I	Спіраль	Широка, окремі осередки, $T_{рад} -43...-48^{\circ}C$
27- 31 X	Зближення систем I й II, вплив теплих і хол. гілок обох систем	Спіраль → вихор	Широкі довгі смуги та крупні суцільні осередки в центрах, $T_{рад} -53...-58...-63^{\circ}C$

На територію України в досліджуваний період впливав холодний фронт з хвилями (7-го й 8-го поблизу лінії фронту та центру хвиль системи I). Через значну нестійкість атмосфери хмарні утворення в жовтні мали крупні осередки й навіть вихороподібну структуру з $T_{\text{рад}}$ до $-58\dots-63^{\circ}\text{C}$ (табл. 9).

Висновки

Головною причиною утворення тривалих сильних опадів та гроз на території України в різні сезони 2012 р. була інтенсифікація фронтальної діяльності внаслідок блокування руху циклонів антициклональним полем.

Завдяки посиленню антициклонального поля та його розповсюдженню в просторі прояв блокування визначався в:

а) звуженні висотної улоговини над центральною чи східною Європою, розповсюдженні її на південь, утворенні стаціонарних вторинних циклонів на її периферії,

б) зближенні планетарних фронтальних систем I й II та взаємодії циклонічного поля на півночі й антициклонального на півдні,

в) об'єднанні циклонів з північною та південною складовою руху та подальшому стаціонуванні.

За супутниковими спостереженнями форми фронтальних хмарних систем безпосередньо в ході перетину території України переважно мали спіралевидний характер, менше як вихори чи смуги. Будь-яка хмарна система, зміщуючись, весь час динамічно змінювалась: розвивалась (тобто осередки укрупнювались) чи дисипіювала (розпад крупних осередків на дрібні чи взагалі їх зникнення). Певної переважної форми осередки не мали.

Форми хмарних утворень були однорідними й широкими переважно за проходженням теплих фронтів, широкими й часто неоднорідними – за фронтами оклюзії, вузькими з осередками у вигляді смуг – за холодними фронтами.

Інтенсивність осередків (за радіаційною температурою) була різною: за розвитком осередків вона була в межах від -48 до $\sim -58^{\circ}\text{C}$, іноді до $\sim -63^{\circ}\text{C}$, за розпадом $-33 \sim -43^{\circ}\text{C}$.

Супутникові знімки хмар та їх верхньої межі на великому просторі (кожні 15-30 хв) дають змогу уточнити положення фронтів, напрям руху й структуру хмарного поля, наявність та розвиток крупних осередків, які спричиняють небезпечні явища. Аналіз цих даних дає можливість

уточнювати прогноз погоди, визначати зони розвитку грозових хмар, а також оцінювати ймовірність випадання тривалих опадів.

* *

1. *Заболоцька Т.М., Шпиталь Т.М.* Кліматичні зміни повторюваності основних форм хмар // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2011. – № 261. – С. 87-105.
2. *Мартазінова В.Ф., Іванова О.К., Олексієнко І.М.* Можливість довгострокового прогнозу зливових опадів на території України // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2009. – № 258. – С. 57-68.

*Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ*

Т.Н. Заболоцкая, Т.Н. Шпиталь

Характеристика условий развития затяжных ливней и гроз в разные сезоны года

Определены наиболее типичные условия формирования затяжных ливней и интенсивной грозовой деятельности, обусловленных развитием кучево-дождевой облачности при прохождении фронтальных систем в марте-октябре 2012 г. по данным наземных и спутниковых наблюдений.

Ключевые слова: кучево-дождевое облако, ливень, гроза, высотная фронтальная зона, гребень, ложбина, циклон, антициклональное поле, стационарирование, наземные и спутниковые наблюдения.

T. Zabolotska, T. Shpital

Characteristic of development conditions of heavy showers and thunderstorms in different seasons

More typical conditions of heavy shower and thunderstorm formation caused development of cumulonimbus on frontal cloud systems have been defined during March – October 2012 by principal synoptic and satellite observations.

Keywords: cumulonimbus, shower, thunderstorm, upper frontal zone, high, depression, cyclone, high pressure field, stationary, satellite observations.