

**Я. Ю. Дунська**

студентка IV курсу ОР Бакалавр  
спеціальність Е4 «Науки про Землю»

науковий керівник: **І. А. Хоменко**

*канд.геогр.наук, доцент кафедри метеорології та кліматології*

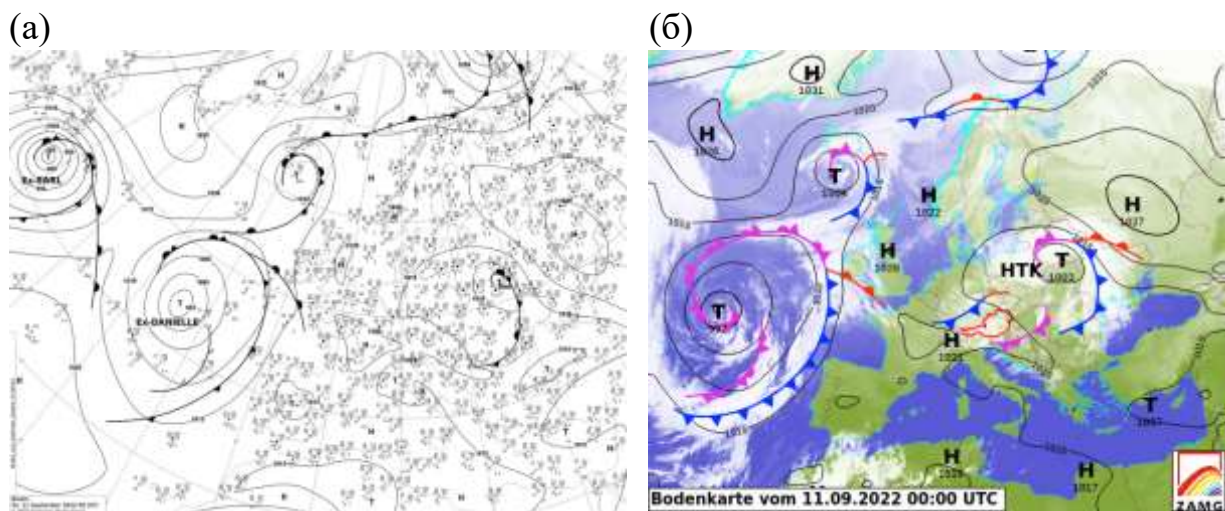
## **СИТУАТИВНИЙ АНАЛІЗ УТВОРЕННЯ КАТАСТРОФІЧНОЇ ЗЛИВИ З ЗАТОПЛЕННЯМ В М. ОДЕСА 11 ВЕРЕСНЯ 2022 Р.**

**Актуальність дослідження.** Надзвичайні опади є небезпекою майже в усіх частинах світу і призводять до багатьох руйнівних наслідків в соціально-економічній сфері і навіть можуть спричинити людські жертви. Незважаючи на те, що було досягнуто багато успіхів у розумінні фізичних механізмів виникнення і підтримання екстремальних опадів, їх прогнозування і досі є однією з найбільших проблем, з якими стикаються оперативні синоптики.

**Метою даної роботи** є виявлення фізичних механізмів формування і підтримання екстремальних опадів і оцінка внеску кожного з чинників.

**Результати досліджень та їх аналіз.** У ніч з 10 на 11 вересня 2022 р. в Одесі пройшла сильна злива. За 7 годин, починаючи з 02 год. до 09 год. ранку за місцевим часом випало 41 мм опадів, що перевищує місячну норму опадів за вересень в м. Одеса. Було затоплено Французький бульвар і житловий масив імені Таїрова, повалило дерева.

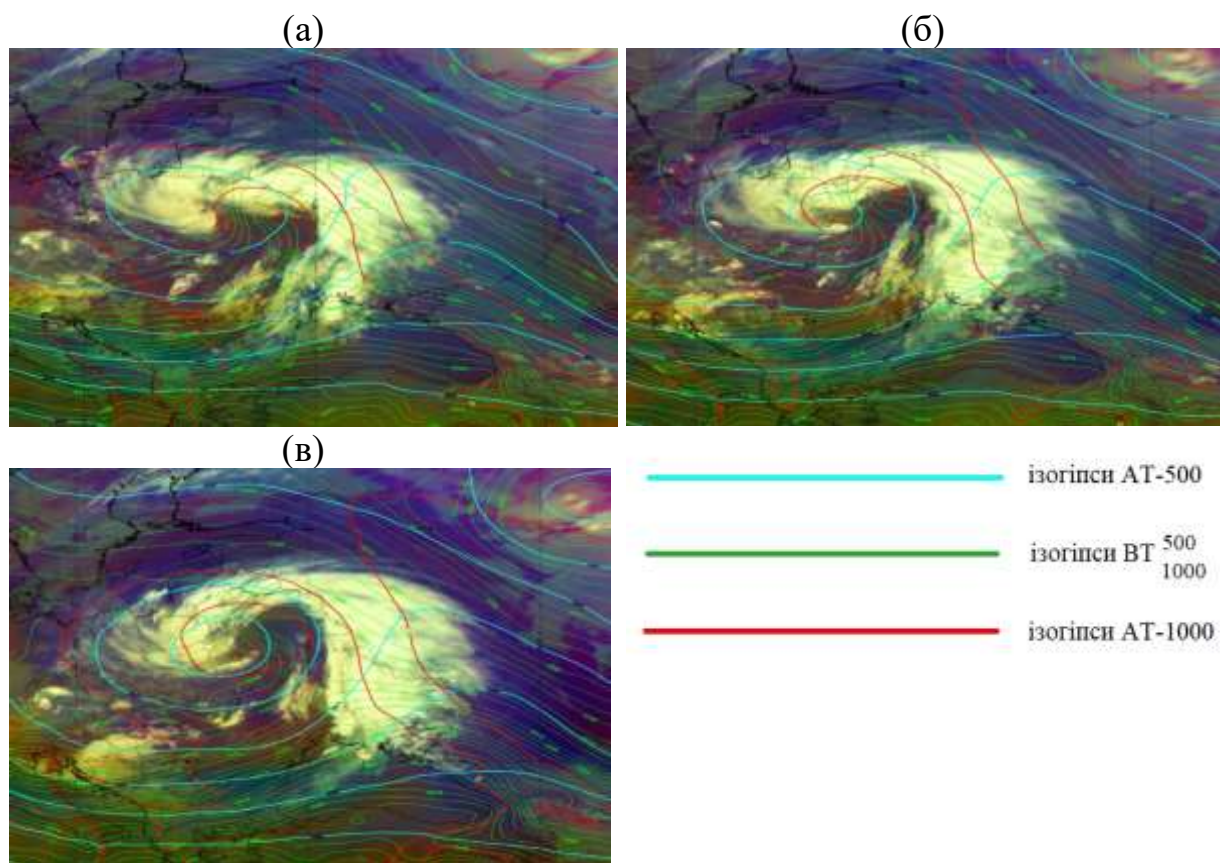
На рис. 1 представлено приземний аналіз за 00 СГЧ 11 вересня 2022 р., наданий Німецькою Службою Погоди і Центральним інститутом метеорології і геодинаміки в Австрії.



**Рисунок 1** - Аналіз приземний за 00 СГЧ 11 вересня 2022 р., наданий Німецькою [5] (а) і Австрійською метеорологічними службами [6] (б)

Над північними територіями України знаходиться неглибокий оклюдований циклон з мінімальним тиском в центрі 1003 гПа, який сформувався приблизно 12 год. тому в Закарпатті. З оклюдованої системою фронтів пов'язана щільна хмарність. Блискавичний розвиток циклону і його швидке оклюдування пов'язане з утворенням циклону під обширною висотною улоговиною, яка існувала в тропосфері вже тривалий час посилюючись час від часу.

Абсолютна топографія ізобаричної поверхні 1000 гПа характеризується центром низького тиску, який практично збігається з хмарною спіраллю. На початковій стадії розвитку циклону (рис. 2) топографія ізобаричної поверхні 500 гПа характеризувалася вже добре вираженою висотною улоговиною, в якій дуже швидко утворилася замкнена циркуляція, що є характерною рисою саме оклюзії з теплою виносною смугою. Таким чином, цей випадок може бути віднесений до оклюзії з теплою виносною смугою. Дуже часто в теплій виносній смузі і перед фронтом оклюзії, і перед холодним фронтом виникають мезомасштабні зони опадів, які мають вигляд довгих смуг, ширина яких становить приблизно 100 км [1 – 3].



**Рисунок 2** - Топографія АТ-1000, АТ-500 і ВТ<sup>500</sup><sub>1000</sub> з накладеним супутниковим знімком airmass RGB за 00 СГЧ (а), 03 СГЧ (б) і 06 СГЧ (в) 11 вересня 2022 р. [4]

Наступними ключовими параметрами оклюзії з теплою виносною смугою є адвекція відносного вихору і ізотахи на рівні 300 гПа, поля яких представлено на рис. 3.

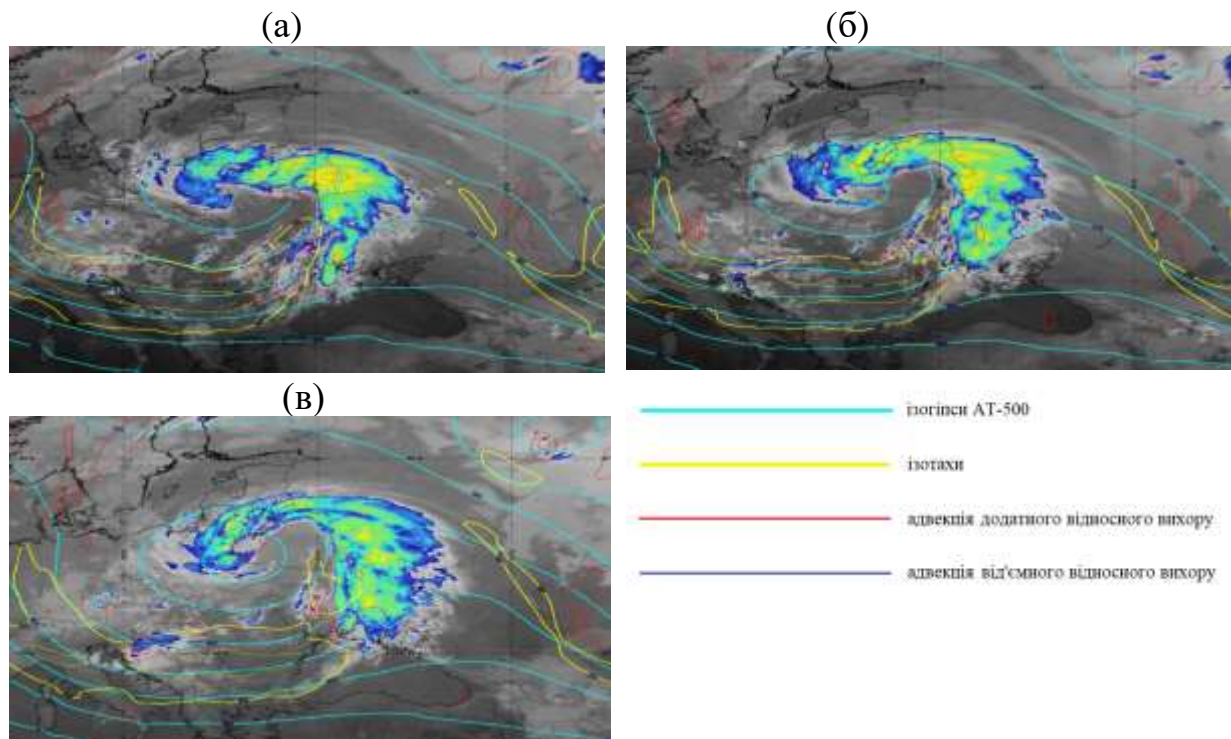


Рисунок 3 - Топографія АТ-500, поле адвекції вихору і ізотахи на рівні АТ-300 з накладеним супутниковим знімком infrared 10.8 і enhanced infrared 10.8 за 00 СГЧ (а), 03 СГЧ (б) і 06 СГЧ (в) 11 вересня 2022 р. [4]

Струминна течія спостерігається у тилу фронту оклюзії і холодного фронту. Опосередковано такий тип розподілу швидкості вітру на ізобаричній поверхні 300 гПа вказує на фронт оклюзії за типом холодного фронту.

Максимальні значення додатної адвекції відносного вихору, тобто адвекція циклонічного вихору, сягають  $2 - 4 \cdot 10^{-9} \text{ c}^{-2}$ , і мають місце у вигині фронту оклюзії, що відповідає найчастішому розподілу адвекції відносного вихору в зоні фронту оклюзії з теплою виносною смугою, і за холодним фронтом.

Областям інтенсивних висхідних вертикальних рухів відповідає в полі еквівалентно-потенціальної температури зони нестійкості, також зона нестійкості простягається і далеко за холодним фронтом, але за холодним фронтом вже не вистачає вологи, оскільки відбувається вторгнення сухого повітря.

Адвекція тепла спостерігається в області максимальної вологості, яка співпадає з зоною опадів, і вище адвекції холоду, у верхній тропосфері.

11 вересня 2022 р. над м. Одеса спостерігається найінтенсивніша адвекція тепла в 00 СГВ, яка суттєво послаблюється у 06 СГВ, поступово заміщуючись адвекцією холоду. Таким чином, можна зробити висновок, що найбільшу роль адвекція тепла відігравала на початку випадіння опадів, в першій вузькій смузі перед холодним фронтом, але біля поверхні землі її значення не перевищують 3 К/12 год., хоча на висотах сягають значень набагато більших – 12 - 14 К/12 год.

Чинником, який відіграє суттєву роль в інтенсифікації вертикальних рухів, а отже і в посиленні опадів, є також адвекція циклонічного вихору, осередки якої добре виявляються в усі три строки.

Протягом усього періоду випадіння інтенсивних опадів відбувалось посилення адвекції додатного (циклонічного вихору у нижній і верхній тропосфері. На початку випадіння дощу значення адвекції циклонічного вихору становили  $6 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-2}$ , наприкінці періоду, о 06 СГЧ –  $10 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-2}$ , що вже на порядок більше, аніж звичайний порядок цієї величини.

Останній чинник, який досить суттєво впливає на посилення вертикальних рухів, - це дивергенція швидкості, яка має бути від'ємною біля поверхні землі, для посилення вертикальних рухів, і додатною на верхній межі тропосфери, непрямо вказуючи на потужність вертикальних рухів. Така ситуація і спостерігається впродовж випадіння екстремального дощу в м. Одеса 11 вересня 2022 р. Значення від'ємної дивергенції, яка вказує на збіжність потоків повітря, сягають  $8 - 12 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ , що в 10 разів перевищує порядок цієї величини. Від'ємні значення також великі і сягають найнижчих значень в останній строк, коли фіксувалися сильні опади.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Browning, K.A., Hill, F.F., 1984. Structure and evolution of a mesoscale convective system near the British Isles. Q. J. R. Meteorol. Soc. 110, 897–913.
2. Carlson T. N., 1980. Airflow through mid-latitude cyclones and the comma cloud pattern; Mon. Wea. Rev., Vol. 108, p. 1498 – 1509
3. Harrold T. W. (1973): Mechanisms influencing the distribution of precipitation within baroclinic disturbances; Quart. J. R. Meteor. Soc., Vol. 99, p. 232 – 251
4. [http://resources.eumetrain.org/ePort\\_MapViewer/index.html](http://resources.eumetrain.org/ePort_MapViewer/index.html) (дата звернення 9 травня 2025 р.)
5. [https://wetter3.de/index\\_en.html](https://wetter3.de/index_en.html) (дата звернення 5 травня 2025 р.)
6. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/aktuell> (дата звернення 5 травня 2025 р.)