

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Сильні та надзвичайні опади над Одеською областю

Виконала студентка 2 курсу групи МЗМ-19  
спеціальності 103 - «Науки про Землю»  
Султан Юлія Сергіївна

---

Керівник к. геогр. н., доцент  
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

Рецензент д.геогр.н., професор  
Ляшенко Галина Віталіївна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 «Науки про Землю»  
(шифр і назва)  
Освітня програма Метеорологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

26 жовтня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Султан Юлії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Сильні та надзвичайні опади над Одеською областю  
керівник роботи Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна к. геогр. н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом закладу вищої освіти № 124-С від 16 жовтня 2020 р.
2. Строк подання студентом роботи 7 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до роботи 1. Дані восьми-строкових метеорологічних спостережень на метеостанціях Одеської області з 2010 по липень 2020 рр. 2. Синоптичні карти з архіву АРМСин, супутникові знімки. 3. Календар зміни ЕЦМ
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд літературних джерел за темою дослідження та аналіз багаторічного режиму формування сильних опадів над Україною. 2. Аналіз повторюваності сильних та надзвичайних опадів на станціях Одещини за 2010-2020 р.р. 3. Характеристика синоптичних умов утворення сильних та надзвичайних опадів. 4. Встановлення сучасних циркуляційних умов посилення опадів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) Рис. 1.1– карта розподілу середньомісячних опадів в Україні. Рис. 2.1-2.2 –карта розташування пунктів дослідження та повторюваності сильних та надзвичайних опадів в Одеській області. Рис. 3.1-3.40 – синоптичні карти то світлини збитку від сильних опадів. Рис. 3.41-3.44 – траєкторії пересування циклонів, що призвели до посилення опадів. Рис. 3.45-3.49 - повторюваність елементарних циркуляційних механізмів та їх схеми, напрямок вітру на станціях Одеської області.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	<i>Вивчення літературних джерел за темою дослідження</i>	26 жовтня 2020 р.	95	відмінно
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
3.	<i>Визначення сучасного режиму сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю за період 2005-2020 рр.</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
4.	<i>Аналіз синоптичних умов формування сильних та надзвичайних опадів в Одеській області</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
5.	<i>Характеристика циркуляційних умов утворення сильного вітру над Одеською областю</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
6.	<i>Рубіжна атестація</i>	17.11.2020		
7.	<i>Визначення циркуляційних типів, сприятливих утворенню сильних та надзвичайних опадів</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
8.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
9.	<i>Оформлення магістерської роботи.</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
10.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.</i>	грудень 2020	95	відмінно
11.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	8-10.12.2020		
12.	<i>Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.</i>	грудень 2020		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>95</b>	<b>відмінно</b>

Студент

\_\_\_\_\_ Султан Ю.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Семергей-Чумаченко А.Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Тема:** «Сильні та надзвичайні опади над Одеською областю»

**Автор:** Султан Юлія Сергіївна

**Актуальність** визначається необхідністю виявлення причин виникнення сильних та надзвичайних опадів, які можуть завдавати значної шкоди сільському господарству та іншим галузям економіки.

Вивчення формування сильних та надзвичайних опадів важливо для міста Одеса, тому що внаслідок стихійних явищ в місті виникає надзвичайна ситуація, порушення руху автотранспорту, підтоплення вулиць та житлових будинків, пошкодження каналізаційних люків та ліній електропередач.

**Мета дослідження** – визначення сучасного режиму утворення сильних та надзвичайних опадів на території Одеської області, виявлення синоптичних та циркуляційних умов, які сприяли їх утворенню та посиленню.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі **задачі**:

- визначений сучасний режим сильних та надзвичайних опадів над територією Одеської області за період 2010-2020 рр.;
- визначення сприятливих синоптичних умов для утворення сильних та надзвичайних опадів умов та циркуляційних типів.

**Об'єкт дослідження** – сильні та надзвичайні опади над територією Одеської області.

**Предмет дослідження** – характеристики режиму та умов утворення сильних та надзвичайних опадів над територією Одеської області.

**Методи дослідження** –

- Просторово-часове узагальнення даних метеорологічної інформації;
- Синоптичний аналіз.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

В даній роботі *вперше* для території Одеської області

- визначений сучасний режим сильних та надзвичайних опадів над територією Одеської області;
- виявлені синоптичні умови формування сильних та надзвичайних опадів за 2010-2020 рр.;
- з'ясована можливість зв'язку формування сильних та надзвичайних опадів над територією Одеської області з типами елементарних циркуляційних механізмів Дзердзієвського Б.Л.

**Практичне значення отриманих результатів.** Врахування зв'язку сильних та надзвичайних опадів з типами елементарних циркуляційних механізмів Дзердзієвського Б.Л. можна використовувати для вдосконалення прогнозу сильних та надзвичайних опадів.

Магістерська робота в обсязі 69 сторінок складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 22 джерел, одного додатку, містить 49 рисунків та 2 таблиці.

**Ключові слова:** сильні опади, надзвичайні опади, синоптична ситуація, елементарні циркуляційні механізми, циклонічна діяльність, стихійне метеорологічне явище.



## SUMMARY

**Topic:** "Heavy and extreme precipitation over Odessa region"

**Author:** Juliya Sultan

**The relevance** is determined by the need to identify the causes of heavy and extreme rainfall, which can cause significant damage to agriculture and other sectors of the economy.

Studying the formation of heavy and extreme rainfall is important for the city of Odessa, because as a result of natural disasters in the city there is an emergency, traffic disruption, flooding of streets and houses, damage to manholes and power lines.

**The purpose of the study** is to determine the current regime of heavy and extreme precipitation in the Odessa region, to identify synoptic and circulating conditions that contributed to their formation and strengthening. **The object of the study** is heavy and extraordinary precipitation over Odessa.

In accordance with the set goal, the following tasks were solved:

- The current regime of heavy and extraordinary precipitation over the territory of Odessa region for the period 2010-2020 is determined;
- determination of favorable synoptic conditions for the formation of heavy and extreme precipitation conditions and circulation types.

**The object** of the study is heavy and extraordinary precipitation over the territory of Odessa region.

**The subject of research** - the characteristics of the regime and conditions of heavy and extreme precipitation over the territory of Odessa region.

**Research methods:**

- Spatial-temporal generalization of meteorological information data;
- Synoptic analysis.

**Scientific novelty of the obtained results.**

In this work for the first time for the territory of Odessa region

- the modern regime of heavy and extraordinary precipitations over the territory of Odessa region is determined;
- synoptic conditions for the formation of heavy and extraordinary precipitation for 2010-2020 were identified;
- the possibility of connection of formation of heavy and extraordinary precipitations over the territory of Odessa region with types of elementary circulatory mechanisms of Dzerdzievsky BL is clarified.

**The practical significance of the results.** Taking into account the connection of heavy and extraordinary precipitation with the types of elementary circulatory mechanisms Dzerdzievsky BL can be used to improve the forecast of heavy and extreme rainfall.

The 69-page master's thesis consists of 3 sections, conclusions, a list of references from 29 sources, two appendices, contains 21 figures and 3 tables.

**Key words:** heavy precipitation, emergency precipitation, synoptic situation, elementary circulatory mechanisms, cyclonic activity, natural meteorological phenomenon.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Загальні відомості щодо критеріїв небезпечного посилення опадів	8
1.1 Опади, як небезпечні та стихійні метеорологічні явища.....	8
1.2 Кліматичний режим опадоутворення над Україною.....	11
2 Режим утворення сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю.....	13
2.1 Характеристика досліджуваного регіону .....	13
2.2 Повторюваність та метеорологічні умови сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю.....	14
2.3 Надзвичайні наслідки в Одеській області від стихійних опадів	17
3 Умови виникнення сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю.....	20
3.1 Синоптичні умови виникнення сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю з 2010 по 2020 рр.....	20
3.2 Траєкторії циклонів при небезпечному посиленні опадів в Одеській області.....	50
3.3 Типи циркуляції, які сприяли посиленню опадів над Одеською областю.....	54
Висновки.....	64
Перелік посилань.....	66
Додаток А.....	68

## ВСТУП

Сильні опади впливають практично на всі сфери життєдіяльності людини та економіки країни, характер цього впливу може залежати від їх виду та кількості, тривалості та фазового стану. Сільське господарство залежить від кількості і часу випадіння опадів в більшій мірі, ніж всі інші галузі: рясні опади – це бездоріжжя влітку, а зимою – непрохідні дороги із-за снігових заметів. Сильний дощ може визвати повінь, затоплення посівів і спричинити величезний збиток сільському господарству. Енергетичний комплекс та зв'язок зазнають збитків через втрати на лініях електропередач внаслідок збільшення вологості повітря та налипання мокрого снігу.

Всі види транспорту залежать від опадів. Наприклад, для авіації – це замети на злітно-посадкових смугах, для водного транспорту – основний вплив опадів спостерігається в портах при роботі портових споруд., автомобільний транспорт несе помітні збитки не тільки із-за заметів і «розкислих» доріг, але і за рахунок збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод.

Комунальне господарство також є зацікавленим споживачем прогнозів опадів, оскільки інтенсивні опади перевіряють надійність покрівель будинків і роботи зливної каналізації в містах, а при сильних снігопадах можлива поломка дерев в садах, на дорогах і парках.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є визначення сучасного режиму утворення сильних та надзвичайних опадів на території Одеської області, виявлення синоптичних та циркуляційних умов, які сприяли їх утворенню та посиленню.

Об'єкт дослідження: сильні та надзвичайні опади над територією Одеської області.

Предмет дослідження – характеристики режиму та умов утворення сильних та надзвичайних опадів над територією Одеської області.

Методи дослідження – просторово-часове узагальнення даних, синоптичний аналіз.

Кваліфікаційна магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, додатку, висновків та переліку посилань.

У вступі формулюються мета та завдання роботи.

Перший розділ складається із загальних відомостей щодо критеріїв небезпечного посилення опадів та кліматичного режиму опадоутворення над

Україною.

Другий розділ присвячений аналізу режиму утворення сильних та надзвичайних, характеристики географічних особливостей, повторюваності та метеорологічних умов формування опадів над Одеською областю.

В третьому розділі визначені синоптичні умови виникнення сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю з 2010 по 2020 рр., побудовані траєкторії циклонів при небезпечному посиленні опадів та визначені типи циркуляції, які сприяли посиленню сильних та надзвичайних опадів.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 22 літературних джерел.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Семергей-Чумаченко А.Б. у рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2010-2020 рр.) ДР № 0115U006532) та «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487).

# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ЩОДО КРИТЕРІЇВ НЕБЕЗПЕЧНОГО ПОСИЛЕННЯ ОПАДІВ

## 1.1 Опади, як небезпечні та стихійні метеорологічні явища

Опадами називають воду в рідкому або твердому стані, що випадає з хмар або осідає з повітря на поверхню землі і/або на різні предмети (роса, іній, паморозь тощо). Опади - це одна з ланок, яка відповідає за вологообіг на земній поверхні. Важливі елементи кругообігу води в природі - це випаровування і конденсація.

В якості характеристик опадів використовуються звичайно два критерії: вид та інтенсивність. Вид опадів завжди визначається візуально, а одиницею вимірювання їх інтенсивності є величина шару опадів, що випадають за часу (як правило, за 1 год або добу). Величина шару опадів вимірюється в міліметрах. Іноді визначають кількість опадів, що випали при сильній зливі або при проходженні атмосферного фронту. Крім кількісної оцінки існує візуальна оцінка інтенсивності опадів, яка проводиться за погіршенням видимості в явищах.

Кількість, вид опадів, їх тривалість і фазовий стан цікавлять практично всі галузі народного господарства. Нижче перерахуємо тільки основних споживачів і коротко зупинимось на тій ролі, яку відіграють опади в їх діяльності.

Сільське господарство залежить від кількості і часу випадіння опадів в більшій мірі, ніж всі інші галузі. Достатня кількість снігу зимою – це запас вологи на все літо, а рясні опади під час збору врожаю можуть суттєво знизити показники врожаю. Крім того, рясні опади – це бездоріжжя влітку, а зимою – непрохідні дороги із-за снігових заметів. Сильний дощ може визвати повінь, затоплення посівів і спричинити величезний збиток сільському господарству.

Енергетичному комплексу також необхідний прогноз та інформація про опади. З однієї сторони – це стан доріг і підвезення палива, з іншої – енергетичні втрати в ЛЕП за рахунок збільшення вологості повітря, з третьої – можливість сходу селів та снігових лавин. Значне зменшення опадів або їх відсутність на протязі тривалого періоду призводить до зниження рівня води

у водосховищах і, як наслідок, - до порушення роботи ГЕС. Зв'язок, як і енергетика, залежить від кількості і виду опадів; їх вплив на роботу зв'язку ідентичний описаному вище.

Всі види транспорту залежать від опадів. Наприклад, для авіації – це замети на злітно-посадкових смугах, «розкислі» ґрунтові аеродроми, зменшення коефіцієнта зчеплення коліс літака із злітно-посадковою смугою, можливе обледеніння повітряних суден на аеродромі та ешелонах польоту, обмежена видимість тощо. Для водного транспорту – основний вплив опадів спостерігається в портах при роботі портових споруд. Інтенсивні опади, що значно погіршують видимість, затрудняють діяльність при русі водного, особливо річкового, транспорту. Тривала відсутність опадів, що призводить до обміління річок, також порушує графік судноплавства. Автомобільний транспорт несе помітні збитки не тільки із-за заметів і «розкислих» доріг, але і за рахунок збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (особливо на гірських дорогах) при опадах, навіть незначних за інтенсивністю (особливо тривалих і переохолоджених). Менше всього від опадів залежить залізничний транспорт, але і на його роботі позначаються снігові замети, розливи річок, розмивання залізничного полотна і затримки на розвантажувальновантажних терміналах.

Комунальне господарство є зацікавленим споживачем прогнозів опадів. По-перше, це очищення доріг і тротуарів від снігу та скидання 190 снігу з покрівель будинків, по-друге, інтенсивні опади перевіряють надійність покрівель будинків і роботи зливної каналізації в містах, а при сильних снігопадах можлива поломка дерев в садах, на дорогах і парках. Будівництво в достатній мірі залежить від опадів. Якщо чітко дотримуватись технології будівництва або монтажу різних споруд і будівель, то при наявності опадів будівельникам можна виконувати далеко не всі види робіт. В цьому випадку будівельні організації можуть упускати прибуток, порушувати строки будівництва або технологію виконання будівельних робіт.

В лісовому господарстві при сильних опадах ускладнена робота по заготовці деревини і вивозу її з лісосік, а при тривалій відсутності опадів, коли пересихають гірські ріки, порушується лісосплав і можуть виникати пожежі. [3]

Значень видимості із врахуванням інтенсивності явища, приведених в, слід дотримуватись при консультації споживачів про фактичну і очікувану погоду.

Нижче наводяться небезпечні стихійні метеорологічні явища, які

обумовлюють природні надзвичайні ситуації (НС) [4, 5, 6]:

- сильний дощ, (сильний мокрий сніг) – кількість опадів 50 мм і більше за 12 год і менше; в гірських, селевих, лавино- та зливу небезпечних районах – 30 мм і більше за 12 год і менше – рівень СМЯ II.

- сильні зливи – кількість опадів 30 мм більше за 1 год і менше – рівень СМЯ II.

Випадіння сильних дощів характеризується великою плямистістю. У 63% випадків вони спостерігаються на території однієї області і у 27% - на території 2-4 областей. Сильні дощі мають яскраво виражений річний хід: найбільша їх повторюваність (біля 70%) припадає на червень-серпень. У гірських районах сильні дощі можуть викликати підйом ґрунтових вод і рівня води в ріках та водосховищах. Не слід забувати, що сильний дощ звичайно випадає при сильних грозах, які супроводжуються градом, шквалами та іноді смерчами.

Сильні тривалі дощі – кількість опадів 100 мм більше за 12 годин, але менше за 48 годин (за винятком зливових районів) – рівень СМЯ II, також спричиняють значні неприємності, тим більше, що вони охоплюють територію декількох областей одночасно.

Надзвичайний дощ, надзвичайний мокрий сніг – кількість опадів більше 80 мм менше 12 годин – рівень СМЯ III.

Надзвичайна злива – кількість опадів більше або дорівнює 50 мм менше 1 години – рівень СМЯ III.

Надзвичайні тривалі дощі – кількість опадів більше або дорівнює 150 мм більше 12 годин, але менше 48 годин – рівень СМЯ III. [4, 5, 6]

Багато складових, що впливають на кількість стихійних гідрометеорологічних явищ, до яких належать дуже сильні дощі (50 і більше міліметрів за 12 і менше годин) та сильні зливи (30 і більше міліметрів за годину і менше) мають періодичний, сезонний характер, тобто динаміка СМЯ має регулярну періодичну складову. Ці коливання, з одного боку, зумовлені глобальною, довготерміновою зміною клімату, а з іншого – природними коливаннями клімату з періодом, що триває декілька десятиріч. Коливання цього типу зумовлені особливостями атмосферної циркуляції. Вони проявляють себе в зміні циркуляційних епох. У метеорології існує два визначення терміну „циркуляційна епоха”. За Б.Л.Дзердзієвським, це період тривалістю 20-35 років, для якого характерне перевищення норми повторюваності зональних або меридіональних типів циркуляції у північній півкулі. За Г.Я.Вангенгеймом та А.А.Гірсом [10, 11], це період тривалістю 10

і більше років, що характеризується підвищеною повторюваністю синоптичних процесів однієї або двох форм циркуляції (західна (W), меридіональна (С) та східна (Е)) над атлантико-європейським сектором північної півкулі. Перевага повторюваності тієї чи іншої форми циркуляції в певному регіоні формує аномальність погоди на цій території протягом цього періоду). [2]

## 1.2 Кліматичний режим опадоутворення над Україною

Основною закономірністю просторового розподілу опадів в Україні, зумовленою загальними циркуляційними факторами, є їх зменшення з півночі і північного заходу у напрямі на південь і південний схід. Такий розподіл властивий для рівнинної території. Рельєф, що визначає регіональні особливості циркуляції, вносить істотні зміни у поле опадів.

Південна частина Степу (Одеська, Миколаївська, Херсонська області і рівнинна частина Криму) відноситься до районів недостатнього зволоження. Тут відмічається зменшення опадів у напрямі на південь (рис. 1.1). На узбережжях Чорного і Азовського морів, у Присивашші опадів випадає ще менше (380-400 мм), що пов'язано з впливом бризової циркуляції.

Велике практичне значення має інформація про добовий максимум опадів, яка використовується у гідрологічних розрахунках для проектування споруд і приладів, для вирішення багатьох завдань господарського комплексу країни, а також для проведення природоохоронних заходів.

Територія України відноситься до зливонебезпечних районів, особливо Українські Карпати і Кримські гори, де екстремальні опади, які тривають протягом декількох діб, можуть призвести до утворення паводків, селевих потоків, підтоплення. Аналізуючи розподіл добового максимуму опадів на рівнинній території, де середній добовий максимум за рік змінюється у межах 33-48 мм, не виявлено будь-якої закономірності. В окремі роки він характеризується надто значною плямистістю (від 25 до 220 мм). Істотну роль у розподілі добового максимуму опадів відіграє орографія. В Українських Карпатах і Кримських горах спостерігається збільшення добового максимуму опадів з висотою місцевості. У Кримських горах він за рік становить 82 мм (Ай-Петрі), в Українських Карпатах дещо менший — 61 мм (Плай), 57 мм (Пожежевська).



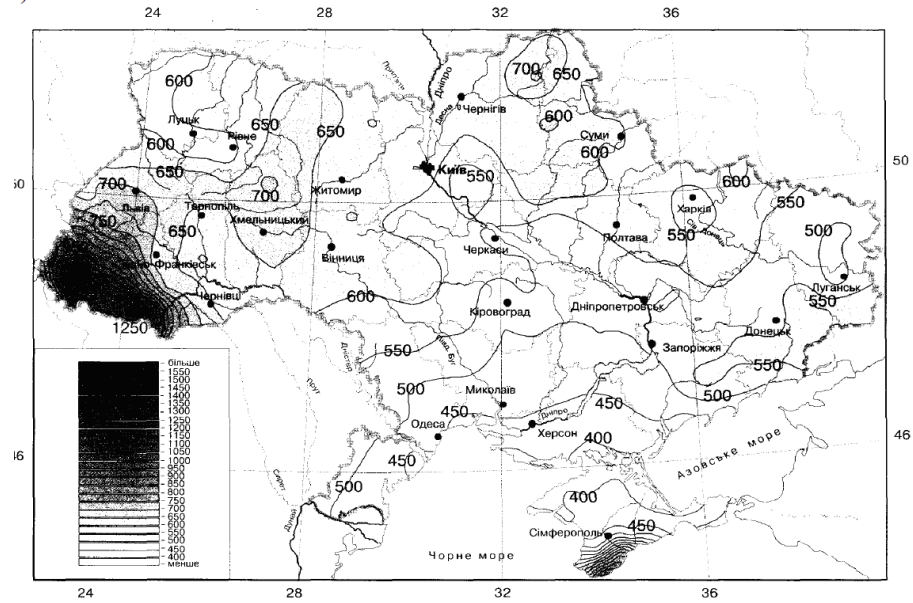


Рис. 1.1. Середня кількість опадів за рік (мм) над Україною [4]

Внаслідок значної плямистості опадів добовий максимум не завжди може бути відмічений існуючою мережею метеорологічних станцій і постів, завдати значних збитків життєдіяльності людини і навіть призвести до катастрофічних наслідків. Найчастіше найбільший добовий максимум опадів припадає на літні місяці (липень 22 %) [4], але в окремі роки він може відмічатися взимку (1 %) та навесні (7-10 %).

## 2 РЕЖИМ УТВОРЕННЯ СИЛЬНИХ ТА НАДЗВИЧАЙНИХ ОПАДІВ НАД ОДЕСЬКОЮ ОБЛАСТЮ

### 2.1 Характеристика досліджуваного регіону

Одеська область є найбільшою за територією областю України, яка знаходиться на південному заході країни. На північ та схід від неї розташовані Вінницька, Кіровоградська та Миколаївська області, на південь та захід – Румунія та Молдова, а південному заході Одещина межує з Чорним морем, (рис. 2.1), також до складу області входить острів Зміїний.

Одеську область було утворено 27 лютого 1932 року, коли ЦВК СРСР затвердив постанову IV позачергової сесії ВУЦВК від 9 лютого 1932 року про створення на території України п'яти областей. У 1954 році до її складу увійшла територія колишньої Ізмаїльської області (територія від Дністровського лиману до річки Дунай).

На півночі Одеська область межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході — з Миколаївською областями, на заході — з Молдовою, а на південному заході — з Румунією. Всього в межах області пролягає 1362 кілометри державного кордону України. Площа Одеської області становить 5,5 % території України. [20]

Геополітичне розташування Одещини обумовлене як вигідним транспортно-географічним розміщенням, так і зростаючою активізацією її участі у великих європейських міжрегіональних організаціях — Асамблеї європейських регіонів і Робітничої співдружності придунайських країн. Будучи частиною морського фасаду країни, Одеська область значною мірою сприяє активній участі України в роботі країн-членів Чорноморського економічного співробітництва.

Клімат Одеської області, особливо південної частини, посушливий, тому тут майже 10% оброблюваних земель зрошуються. Тепле море, лікувальні грязі, мінеральні води, морські пляжі створюють винятково високий рекреаційний потенціал Одещини. У пониззі великих річок (Дунай, Дністер) і лиманів, на морських узбережжях і в шельфовій зоні розташовані високо цінні й унікальні природні комплекси, водно-болотні угіддя, екосистеми, що формують високий біосферний потенціал регіону, який має національне і міжнародне, глобальне значення.

Північна частина області розташована у лісостеповій зоні України, середня і південна – у степовій. У ґрунтовому покриві переважають звичайні і південні чорноземи. Лісів мало, більш-менш площі займають вони в лісостеповій зоні. Клімат переважно теплий і посушливий. Середньорічна температура тут коливається від  $+7,7^{\circ}$  – на півночі області до  $+11,1^{\circ}$  – на півдні. Безморозний період триває від 170 до 210 діб. Річна кількість опадів – від 350 мм на півдні до 460 мм на півночі. Природні умови сприятливі для вирощування найцінніших сільськогосподарських культур: озимої пшениці, кукурудзи, ячменю, проса, соняшнику. В північній і центральній частинах області добре ростуть цукрові буряки, в південній частині широко розвинуто виноградарство.

Обласним центром є місто Одеса, яке розташоване на південно-західній околиці Причорноморської низовини, що обривається уступом до берегів Чорного моря. Середня висота степового плато складає близько 40–50 м [13]. Місто широкою смугою простягнулося вздовж узбережжя Одеського заливу на відстані 50 км від селища Котовського, що розташоване на півночі, до селища Чорноморки (Люстдорф) на півдні, площа міста приблизно складає  $150 \text{ км}^2$ .

## 2.2 Повторюваність та метеорологічні умови сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю

Для характеристики режиму опадоутворення над Одеською областю обраний період з січня 2010 р. по листопад 2020 р., а у якості вихідної інформації залучені дані метеорологічних спостережень [20] над 11 станціями Одеської області: з півночі на південь – Любашівка, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Одеса-порт, Одеса-АМСЦ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл) (рис. 2.1). Кількість випадків СМЯ II та СМЯ III за період представлено на рис. 2.2. [20]

При вивченні того чи іншого метеорологічного явища традиційно проводять аналіз його повторюваності залежно від пори року й доби, певних метеорологічних умов і синоптичних ситуацій. У період з 2010 до 2020 року кількість випадків, коли інтенсивність опадів досягла критерію СМЯ II, було зафіксовано 10, СМЯ III - 8 випадків.



Рис. 2.1. Географічне розташування пунктів дослідження над Одеською областю: 1 - Любашівка, 2 - Сербка, 3 - Роздільна, 4 - Одеса-порт, 5 - Одеса-ГМО, 6 – Одеса-АМСЦ, 7 - Білгород-Дністровський, 8 - Сарата, 9 - Болград, 10 - Ізмаїл, 11 - Вилкове.

В середньому за рік над Одеською областю спостерігаються сильні та надзвичайні опади 1-2 рази на рік, але розподіл не рівномірний. Найбільш інтенсивні опади спостерігались над м. Одеса та над південною частиною області.

На метеостанції Одеса-ГМО було зафіксовано 4 випадки опадів, які досягли критерію СМЯ II та 1 випадок критерію СМЯ III. Сильні та надзвичайні опади утворились при виході на Одеську область південних,

західних та північно-західних циклонів 24 липня 2014 р., 7 серпня 2016 р., 11-13 жовтня 2016 р., 18 січня 2018 р. та 20 вересня 2016 р. при меридіональній формі циркуляції.

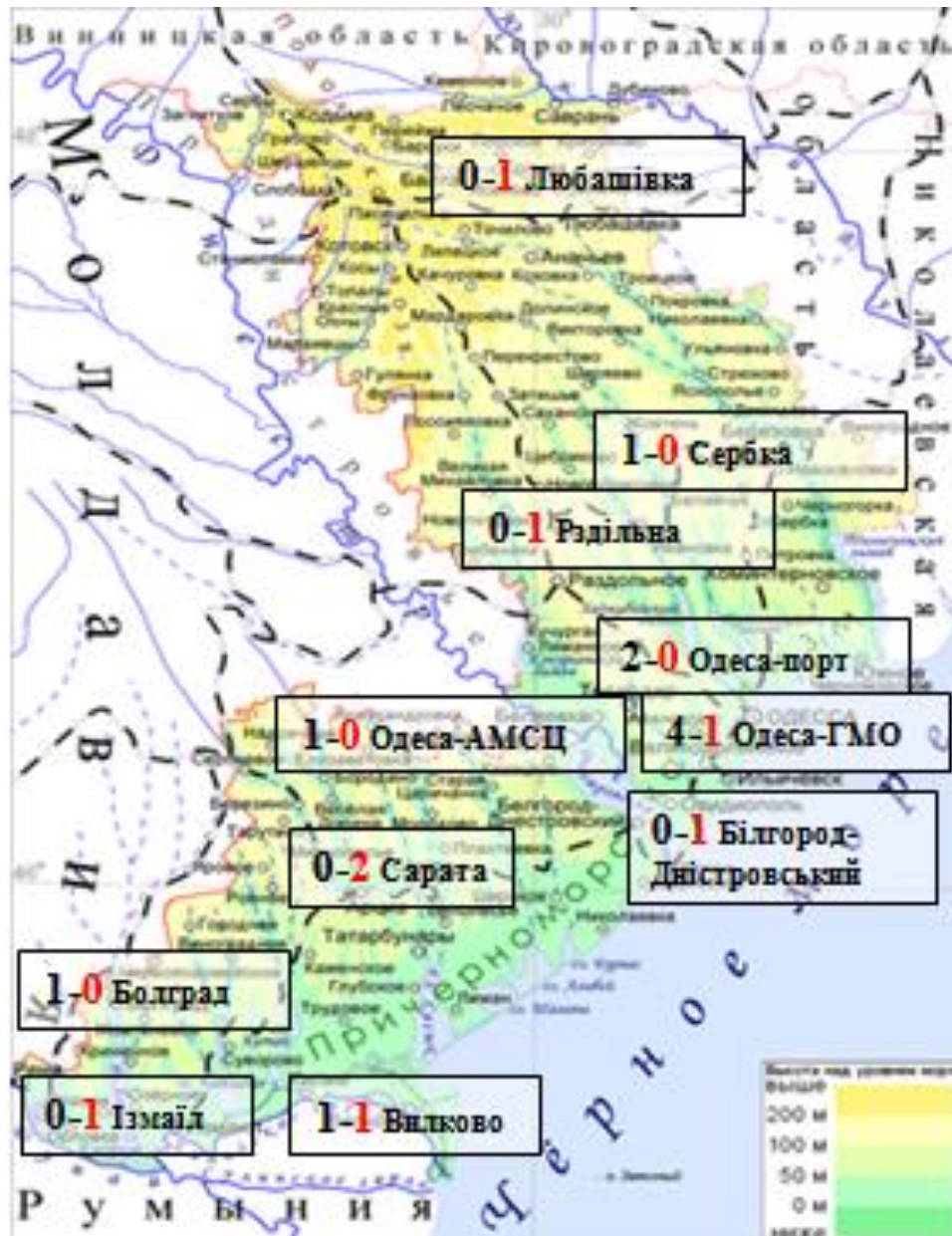


Рис. 2.2 Кількість випадків опадів на метеостанціях Одеської області, які досягли критерію СМЯ II (чорна цифра) та СМЯ III (червона цифра) в період з 1 січня 2010 р. по 1 листопада 2020 р.

На МС Одеса-порт спостерігалось 2 випадки сильних опадів критерію СМЯ II, погоду обумовлював вихід південного циклону 12 жовтня 2016 р. та улоговина циклону орієнтована з північного сходу 24 травня 2012 р. На МС Одеса-АМСЦ був зафіксований один випадок сильного дощу – 30 червня



2013 р. при виході південного циклону. На МС Білгород-Дністровський було виявлено випадок надзвичайного дощу 4 серпня 2019 р. при виході південного циклону. На МС Сарата 10 вересня 2013 р. та в м. Тарутино 12 вересня 2013 р. споглядалось 2 випадки надзвичайних опадів при виході на південь Одеської області західного циклону. На МС Болград 11-12 жовтня та на МС Вилково 12 жовтня 2016 р. спостерігався сильний дощ при виході південного циклону. На метеостанції Ізмаїл 7 липня 2020 року спостерігалася надзвичайна злива при зміщенні циклону з північного заходу, надзвичайний дощ в м. Шевченково 7 липня 2020 року при виході північно-західного циклону.

На півночі області було виявлено менш інтенсивні опади, так на МС Сербка відсліджено 1 критерій СМЯ II – сильний дощ 30 червня 2013 р.. На МС Любашівка та Роздільна по одному червоному рівню небезпеки 17 червня 2017 р. при виході північно-західного циклону та 5 вересня 2018 р. при розповсюдженні циклону із заходу. На МС Затишся не зафіксовані опади критерію СМЯ II та СМЯ III. Також не було опадів сильної та надзвичайної інтенсивності на метеостанції Чорноморськ.

### 2.3 Надзвичайні наслідки в Одеській області від стихійних опадів

Сучасні зміни клімату супроводжуються зростанням повторюваності небезпечних гідрометеорологічних явищ (НЯ), що призводять до збільшення економічного та соціального збитків в різних регіонах України [6].

До небезпечних метеорологічних явищ відносяться явища погоди, які інтенсивністю, тривалістю та часом виникнення створюють загрозу безпеці людей, а також можуть завдати значної шкоди галузям економіки. За останні роки [1, 6] за даними ряду авторів повторюваність НЯ в цілому по Україні зросла. При цьому помітно збільшився збиток від НЯ.

Так, 24 травня 2012 р. внаслідок сильного дощу в деяких районах міста тимчасово припинився автомобільний рух, було повалено 16 дерев, одна людина загинула в результаті удару струмом.

30 червня 2013 р. на МС Одеса-АМСЦ та Сербка внаслідок великої кількості опадів були підтоплені приватні будинки, зруйновані каналізаційні люки, поламані гілки дерев.

10-12 вересня 2013 р. внаслідок негоди місто Тарутино залишилося без електропостачання на дві доби, була повністю розбита земляна дамба, через

підтоплення вулиць постраждало 574 людини, в тому числі близько 200 приватних будинків та 250 господарств, припинено електро та водопостачання, в м. Сарата було підтоплено вулиці, приватні будинки та порушено електропостачання.

20 вересня 2016 р. в м. Одеса спостерігалось надзвичайне метеорологічне явище, в результаті дуже сильного дощу та активної грозової діяльності на причалах порту були залиті шинопроводи, були також залиті підвали приміщень, будинків, через переповнення зливових стоків. Без електрики залишились деякі вулиці, підтоплені приватні будинки та автомобілі, дорожнє покриття, зруйновані деякі каналізаційні люки. В порту були припинені вантажно-розвантажувальні роботи. В деяких будинках протекли дахи.

24 липня 2014 р. в м. Одеса внаслідок стихії без електрики залишилися деякі вулиці, були підтоплені підвали будинків, відбулось пошкодження дорожнього покриття, внаслідок чого провалився легковий автомобіль, зруйновані 3 каналізаційні люки, повалено 5 дерев. В порту припинились вантажно-розвантажувальні роботи.

7 серпня 2016 р. В м. Одеса під дією стихійного явища було зафіксовано відключення електромережі у зв'язку з падінням трьох опор ЛЕП. Частина міста впродовж двох днів була без світла. Повалено близько десятка дерев. У частини будівель і споруд зафіксовано порушення дахів. На пляжі міста зруйновано металеві конструкції та інші споруди. Через засміченість зливової каналізації було затоплено курорт Аркадія, проїжджу частину Французького бульвару та Пересипу.

12-13 жовтня 2016 р. унаслідок дуже сильно дощу в м. Одеса ускладнились умови руху автотранспорту на дорогах місцевого значення та виникло підтоплення у приватному житловому секторі. Унеможлилювалась робота портів північно-західної частини Чорного моря та одеського аеропорту. Обриви ліній електропередач, поламани гілки дерев, була тимчасово припинена робота міського електротранспорту.

Унаслідок великої кількості опадів ускладнювався рух автотранспорту на дорозі державного значенні «Київ-Одеса» та дорогах обласного значення. Внаслідок сильного вітру було частково відключено електропостачання в м. Одеса та на околицях міста. В деяких навчальних закладах також було припинено навчання.

17 червня 2017 р. через надзвичайний дощ в м. Любашівка було відключено електропостачання в місті, повалено дерева, підтоплення

будинків та порушення дахів.

18 січня 2018 р. по області внаслідок стихії було перекрито рух на автотрасах республіканського та міжнародного значення. У м. Одеса була частково відключена електроенергія, у зв'язку з цим відключено електропостачання котелень. Також ускладнювався рух міського транспорту.

Внаслідок сильного дощу та мокрого снігу сталось підтоплення в м. Одеса окремих ділянок вул. Радіальної, Балківської, в Овідіопольському районі ТЦ «Епіцентр». Унеможливилувалась робота портів північно-західної частини Чорного моря та одеського аеропорту.

5 вересня 2018 р. через надзвичайний дощ в м. Роздільна ускладнилися умови руху автотранспорту та виникло підтоплення у приватному житловому секторі.

4 серпня 2019 р. в м. Білгород-Дністровський внаслідок стихії було порушене транспортне сполучення, підтоплено сільськогосподарські і підвальні приміщення будинків, затоплено окремі ділянки місцевості, зруйновані 3 каналізаційні люки, повалено 5 дерев. В порту припинились вантажно-розвантажувальні роботи. Для ліквідації наслідків були підключені рятувальники.

Рятувальники оперативно прибули на місце виклику і з використанням пожежно-рятувальної техніки підвищеної прохідності вилучили автотранспортні засоби зі складної ділянки автодороги для подальшого руху.

7 липня 2020 р. дід дією стихійного явища в м. Ізмаїл та в м. Шевченково було повалено понад сотню дерев та пошкоджено 10 ліній електропередач.



### 3 УМОВИ ВИНИКНЕННЯ СИЛЬНИХ ТА НАДЗВИЧАЙНИХ ОПАДІВ НАД ОДЕСЬКОЮ ОБЛАСТЮ

#### 3.1 Синоптичні умови виникнення сильних та надзвичайних опадів над Одеською областю з 2010 по 2020 рр.

Розглянемо синоптичні ситуації, що призвели до випадіння сильних опадів над Одеською областю, та метеорологічні умови у ці терміни з 2010 по 2020 рр. (табл. 3.1).

Перший випадок сильного дощу у період дослідження спостерігався 24 травня 2012 року на МС Одеса-порт з 11 год 30 хв до 17 год 30 хв UTC. Кількість опадів становила 58 мм, що відповідає критерію СМЯ II - помаранчевому. Явище було попереджено ш/п СГЯ із завчасністю 4 години. У деяких районах міста тимчасово зупинялося автомобільний рух, повалено 16 дерев, 1 людина загинула в результаті удару електрострумом (рис. 3.1-3.3).

Таблиця 3.1 - Число днів з кількістю опадів більше 50 мм/12 год. над  
Одеською областю з 2010 по 2020 рр. [4]

№	Дата	Трива лість, год.	Інтенси вність, мм	Пункт	Т, °С	dd, румб	V, м/с	Явища
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	24.05. 2012	6	<b>58 мм</b>	Одеса- порт	19,8	ПнЗх	3	Гроза
2.	30.06. 2013	10	<b>54 мм</b>	Одеса- АМСЦ	23,1	ПнЗх	3	Гроза
		3	<b>50 мм</b>	Сербка	24,2	ПнЗх	4	Гроза
3	10.09. 2013	3	<b>92 мм</b>	Сарата	16,1	ПдСх	5	-
4.	12.09. 2013	24	<b>197 мм</b>	Тарутино (Сарата)	18,2	ПдСх	8	-
5.	24.07. 2014	6	<b>59 мм</b>	Одеса	26,4	ПнЗх	2	Гроза
6.	07.08. 2016	12	<b>55 мм</b>	Одеса	26,5	ПнЗх	4	Гроза
7.	20.09. 2016	12	<b>85 мм</b>	Одеса	11,2	ПнСх	12	Гроза

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.	11-13 10.2016	23	<b>107 мм</b>	Одеса	11,3	Сх	15 Пориви 26	Гроза
		22	<b>104 мм</b>	Болград	16,3	Сх	11	Гроза
		9	<b>55 мм</b>	Вилково	16,8	Сх	12	Гроза
		12	<b>59 мм</b>	Одеса- порт	11,7	Сх	18 Пориви 31	Гроза
9.	17.06. 2017	11	<b>81 мм</b>	Любашівка	18,9	Пд	13	-
10.	18.01. 2018	12	<b>51 мм</b>	Одеса	0,6	ПнЗх	7	-
11.	05.09. 2018	7	<b>105 мм</b>	Роздільна	26,2	Пн	5	Гроза
12.	04.08. 2019	6	<b>121мм</b>	Білгород- Дністровсь кий	17,8	ПнЗх	16	Гроза
13.	07.07. 2020	1	<b>57 мм</b>	Ізмаїл	34,2	ПнЗх	15 Пориви 22	Град, Гроза
		5	<b>142 мм</b>	Шевченково (Вилково)	34,7	ПнЗх	15 Пориви 22	Град, Гроза

За даними приземного аналізу 24 травня 00 UTC у приземному полі простежувався антициклон, з центром над Скандинавським півостровом з максимальним тиском 1033 гПа; малоактивний циклон з центром над середньою Волгою і мінімальним тиском в центрі 1001 гПа. Улоговина циклону була орієнтована через Кавказ, Азовське море на захід Чорного моря і Балканський півострів. За даними кільцевих карт погоди за період 00-15 UTC в цій уловині і на відповідному їй фронті оклюзії на узбережжі Чорного та Азовського морів спостерігалися зливи дощі і грози. Осередки падіння тиску 1.5-1.7 гПа/3 год. спостерігалися в другій половині дня над Кримом, гирлом Дунаю і протокою Босфор. Арктичний холодний фронт проходив через Західний Сибір, Південний Урал, Середню Волгу на райони півночі України, потім розмивався над Східною Європою в полі підвищеного тиску (рис. 3.1).

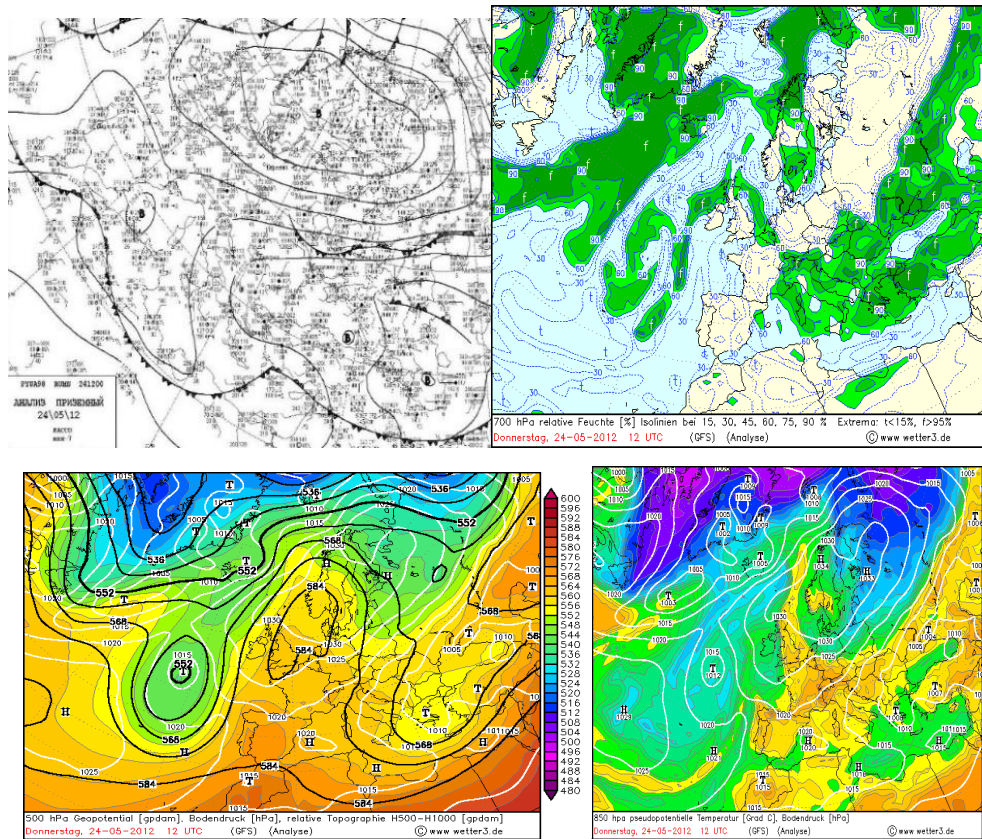


Рис. 3.1. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700, за 24.05.2012 р., 12 UTC [13]

У нижній тропосфері (за даними АТ-850 за 24.05.2012 00 UTC) центр циклону, що спостерігався над Каспійським морем і Кавказом, був суміщений з приземним. Улоговина мала неоднорідну термічну структуру. Термічний гребінь був орієнтований зі сходу на захід в широтному напрямку від півночі Каспійського моря до північного сходу України. Через 12 годин адвекція тепла викликала поширення термічного гребеня далі на захід, до районів Молдови. У свою чергу, замкнутий осередок холоду, ізолюваний від основного холоду, розташовувався над Балканами і здебільшого Чорним морем. Поширення основної холодної повітряної маси в тил циклону над Таймиром відбувалося з північного сходу, що призводило до загострення термічного контрасту до 20-22°/1000 км над північним сходом України і Середньою Волгою, і як наслідок, загострення холодного фронту, що зміщувався з півночі. Разом з цим в термічному гребені над Україною простежувався фронт оклюзії (рис. 3.1).

За даними карт АТ 700 за 00-12 UTC, вісь ультраполярної улоговини була спрямована від центру циклону через Середній і Південний Урал, Поволжя на Чорне море і Балкани. В улоговині окремий висотний циклон, з

мінімальним тиском в центрі 301 дкм, знаходився над Балканами, Чорним морем і Кавказом. Осередок холоду спостерігався над Балканами і заходом Чорного моря (рис. 3.1).

За даними карти АТ-500 за 00 UTC 24 травня арктична висотна фронтальна зона проходила через північ Атлантики, Шпіцберген, Нову Землю, потім зміщувалася на Південний Урал, огинаючи улоговину висотного циклону з центром над Таймиром і мінімальним тиском в центрі 514 дкм. Полярна ВФЗ проходила над Азорськими островами, через Біскайську затоку, Великобританію, Скандинавію, огинаючи висотний гребінь, вісь якого була орієнтована з північного заходу Африки через Західну Європу до Скандинавії. Потім зміщувалася на південь через Східну Європу на Адріатику. У висотній улоговині над Балканським півостровом і Чорним морем простежувався окремий центр з мінімальним тиском 561 дкм (рис. 3.2).

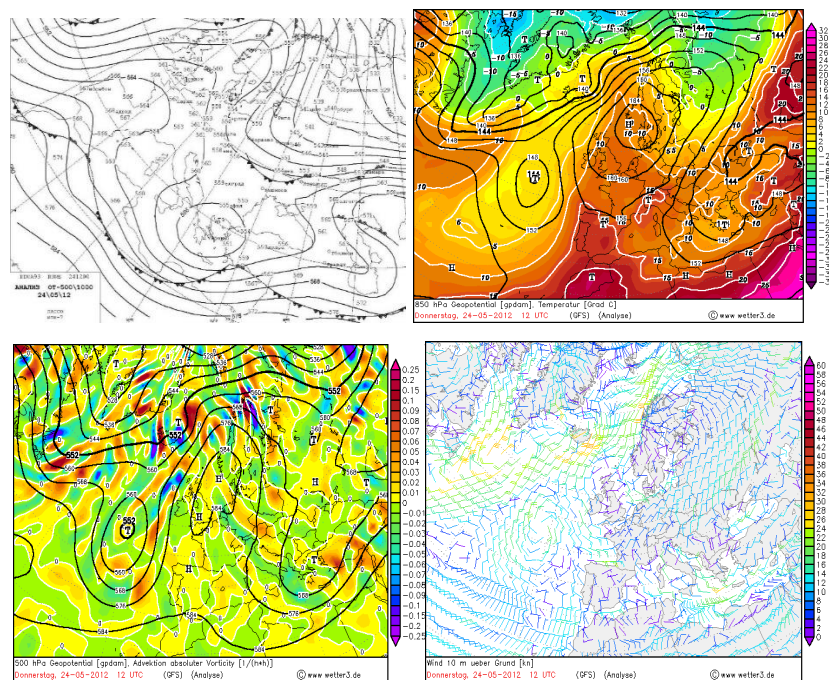


Рис. 3.2. Аналіз ВТ 500/1000, карта АТ-850 (температура), АТ-500 (адвекція), поле вітру за 24.05.2012 р., 12 UTC [13]

У термобаричному полі, представленому на картах ВТ 500/1000, над більшою частиною Європи розташовувалася тепла повітряна маса. Ось термічного гребеня проходила від північного заходу Африки через Західну Європу до півночі Скандинавії. Адвекція холодного повітря з північного сходу викликала зниження відносного геопотенціалу до 4-6 дам/12 годин. За



даними за 00 UTC вісь термічного гребеня була направлена з районів Середньої Азії через північ Каспію на Україну. До 12 UTC площа гребеня зменшилася, і вісь його сягала вже тільки Кавказу, що свідчило про зміну повітряної маси над Україною. Найбільші контрасти ВФЗ спостерігалися в зоні злиття полярної і арктичної гілок - над Шпіцбергеном і в районі Єкатеринбурга - 34-36 дам/1000 км (рис. 3.2).



Рис. 3.3. Наслідки стихійного явища 24 травня 2012 р. [12]

Наступний випадок трапився 30 червня 2013 року погоду Одеської області через вихід хвилевого циклону з південного заходу на райони Одеської області і північно-західний район Чорного моря. В цей період майже повсюдно пройшов зливовий дощ, місцями сильний. На МС Одеса-аеропорт випало 54 мм опадів, в Сербці – 50 мм, що відповідає помаранчевому критерію СМЯ II – сильний дощ (рис. 3.6).

За даними приземного аналізу 30 червня 00 UTC основним погодоутворюючим фактором був циклон з центром над північною Ісландією з мінімальним тиском в центрі 998 гПа. Улоговина циклону з фронтальними розділами була орієнтована на центральну та східну Європу. Фронти орієнтовані меридіанально від Скандинавського півострову через східну Європу до Середземного моря. В середніх широтах погоду визначав гребінь Азорського антициклону з максимальним тиском в центрі 1031 гПа (рис. 3.4).

На карті АТ-850 за 30.06.2013 00 UTC в зоні фронту термічний градієнт складав 8°/1000 км, за фронтом спостерігалась активна адвекція холоду, що призвело до виникнення хвилі на холодній ділянці атмосферного фронту (рис. 3.4).

Висотне поле (АТ-500) за 30.06.2013 було представлено вузькопрофільною улоговиною циклону з центром над Ісландією. Суміжні гребені розповсюджувалися із заходу та сходу. В передній частині висотної

баричної улоговини спостерігалась розбіжність ізогіпс над районами північного заходу Чорного моря. При наявності температурних контрастів і розбіжності створювались умови для розвитку хвильового циклону, це і обумовило погодні умови Одеської області. В денні години за рахунок термічної неоднорідності і потужної купчасто-дощової хмарності спостерігалась грози та шквали (рис. 3.4).

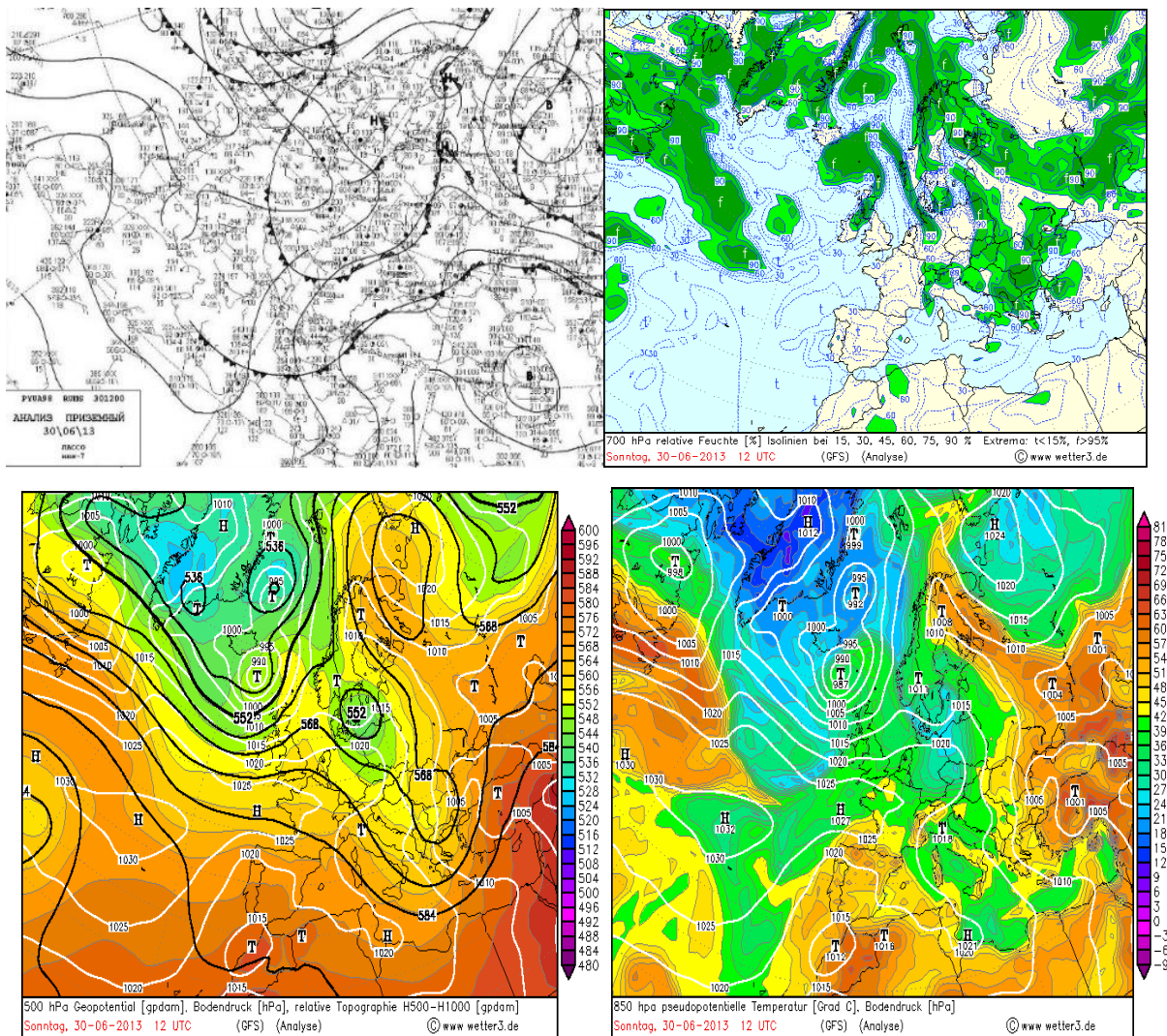


Рис. 3.4. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700, за 30.06.2013 р., 12 UTC [13]

За даними карти ВТ 500/1000 за 30.06.2013 висотна фронтальна зона була орієнтована меридіанально з районів північної Атлантики через центральну Європу, Середземномор'я, зміщувалась на північ, територію Скандинавії та Нової Землі. Холодна повітряна маса проникала до північних районів Африки. За добу спостерігалось зміщення активної ділянки ВФЗ на



північно-західний район Чорного моря з потужною адвекцією холоду. Висотна фронтальна зона мала меридіанальну направленість, що призвело до швидкого проникнення по нижній та середній тропосфері холодних повітряних мас із арктичного регіону до півдня Європи (рис. 3.5).

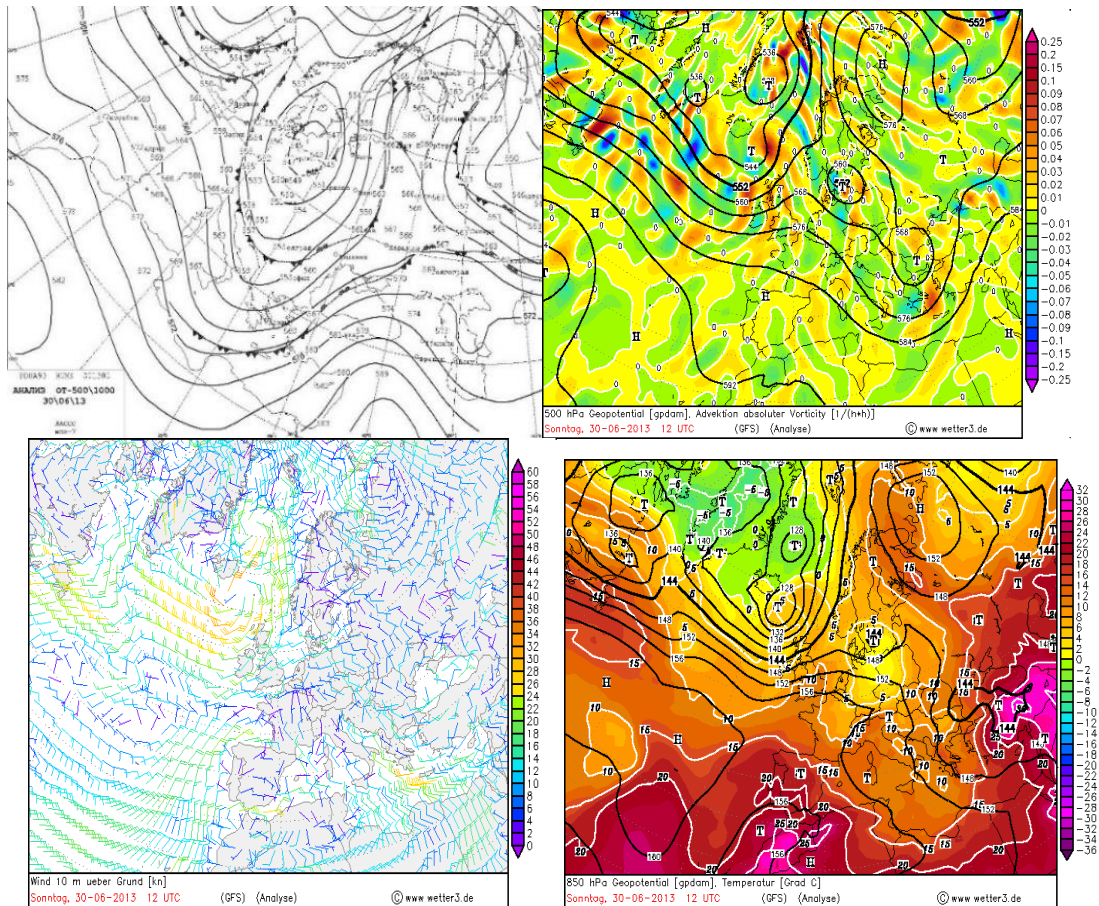


Рис. 3.5. Аналіз ВТ 500/1000, карта АТ-850 (температура), АТ-500 (адвекція), поле вітру за 30.06.2013 р., 12 UTC [13]



Рис. 3.6. Наслідки стихійного явища 30 червня 2013 р. [12]

10 вересня 2013 року погоду Одеської області визначав західний циклон. В теплому секторі циклону спостерігалась нестійка погода. В розмитому полі на фронті оклюзії вдень в Сараті спостерігався надзвичайний дощ, кількість опадів склала 92 мм за 3 год, що відповідає критерію СМЯ ІІІ – червоному. На прилеглий території області місячна сума опадів складала 52-92 мм або 127-224% місячної норми. Значним фактором для випадіння надзвичайного дощу слугували малорухомість фронтальної системи при глибокому висотному циклоні і блокуючому холодному антициклону над середнім Уралом (рис. 3.7-3.9).

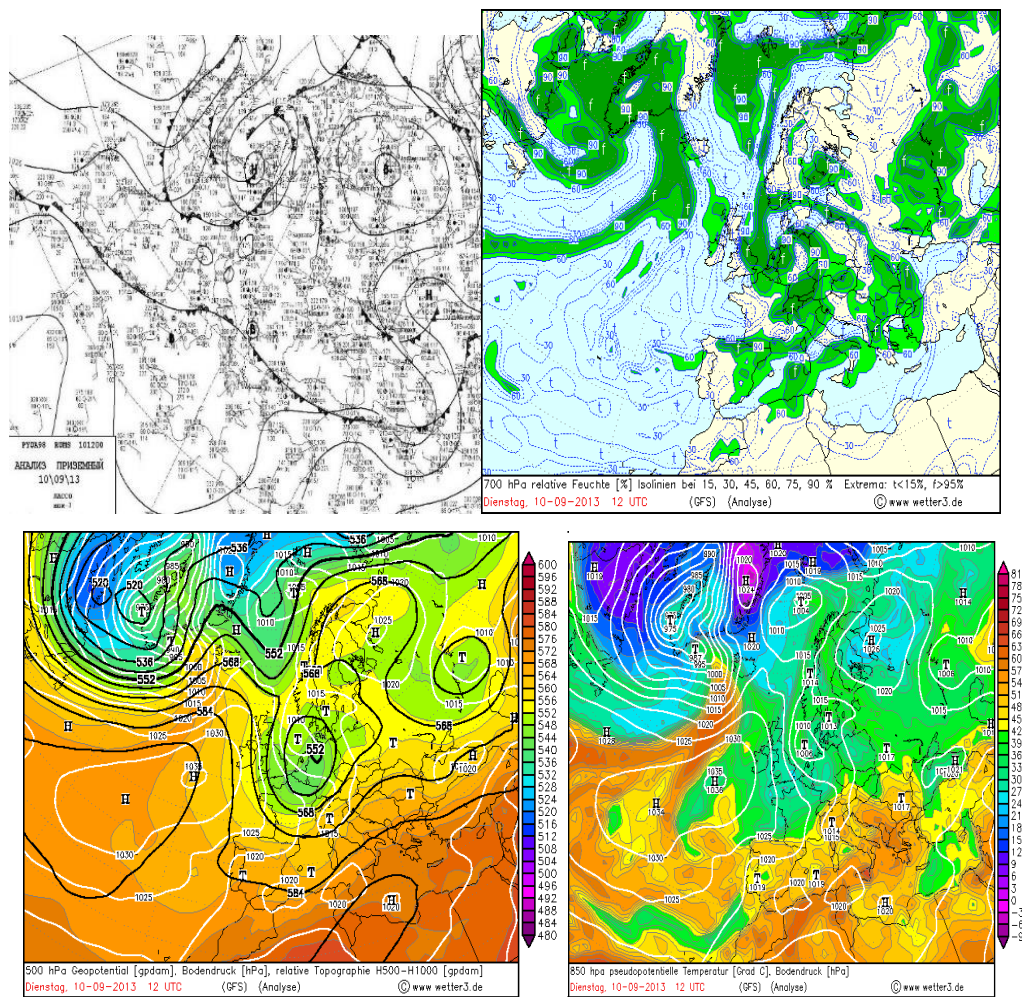


Рис. 3.7. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700, за 10.09.2013 р., 12 UTC [13]

Приземне поле було представлено високими циклонами над Німеччиною, мінімальний тиск в центрі складав 1009 гПа і нижньою Волгою (1007 гПа), Азорським антициклоном і окремим антициклоном над акваторією Чорного моря (рис. 3.7).



Висотне баричне поле було представлено циклонами над Німеччиною та Поволжям з мінімальними значеннями геопотенціалів 552 дам і 556 дам, а також гребенем антициклону над центральною Європою. Спостерігалася меридіанальна форма циркуляції при західному положенні висотного гребеня (рис. 3.8).

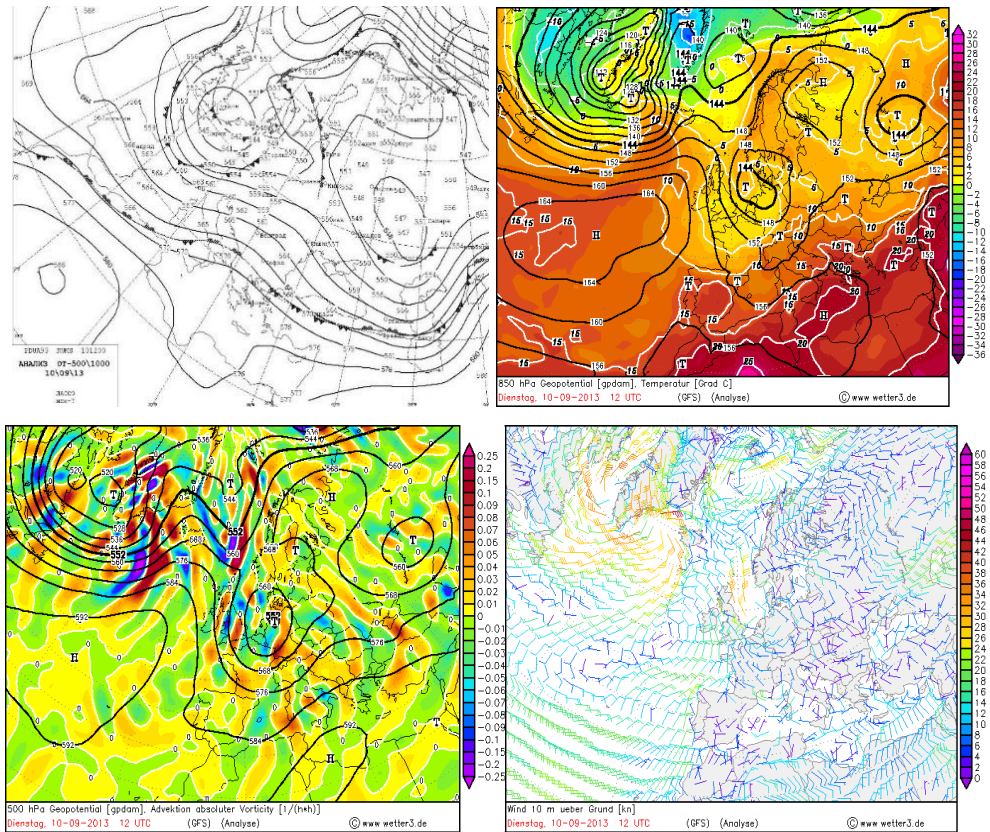


Рис. 3.8. Аналіз ВТ 500/1000, карта АТ-850 (температура), АТ-500 (адвекція), поле вітру за 10.09.2013 р., 12 UTC [13]



Рис. 3.9. Наслідки стихійного явища в м. Сарата 10 вересня 2013 р. [18]

12 вересня 2013 року погоду Одеської області визначав західний циклон над Україною з мінімальним тиском в центрі 1010 гПа. В місті Тарутино випало 197 мм опадів за 24 години (365% місячної норми – норма для вересня 44 мм), що відповідає критерію Надзвичайні тривалі дощі – СМЯ ІІІ – червоний рівень небезпеки. Вночі активізувався теплий фронт, вдень посилювався холодний фронт. За холодним фронтом спостерігалось зниження температури на 5-8°. За чотири доби в м. Тарутино випало 57% річної норми опадів (річна норма- 482 мм). Внаслідок цього місто залишилося без електропостачання на дві доби, була повністю розбита земляна дамба, через підтоплення вулиць постраждало 574 людини, в тому числі близько 200 приватних будинків та 250 господарств, припинено електро та водопостачання (рис. 3.10-3.12).

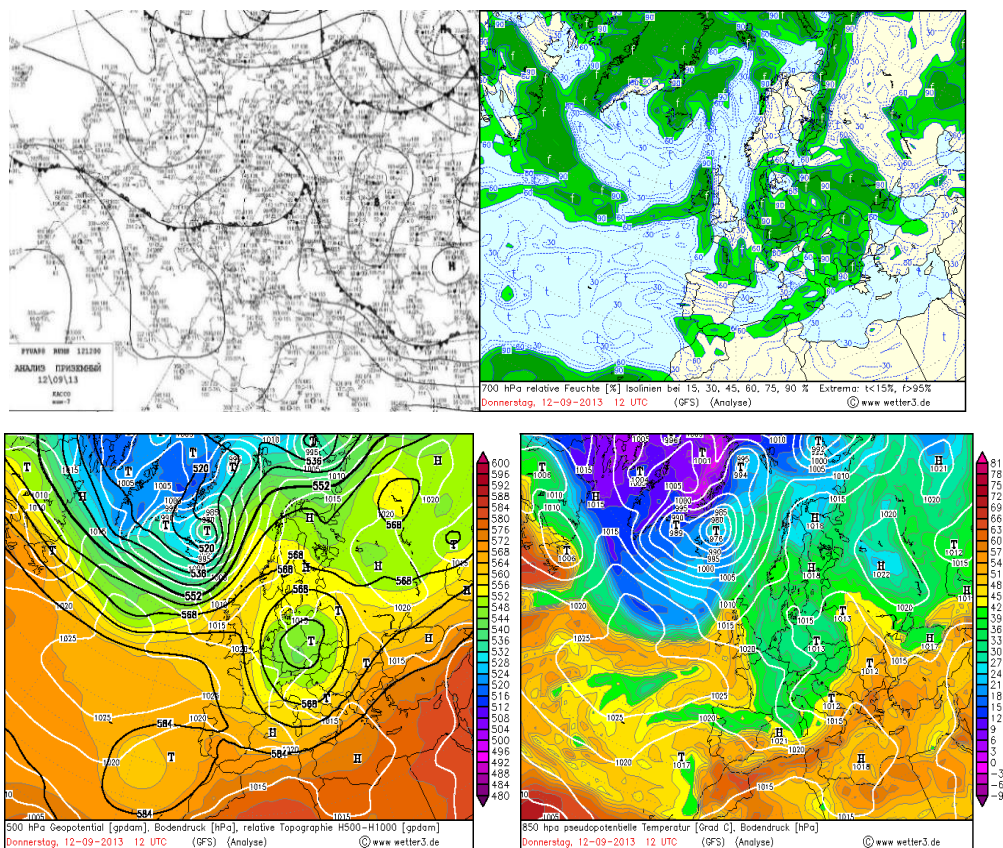


Рис. 3.10. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700, за 12.09.2013 р., 12 UTC [13]

За даними карти ОТ 500/1000 висотна фронтальна зона помірних широт була орієнтована зонально з районів північної Атлантики через південну Європу, Середземномор'я, Балкани, Чорне море, Каспійське та



близький Схід, проходила через територію Одеської області зі значним згущенням ізогіпс. Ділянка теплового атмосферного фронту проходила через територію півдня України та Чорне море. Циклон розміщувався над центральною територією Європи, улоговина простежувалась до центральної частини Середземного моря (рис. 3.11).

На висотних картах над Балканами в передній частині висотної улоговини спостерігалася розбіжність ізогіпс, падіння відносного і абсолютного геопотенціалів, значні дефіцити вологи (рис. 3.10).

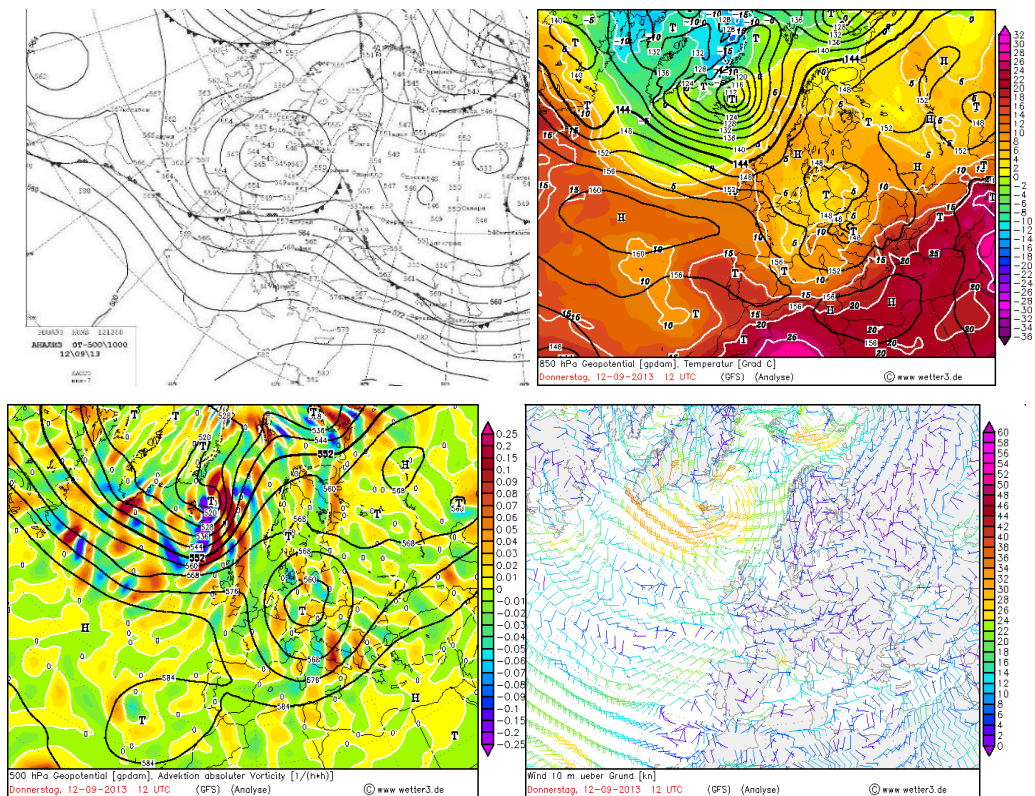


Рис. 3.11. Аналіз ВТ 500/1000, карта АТ-850 (температура), АТ-500 (адвекція), поле вітру за 12.09.2013 р., 12 UTC [13]



Рис. 3.12. Наслідки стихійного явища 12 вересня 2013 р. [18]

Так, напередодні 24 липня 2014 р. на теплому фронті місцями пройшов короткочасний дощ, гроза, посилення південно-східного вітру до 13-16 м/с. Цієї доби у м. Одеса спостерігалось СМЯ II - потужна купчаста хмарність зі зливами, активною грозовою діяльністю, формувались в розмитому полі зниженого тиску (мінімальний тиск 1005 гПа) при загостренні фронту оклюзії у ранкові години в прибережній зоні. В даному випадку істотним фактором в процесі формування сильних злив була адвекція повітряних мас з великим вологовмістом над районами Болгарії, контраст температур суша-море (суша 17-20°C, море 25°C), нестійкість атмосфери (рис. 3.13-3.15).

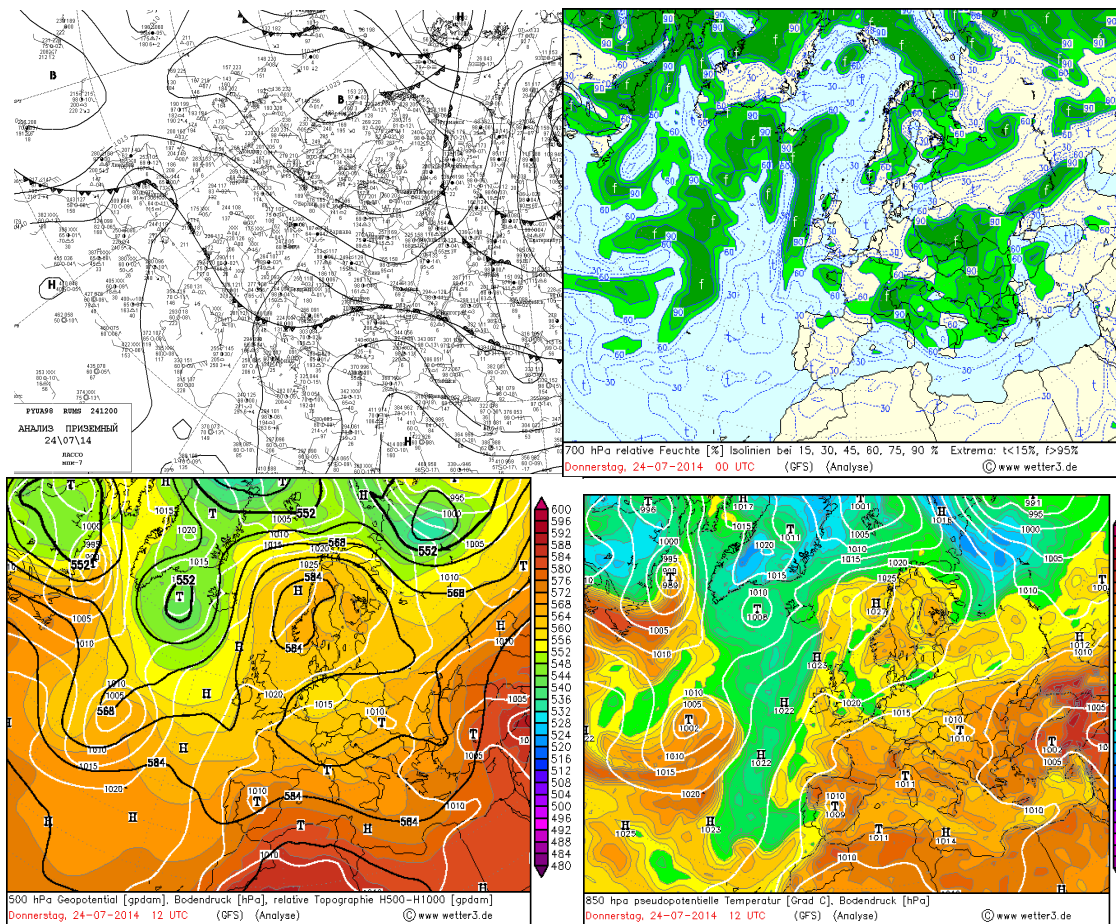


Рис. 3.13. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700, за 24.07.2014 р., 12 UTC [13]

В період з 06 годин 00 хвилин до 07 годин 00 хвилин спостерігалася сильна злива – 47 мм/год, до 08 годин 05 хвилин досягнув критерію сильний дощ (59 мм). Також спостерігався град (рис. 3.15).

Висотне баричне поле було представлено вузьким гребенем над східним узбережжям Атлантики и північним заходом Європи, циклоном з центром



над Адріатикою і пологим гребенем над Чорним морем і півднем України. Улоговина холоду, яка розповсюджувалася з Нової землі через Східну Європу на Італію. Пов'язані з улоговиною холоду гребені тепла проходили з північного узбережжя Африки через східне узбережжя Атлантики на північний захід Європи, а другий пологий гребінь із західної Азії через Чорне море на Дунай. (рис. 3.13, рис. 3.14).

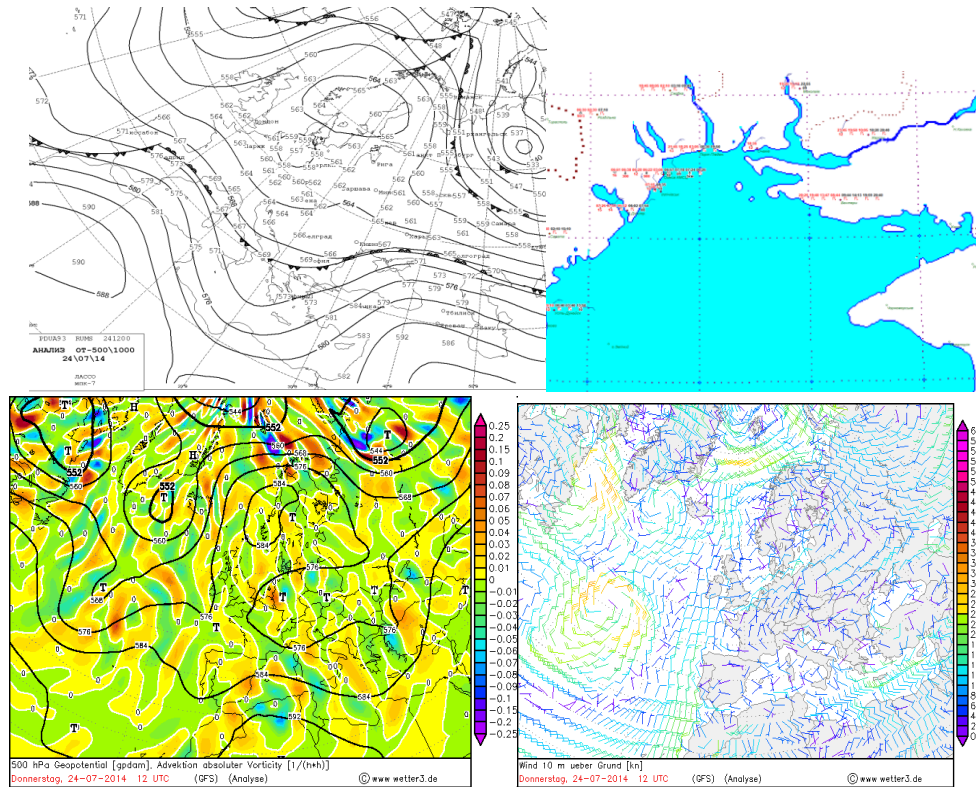


Рис. 3.14. Аналіз ВТ 500/1000, карта штормового оповіщення, АТ-500 (адвекція), поле вітру за 24.07.2014 р., 12 UTC [13]



Рис. 3.15. Наслідки стихійного явища 24 липня 2014 р. [18]

07 серпня 2016 року за даними прогностичного аналізу протягом доби 07.08.2016 року в 00 UTC погоду більшої частини території України, в тому числі і Одещини, визначала барична сідловина, Правобережжя України – гребінь антициклону з заходу, по периферії якого проходив полярний атмосферний фронт. Тиск біля поверхні становив 1012,5-1015 гПа і впродовж дня істотно не змінювався (за 12 (15) год відмічалось його слабке падіння – 0,7 гПа/3 год). Внаслідок утворення хвиль в зоні холодного фронту, швидкість його переміщення у східному напрямку значно уповільнилася (рис. 3.16). Перед фронтом найбільше падіння тиску на 12 UTC досягло 1,5 гПа/3 год, за фронтом - ріст атмосферного тиску – 2,6 гПа/3год (рис. 3.16).

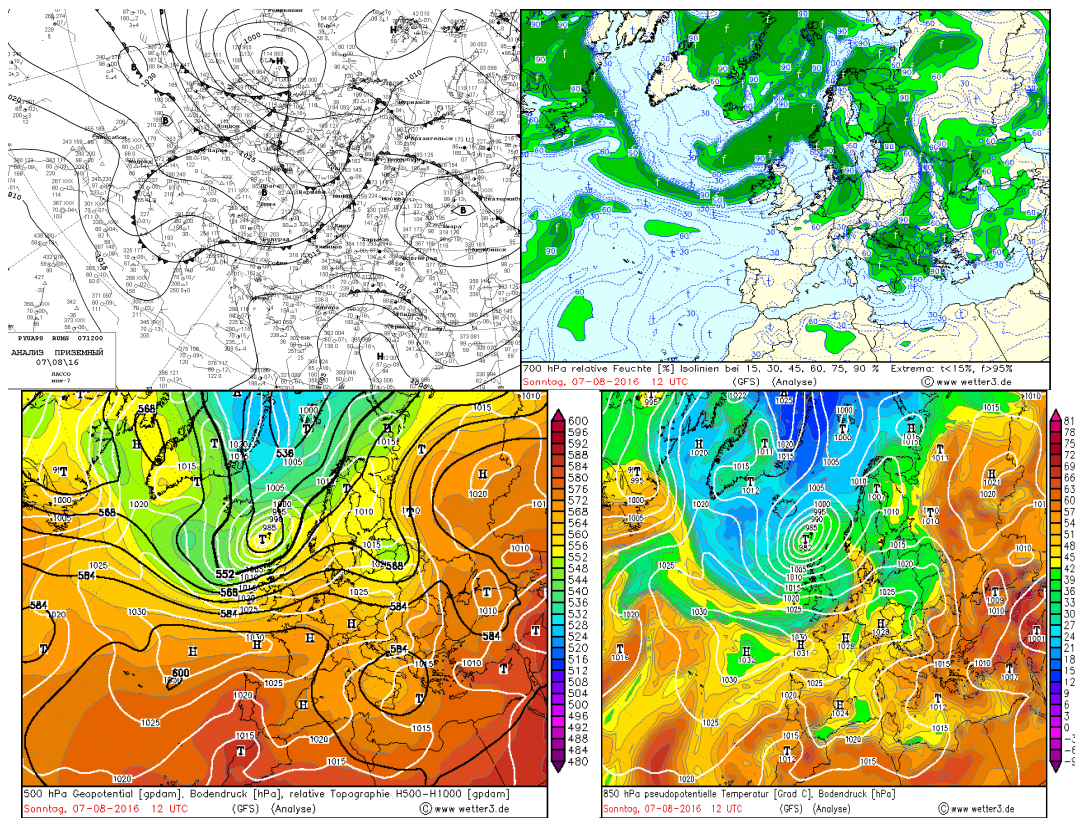


Рис. 3.16. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 07.08.2016р., 12 UTC [13]

На відстані близько 100 км перед лінією холодного фронту у теплому секторі циклону утворилася лінія нестійкості, на якій, починаючи з 12 UTC, активізувалася конвективна діяльність. Саме вона стала причиною інтенсивного прояву конвекції над м. Одеса у другій половині дня 07 серпня 2016 р. за даними МРЛ на 12 год UTC у центральних та північних областях

України спостерігалися грозові та градові осередки з високою відбиваністю, верхня межа яких досягла 13-15 км. Лінія була орієнтована на північно-західну частину Чорного моря (рис. 3.17).

За даними карти АТ-850 за строк 12 UTC (рис. 3.17) територія України знаходилася у межах гребеня тепла, орієнтованого з Кавказу. Біля землі йому відповідав обширний теплий сектор циклону з центром над північчю Східно-Європейської рівнини. На рівні АТ-700 на північному заході країни адвекція температури за полярним фронтом становили 2-6 °С. Відносна вологість у нижній тропосфері становила 80%. У західних районах Чорного моря вона коливалася від 40 до 60%.

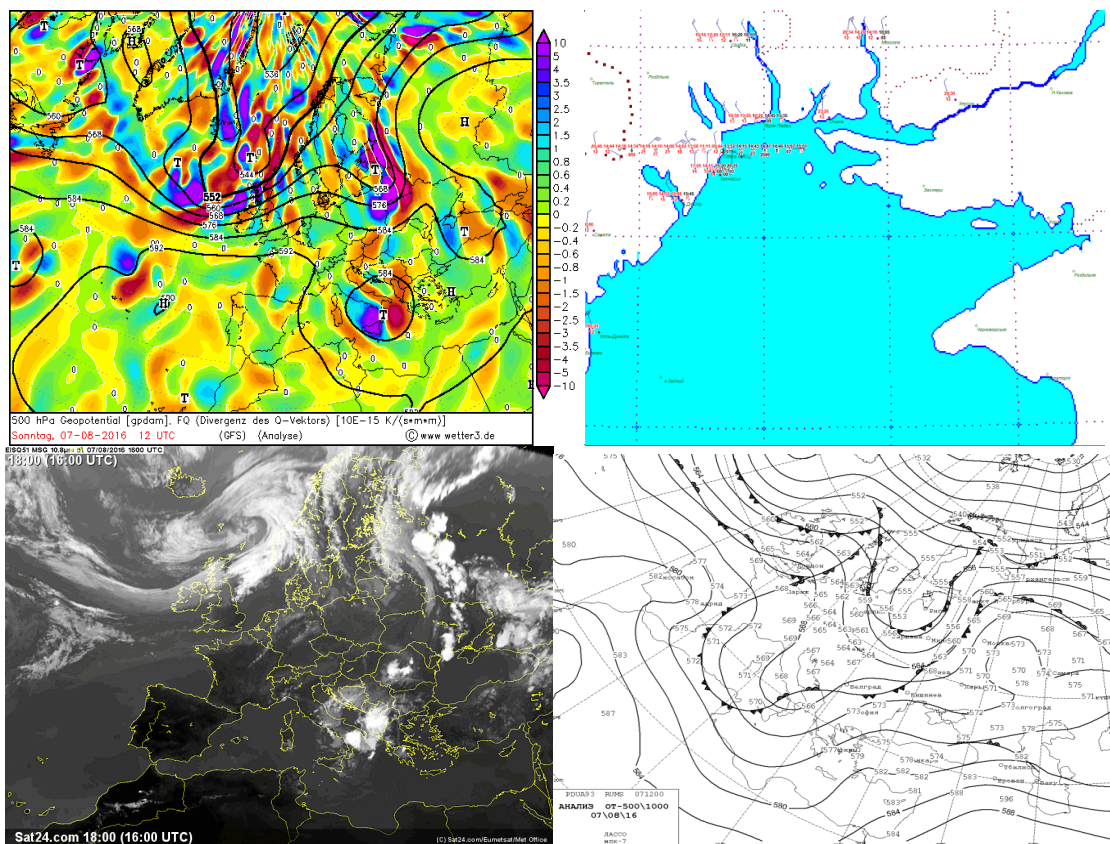


Рис. 3.17. АТ-500 (адвекція), карта штормового оповіщення, супутниковий аналіз, ВТ500/1000 за 07.08.2016 р., 16 UTC [13,14]

На супутниковому зображенні (рис. 3.17) у центральних та південних областях України конвективна хмарність не спостерігалася. У північно-західній частині супутникового знімка простежується смуга хмарності, пов'язана із зоною холодного фронту, наслідки – рис. 3.18.





Рис. 3.18. Наслідки стихійного явища 7 серпня 2016 р. [18]

Інтенсивні опади спостерігалися 20 вересня 2016 р., коли погоду міста Одеса зумовлювала улоговина хвильового циклону. В період з 21 години 19 вересня до 9 години 20 вересня у м. Одеса випало 85 мм опадів і досягнуто критерію СМЯ ІІІ. Спостерігались грози, погіршення видимості в дощі 800-900 м, посилення північно-східного вітру 15-20 м/с. Температура вночі та вдень складала 9-13 °С (рис. 3.19, рис. 3.21).

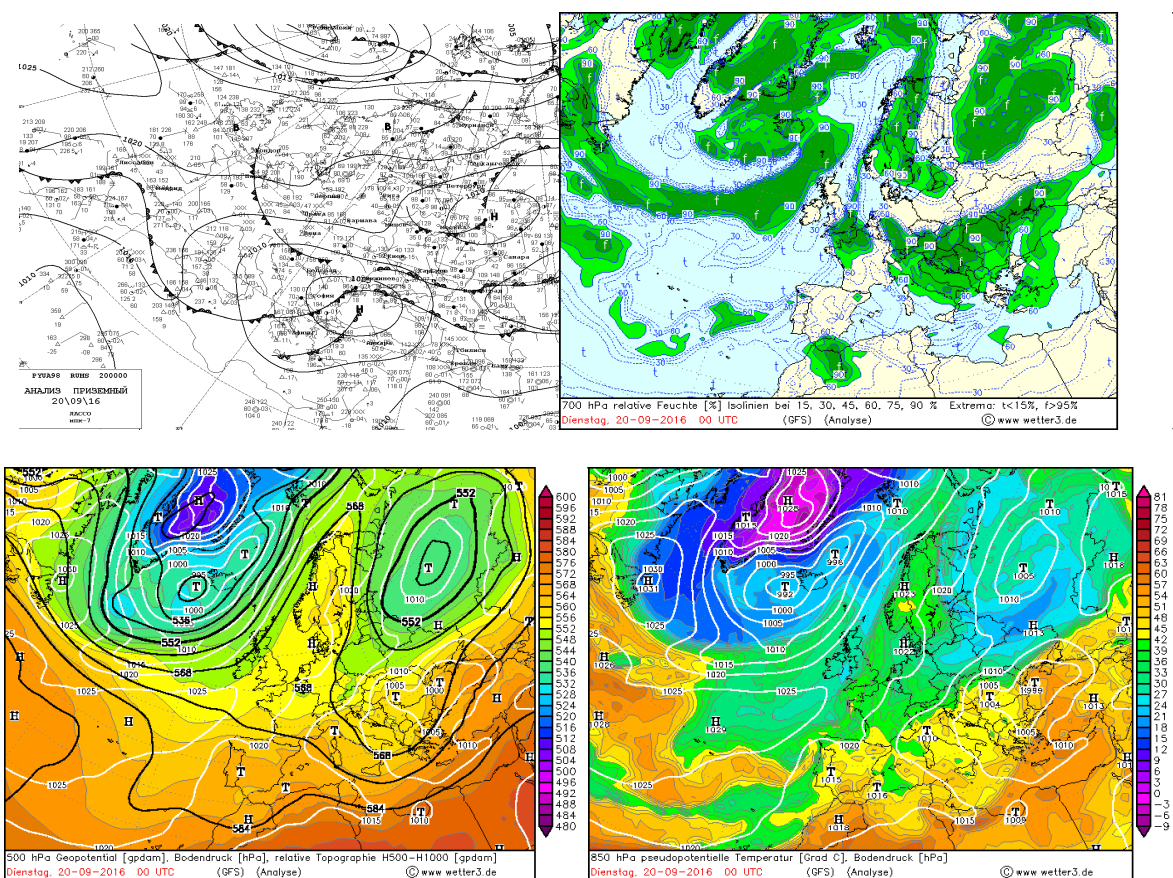


Рис. 3.19. Приземний аналіз, АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 20.09.16 р., 00 UTC [13]



20 вересня 2016 р. над ЄТР розташовувалася висотна улоговина, яка повністю охопила всю територію України, що сприяло випадінню сильних опадів (рис. 3.20). На АТ-500 (рис. 3.19) навколо центру циклона спостерігається значно більше замкнутих ізогіпси у порівнянні з 19 вересня, а саме 5, в той час як на АТ-850 їх було лише дві.

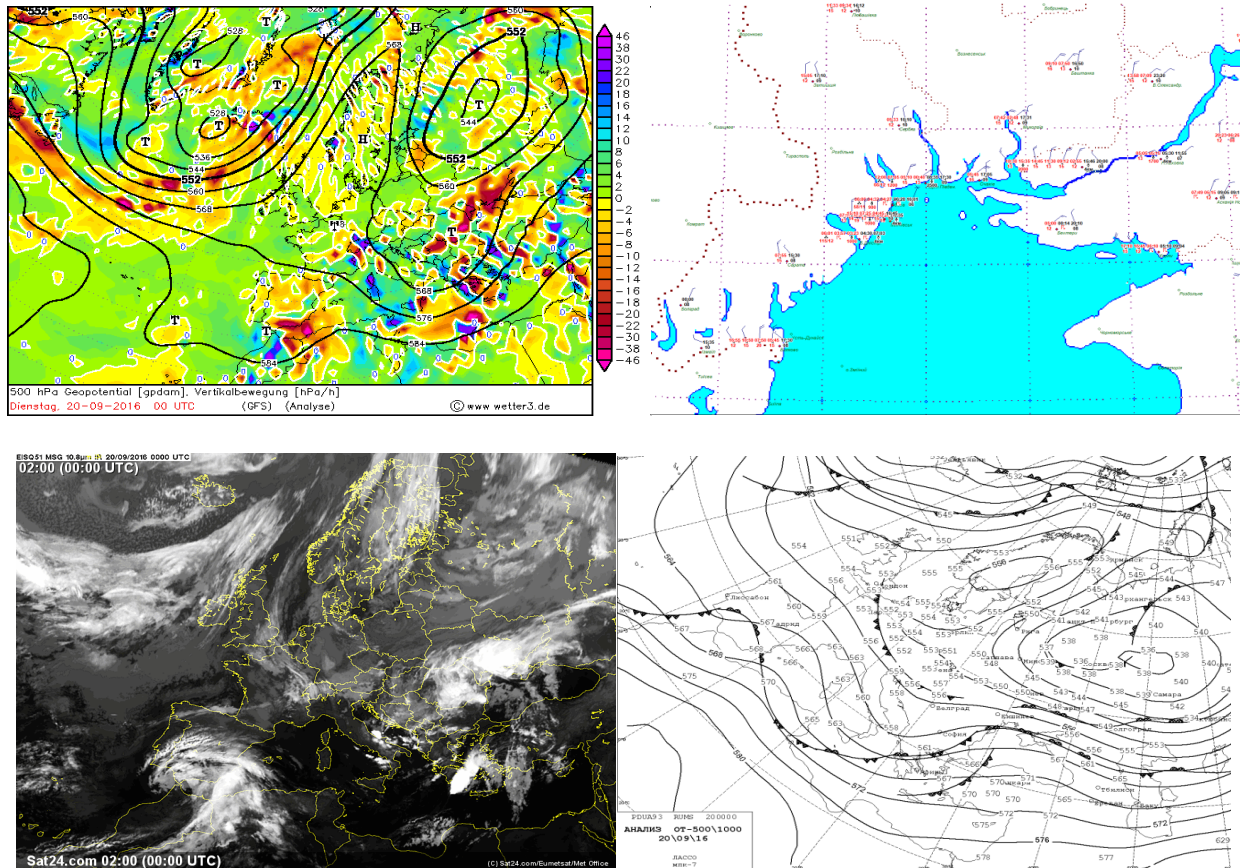


Рис. 3.20. АТ-500 (адвекція), карта штормового оповіщення, супутниковий аналіз, ВТ 500/1000 за 20.09.2016 р., 00 UTC [13, 14]

20 вересня над центральною частиною Європи спостерігалась обширна улоговина, переважала змішана форма циркуляції. Над ЄТР спостерігався циклон з мінімальним тиском в центрі 1000 гПа. Депресія, яка утворилась над північчю Італії, зміщувалась на Балкани, Чорне море та Одеську область. Мінімальний тиск в центрі склав 1012 гПа, циклон увійшов до системи північного фронту. Улоговина хвилевого циклону зумовлювала погоду над Одеською областю (рис. 3.19, рис. 3.21).



Рис. 3.21. Затоплення вулиць Одеси 20 вересня 2016 р. [19]

11-13 жовтня 2016 року над Одеською областю спостерігались вкрай несприятливі погодні умови, які були обумовлені виходом «південного» циклону на північно-західному узбережжі Чорного моря при блокуючому впливу антициклону з центром над Прибалтикою (рис. 3.22-3.24).

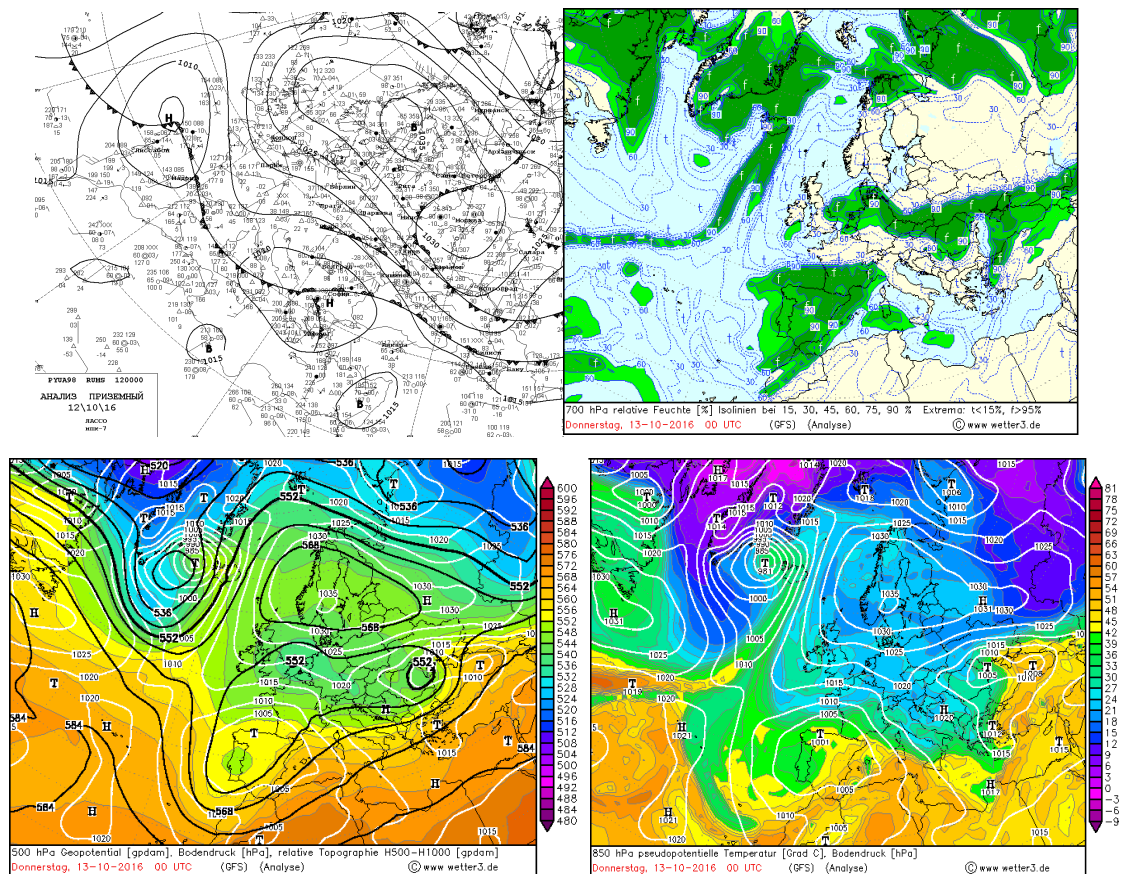


Рис. 3.22. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 12.10.2016 р., 00 UTC [13]



Над півднем України проходила хвиля полярного фронту, що призвело до затоплення багатьох вулиць Одеси (рис. 2.9). В цей період пориви сильного східного вітру досягали 26 м/с. На метеостанціях Одеської області Болград, Вилкове, п. Южний – спостерігався дуже сильний дощ, який досягнув критерію СМЯ III. 12-13 жовтня по м. Одеса пориви східного вітру досягли критерію СМЯ II – 26 м/с (рис. 3.22, рис. 3.24).

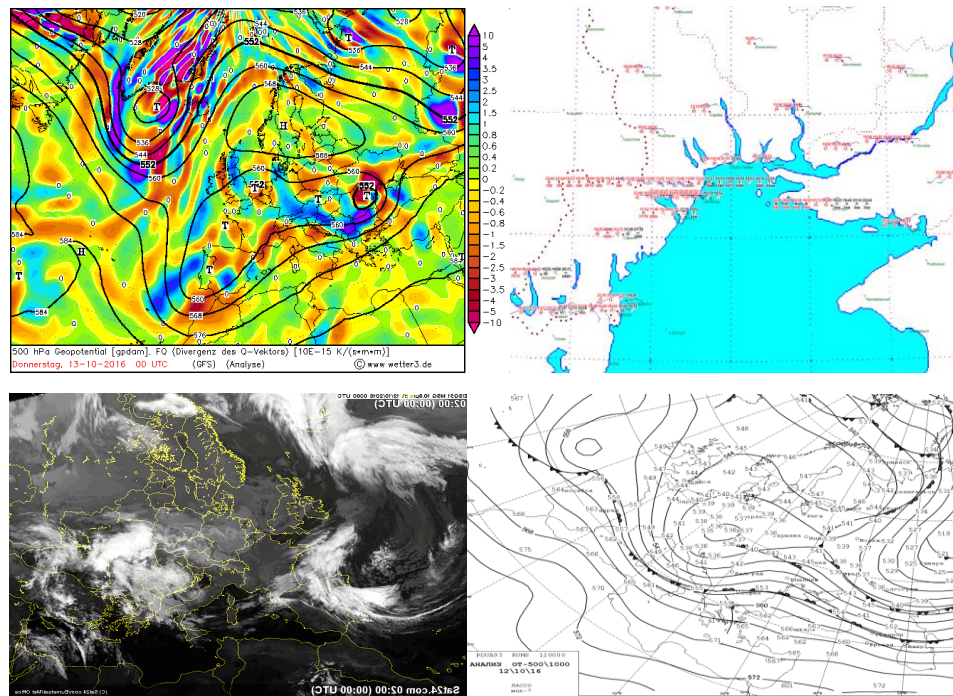


Рис. 3.23. АТ-500 (адвекція), карта штормового оповіщення, супутниковий аналіз, ВТ 500/1000 за 12.10.2016 р., 00 UTC[13,14]

Протягом 12-13 жовтня 2016 року на МС Одеса спостерігався дощ, який досягнув критерію сильний тривалий дощ – 107 мм за 23 години, 11-12 жовтня на МС Болград спостерігався сильний тривалий дощ – 104 мм за 22 години, 12 жовтня на МС Вилково (55 мм за 9 годин) і Одеса-порт (59 мм за 12 годин) спостерігався сильний дощ, всі явища досягнули критерію СМЯ II – помаранчевий рівень небезпеки, який був обумовлений виходом південного циклону на південь України, в тому числі Одеської області (рис. 3.23, 3.25 та 3.26).

В середній тропосфері атмосферна циркуляція 11-13 жовтня 2016 року була меридіональної змішаної форми (рис. 3.24-3.25). На карті ОТ 500/1000

за строк 00 UTC 11 жовтня улоговина холоду розповсюджувалась з Карського моря через Москву на Францію, північ Середземномор'я, Італію.

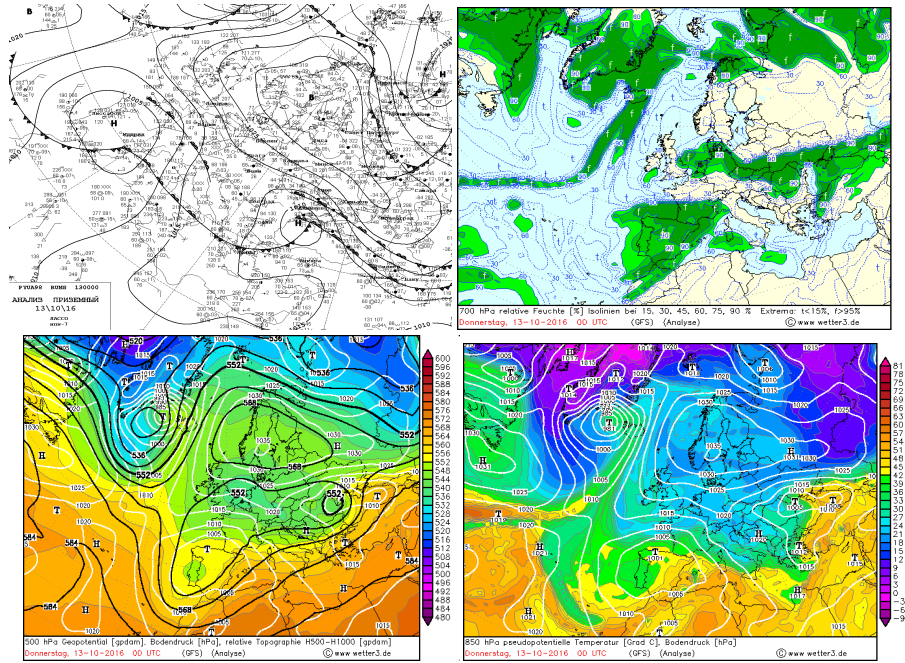


Рис. 3.24. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 13.10.2016 р., 00 UTC [13]

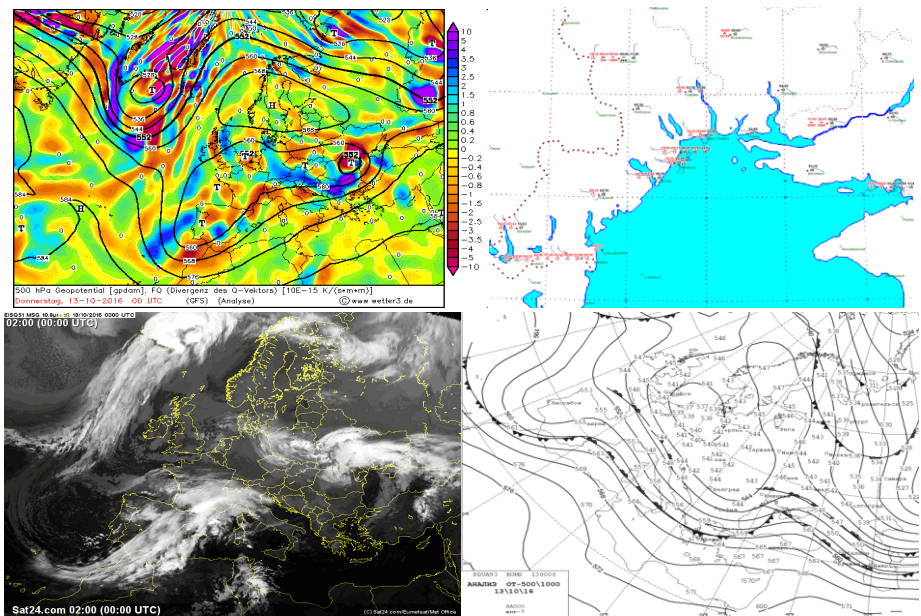


Рис. 3.25. АТ-500 (адвекція), карта штормового оповіщення, супутниковий аналіз, ВТ 500/1000 за 13.10.2016 р., 00 UTC[13,14]



Рис. 3.26. Наслідки стихії,затоплення вулиць Одеси 11-13 жовтня 2016р. [19]

Термічний осередок холоду знаходився над Німеччиною. Пов'язані з улоговиною холоду гребні тепла спостерігались над Атлантикою, Скандинавією і другий пологий гребінь розповсюджувався зі східних районів Середземномор'я на Балкани (рис. 3.23, рис. 3.25).

11 жовтня над півднем Італії на хвилі утворився циклон з мінімальним тиском 1008 гПа. По потоку циклон зміщувався на Румунію, північно-західний район Чорного моря та Одеську область. Протягом 11-12 жовтня по території Одеської області пройшли значні та сильні дощі, особливо над південною частиною. Блокуючий антициклон з центром над Прибалтикою з максимальним тиском в центрі 1035 гПа створив умови для посилення північно-східного вітру до 15-23 м/с. Також спостерігалась гроза.

На протязі доби 11-12 жовтня при ізоляції холоду над Західною Європою від ультраполярного вторгнення холодної повітряної маси з Карського моря спостерігалось його поступове розповсюдження на північний схід Середземномор'я. При цьому посилювався гребінь тепла над Туреччиною та Україною. Над Уралом зберігала свій блокуючий вплив улоговина холоду зі зміною відносного геопотенціалу над Поволжям 10-12 гПа/24 год. Одеська область та Азово-Чорноморський басейн знаходився під впливом термічного гребеня з додатними змінами відносного геопотенціалу до 6 гПа/24 год.



В співвідношенні з термічним полем формувалось і баричне поле середньої тропосфери з улоговинами і гребенями, здвинутими вправо відносно термічних.

12 жовтня висотний циклон з центром над Словенією з мінімальним тиском геопотенціалу 547 дам (рис. 2.11) окреслювався чотирма замкнутими ізогіпсами. На протязі доби простежувалось подальше поглиблення глибокого висотного циклону на 5 дам і зміщення на південний схід на райони Угорщини. На карті АТ-850 тепла повітряна маса, була потиснена холодом із Західної Європи, з Північного узбережжя Африки розповсюдилась на Чорне море і Україну (рис. 3.22, рис. 3.23).

На приземній карті в систему південного циклону з хвилями над Болгарією (1005 гПа) входив фронт помірних широт, холодна ділянка якого проходила через Болгарію, Грецію і далі на Середземномор'я.

В зоні хвилевого утворення над Болгарією в нічні години відбувався розвиток потужної купчасто-дощової хмари з активною грозовою діяльністю (рис. 2.11). Вдень в результаті подальшої адвекції холоду південний циклон зміщувався на Одеську область, а холодна ділянка фронту перемістилася на західне узбережжя Чорного моря через прилеглі до нього райони. Перед фронтом по Одеській області температура досягала 19°C, за фронтом не вище 9-12°C. Ввечері 12 жовтня і вночі 13 жовтня в прибережній зоні пройшов сильний дощ, який супроводжувався грозовими розрядами і сильним шквальним вітром з значним пошкодженнями (рис. 3.25, рис. 3.26).

17 червня 2017 року погоду Одеської області визначала улоговина оклюдованого циклону над середньою Волгою. На МС Любашівка пройшов надзвичайний дощ, кількість опадів становила 81 мм за 11 годин, що відповідає критерію СМЯ III – червоному.

17 червня нестійкий характер погоди обумовлювала улоговина північно-західного циклону, який зміщувався з Фінляндії через центральну Україну на Верхню Волгу, тиск складав 985 гПа, улоговина оклюдованого циклону впливала на погодні умови Одеської області. Над південним сходом Європи розташовувався антициклон з тиском 1019 гПа (рис. 3.27).

Окремий циклон, який утворився над районами Балтики вдень 16 червня, увійшов до системи західного циклону. В теплому секторі циклону у ранкові години посилювався південний вітер до 13 м/с (рис. 3.28).

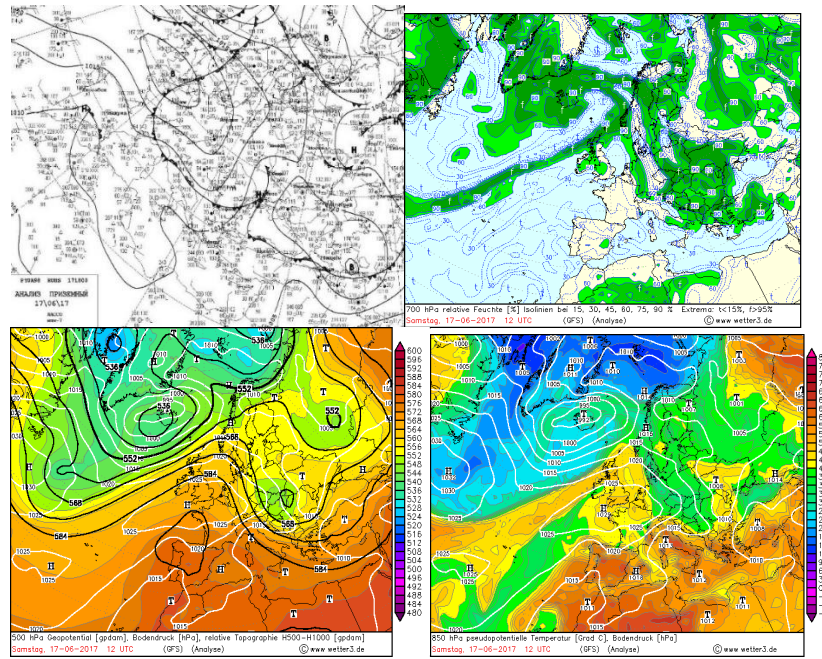


Рис. 3.27. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 17.06.2017 р., 12 UTC [13]

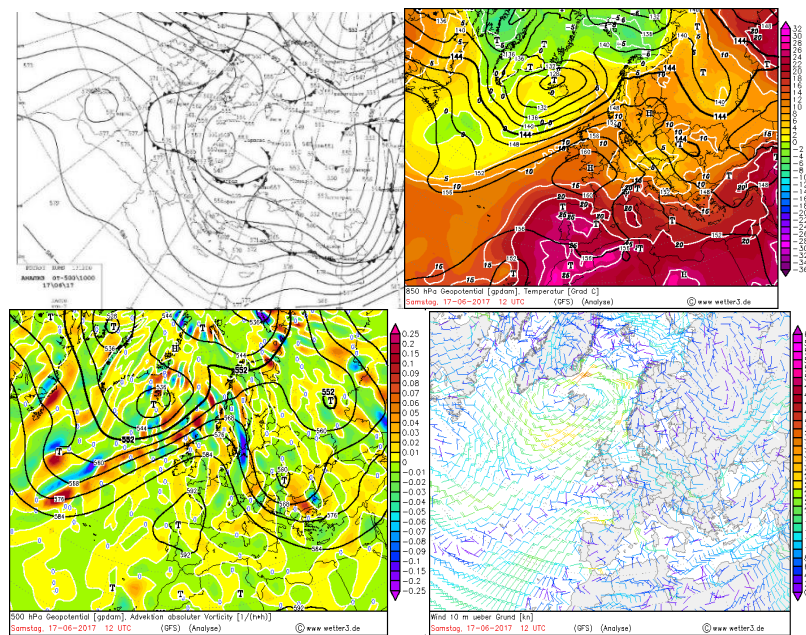


Рис.3.28. АТ-500 (адвекція), карта АТ-850 (температура), поле вітру, ВТ 500/1000 за 17.06.17 р., 12 UTC [13]

Зимовий випадок сильних опадів уторився 18.01.2018 при виході «південного» циклону з Балкан на західне узбережжя Чорного моря (985 гПа), коли по Одеській області спостерігалися несприятливі погодні

умови: сильний сніг, місцями дуже сильний сніг, 33-54 мм/12 год, в прибережній зоні у вигляді дощу, в м. Одеса 51 мм/12 год (рис. 3.29, рис. 3.30).

Добового ходу температури не спостерігалось, денні та нічні температури були від 1°C морозу до 6°C тепла. Термодинамічні показники позитивно впливали на складні погодні умови. В нижній та середній тропосфері над Одеською областю з 17 на 18 січня посилилась циклонічна циркуляція, внаслідок розповсюдження баричної улоговини з північного заходу Європи на Балкани і збільшення циклонічної кривизни при розходженні ізогіпси в передній частині висотної улоговини (рис. 3.29).

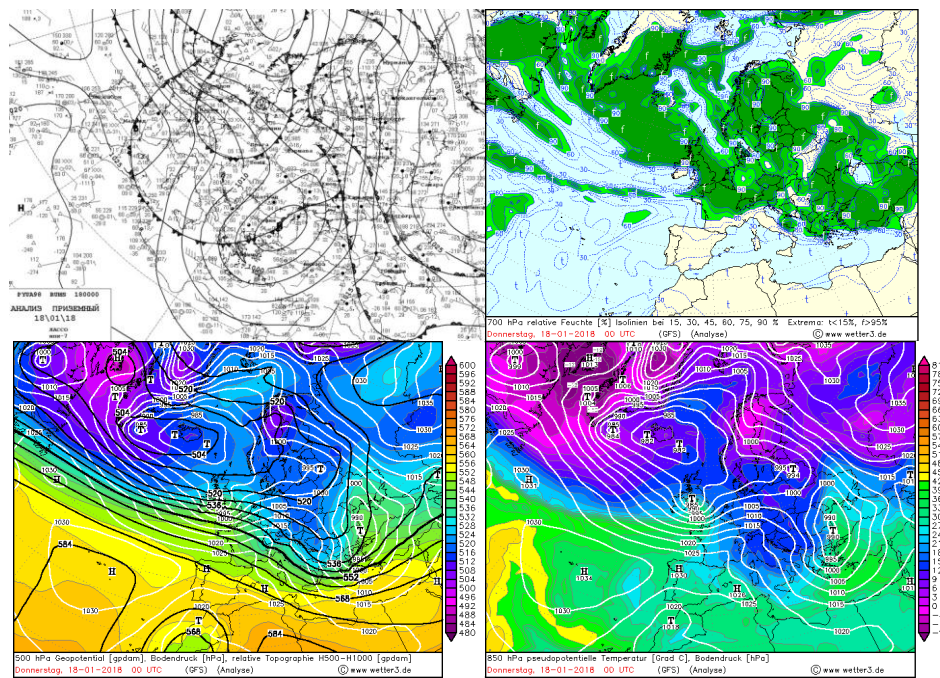


Рис. 3.29. Приземний аналіз, АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 18.01.18 р., 00 UTC [13]

За даними ВТ 500/1000 за 00 UTC 18.01.18 тепле і вологе середземноморське повітря розповсюдилось через Грецію, Туреччину, Чорне море на схід Європи. Західна Європа знаходилася під впливом холодних арктичних мас. В приземному баричному полі в строк спостережень 15 UTC 17 січня спостерігались від'ємні осередки ізалобар 2,1-5,4 гПа/3 год, що вказувало на розвиток упорядкованих висхідних вертикальних рухів. 18 січня спостерігались ряд СМЯ: пройшли сильні опади, відбувалось посилення північно-західного вітру до 25-29 м/с. Місцями відмічалась ожеледь, ожеледиця, налипання мокрого снігу, хуртовина (рис. 3.30, рис. 3.31).



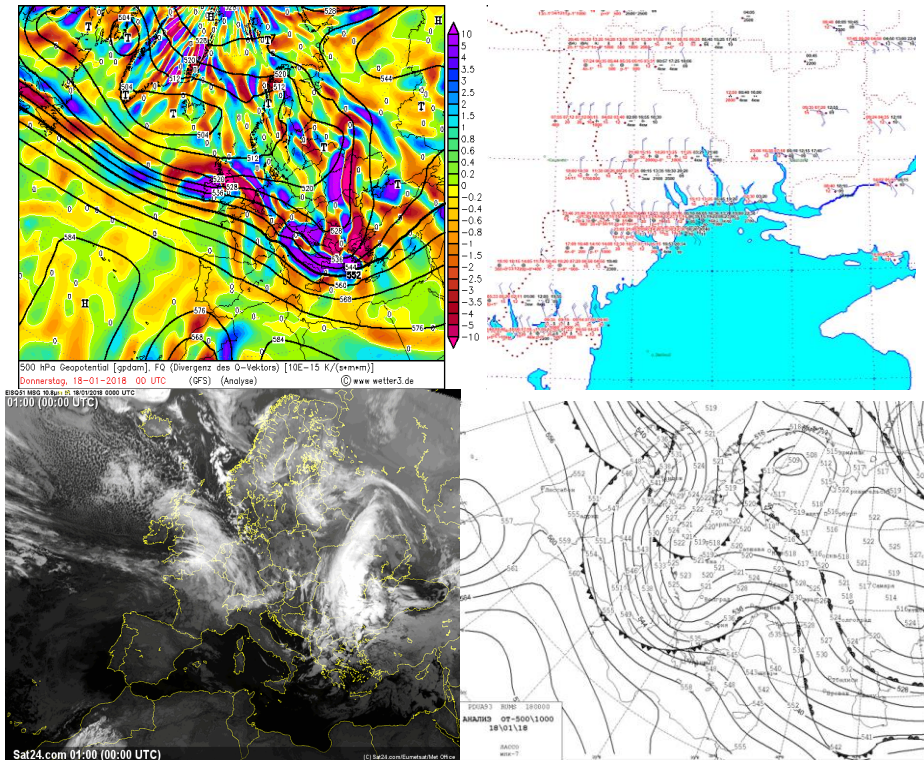


Рис. 3.30. АТ-500 (адвекція), карта штормового оповіщення, супутниковий аналіз, ВТ 500/1000 за 18.01.18 р., 00 UTC [13,14]



Рис. 3.31. Затоплення вулиць Одеси 18 січня 2018 р. [19]

5 вересня 2018 року на МС Роздільна спостерігався надзвичайний дощ, кількість опадів 105 мм за 7 годин, явище критерію СМЯ III – червоний рівень небезпеки. Цього дня на погоду Одеської області впливала малоазійська депресія з фронтальними розділами. В першій декаді вересня переважала меридіанальна форма циркуляції при центральному положенні висотного гребеня. В результаті проходження холодного фронту по Одеській

області спостерігалось проходження дощів, в тому числі в м. Роздільна (рис. 3.32-3.34).

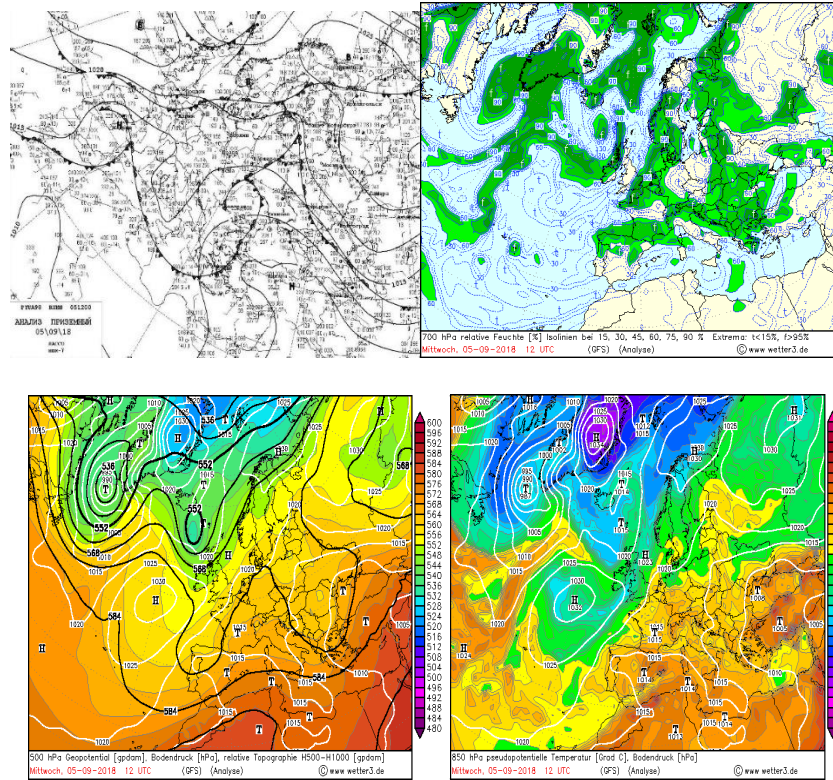


Рис. 3.32. Приземний аналіз, АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 05.09.18 р., 12 UTC [13]

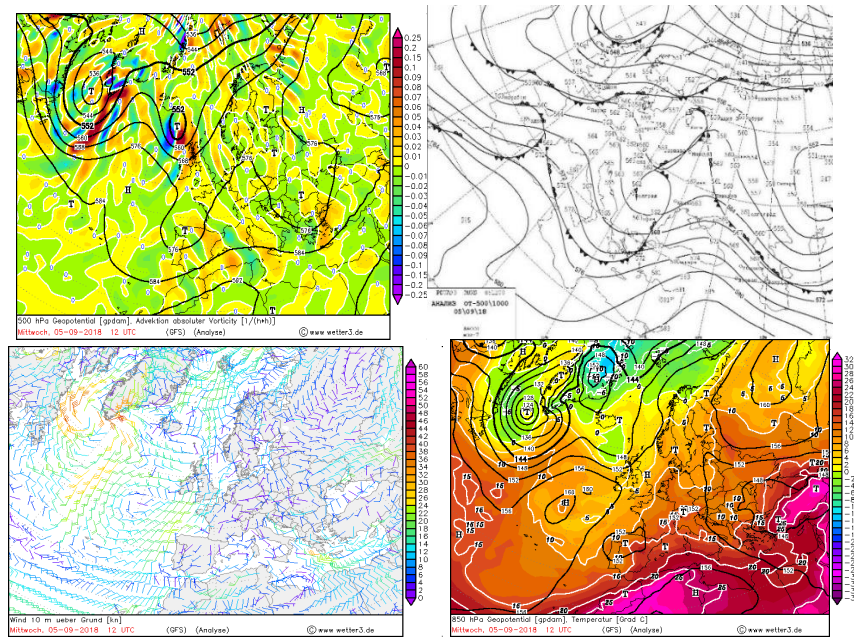


Рис. 3.33. АТ-500 (адвекція), карта АТ-850 (температура), ВТ 500/1000, поле вітру за 05.09.18 р., 12 UTC [13]



За даними ВТ 500/1000 за 12 UTC висотна фронтальна зона помірних широт проходила з Атлантики, через Піренейський півострів, Середземне море, Балкани, через центральну частину України, в тому числі Одеську область і зміщувалась на схід Європи та Каспійське море. Вісь улоговини циклону проходила від Скандинавського півострову через центральну Європу на Балкани та Середземне море. Гребені тепла розповсюджувалися з близького сходу на Чорне море та схід України; та з північної Африки через західну Європу на райони Північного моря. Активне згущення ізогіпс спостерігається над Чорним морем та Одеською областю (рис. 3.33).

В приземному полі ділянка холодного фронту помірних широт проходила через територію Одеської області, в результаті адвекції холоду фронт зміщувався на південь Чорного моря (рис. 3.32).



Рис. 3.34. Затоплення вулиць Роздільної 05 вересня 2018 р. [16]

3-4 серпня 2019 р. погоду Одеської області визначав «південний» циклон, який сформувався на ділянці холодного фронту помірних широт. На МС Білгород-Дністровський спостерігався надзвичайний дощ – 121 мм за 6 годин, явище досягнуло критерію СМЯ III – червоного (рис. 3.35).

Хвильовий циклон швидко зміщувався з районів Румунії на північно-західний район Чорного моря і далі на райони Азовського моря. Мінімальний тиск в центрі циклону спостерігався 4 серпня і склав 999 гПа. В цей період спостерігалася вкрай несприятлива погода, повсюдно пройшли дощі від помірних до значних, кількість опадів становила (1-42 мм), видимість в дощі погіршувалася 300-2500 м, при грозах спостерігалися пориви вітру до 12-13 м/с (рис. 3.35-3.36).

В другій половині дня 4 серпня 2019 р. в тилівій частині циклону над територією Одеської області посилювався вітер північної чверті 12-15 м/с.

Над акваторією Чорного моря посилення досягало 12-20 м/с. Максимальна температура становила 20,9 °С.

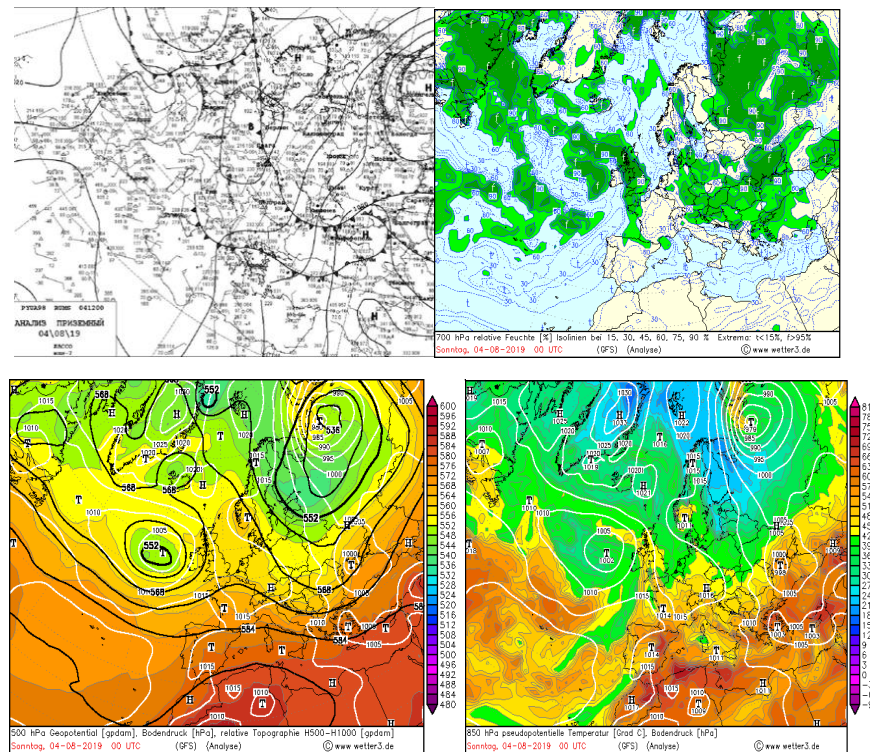


Рис. 3.35. Приземний аналіз, карта АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 04.08.2019 р., 00 UTC [13]

Внаслідок стихії було порушене транспортне сполучення, затоплено окремі ділянки місцевості, підтоплено сільськогосподарські і підвальні приміщення будинків. Для ліквідації наслідків були підключені рятувальники.

Рятувальники оперативно прибули на місце виклику і з використанням пожежно-рятувальної техніки підвищеної прохідності вилучили автотранспортні засоби зі складної ділянки автодороги для подальшого руху (рис. 3.37).

7 липня 2020 р. на метеостанції Ізмаїл в період з 16 год 20 хв до 17 год 20 хв спостерігалася надзвичайна злива, кількість опадів 57 мм/1 год – явище критерію СМЯ ІІІ, та град з діаметром 14 мм.

7 липня в с. Шевченково (Кілійський район) за даними метеостанції Вилково в період з 14 год 00 хв до 19 год 10 хв спостерігався надзвичайний дощ, кількість опадів 142 мм – явище критерію СМЯ ІІІ, та град з діаметром 15-20 мм. (рис. 3.40).

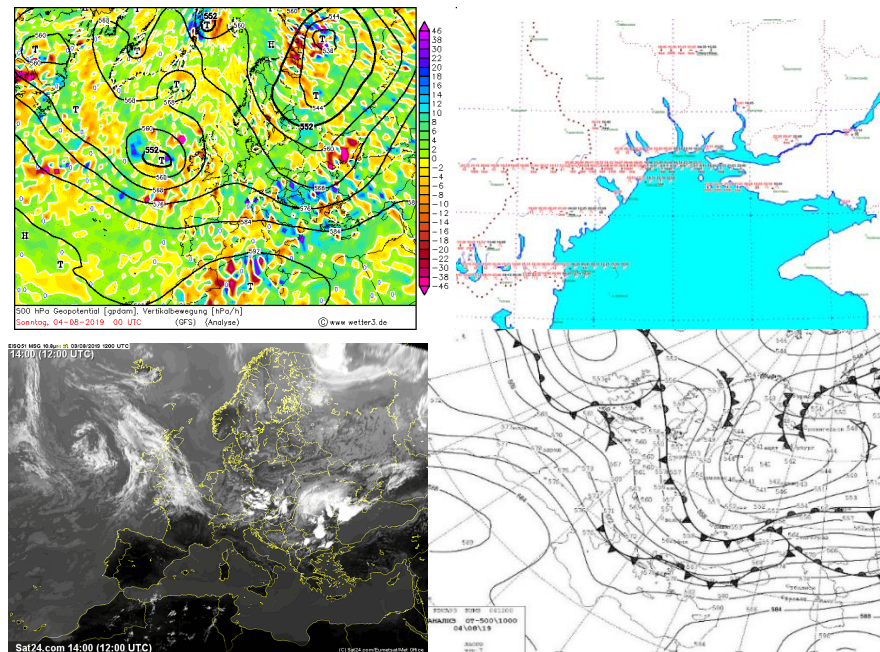


Рис. 3.36. АТ-500 (адвекція), карта штормового оповіщення, супутниковий аналіз (12 UTC), ВТ 500/1000 за 04.08.2019 р., 00 UTC [13,14]



Рис. 3.37. Затоплення вулиць Білгород-Дністровського 4 серпня 2019 р. [10,15]

Та останній випадок сильного дощу утворився 7-8 липня та значно вплинув на погодні умови Одеської області через дію улоговини малоазійської депресії з активними фронтальними розділами, що зміщувалися з північного заходу. Переважала східна форма циркуляції. В окремих районах області спостерігалися несприятливі погодні умови, які супроводжувалися сильним дощем, грозами, градом та поривами північно-західного вітру 15-22 м/с. Місцями відмічалось погіршення видимості під час дощу 1-4 км. (рис. 3.38-3.40).

В приземному полі над територією Одеської області проходила ділянка



холодного арктичного фронту, над Чорним морем холодний фронт помірних широт. Фронтальні розділи зміщувались на схід за потоком. (рис. 3.38).

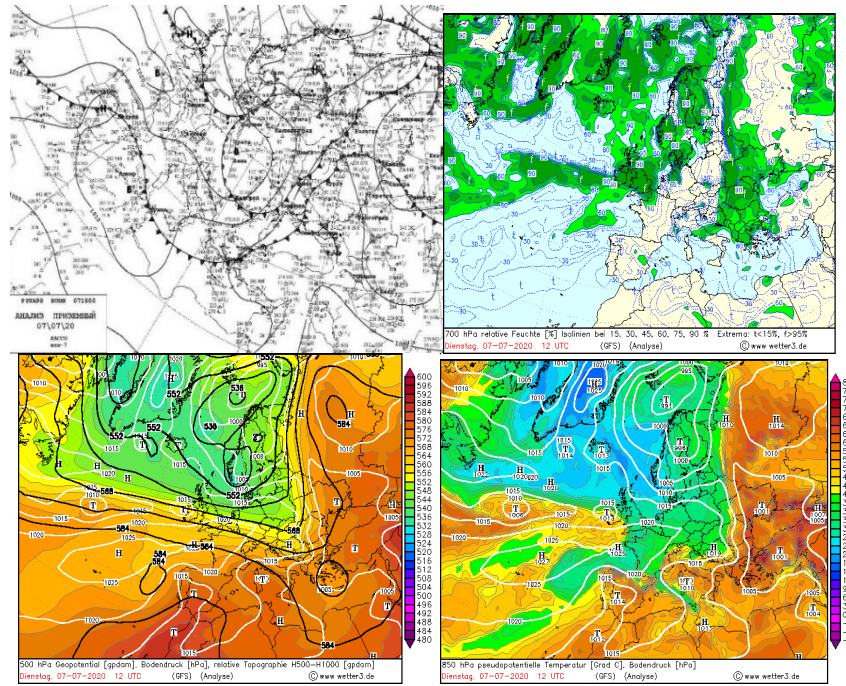


Рис. 3.38. Приземний аналіз, АТ-850, АТ-500, АТ-700 за 07.07.20 р., 12 UTC [13]

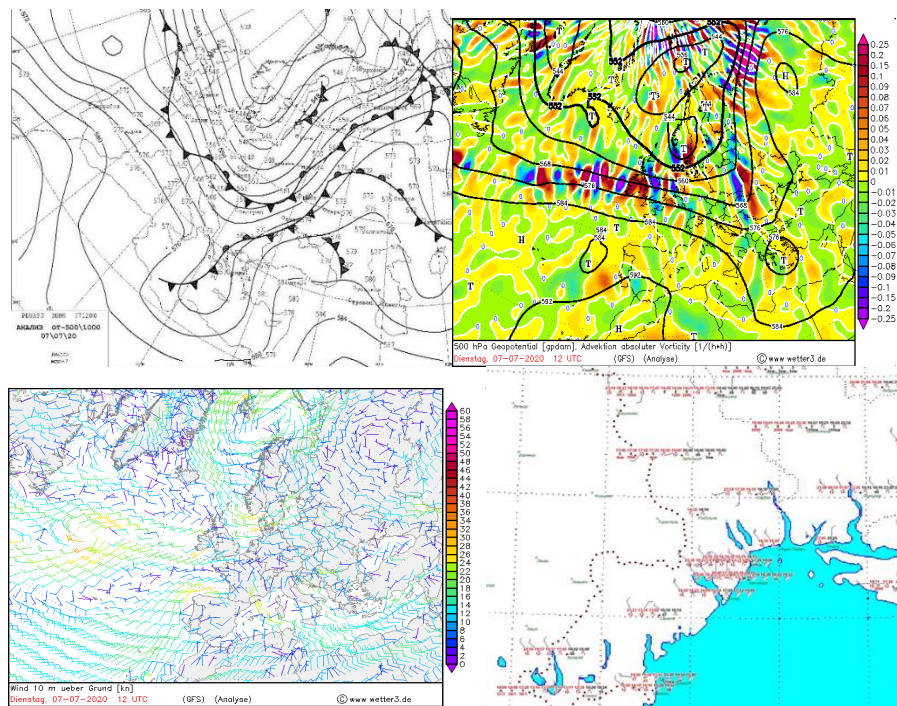


Рис. 3.39. Аналіз ВТ 500/1000, карта штормового оповіщення, АТ-500 (адвекція), поле вітру за 07.07.2020 р., 12 UTC [13]



Рис. 3.40. Наслідки стихії в м. Ізмаїл 7 липня 2020 р. [17]

За даними карти ВТ 500/1000 12 UTC улоговина холоду зміщувалась від Скандинавського півострову через центральну Європу, Балкани, Середземне море, охоплюючи територію Одеської області. Арктична висотна фронтальна зона проходила від районів Великобританії, через західну та центральну Європу, захід України та зміщувалась на північну частину ЄТР та Шпіцберген. Висотна фронтальна зона помірних широт розповсюджувалась від центральної частини Середземного моря, через Балканський півострів, південь і схід України та на Середню Волгу. Згущення ізогіпс та активне вторгнення холодного повітря спостерігалось над Одеською областю, що і призвело до надзвичайних опадів. (рис. 3.39).

### 3.2 Траєкторії циклонів при небезпечному посиленні опадів в Одеській області

Сильні та надзвичайні опади, які виникали над Одеською областю, були переважно обумовлені виходом південних циклонів, та цих випадків було 4 (рис. 3.42). Основною особливістю синоптичних процесів, які сприяють зародженню південних циклонів, є наявність стаціонування циклонів над заходом Європи та над Скандинавією. Для півдня України характерний другий тип переміщення циклонів – через Чорне море на півдні і центральні райони України. Висотне баричне поле нижньої половини тропосфери характеризується меридіональним перенесенням над Європою.



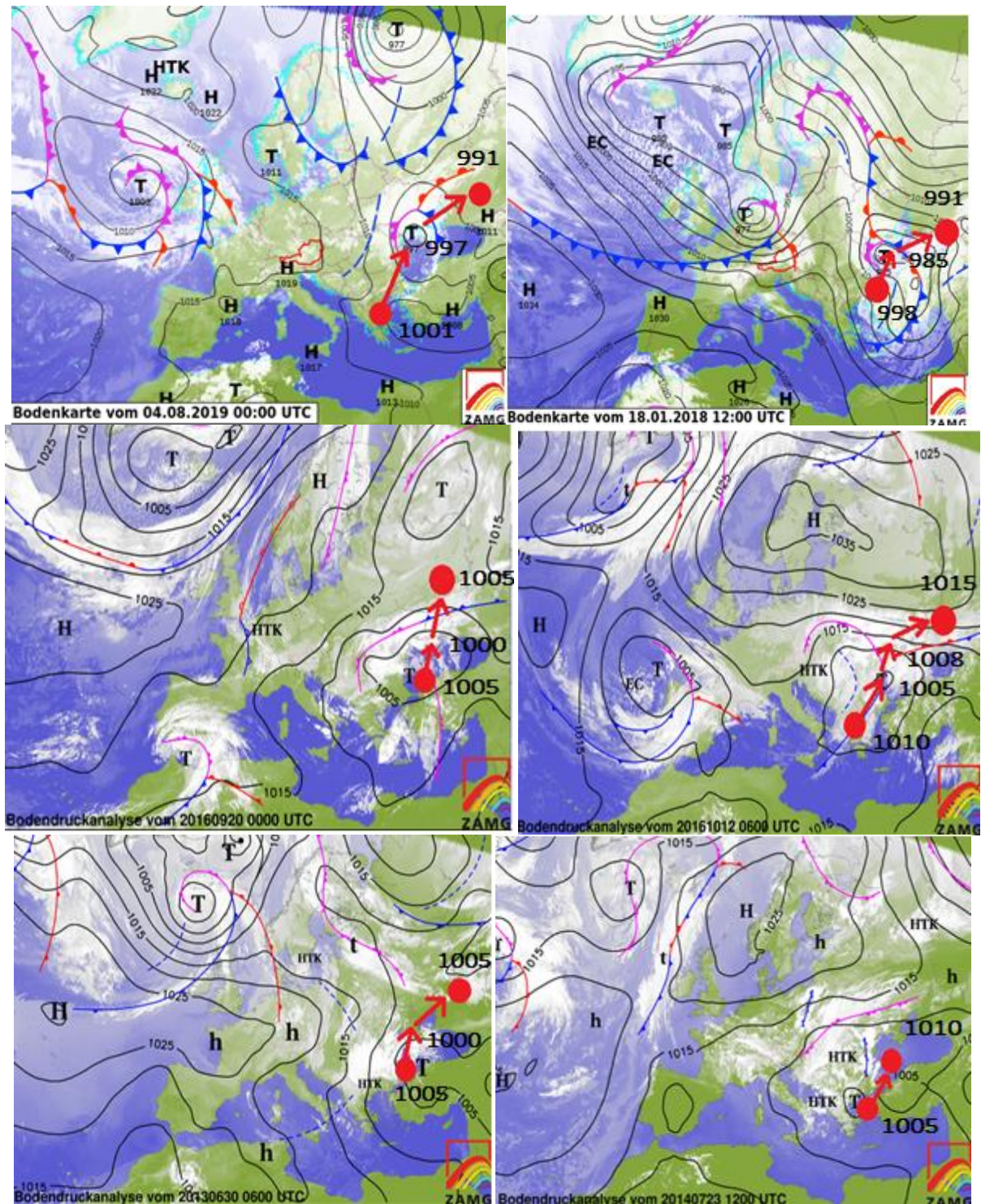


Рис. 3.42. Траєкторії переміщення південних циклонів 30.06.2013 р., 24.07.2014 р., 20.09.2016 р., 12.10.2016 р., 18.01.2018 р., 04.08.2019 р. [22]

У трьох випадках 24 липня 2014 р., 12 жовтня 2016 р. та 4 серпня 2019 р. зародження циклонів відбувається над Балканським півостровом, поступово циклон зміщується на північний схід через Чорне море обумовлюючи



несприятливі погодні умови над північно-західним районом Чорного моря та Одеською областю. За добу оклюдований циклон зміщується на східні райони України та на Кавказ (рис. 3.42).

Трічі 30 червня 2013 р., 20 вересня 2016 р. та 18 січня 2018 року циклони зароджуються над Чорним морем, розповсюджуються на Крим, Одеську область та також зміщуються на схід України. Приходячи на територію України, циклони заглиблюються та збільшується їхня швидкість. Баричне поле середньої тропосфери у випадку зимового циклону характеризується висотною улоговиною, що зміщується з півночі на територію Європи. Спостерігаються значні градієнти тиску в тилу улоговини над західною Європою та над Україною (рис. 3.42).

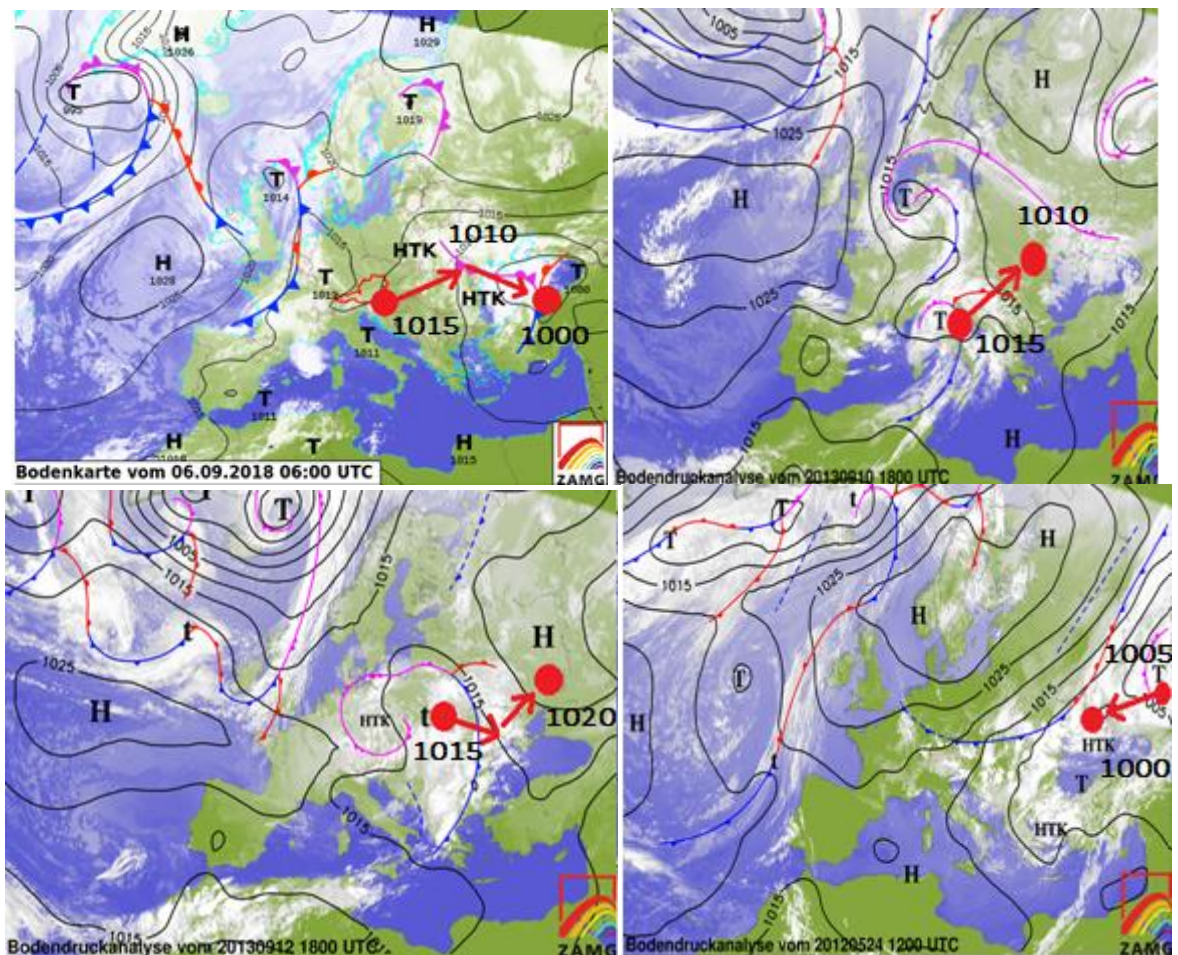


Рис. 3.43. Траєкторії переміщення циклонів у широтному напрямку 10.09.2013 р., 12.09.2013 р., 05.09.2018 р. та улоговини зі сходу 24.05.2012 р. [22]

Західні циклони, вихід яких обумовлював сильні та надзвичайні опади над Одеською областю, належать до третьої групи – виникають та переміщуються по півдню західної Європи. Виникнення циклонів 5 вересня 2018 року та 10-12 вересня 2013 року спостерігається над північчю Італії, далі циклони зміщуються на схід через південь Європи, проходячи територію України на райони Нижньої Волги та Чорне море. Висотне баричне поле характеризується поширеною смугою зниженого тиску, яка проходить від Карського моря на райони Прибалтики, і високим тиском над півднем Європи. Висотна фронтальна зона, утворена цими баричними системами, проходить в широтному напрямі, вздовж якої і зміщуються циклони із заходу на схід. (рис. 3.43).

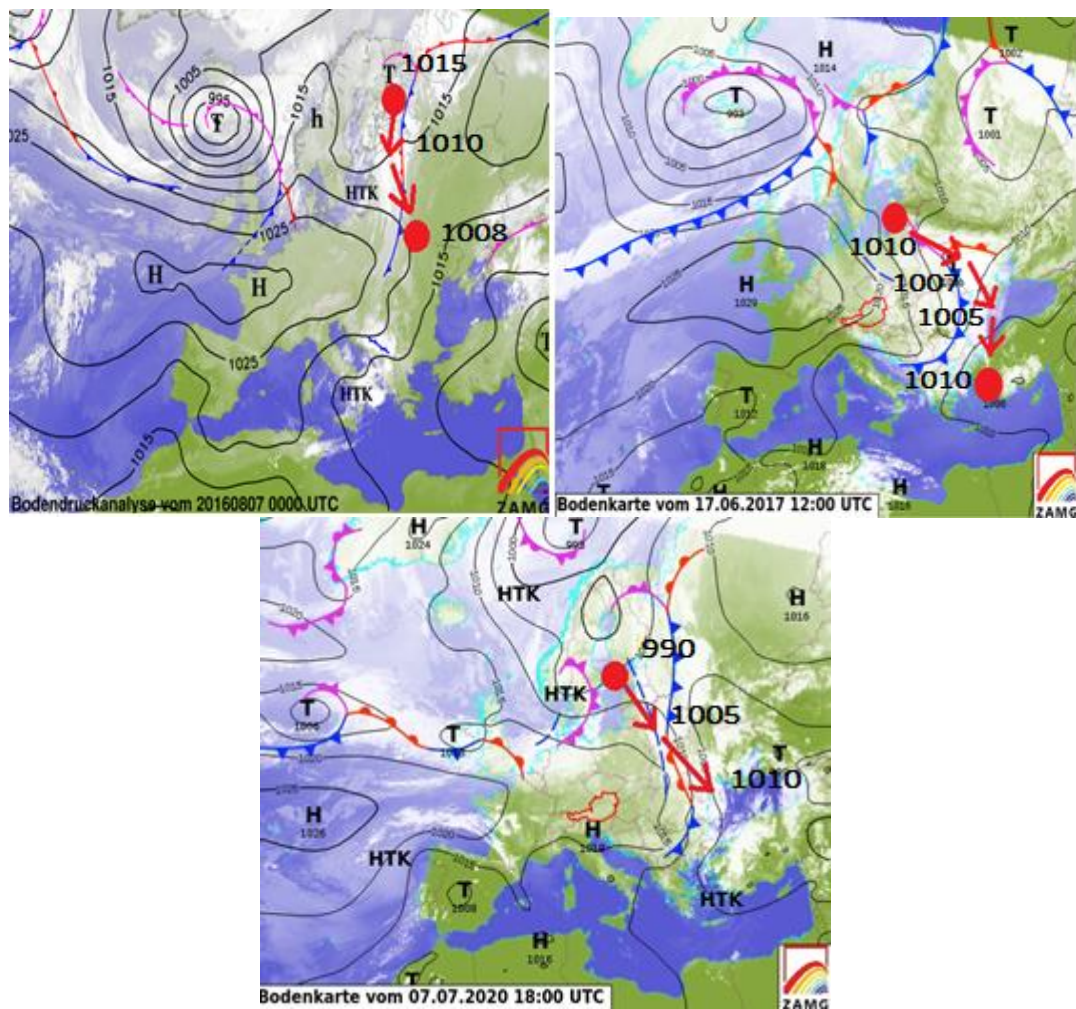


Рис. 3.44. Траєкторії переміщення північно-західних циклонів 07.08.2016 р., 17.06.2017 р., 07.07.2020 р. [22]

Ознакою утворення пірнаючих північно-західних циклонів (рис. 3.44) – є поява області падіння геопотенціалу над Центральною Європою і північним



заходом України і області його зростання над південним сходом ЄТР. При північно-західних циклонах Азорський антициклон розповсюджувався на територію центральної Європи, над північчю Європи формувалася область зниженого тиску. 7 серпня 2016 р., 17 червня 2017 р. та 7 липня 2020 р. циклон зміщувався від Скандинавського півострову, через Балтійське море, центральні райони України, в тому числі і Одеську область та переміщувався на південь через Чорне море та півострів Мала Азія..

### 3.3 Типи циркуляції, які сприяли посиленню опадів над Одеською областю

Оскільки виникнення сильних опадів над Україною пов'язане з великомасштабними синоптичними процесами в помірних широтах Атлантико-Європейського регіону і та з макроциркуляцією Північної півкулі, то слід виявити які типи атмосферної циркуляції створюють ці небезпечні погодні умови. Розуміння такого зв'язку буде корисним у вдосконаленні прогнозування сильних та надзвичайних опадів [5]. Існує багато класифікацій великомасштабної циркуляції атмосфери Північної півкулі, серед яких найбільш відома синоптична класифікація великомасштабних атмосферних процесів Б.Л. Дзердзеєвського [4] і якій у 2021 р. буде 75 років. Всі ці класифікації схематизують циркуляцію атмосфери, відкидаючи дрібні деталі баричного поля, що спрощує опис синоптичних процесів. Частина типів і груп типів із синоптичної класифікації Дзердзеєвського спостерігається досить синхронно з типами із класифікації, побудованої за формальними алгоритмами розбиття на кластери спостережених баричних полів.

В класифікації Дзердзеєвського тип великомасштабної атмосферної циркуляції для позатропічних широт Північної півкулі визначається положенням і характером основних синоптичних процесів у нижній тропосфері – переміщенням південних циклонів і траєкторій антициклонів, пов'язаних з арктичними вторгненнями. Ці процеси відображують відносно стійке у часі географічне положення висотних баричних улоговин і гребенів. Так звані елементарні циркуляційні механізми (ЕЦМ) розрізняються по числу та географічному положенню улоговин і гребенів у полі тиску середньої тропосфери і положенню траєкторій приземних баричних утворень. Число ЕЦМ, введених Дзердзеєвським, дорівнює 13. Незначні зміщення улоговин і гребенів у просторі і по сезонах доводить варіанти

циркуляційних схем до 41. Цей набір дозволяє будь-який спостережений стан атмосфери віднести до конкретного типу циркуляції, так що зміни циркуляції в часі зводяться до зміни типів (протягом доби існує лише один тип).

Типи циркуляції утворюють 15 груп, що розрізняються на рівні АТ-500 по кількості та напрямку відхилень переважаючого повітряного потоку від чисто зонального. Групи не приурочені до сезонів року.

Типізація циркуляційних процесів Б.Л. Дзердзевського, може бути корисною в цілях середньострокового і довгострокового прогнозування погоди. Можна припустити зв'язок типів ЕЦМ з умовами придатними або не придатними для формування сильних та надзвичайних опадів.

Як видно з табл. 3.2 та рис. 3.45 всі сильні опади виникали лише за умов меридіональної циркуляції, а найчастіше вони утворювалися при встановленні та збереженні ЕЦМ 12бз (11-13 жовтня 2016 р.). Тип 12 ЕЦМ утворюється протягом року, але частіше у період переходу від холодного півріччя до теплого, коли арктичний антициклон досягає найбільшої потужності, а у південних широтах підстильна поверхня вже досить прогріта, це в свою чергу сприяє циклогенезу. Особливістю ЕЦМ 12бз (рис. 3.46) є формування меридіональної смуги підвищеного тиску над Атлантикою за рахунок розвинення у північному напрямку гребеню Азорського антициклону та його посилення арктичним вторгненням.

Табл. 3.2 – Типи ЕЦМ при сильних опадах в Одеській області

№	Дата	Тип ЕЦМ	Інтенсивність, мм	Пункт	dd, румб	V, м/с
1	2	3	4	5	6	7
1.	24.05.2012	7ал	58 мм	Одеса-порт	ПнЗх	3
2.	30.06.2013	8а	54 мм	Одеса-аеропорт	ПнЗх	3
		8а	50 мм	Сербка	ПнЗх	4
3.	10.09.2013	26	92 мм	Сарата	ПдСх	5
4.	12.09.2013	26	197 мм	Тарутино (Сарата)	ПдСх	8
5.	24.07.2014	96	59 мм	Одеса	ПнЗх	2
6.	07.08.2016	13л	55 мм	Одеса	ПнЗх	4

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7
7.	20.09. 2016	13з	<b>85 мм</b>	Одеса	ПнСх	12
8.	11-13 10.2016	12бз	<b>107 мм</b>	Одеса	Сх	15 Пориви 26
		12бз	<b>104 мм</b>	Болград	Сх	11
		12бз	<b>55 мм</b>	Вилково	Сх	12
		12бз	<b>59 мм</b>	Одеса- порт	Сх	18 Пориви 31
9.	17.06. 2017	4б	<b>81 мм</b>	Любашівка	Пд	13
10.	18.01. 2018	8гз	<b>51 мм</b>	Одеса	ПнЗх	7
11.	05.09. 2018	8вл	<b>105 мм</b>	Роздільна	Пн	5
12.	04.08. 2019	9а	<b>121мм</b>	Білгород- Дністровськ ий	ПнЗх	16
13.	07.07. 2020	4в	<b>57 мм</b>	Ізмаїл	ПнЗх	15 Пориви 22
		4в	<b>142 мм</b>	Шевченково (Вилково)	ПнЗх	15 Пориви 22

Як видно з рис. 3.45 всі сильні опади виникали лише за умов меридіональної циркуляції, а найчастіше вони утворювалися при встановленні та збереженні ЕЦМ 12бз (11-13 жовтня 2016 р.). Тип 12 ЕЦМ утворюється протягом року, але частіше у період переходу від холодного півріччя до теплого, коли арктичний антициклон досягає найбільшої потужності, а у південних широтах підстильна поверхня вже досить прогріта, це в свою чергу сприяє циклогенезу. Особливістю ЕЦМ 12бз (рис.3.46) є формування меридіональної смуги підвищеного тиску над Атлантикою за рахунок розвинення у північному напрямку гребеню Азорського антициклону та його посилення арктичним вторгненням.

Основною ознакою ЕЦМ 13 є циклонічність над Арктикою, яка визначається розвитком циклонічної діяльності на арктичному фронті, а особливо регенерацію на ньому оклюдованих циклонів, що пересуваються з півдня на північ протягом року, але влітку відносно частіше.

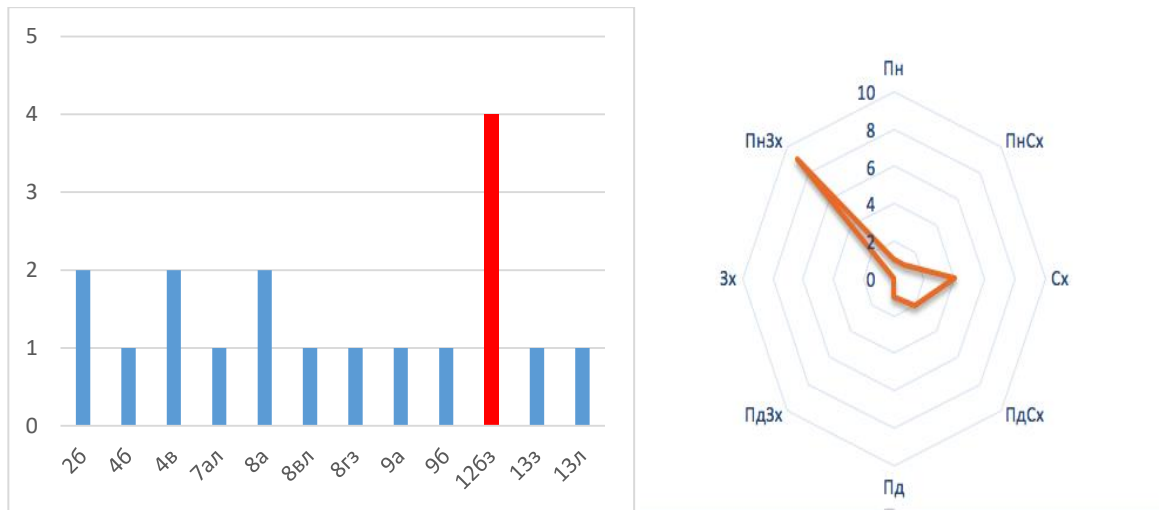


Рис. 3.45. Повторюваність типів ЕЦМ та напрямків вітру над Одеською областю під час сильних опадів

Опади в м. Одеса (85 мм/12 год 20 вересня 2016 р.) утворилися у період збереження ЕЦМ 13з. При ЕЦМ 13з потужний стаціонарний антициклон займає весь Євразійський континент, а його гребені витягнуті на Чукотку і Піренейський півострів. Майже над всією площею Атлантичного океану і над західною половиною Тихого, аж до самих високих широт, розвинена інтенсивна циклонічна діяльність. Траєкторії руху циклонів обумовлені потужними провідними потоками, пов'язаними з континентальними антициклонічними системами. Напрями потоків в помірних і високих широтах близькі до меридіональних.

При ЕЦМ 13л Азорський антициклон залишається в південних широтах Атлантичного океану; його гребінь витягнуть на Західну Європу. Циклонічна діяльність розвивається в північній половині Атлантики. Полярнофронтіві циклони, які проходять по більш східних траєкторіях, після регенерації швидко рухаються в високих широтах на схід або північний схід. Сильний дощ в м. Одеса (55 мм/12 год 7 серпня 2016 р.) спостерігався про встановленні ЕЦМ 13л (рис. 3.46).

При ЕЦМ 8а (рис. 3.47) блокуючі процеси активно розвиваються над Західною Європою. Сильний дощ 30 червня 2013 р. на МС Одеса-аеропорт (54 мм/10 год) та на МС Сербка (50 мм/3 год) спостерігався при встановленні ЕЦМ 8а. Циклони регенерують на арктичному фронті і сповільнюючи рух, вони створюють в районі Ісландії велику глибоку депресію. Вторгнення пов'язано з циклонічними системами над Баренцевим морем. Це вторгнення в вигляді гребеня арктичного антициклону переміщується на південний схід і



об'єднується з гребенем азорського антициклону; створюється стійка смуга підвищеного тиску з осовою лінією близько нульового меридіана. «Півкільце» низького тиску в субарктичному поясі півкулі поповнюється південними циклонами, що виходять із Середземного моря на Східну Європу, в тому числі і Україну та Одеську область. 10% випадків ЕЦМ 8а припадає на кінець червня.

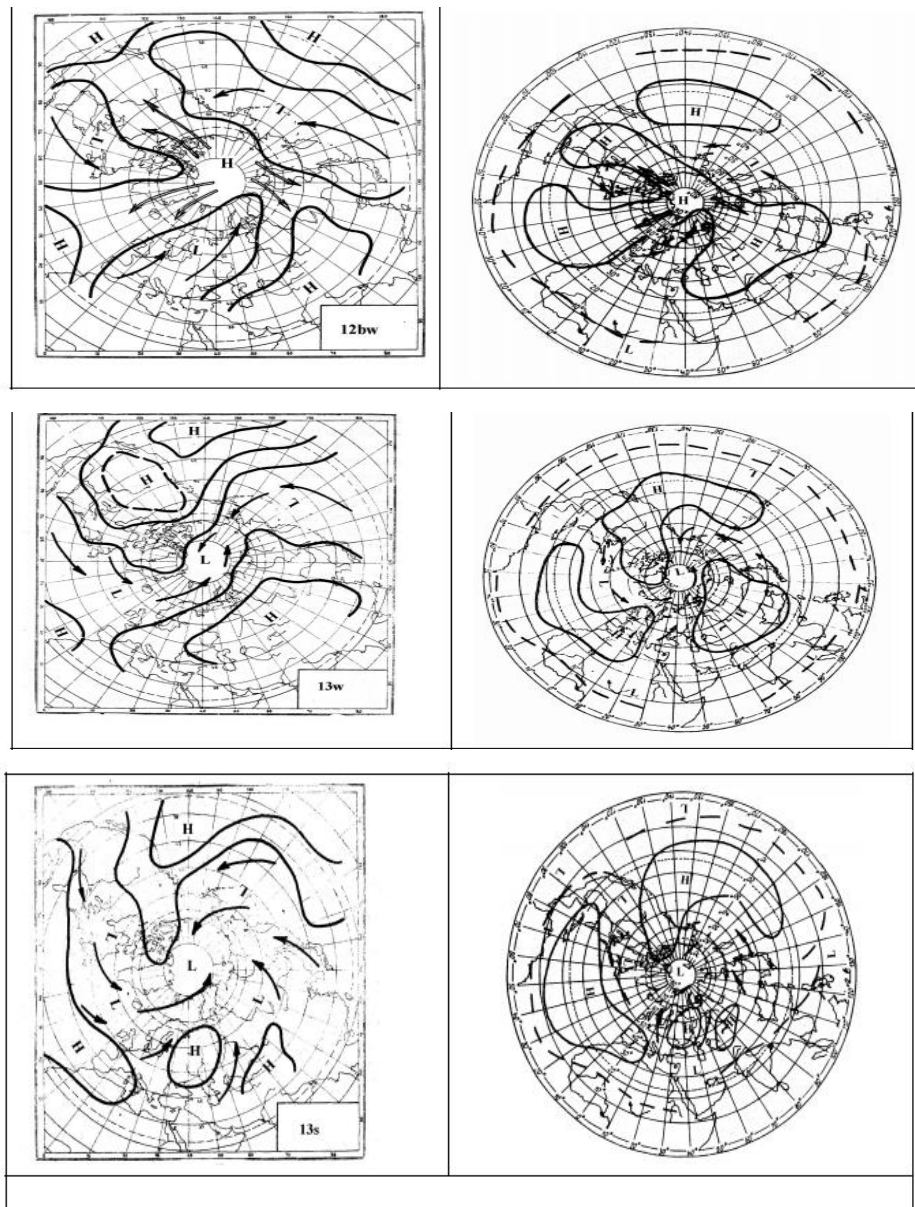


Рис. 3.46. Елементарні циркуляційні механізми 12бз (bw), 13з (w) і 13л (s) [8]

При ЕЦМ 8гз (рис. 3.47) циклонічна діяльність на арктичному фронті та регенерація циклонів на полярному фронті створює між двома блокуючими процесами майже стаціонарну депресію. 18 січня 2018 р. на МС Одеса спостерігався сильний дощ, кількість опадів склала 51 мм/12 год. Взимку

при розвитку сибірського антициклону створюється зона великих баричних градієнтів між його гребенем та областю зниженого тиску, яка формується над Західною Європою через циклонічну діяльність на арктичному фронті та пересування над регіоном атлантичних та середземноморських циклонів.

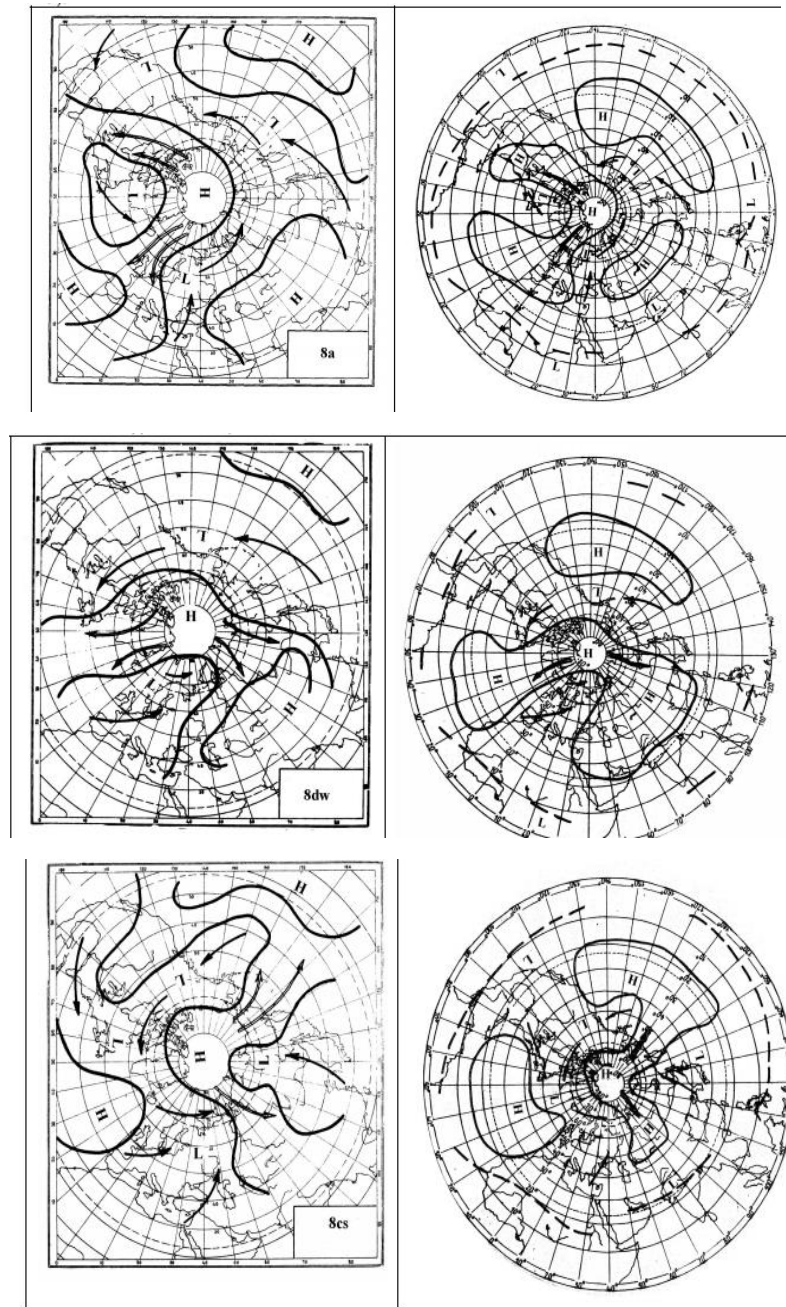


Рис. 3.47. Елементарні циркуляційні механізми 8а (а), 8гз (dw) і 8вл (cs) [8]

Основною рисою ЕЦМ 8вл є те, що блокуючи процеси зближені між собою і дещо зміщено на захід. Це пов'язано з виходами південних циклонів з Середземного моря через Європу на північні моря. 5 вересня 2018 р. на

МС Роздільна спостерігався надзвичайний дощ (105 мм/7 год) при встановленні ЕЦМ 8вл (рис. 3.47).

При ЕЦМ 9а прориви полярнофронтних циклонів здійснюються через Європу і уздовж далекосхідного узбережжя Азії (рис. 3.48). Однак в останньому випадку їх об'єднання з рухомими із заходу по високих широтах циклонічними утвореннями не відбувається.

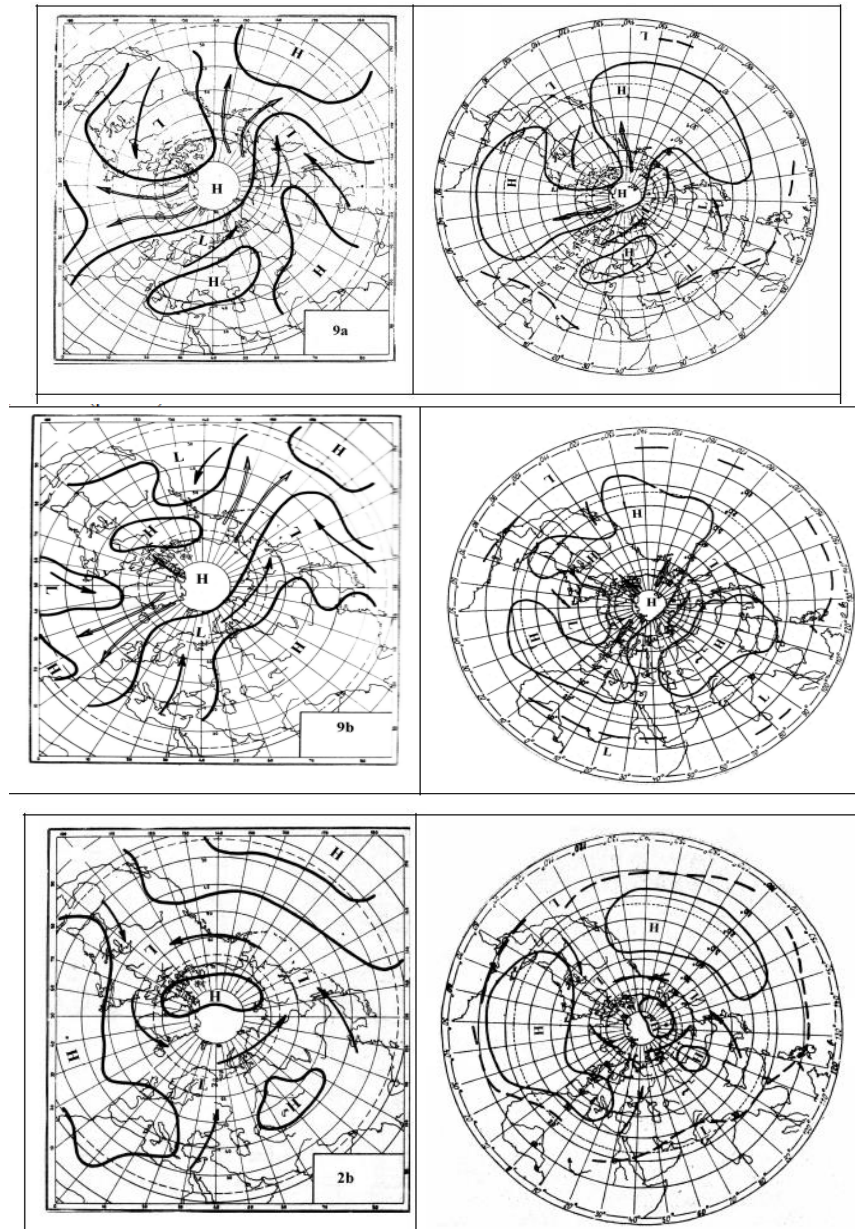


Рис. 3.48. Елементарні циркуляційні механізми 9а (а) , 9б (b) і 2б (b), [8]

Над Східною Європою і над Сибіром з'являються тимчасові антициклонічні утворення. Створювані в зв'язку з цим деформаційні поля забезпечують розвиток і рух на північний схід полярнофронтних циклонів.

ЕЦМ 9а зустрічається з березня по жовтень. 4 серпня 2019 р. в м. Білгород-Дністровський спостерігався надзвичайний дощ у зв'язку з встановленням ЕЦМ 9а (рис. 3.48).

Тип ЕЦМ 9б спостерігається цілий рік. Відмінність цього типу від інших обумовлена сезонними відмінностями в характері підстильної поверхні. Вторгнення на океани (особливо на Атлантичний) здійснюються більш вузькою смугою і трохи зміщені в Атлантиці на схід, а в Тихому океані на захід. Прориви циклонів з півдня відбуваються через Центральну і Східну Європу і уздовж далекосхідного узбережжя Азії. 24 липня 2017 р. в м. Одеса спостерігався сильний дощ (59 мм/6 год) у період стаціонавання ЕЦМ 9б. (рис. 3.48).

Основна особливість ЕЦМ 2б - інтенсивний розвиток східного відрогу азорського антициклону і зміщення його на Західну Європу. У зв'язку з цим зміщується на схід і область виходу середземноморських циклонів (рис.3.48). Вони йдуть через Чорне або Каспійське море на басейни Волги і Уралу. Це обумовлює винесення на Європейську частину Росії тропічного повітря і сильне потепління. Материковий антициклон також зміщений на схід, на азіатську територію, і займає меншу площу. 10 вересня 2013 р. на МС Сарата спостерігався надзвичайний дощ (92 мм/3 год) та 12 вересня 2013 р. в м. Тарутино ( за даними метеостанції Сарата) – найдзвичайні тривалі дощі ( 197 мм/24 год) при виникненні ЕЦМ 2б.

Основна відмінність ЕЦМ 4в полягає у відсутності з'єднання смуги високого тиску над Уралом з Азорським антициклоном, тому блокуючий процес виявляється значно слабшим. Виходи південних циклонів, що вливаються в циркумполярне «півкільце» західних циклонів, відбуваються через Східну Сибір.

Процес літній, максимальна повторюваність - на початку липня (16% від загального числа випадків). 7 липня 2020 р. на ст. Ізмаїл пройшла надзвичайна злива, кількість опадів 57 мм/1 год та в м. Шевченково (Кілійський район) – надзвичайний дощ – 142 мм/5 год (рис. 3.49).

При ЕЦМ 4б стаціонує північний блокуючий процес над Європейською частиною Росії, виходи південних циклонів: з східної частини Середземного моря через аралокаспійській регіон до гирла Обі і Єнісею (рис. 3.49). Такі процеси розвиваються влітку (максимальна повторюваність - в липні, 20% від загального числа випадків) при відсутності сибірського антициклону і інтенсивному розвитку субтропічних океанічних антициклонів з поширенням їх гребенів на схід, особливо на Європу.

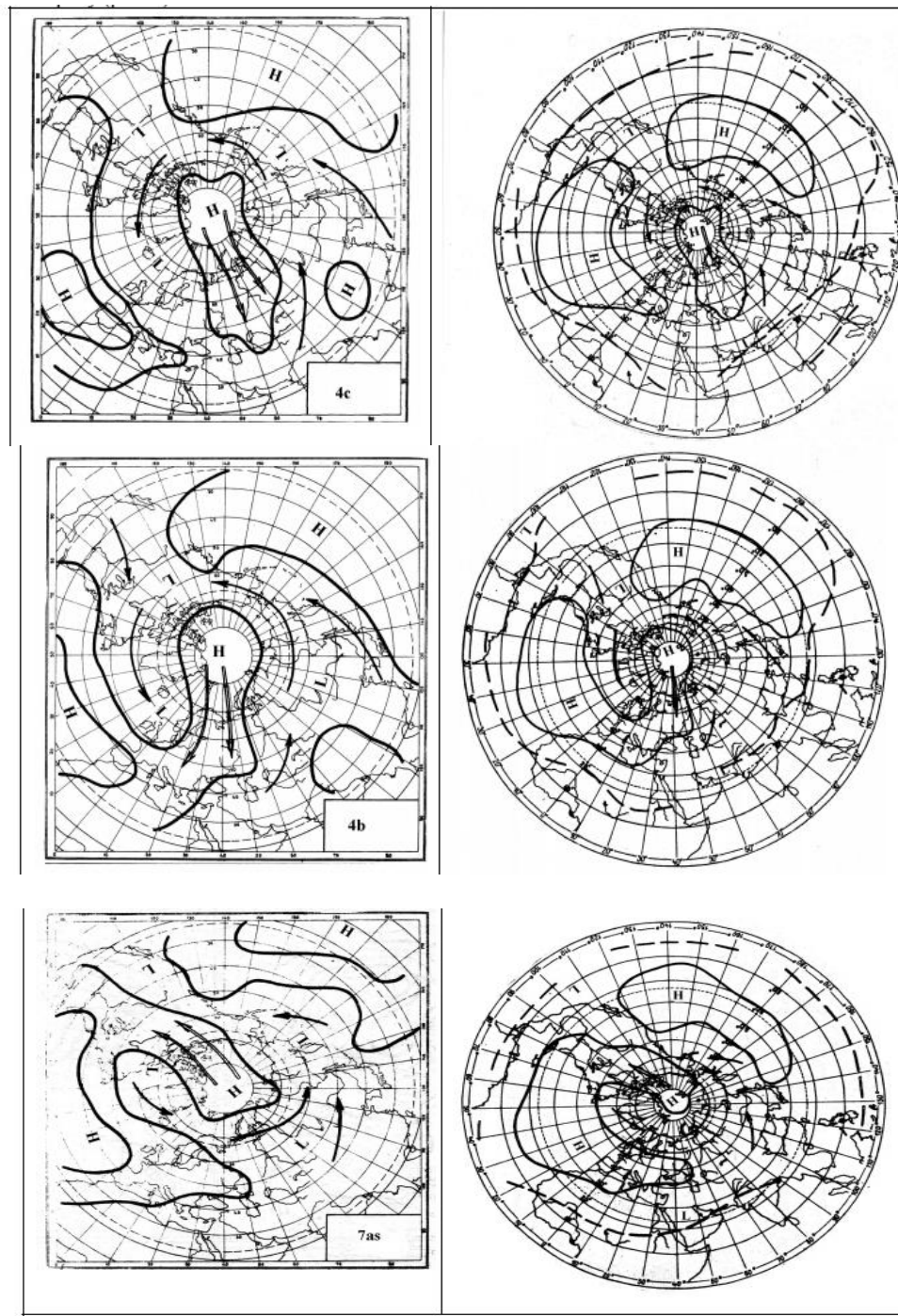


Рис. 3.49. Елементарні циркуляційні механізми 4в (с) , 4б (b) та 7ал (as) , [8]

Блокуючий процес формується в довготах Європи, але з'єднується з гребенем азорського антициклону. Утворюється велика область підвищеного тиску, яка об'єднує арктичний і азорський антициклони. Потужний блокуючий процес призводить до розвитку великої стаціонарної циклонічної системи над північним сходом Атлантики. З серіями циклонів, що розвиваються над Казахстаном і Західним Сибіром, власне і пов'язані



блокуючі процеси над Східною Європою. 17 червня 2017 р. на МС Любашівка спостерігався надзвичайний дощ – 81 мм/11 год при встановленні ЕЦМ 4б (рис. 3.49).

При ЕЦМ 7ал поширення на схід гребеня азорського антициклону забезпечує над усією Європою, крім північного сходу, збереження підвищеного тиску. Полярнофронтові циклони розвиваються над Середземним морем і Середньою Азією. Виходи південних циклонів здійснюються з Середземного моря на аралокаспійській регіон і уздовж тихоокеанського узбережжя Азії. 24 травня 2012 р. на МС Одеса-порт спостерігався сильний дощ, кількість опадів склала 58 мм/6 год при стаціонуванні ЕЦМ 7ал (рис. 3.49).

Вітер на метеостанціях Одеської області при спостереженні сильних та надзвичайних опадів переважно приймав північно-західний напрямок (8 випадків, тобто майже половина всіх епізодів), рідше східний (4 випадки). 2 випадки південно-східного вітру, по одному разу напрямок вітру був північно-східним, південним та північним (табл. 3.2, рис. 3.45).

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної магістерської роботи отримані наступні висновки:

1. Над Одеською областю спостерігається не рівномірний розподіл сильних та надзвичайних опадів. В середньому за рік над територією досліджуваної області простежується 1-2 випадки опадів, які досягли критерію СМЯ II та СМЯ III. Географічний розподіл інтенсивності утворення опадів простежується від півночі до півдня. Майже на всіх метеорологічних станціях Одеської області спостерігаються опади критерію СМЯ II та СМЯ III. Найбільш інтенсивні опади спостерігались над м. Одеса та над південною частиною області у зв'язку з виходом південним циклонів з Чорного моря. Над Одеською областю досліджується виникнення сильних та надзвичайних опадів в період з 1 січня 2010 р. по 1 листопада 2020 р..

2. Сильні та надзвичайні опади спостерігаються переважно в теплий період року (з квітня по жовтень), виключенням є один випадок – 18 січня 2018 року в м. Одеса спостерігався сильний дощ критерію СМЯ II за рахунок вимушеної конвекції.

3. Наслідки від стихійних опадів в Одеській області підтверджують не готовність регіону до проходження сильних та надзвичайних опадів, особливо в м. Одеса та на півдні області. На збитки впливає укріплення ґрунту, системи водовідводу, робота оперативних рятувальних служб. Під час проходження опадів найбільших збитків зазнає сільське, комунальне господарство, усі види транспорту, електрозабезпечення, приватні сектори, міські вулиці, парки.

4. При проходженні сильних та надзвичайних опадів над досліджуваною областю, формувалася меридіональна форма циркуляції. Частіше стихійні опади виникали при розповсюдженні південних, західних та північно-західних циклонів, при поглибленні циклонів над територією України, проходженні фронтальних розділів над досліджуваним регіоном та активному розвитку конвекції.

5. Всі сильні опади виникали лише за умов меридіональної циркуляції, а найчастіше вони утворювалися при встановленні та збереженні ЕЦМ 12бз. Особливістю ЕЦМ 12бз є формування меридіональної смуги підвищеного тиску над Атлантикою за рахунок розвинення у північному напрямку гребеню Азорського антициклону та його посилення арктичним вторгненням. 2 випадки надзвичайних опадів формувались при встановленні

ЕЦМ 2б, коли відрог азорського антициклону зміщувався на Західну Європу. Також 2 випадки сильних опадів спостерігалось при стаціонуванні ЕЦМ 8а, для якого характерні активні блокуючі процеси над Західною Європою та регенерування циклонів на арктичному фронті. 2 випадки стихійних опадів спостерігалось при розповсюдженні ЕЦМ 4в, з яким пов'язні виходи південних циклонів. Також сильні та надзвичайні опади виникали при встановленні ЕЦМ 4б, 7ал, 8гз, 8вл, 9а, 9б, 13л, 13з.

Вітер при стихійних опадах на метеостанціях Одеської області переважно приймав північно-західний напрямок (8 випадків, тобто майже половина всіх епізодів), рідше східний (4 випадки). 2 випадки південно-східного вітру, по одному разу напрямок вітру був північно-східним, південним та північним.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Балабух В.А., Лавриненко О.М., Ягодинець С.М., Малицька Л.В., Базалєєва Ю.О. Зміна інтенсивності, повторюваності та локалізації небезпечних явищ погоди в Україні та їх регіональні особливості // Системи контролю навколишнього середовища: Збірник наукових праць МГІ НАН України. 2013. № 19. С. 189-198.
2. Балабух В.О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні. Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту: Зб. наук. пр. 2008. Вип. 257. С. 61-72.
3. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручн. – Одеса: ТЕС, 2012. – 407 с.
4. Клімат України Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
5. Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки. - Керівний документ УкрГМЦ. КД 52.4.1.01 06. – 37 с.
6. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. К.: Ніка-Центр, 2006. 312 с.
7. Белозоров С.Т. Клімат Одесской области // Труды Одесского государственного университета. 1962. Т. 152, вып. 10. С. 51-60.
8. Календарь последовательной смены ЭЦМ по периодам [Электронный ресурс]. <http://atmospheric-circulation.ru> (дата звернення 10.11.2020 р.).
9. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометиздат, 1991. 295 с.
10. Хромов С.П. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 2005. 528 с.
11. [http://tr5.ua/Погода\\_в\\_Одессе\\_Украина](http://tr5.ua/Погода_в_Одессе_Украина)
12. <http://viknaodessa.od.ua/photo/?id=159> (дата звернення 1.11.2020 р.).
13. <http://www1.wetter3.de/Archiv/> (дата звернення 2.12.2020 р.).
14. <http://www2.sat24.com/history.aspx?culture=en> (дата звернення 5.12.2020 р.).
15. <https://dumskaya.net/news/v-odesskoy-oblasti-gorod-ushel-pod-vodu-100796/> (дата звернення 1.11.2020 р.).
16. <https://grad.ua/programmy-tv/tv-novosti/83721-novosti-odessy-03082019.html> (дата звернення 15.11.2020 р.).
17. <https://odessa.online/na-izmail-obrushilsya-silnyj-liven-s-gradom-video/>



18. <https://photo.unian.net/photo/503060-zatoplennaya-territoriya> (дата звернення 15.11.2020 р.).
19. <https://strana.ua/news/32434-odessa-ushla-pod-vodu-iz-za-silnogo-livnya.html> (дата звернення 11.11.2020 р.).
20. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеська\\_область](https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеська_область) (дата звернення 1.11.2020 р.).
21. <https://www.ukrinform.ru/rubric-regions/2753668-v-odesskoj-oblasti-spasateli-likvidiruut-posledstvia-subbotnego-livna.html> (дата звернення 5.11.2020 р.).
22. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetterkarte> (дата звернення 6.12.2020 р.).

## Додаток А

кафедри метеорології та кліматології  
на магістерську роботу студентки гр. МЗМ–19  
гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ

Султан Юлії Сергіївни

Тема магістерської роботи  
«Сильні та надзвичайні опади над Одеською областю»

Кваліфікаційна магістерська робота виконана в рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2010-2020 рр., ДР № 0115U006532) та «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487).

Зав. кафедрою

метеорології та кліматології

к.геогр.н., доц. Прокоф'єв О.М.

Таблиця А.1 – Список конференцій та публікацій

<b>Вид наукової роботи (теми наукових робіт, автор, керівник роботи)</b>	<b>Кількість кредитів</b>
<b>Наукові статті</b>	
<b>Університетські конференції, семінари, гуртки</b>	
1. Конференція молодих вчених ОДЕКУ 25-29 травня 2020 р. Тема доповіді: «Синоптичні умови виникнення сильних та надзвичайних опадів на ст. Одеса-ГМО»	0,25
2. Наукові гуртки та семінари 2019, 2020	0,25
<b>Опубліковані тези конференцій:</b>	
<b>СултанЮ.С., Семергей-Чумаченко А. Б.</b> Синоптичні умови виникнення сильних та надзвичайних опадів на ст. Одеса-ГМО // Матеріали ХІХ наук. конференції молодих вчених ОДЕКУ. 2020. С. 303-304.	0,25
<b>Участь у виконанні НДР</b>	
«Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр.) ДР № 0115U006532 - <b>2019 р.</b>	0,20
«Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487 - <b>2020 р</b>	0,20
<b>Конкурсні роботи:</b>	
Конкурс наукових робіт серед студентів ОДЕКУ за напрямком географічні науки (гідрометеорологія) ОДЕКУ, м. Одеса: Умови виникнення сильних та надзвичайних опадів над Одесою (2019)	0,25
Циркуляційні умови посилення опадів над Одесою (2020)	0,25
<b>ВСЬОГО</b>	<b>1,65</b>