

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: Сильні опади у Вінницькій області у 1979 – 2021 рр.

Виконала студентка 2 курсу групи МЗМ-22
Спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітня програма
«Метеорологія і кліматологія»
Сівак Віта Олександрівна

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Метеорології та кліматології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Метеорологія і кліматологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
метеорології та кліматології
Прокоф'єв О.М.
“23” жовтня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студенту(ці) Сівак Віті Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Сильні опади у Вінницькій області у 1979 – 2021 рр.

керівник роботи Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна канд. геогр. наук, доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “16” жовтня 2023 року № 215-С

2. Строк подання студентом роботи 29 листопада 2023 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Електронні архіви метеорологічних спостережень з 1979 по 2021 рр. на метеорологічних станціях Вінницькій області (Вінниця, Могилів-Подільський, Білопілля, Хмільник, Жмеринка та Гайсин). 2. Дані Кліматичного кадастру України. 3. Синоптичні карти.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вибір, аналіз та систематизація наукової літератури за напрямком дослідження. 2. Формування вибірки вихідної інформації з 1979 по 2021 рр. на метеорологічних станціях Вінницькій області. 3. Характеристика режиму сильних опадів у Вінницькій області за 40 років. 4. Визначення циркуляційних та термодинамічних умови утворення сильних опадів у Вінницькій області.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Рис. 1.1 - карта кількості днів з опадами на рік в Україні у 1961-1990 рр.; Рис. 2.1–2.6 – річні та добові суми опадів на станціях Вінницької області у 1979-2021 рр.; рис. 3.1-3.3- аеросиноптичні матеріали

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання	23.10.2023		
2	Збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи магістра.	20.10.2023	95	відмінно
3	Визначення режиму сильних опадів у Вінницькій області	31.10.2023	95	відмінно
4	Рубіжна атестація	13-17.11.2023 р.	95	відмінно
5	Характеристика циркуляційних умов посилення опадів у Вінницькій області	10.11.2023	95	відмінно
6	Встановлення термодинамічних умов виникнення сильних у Вінницькій області	15.11.2023	95	відмінно
7	Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку	25.11.2023	95	відмінно
8	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	29.11.2023	95	відмінно
9	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	30.11-2.12.2023р	-	-
10	Підготовка презентаційного матеріалу	-	-	-
11	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	95	-

Студент


 (підпис)
Сівак В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)
Семергей-Чумаченко А.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Сильні опади у Вінницькій області у 1979 – 2021 рр.»

Автор: Сівак Віта Олександрівна

Актуальність визначення режиму та динаміки утворення опадів обумовлена значним їх впливом майже на всі соціально-економічні Вінницькій області, а особливо на продуктивність сільського господарства та роботу транспортної інфраструктури.

Метою роботи є визначення сучасного режиму сильних опадів на станціях Вінницькій області у 1979-2021 рр. за даними стандартних метеорологічних спостережень та аеросиноптичних матеріалів.

Відповідно до поставленої мети були розв'язані наступні **задачі**:

- визначена повторюваність виникнення сильних та надзвичайних опадів у Вінницькій області;
- встановлені циркуляційні умови формування сильних та надзвичайних опадів у Вінницькій області з 2011 по 2021 рр.
- виявлені траєкторії пересування повітряних мас під час посилення опадів;

Об'єкт дослідження – сильні опади на метеорологічних станціях Вінницькій області.

Предмет дослідження – циркуляційні та термодинамічні умови посилення опадів у Вінницькій області.

Методи дослідження – просторово-тимчасове узагальнення даних; синоптичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів

В даній роботі *вперше* для Вінницькій області:

- встановлені повторюваність та річний хід утворення сильних опадів у регіоні дослідження.
- виявлені сучасні синоптичні та термодинамічні умови формування сильних та надзвичайних опадів.

Практичне значення отриманих результатів - характеристика поточних циркуляційних та термодинамічних умов посилення опадів буде використана для уточнення методів прогнозу, для покращення якості метеорологічного обслуговування у Вінницькій області.

Кваліфікаційна робота магістра в обсязі 37 сторінок складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 20 джерел, містить 7 рисунків та 4 таблиць.

Ключові слова: сильні опади, надзвичайні опади, фронт оклюзії, улоговина, нестійкість.

SUMMARY

Thesis Topic: « Heavy precipitation in the Vinnytsia region in 1979-2021.»

Author: Sivak Vita

The relevance of determining the regime and dynamics of precipitation is due to their significant impact on almost all socio-economic aspects of the Vinnytsia region, and especially on the productivity of agriculture and the operation of transport infrastructure.

The goal of the work is a definition of the current mode of heavy precipitation at the stations of the Vinnytsia region in 1979-2021 according to the data of standard meteorological observations and aerosynoptic materials.

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

- determined the frequency of occurrence of heavy and extreme precipitation in the Vinnytsia region;
- established circulation conditions for the formation of heavy and extreme precipitation in the Vinnytsia region from 2011 to 2021.
- identified trajectories of movement of air masses during increased precipitation;

The object of the study is heavy precipitation at meteorological stations of the Vinnytsia region.

The subject of research – the circulation and thermodynamic conditions of heavy precipitation in Vinnytsia region

Research methods:

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

Scientific novelty of results obtained.

In this work, for the first time for the Vinnytsia region:

- established frequency and annual course of heavy rainfall in the study region.
- revealed modern synoptic and thermodynamic conditions for the formation of heavy and extreme precipitation.

The practical significance of the obtained results - the characteristics of the current circulation and thermodynamic conditions of increased precipitation will be used to refine forecasting methods, to improve the quality of meteorological services in the Vinnytsia region.

The 37-page master's thesis consists of 3 sections, conclusions, a list of references from 20 sources, contains 7 figures and 4 tables.

Keywords: heavy precipitation, extreme precipitation, occlusion front, trough, instability.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Сильні опади на території України	9
1.1 Опади та небезпечні і стихійні явища, які обумовлені ними	9
1.2 Просторово-часовий розподіл опадів в Україні у 1961-1990 рр.	10
2 Просторово-часова характеристика утворення сильних опадів у Вінницькій області.....	13
2.1 Розподіл опадів на території Вінницької області	13
2.2 Відхилення середньорічної кількості опадів на станціях Вінницької області від кліматичної норми	14
2.3 Сильні опади у Вінницькій області з 1979 по 2021 рр.....	18
3 Циркуляційні та термодинамічні умови посилення опадів на Вінниччині	24
3.1 Огляд синоптичних процесів, що сприяли сильним опадам на станціях Вінницької області	24
3.2 Аналіз аерологічної діаграми при утворенні надзвичайних опадів 14 червня 2018 р.	30
Висновки	33
Список використаної літератури.....	34
Додаток А.....	36

ВСТУП

Опади, які є важливою ланкою водного обігу на Землі, являють собою воду у рідкому або твердому стані, що випадає з хмар або осідає на поверхні землі та інших об'єктах, таких як роса, іній тощо. Опади відіграють ключову роль у поновленні водних резервів і вологи в ґрунті, які є важливими елементами гідрологічного циклу разом із випаровуванням і конденсацією.

Основними характеристиками опадів є середньомісячна, сезонна, річна та багаторічна кількість, а також їхнє розподіл по земній поверхні, повторюваність, річний та щоденний хід, інтенсивність. Ці параметри є важливими для різних галузей економіки, таких як сільське господарство, комунальне господарство, енергетика, будівництво та транспорт.

Наприклад, сільське господарство надто залежить від погодних умов, і сильні опади можуть призвести до повеней, затоплення полів і значних збитків. Енергетичний сектор може стикатися з втратами на лініях електропередач через підвищену вологість повітря та налипання мокрого снігу. Комунальне господарство також має інтерес до прогнозів опадів, оскільки вони впливають на надійність покрівель будинків і роботу систем водовідведення у містах.

Сильні опади можуть призвести до повеней [10], особливо в урбанізованих областях, де дороги та водовідведення можуть бути перенавантажені. Для сільського господарства важливий не лише обсяг опадів, але й їхні інтенсивність і тривалість. Сильні опади можуть викликати затоплення полів, руйнування урожаю і шкоду сільськогосподарській інфраструктурі. Сильні дощі або сніг можуть впливати на енергетичний сектор. Наприклад, мокрий сніг може ламати електролінії, що може призвести до відключення електропостачання. Сильні опади можуть впливати на дорожні умови, що може призвести до аварій і затримок громадського транспорту.

Актуальність встановлення режиму та чинників утворення сильних опадів, а також підвищення якості їх прогнозування визначається їх всебічним впливом соціально-економічне життя сучасної людини, а успішний прогноз сильних опадів дозволяє приймати заздалегідь заходи для захисту громадян, економіки і екології від негативних наслідків погодних явищ.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є визначення сучасного режиму сучасного режиму утворення сильних та надзвичайних опадів на метеорологічних станціях Вінницької області за даними стандартних метеорологічних спостережень [13] і циркуляційних та термодинамічних умов, що сприяли їх виникненню.

Об'єкт дослідження: сильні опади на метеорологічних станціях Вінницької області.

Предмет дослідження – циркуляційні та термодинамічні умови посилення опадів у Вінницькій області..

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

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

У вступі визначаються мета та завдання роботи.

Перший розділ складається із загальних відомостей щодо кліматичного режиму опадоутворення в Україні.

Другий розділ присвячений визначенню показників сучасного режиму опадів на метеорологічних станціях Вінницької області – Вінниця, Могилів-Подільський, Білопілля, Хмільник, Жмеринка та Гайсин за даними метеорологічних 8-строкових спостережень за з 1979 по 2021 рр..

В третьому розділі визначені циркуляційні умови виникнення сильних та надзвичайних опадів у Херсоні з лютого 2005 по травень 2021 рр

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 20 літературних джерел.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом канд.геогр.наук, доцента Семергей-Чумаченко А.Б. у рамках науково-дослідної роботи «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487.

1 СИЛЬНІ ОПАДИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

1.1 Опади та небезпечні і стихійні явища, які обумовлені ними

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.

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) [6]:

- сильний дощ, (сильний мокрий сніг) – кількість опадів 50 мм і більше за 12 год і менше; в гірських, селевих, лавино- та зливо 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. [6]

1.2 Просторово-часовий розподіл опадів в Україні у 1961-1990 рр.

Просторовий розподіл опадів в Україні підпорядкований основній закономірності, що визначається загальними циркуляційними факторами: опади зменшуються із півночі та північного заходу на південь і південний схід (рис. 1.1). Ця тенденція є характерною для рівнинних областей. Рельєф, впливаючи на регіональні особливості циркуляції, призводить до суттєвих змін у розподілі опадів.

До районів недостатнього зволоження в Україні відноситься південна частина Степу (Одеська, Миколаївська, Херсонська області і рівнинна частина Криму), у межах якої відмічається зменшення опадів у напрямі на південь. На узбережжях Чорного і Азовського морів, у Присивашші опадів випадає ще менше (380-400 мм) через вплив бризової циркуляції.

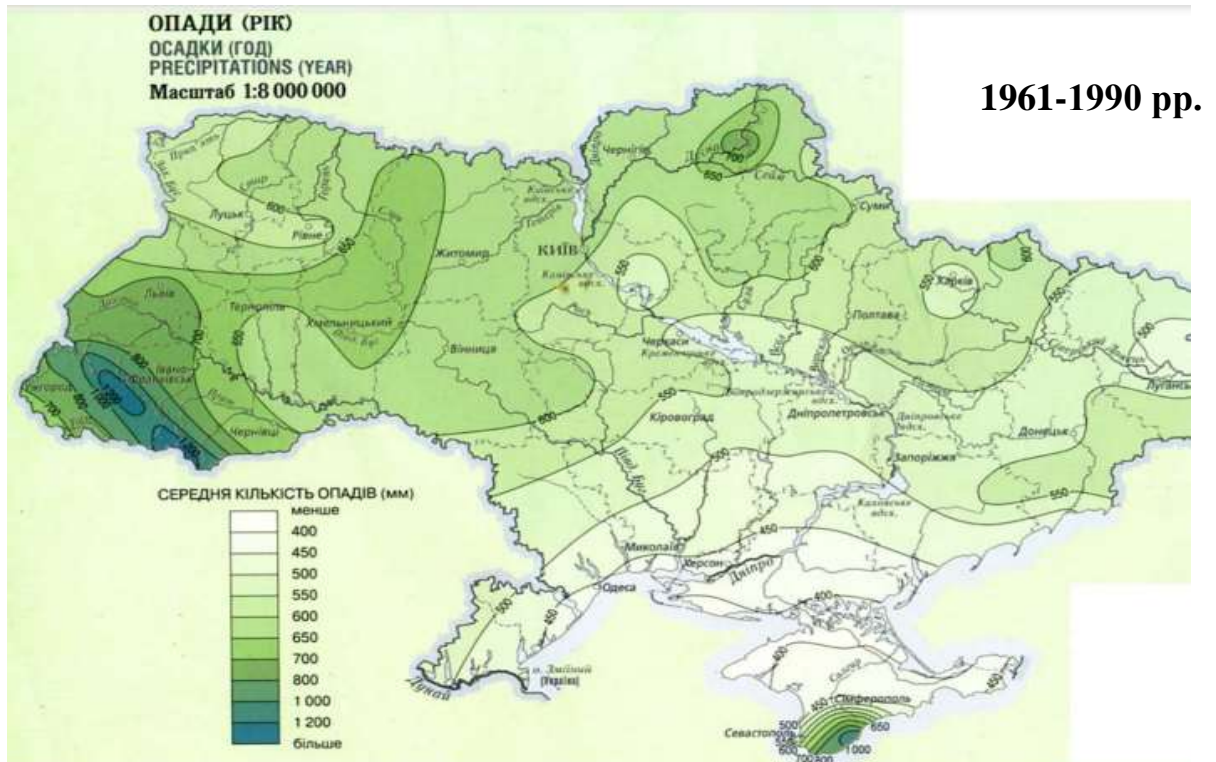


Рисунок 1.1 - Середня кількість опадів за рік (мм) в Україні [3]

Важливим аспектом є інформація про максимальну кількість опадів протягом доби, яка знаходить практичне застосування в гідрологічних розрахунках для розробки проектів гідротехнічних споруд та обладнання. Ця інформація є ключовою для вирішення чисельних завдань у сфері економічного комплексу країни і також для проведення різних заходів з охорони довкілля.

На теренах України існує велика ймовірність злив та виникнення повеней, особливо в Українських Карпатах і Кримських горах, де екстремальні тривалі опади можуть призвести до паводків, селевих потоків та підтоплення. Аналізуючи розподіл добового максимуму опадів на рівнинній території, де середні показники змінюються в межах 33-48 мм щорічно, не вдається визначити конкретні закономірності. У окремі роки відзначається значна різноманітність, варіюючись від 25 до 220 мм. Орографічні особливості, зокрема в Українських Карпатах і Кримських горах, впливають на розподіл добового максимуму опадів. Так, на висоті місцевості

відбувається збільшення цього показника. У Кримських горах за рік його значення становить 82 мм (Ай-Петрі), а в Українських Карпатах він трошки менший — 61 мм (Плай), 57 мм (Пожежевська).

Через значну непередбачуваність розподілу опадів, добовий максимум не завжди фіксується існуючою системою метеорологічних станцій і постів. Це може призвести до серйозних наслідків для людського життя та нанесення значних матеріальних збитків.

2 ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ХАРАКТЕРИСТИКА УТВОРЕННЯ СИЛЬНИХ ОПАДІВ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

2.1 Розподіл опадів на території Вінницької області

Вінниця — це місто обласного значення в Україні, розташоване в центральній частині країни. Вона є адміністративним центром Вінницької області та історичним, культурним центром.

Для Вінниці притаманний континентальний клімат із річним ходом опадів, де максимум досягає 80-90 мм у літні місяці. Мінімальна кількість опадів (30-40 мм) припадає на зиму та ранню весну (березень). В окремі роки як найвищий, так і найнижчий рівень опадів припадає на різні місяці. Найбільша мінливість опадів, з коефіцієнтом варіації 0,86, спостерігається у жовтні, коли відбувається перебудова літнього типу атмосфери на зимовий [6].

У Вінниці зимою спостерігаються всі види опадів, більшою мірою обложні (85%) і рідко (1-2 %) зливові опади. Зимою в середньому більше половини (61 %) опадів випадає в твердому вигляді, 29 % - у рідкому та 10 % у змішаному. Найбільша повторюваність твердих опадів припадає на січень (68%), рідких (36 %), змішаних (11 %) - на грудень. Відомо [10], що рідкі і змішані опади в зимові місяці створюють несприятливі умови для роботи міського транспорту і руху пішоходів, що приводить до збільшення кількості аварій. Максимальне число днів зі змішаними опадами припадає на січень, а з рідкими на перехідні місяці.

В першому місяці весни випадає також кількість опадів, як і в зимові місяці, але потім їх становиться вдвічі більше. Росту кількості опадів сприяє збільшення вологості повітряних мас.

Літом, коли збільшується роль сонячної радіації і послаблюється атмосферна циркуляція, головним фактором у формуванні опадів є трансформація повітряних мас. Внаслідок цього процесу утворюються

купчасто-дощові хмари, з яких випадають в основному зливові опади. В цілому за літо випадає 254 мм опадів, що складає 40 % річної кількості.

Восени, в порівнянні з літом, спостерігається збільшення частоти формування хмар нижнього ярусу, зокрема шарувато-дощових і розірвано-дощових хмар. Це призводить до збільшення частоти (67%) короткочасних дощів і зменшення кількості інтенсивних злизових опадів. У цей період року загальна кількість опадів в середньому зменшується на дві третини, становлячи 129 мм.

Взимку за добу випадає 1,2 мм, навесні - 1,5 мм, влітку та восени - 2,7 та 1,4 мм, відповідно.. Влітку добовий максимум у середньому становить 27, 6 мм, але в окремі роки може перевищувати це значення у 2-3 рази. Восени злизова діяльність послаблюється, в жовтні і листопаді добовий максимум опадів зменшується до 15,8 мм [6].

2.2 Відхилення середньорічної кількості опадів на станціях Вінницької області від кліматичної норми

Для виявлення кліматичних змін на території Вінницької області, які спостерігаються протягом останніх десятиліть і можуть виявлятися також і у зміні режиму опадів, доцільно визначити нову норму опадів для останнього тридцятирічного періоду для всіх семи станцій регіону.

Так, найменша кліматична норма опадів виявилася на станції Вінниця – 566 мм, незначне відхилення спостерігається на метеостанціях Білопілья та Могилів-Подільський – 584 та 587 мм, відповідно. На станції Гайсин новий кліматичний стандарт опадів за період 1991-2020 рр. становить 590 мм. У північній частині області відзначаються найбільші значення норми опадів, а саме Жмеринка – 616 мм, Хмільник – 629 мм та Липовець – 637 мм на рік. Такий розподіл опадів на території Вінницької області відповідає попереднім

висновкам про те, що північна частина області є більш зволоженою, ніж південна (рис. 2.1- 2.2).

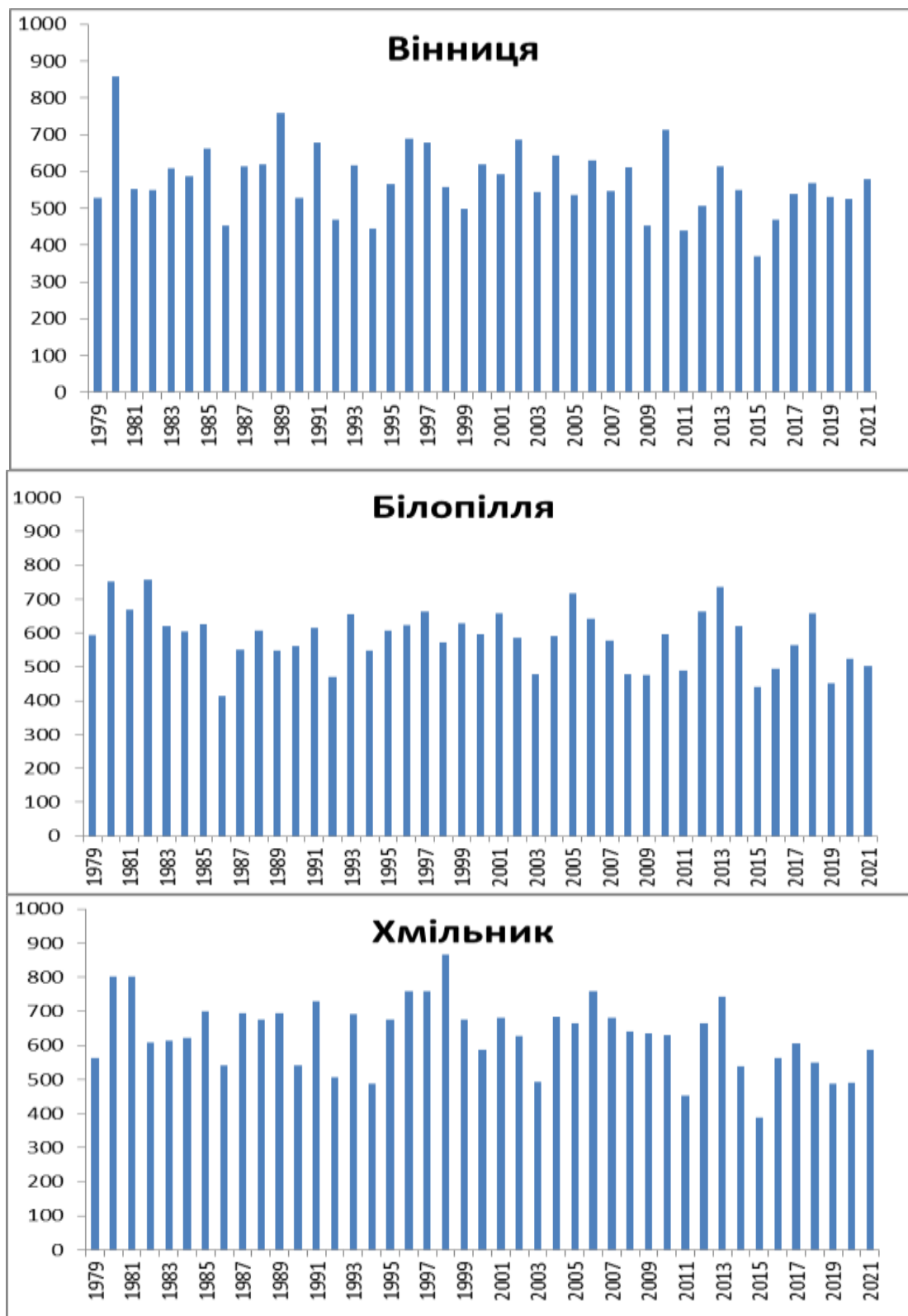


Рисунок 2.1 – Середньорічна кількість опадів (мм) га станціях Вінниця, Білопілля та Хмельник у 1979-2021 рр.

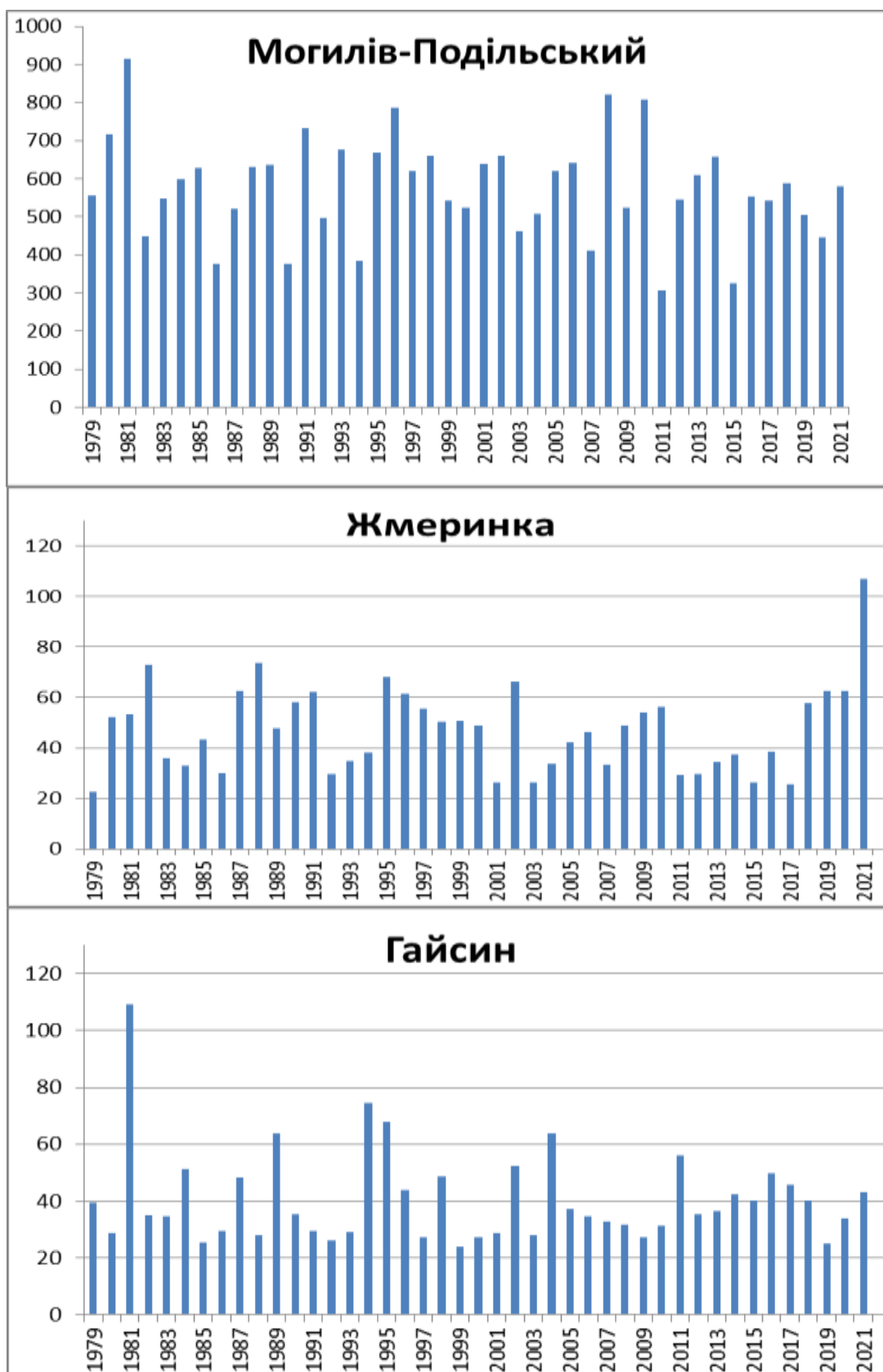


Рисунок 2.2 – Середньорічна кількість опадів (мм) за на ст. Жмеринка, Могилів-Подільський та Гайсин у 1979-2021 рр.

Для аналізу використаного періоду приведено порівняння норм опадів [3] за різні місяці. Проаналізовано тенденцію зміни кількості опадів на станціях Вінниччини за тридцятирічний період 1979-2021 рр.

Аналіз розподілу кількості опадів по станціях показав, що на території всієї області спостерігається як додатна так і від'ємна аномалія відхилення. Цей показник залежить від пори року. Підвищення чи зменшення кількості опадів в окремі місяці у різних регіонах області неодинакові.

Так, у зимові місяці кількість опадів зменшилася від 7 до 25 % залежно від станції. Виняток становить лютий, коли на станціях Білопілья та Хмільник кліматична норма незначно збільшилася з 30 до 32 мм – Білопілья, і з 33 до 35 мм – Хмільник. Середнє значення кліматичної норми (1991-2020 рр.) у зимовий період змінюється від 29 до 44 мм.

У березні відзначається позитивна динаміка зміни кількості опадів на всій території Вінниччини. На всіх метеостанціях спостерігається зростання кількості опадів у середньому на 12-15%. У квітні місяці виявляється негативна тенденція зміни режиму опадів, так, за даними за період з 1991 по 2020 р.р. кількість опадів зменшилася по всій території області, а у травні – лише на станціях розташованих у північній частині Вінницької області (Білопілья та Гайсин). На решті території у травні спостерігається збільшення кількості опадів порівняно з попереднім періодом. Починаючи з березня значення кліматичної норми опадів поступово зростає, так у березні воно становить 32-38 мм, у квітні - 40-48 мм, а вже у травні – 57-67 мм.

У теплий період, починаючи з червня до серпня, видно чітку тенденцію до зменшення кліматичної норми на всіх станціях Вінницької області. Це добре корелюється з даними збільшення температурного кліматичного показника за цей же досліджуваний період, представленого в розділі 2. Максимальна кількість опадів спостерігається у липні та червні – від 75 до 94 мм. Починаючи з вересня місяця значення кількості опадів поступово зменшується та у жовтні коливається від 35 до 41 мм, але відзначається

зростання кліматичної норми опадів на усіх станціях області у середньому на 25-30 %. У листопаді лише на станціях розташованих на півночі області відзначається негативний тренд значень кліматичної норми опадів, у південній та центральній частинах області (Гайсин, Жмеринка) значних змін не відзначається, а на метеостанції Могилів-Подільський кліматична норма перевищує своє попереднє значення на 1 мм та становить 39 мм.

Отримані дані свідчать про те, що в літній період клімат Вінниччини став більш посушливим за останні тридцять років, що може мати негативні наслідки для аграрного сектору та економіки області.

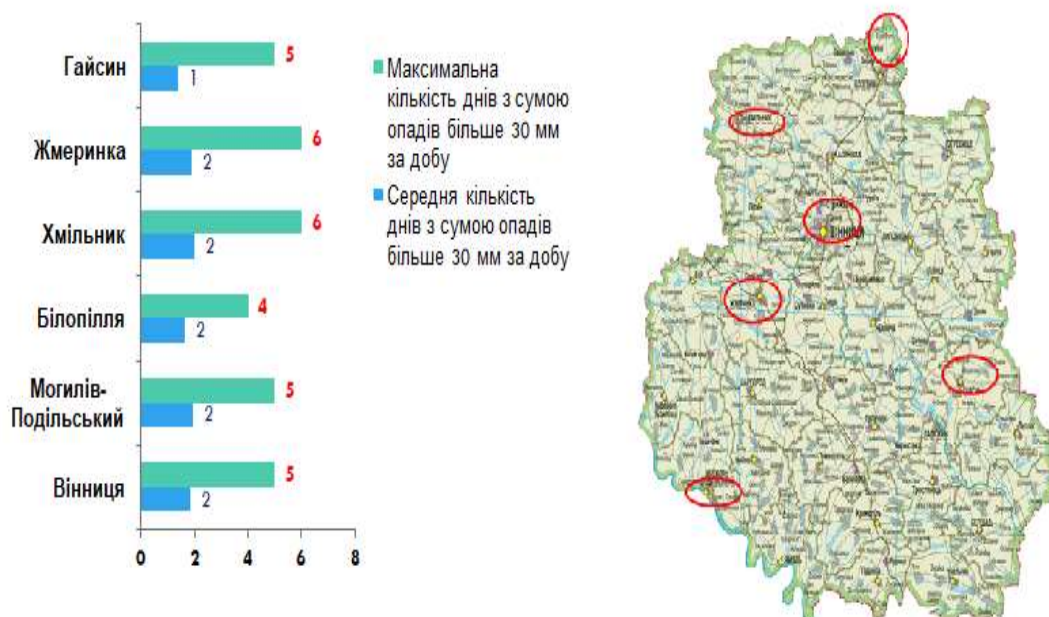
2.3 Сильні опади у Вінницькій області з 1979 по 2021 рр.

В ході дослідження були визначені (табл. 2.1) максимальні добові суми опадів на рік у регіоні дослідження для періоду з 1979 по 2021 рр. (рис. 2.3). Вони у середньому змінювалися від 40,5 мм у Жмеринці до 50,9 мм у Хмільнику. В середньому по області максимальна добова сума опадів на рік становила 45 мм. З року у рік вона, звісно, змінювалася від 16 (Могилів-Подільський, 2015) до 129 мм (Білопілля, 1982). Двічі цей показник перевищував 120 мм – у Білопіллі у 1982 та 2020 рр., та чотири рази перевищував 100 мм у Могилеві-Подільському та Гайсині у 1981 р. (108 та 109 мм/24 год), у Хмільнику в 2020 (108 мм) та у Жмеринці в 2021 р. (107 мм). Від 80 до 100 мм на добу найчастіше випадало у Могилеві-Подільському (4 рази), далі три випадки спостерігалось у Хмільнику, два випадки у Вінниці та один у Білопіллі. Жодного разу ця градація не помічена у Жмеринці.

Абсолютний максимум добової суми опадів спостерігався у Білопіллі (129 мм), а у Вінниці від жодного разу не досягнув 100 мм та становив 91,4 мм. Обидва цих максимуми були у 1982 р. Щодо міжрічної мінливості, то найсильніші опади утворювалися в Вінницькій області у 1982 та 2020 рр., дещо меш активно – у 1981 та 1989 рр.

Таблиця 2.1 – Максимальні добові суми опадів на станціях Вінницької області за період 1979-2021 рр.

Роки	Вінниця	Могилів-Подільський	Білопілля	Хмільник	Жмеринка	Гайсин
1979	24,2	33,2	56,4	78,1	22,7	39,3
1980	62,4	42,2	63,7	41,7	52,3	28,6
1981	35,2	108,8	43	52,8	53,5	109,3
1982	91,4	63,5	129,1	73,2	72,9	35
1983	37,5	82,8	34,3	45,7	35,9	34,5
1984	32,1	26,3	26	47,6	33	51,2
1985	46,2	70	40,6	42,1	43,3	25,5
1986	30,5	23,3	31,3	33,1	30	29,4
1987	57,2	59,8	49,9	83,9	62,4	48,1
1988	52,9	48,3	40,2	43,4	73,5	27,9
1989	83,1	86,9	77,5	46	47,9	63,6
1990	34,1	29,1	39,8	26,4	58,2	35,2
1991	55,7	52,6	33,2	53,4	62,2	29,4
1992	20,4	36,8	24	28,6	29,5	26
1993	26,9	40,9	29,2	47,3	34,8	29,1
1994	39,6	37,5	32,5	42,7	38,1	74,4
1995	65,5	60,1	68,1	55,3	68,2	68
1996	40,2	44	36,5	37,3	61,6	44
1997	38,0	33,7	29	53,5	55,7	27,4
1998	45,6	36,1	64,9	78	50,3	48,5
1999	47,2	42,6	41	48,9	50,6	23,9
2000	40,5	53,9	33,9	31,3	48,9	27,4
2001	35,1	54,2	50,3	26	26,3	28,8
2002	47,4	86,5	48,7	33,2	66,4	52,3
2003	33,3	37,2	29,7	28,5	26,3	28,1
2004	58,7	47,6	37,4	76,3	33,7	63,7
2005	31,5	32,4	74	55,4	42,1	37,3
2006	68,5	44,1	49,3	86,6	46,2	34,6
2007	40,3	24,6	32,7	73,7	33,4	32,6
2008	34,4	73,5	28,2	46,3	48,9	31,7
2009	38,1	58,2	24,9	91,9	54	27,1
2010	37,5	53,3	41,8	35,4	56,4	31,3
2011	28,3	21,8	31,5	55,4	29,3	55,9
2012	19,5	30	41,2	50,9	29,5	35,5
2013	34,0	29,1	45,5	39,3	34,5	36,4
2014	32,2	37	43,5	41,4	37,4	42,3
2015	22,4	16,5	32,5	26,2	26,2	40
2016	33,9	39	44,6	42,5	38,5	49,9
2017	25,5	43,3	26,7	34,5	25,6	45,8
2018	76,7	50,3	91,7	52,5	57,7	40,2
2019	42,9	43,1	35,6	28,5	62,6	25,1
2020	32,0	79,4	121,2	108,0	62,6	34
2021	30,0	33	38	65	107,0	43
Максимальна	91,4	108,8	129,1	108,0	107,0	109,3
Середня	42,1	47,6	46,4	50,9	40,5	40,5



Кількість днів з сильними опадами у Вінницькій області

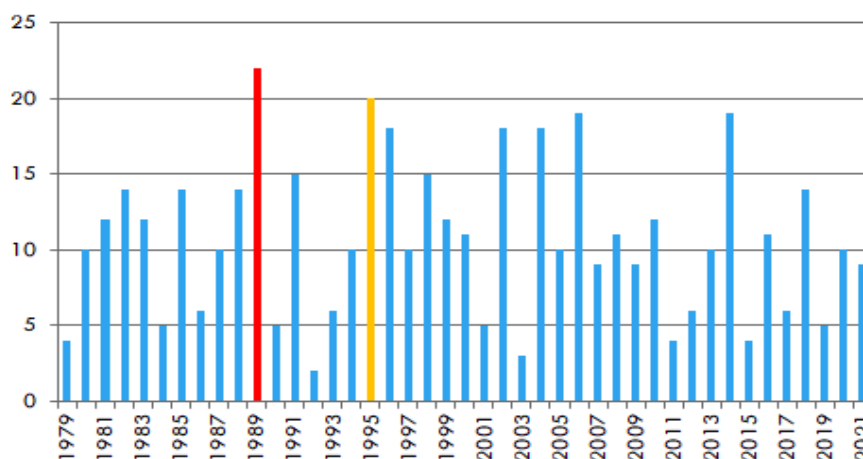


Рисунок 2.3 – Кількість днів з добовою сумою опадів більш ніж 30 мм на станціях Вінницької області у 1979-2021 рр.

В ході дослідження були розраховані аномалії максимуму добової суми опадів від її середнього значення у 1979-2021 рр. (табл. 2.2). Характер аномалій у Вінниці та Білопіллі має схожий вигляд, та у 2010-2018 рр. на всіх станціях крім Гайсину аномалії від'ємні, а з 2018 р. опади посилюються.

Таблиця 2.2 – Аномалії максимальної добової суми опадів на станціях Вінницької області за період 1979-2021 рр.

Роки	Вінниця	Могилів-Подільський	Білопілля	Хмільник	Жмеринка	Гайсин
1979	-17,9	-14,4	10,0	27,2	-17,8	-1,2
1980	20,3	-5,4	17,3	-9,2	11,8	-11,9
1981	-6,9	61,2	-3,4	1,9	13,0	68,8
1982	49,3	15,9	82,7	22,3	32,4	-5,5
1983	-4,6	35,2	-12,1	-5,2	-4,6	-6,0
1984	-10,0	-21,3	-20,4	-3,3	-7,5	10,7
1985	4,1	22,4	-5,8	-8,8	2,8	-15,0
1986	-11,6	-24,3	-15,1	-17,8	-10,5	-11,1
1987	15,1	12,2	3,5	33,0	21,9	7,6
1988	10,8	0,7	-6,2	-7,5	33,0	-12,6
1989	41,0	39,3	31,1	-4,9	7,4	23,1
1990	-8,0	-18,5	-6,6	-24,5	17,7	-5,3
1991	13,6	5,0	-13,2	2,5	21,7	-11,1
1992	-21,7	-10,8	-22,4	-22,3	-11,0	-14,5
1993	-15,2	-6,7	-17,2	-3,6	-5,7	-11,4
1994	-2,5	-10,1	-13,9	-8,2	-2,4	33,9
1995	23,4	12,5	21,7	4,4	27,7	27,5
1996	-1,9	-3,6	-9,9	-13,6	21,1	3,5
1997	-4,1	-13,9	-17,4	2,6	15,2	-13,1
1998	3,5	-11,5	18,5	27,1	9,8	8,0
1999	5,1	-5,0	-5,4	-2,0	10,1	-16,6
2000	-1,6	6,3	-12,5	-19,6	8,4	-13,1
2001	-7,0	6,6	3,9	-24,9	-14,2	-11,7
2002	5,3	38,9	2,3	-17,7	25,9	11,8
2003	-8,8	-10,4	-16,7	-22,4	-14,2	-12,4
2004	16,6	0,0	-9,0	25,4	-6,8	23,2
2005	-10,6	-15,2	27,6	4,5	1,6	-3,2
2006	26,4	-3,5	2,9	35,7	5,7	-5,9
2007	-1,8	-23,0	-13,7	22,8	-7,1	-7,9
2008	-7,7	25,9	-18,2	-4,6	8,4	-8,8
2009	-4,0	10,6	-21,5	41,0	13,5	-13,4
2010	-4,6	5,7	-4,6	-15,5	15,9	-9,2
2011	-13,8	-25,8	-14,9	4,5	-11,2	15,4
2012	-22,6	-17,6	-5,2	0,0	-11,0	-5,0
2013	-8,1	-18,5	-0,9	-11,6	-6,0	-4,1
2014	-9,9	-10,6	-2,9	-9,5	-3,1	1,8
2015	-19,7	-31,1	-13,9	-24,7	-14,3	-0,5
2016	-8,2	-8,6	-1,8	-8,4	-2,0	9,4
2017	-16,6	-4,3	-19,7	-16,4	-14,9	5,3
2018	34,6	2,7	45,3	1,6	17,2	-0,3
2019	0,8	-4,5	-10,8	-22,4	22,1	-15,4
2020	-10,1	31,8	74,8	57,1	22,1	-6,5
2021	-12,1	-14,6	-8,4	14,1	66,5	2,5

Сильні опади (тобто більше 30 мм на 12 год) на станціях Вінниччини виникали не щорічно, наприклад, у 1992 вони досягали цієї інтенсивності лише двічі у Могилеві-Подільському. За весь період найчастіше вони виникали у Хмільнику та Могилеві-Подільському (86 та 83 дня відповідно), найрідше – у Гайсині (59 днів).

Таблиця 2.3 – Кількість днів з сильними (СМЯ II) та надзвичайними опадами на станціях Вінницької області з 1979 по 2021 рр.

Тип	Вінниця	Могилів-Подільський	Білопілля	Хмільник	Жмеринка	Гайсин
СМЯ II	13.07.1980	01.07.1982	29.06.1979	20.08.1979	13.07.1980	22.06.1981
	01.07.1982	19.06.1985	13.07.1980	22.06.1981	22.06.1981	08.04.1984
	04.06.1988	19.06.1985	02.07.1982	01.07.1982	01.07.1982	02.09.1989
	06.09.1989	06.08.1987	02.08.1989	04.07.1991	06.08.1987	06.09.1989
	04.07.1991	09.06.1989	30.09.1995	30.08.1995	04.06.1988	26.08.1994
	26.06.1995	04.07.1991	11.07.1998	15.06.1997	27.08.1988	27.08.1994
	22.08.2004	30.08.1995	26.06.2001	11.07.1998	11.06.1990	30.09.1995
	05.06.2006	02.09.2000	01.08.2005	17.07.1998	02.08.1991	12.09.2002
	15.06.2006	23.07.2001		26.07.2004	04.07.1991	23.08.2004
	27.08.2006	23.07.2008		30.07.2004	30.08.1995	09.10.2011
	30.06.2018	24.07.2008		18.08.2005	08.09.1996	
		26.07.2008		19.08.2007	07.08.1997	
		17.05.2009		24.06.2011	11.07.1998	
		30.06.2010		14.08.2012	23.11.1999	
		30.06.2018		23.07.2018	13.08.2002	
				21.07.2021	26.06.2009	
					28.05.2010	
					30.06.2018	
				19.05.2019		
К.днів.	11	15	8	16	19	10
СМЯ III	06.08.1987	01.07.1981	01.07.1982	03.07.1987		16.09.1981
	02.08.1989	03.07.1983	14.06.2018	30.07.2006		
		13.08.2002		13.10.2009		
К.днів.	2	3	2	3	0	1

В середньому по області сильні опади фіксувалися 2 дня на рік, за винятком Гайсина – 1 день. Максимальна кількість днів з сильними опадами на рік становила від 4 у Білопіллі до 6 у Жмеринці та Хмільнику. Решта станцій – по 5 випадків на рік. Найчастіше сильні опади спостерігалися у 1989 р. (22 дня) та у 1995 р. (20 днів).

Якщо розглянути згідно [5] повторюваність та географічний розподіл опадів, які досягають критеріїв СМЯ II та СМЯ III, тобто за 12 год. випало більш ніж 50 мм та > 80 мм, відповідно, то виявиться, що у період 1991-2020 рр. СМЯ II спостерігалися частіше, ніж у 1979-1990 рр., незважаючи на поступове зменшення загальної кількості опадів.

Найчастіше СМЯ III утворювалися у Жмеринці, Хмільнику та Могилеві-Подільському, від 19 до 15 випадків.

Але кількість днів з СМЯ-III була невеликою, лише 11 випадків, та останніми роками знизилася, більша частина (64 %) всіх епізодів виникла у 1980-ті роки, а після 2009 р. спостерігався лише один випадок – у Білопіллі 14 червня 2018 р. На станції Жмеринка опади СМЯ III не утворювалися взагалі, а відносно частіше вони були у Могилеві-Подільському та Хмільнику. Мінімальна кількість СМЯ II фіксувалася у Білопіллі – 8 випадків.

3 ЦИРКУЛЯЦІЙНІ ТА ТЕРМОДИНАМІЧНІ УМОВИ ПОСИЛЕННЯ ОПАДІВ НА ВІННИЧЧИНІ

3.1 Огляд синоптичних процесів, що сприяли сильним опадам на станціях Вінницької області

За останні 40 років в період з 1979 по 2021 роки на станціях Вінницької області було зафіксовано шість епізодів, коли сильні опади спостерігалися на всіх станціях Вінниччини, тобто добова сума опадів на кожній станції перевищувала 30 мм.

Розглянемо синоптичні ситуації, що призвели до випадіння сильних опадів над на Вінницької області, але жодного СМЯ не спостерігалось.

Так, 1 серпня 2018 року кількість опадів на станціях регіону дослідження коливалася від 33,2 до 49,9 мм на 12 год. у Вінниці та Гайсині, відповідно.

В 00(03) год 31 липня 2018 року на карті АТ-700 гПа знаходився антициклон з центром в районі Санкт-Петербургу, окреслений двома замкненими ізогіпсами (в центрі 324 дам). Його гребінь простягався на південний-захід, досягаючи середземноморського узбережжя північно-західної Африки. В широтному напрямку область високого тиску поширювалась вздовж паралелі Варшава – Єкатеринбург. В той же час територія України (на південь від 50° – 52° пн.ш.), Балкани, Туреччина знаходилися під впливом улоговини циклону з центром, окресленим одною ізогіпсою (312 дам) над Егейським морем. Над більшою частиною території України переважали слабкі східні та південно-східні потоки.

На карті АТ – 500 гПа баричне поле було подібним до АТ – 700 гПа. Центр антициклону розташовувався в районі Санкт-Петербургу, окреслений двома ізогіпсами (геопотенціал в центрі 592 дам). Гребінь простягався до протоки Гіблартар. Улоговина циклону охоплювала таку ж територію, як і на АТ–700 гПа, центр циклону над Егейським морем (в центрі 580 дам). На цій

ізобаричній поверхні над Україною також переважали слабкі східні та південно-східні потоки.

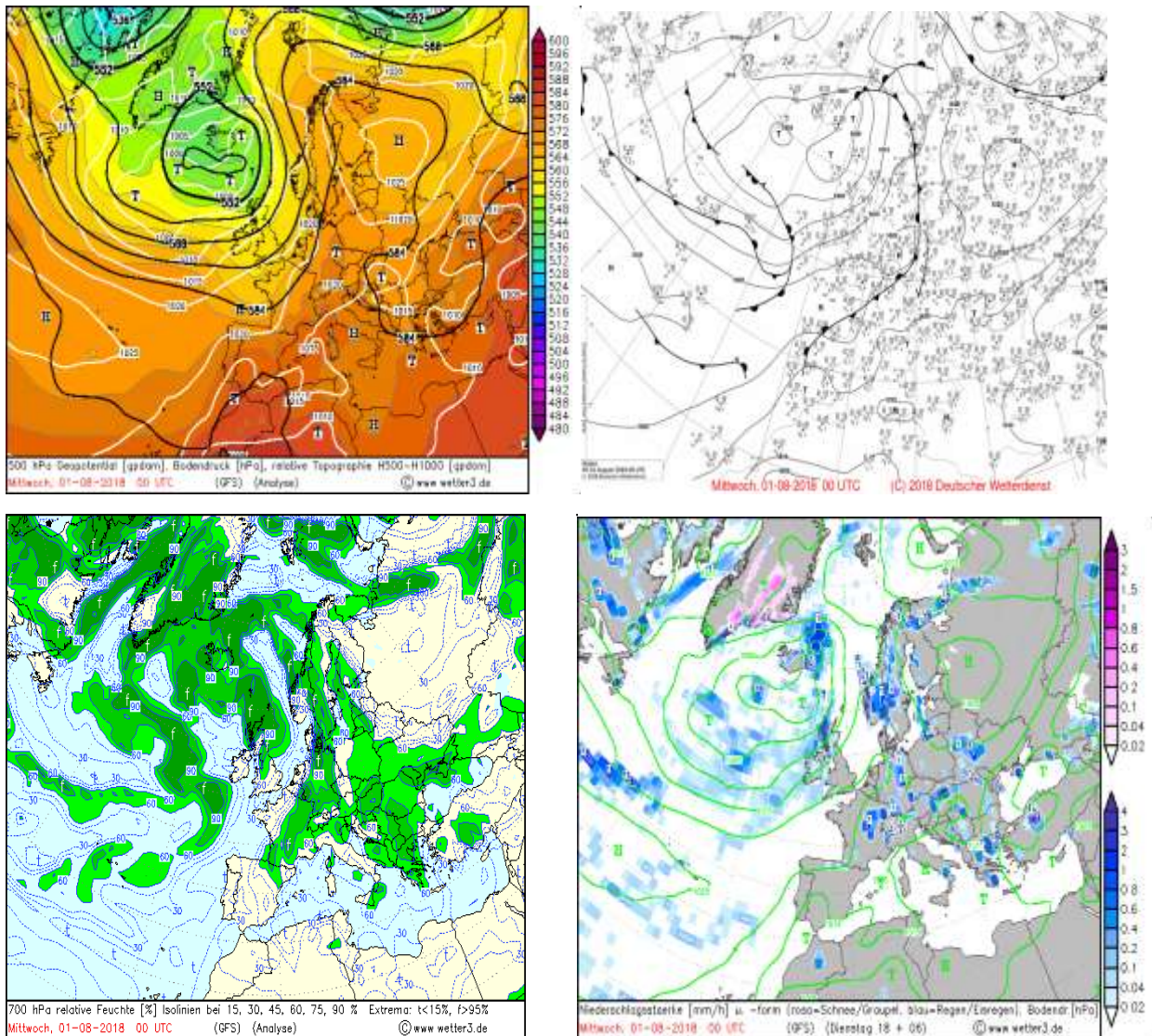


Рисунок 3.1 – Приземний аналіз АТ – 500, ВТ – 500/1000, відносна вологість(%), та кількість опадів (мм).

У термічному полі на карті АТ – 850 гПа за 00(03) год більша частина території України перебувала під впливом теплої повітряної маси, яка поширювалася з Чорноморського регіону, температура повітря становила 16-19°C тепла, на ОТ – 500/100 571-573 дам. Гребінь тепла поширювався на Скандинавію, Кольський півострів. В теплій повітряній масі знаходилися

центральні та південно-західні райони Західної Європи. Над Балканами вузький осередок холоду. Північний схід України, східні райони Білорусі, та південно-західні райони Європейської Росії перебували під впливом прохолодної повітряної маси, яка надходила із районів Середнього Поволжжя. На АТ – 800 гПа температура повітря 9-13°, на ОТ – 500/1000 562-568 дам.

Біля земної поверхні 31 липня 00(03) центр антициклону (тиск в центрі 1030 гПа) знаходився в районі Санкт-Петербурга, був окреслений трьома ізобарами. Під його впливом знаходилися східні райони Європи до 52° пн.ш. решта території Східної Європи, її південні райони перебували під впливом Чорноморської депресії, яка поступово заповнювалася. Над західними областями України, Молдови, над Чорним та Егейським морем пролягав фронтальний розділ. Від точки оклюзії над північними районами Львівщини теплий фронт орієнтований в напрямку на Волинь, Пінськ, холодний фронт з хвилями пролягав через Тернопіль, Могилів-Подільський, Одесу, Афіни. В полі вологості, температури, вітру, фронтальний розділ був слабо виражений. По кільцевих картах за 00(03), 03(06), 06(09) в зоні фронту спостерігалися грози. Вночі 31 липня сильні дощі пройшли по Львівській та Тернопільській областях, по Волині та півдні нашої області помірні.

Згідно приземних прогностичних карт на 1 серпня територія області знаходилася на межі крайньої південної периферії антициклону з центром над Санкт-Петербургом та улоговини Чорноморської депресії, причому прогнозувалося посилення антициклону. Фронтальні розділи не прогнозувалися. На висотах очікувалися слабкі потоки зі сходу.

3 липня 2016 року на станції Хмельник випало 50,3 мм опадів. За даними приземного аналізу 02.07.2016 за 00 UTC над північно-західною частиною Європи був розташований циклон, центр якого знаходився над Шотландськими островами (P_{min} 997/0 гПа). Циклон – високе баричне утворення з замкненим центром прослідковується до висоти 12 км, його вертикальна вісь нахилена на південний-захід в сторону холоду. Південна, Центральна, Східна Європа, ЄТР знаходилися під впливом поля підвищеного

тиску. Північні та Центральні райони Атлантики знаходились під впливом Азорського Антициклону.

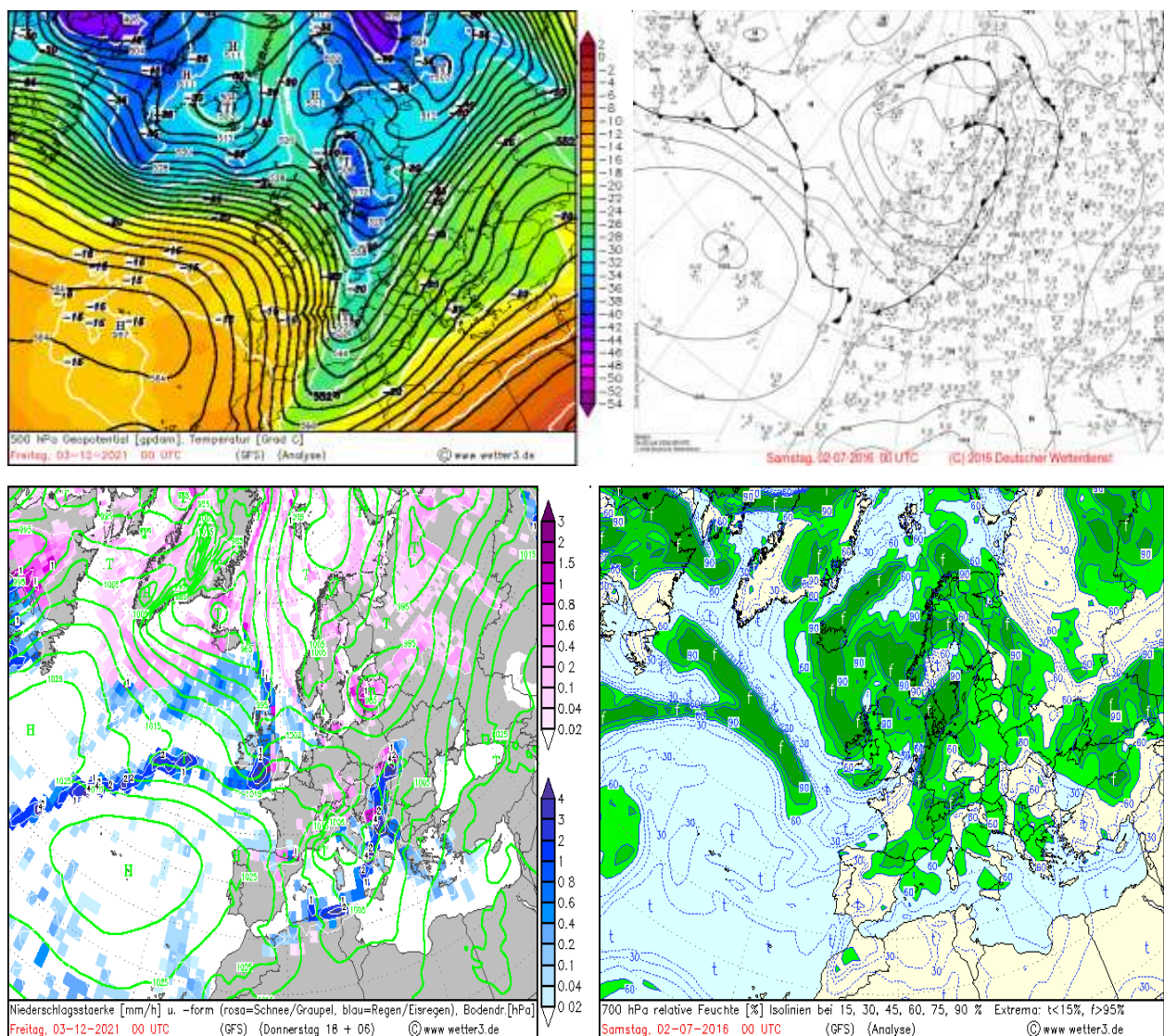


Рисунок 3.2. Приземний аналіз АТ-500, ВТ-500/1000, відносна вологість(%), та кількість опадів мм

З циклоном була пов'язана подвійна система атмосферних фронтів. Спостерігалися сприятливі термодинамічні умови для загострення фронтів та поглиблення циклону. Рівненщина за даними приземної карти за 00 UTC 02.07.2016 року знаходилась під впливом малоградієнтного баричного поля

підвищеного тиску, якому на висотах за даними карт АТ- 850, АТ – 700, АТ – 500, АТ – 300 гПа відповідала вісь висотнього гребеня.

Загалом у літній період західні циклони малоактивні і часто виражені у фронтальних хвилях. Однак на малорухомих фронтах виникає цілий комплекс небезпечних конвективних явищ, прогноз яких затруднений через слабку активність і непередбачуваність основного синоптичного процесу. При переміщенні західних циклонів по півночі Європи та території України часто встановлюється погода антициклонального типу з переважаючим перенесенням теплих середземноморських повітряних мас.

Загальними метеорологічними умовами, при яких утворюються зливові опади, є: велика вологість повітря ($> 70\%$) в приземному шарі та на висотах, невеликі значення дефіциту точки роси (не більше $3...5\text{ }^{\circ}\text{C}$), значні вертикальні градієнти температури, що перевищують вологоадіабатичний градієнт, відсутність затримуючих шарів (інверсії та ізотермії), адвекція холоду на висотах, перевищення потужності купчасто-дощових хмар відмітки 2 км тощо. Ці умови частіш за все відповідають зонам збіжності повітряних мас при циклонічній кривизні ізобар (фронтальні зливи) і малоградієнтним полям з достатнім прогрівом і вологістю (внутрішньомасові зливи).

Формуванню інтенсивної конвекції і випадінню зливових опадів сприяє неоднорідний характер підстильної поверхні та швидкий прогрів ґрунту. В літній період зливи часто випадають над великими, добре прогрітими водоймищами. Холодні фронти і фронти оклюзії по типу холодного найбільш часто супроводжуються зливами, хоча останні іноді можуть спостерігатися і на теплих фронтах. Фронтальні зливи характеризуються менш вираженим добовим ходом, ніж внутрішньомасові, однак мають тенденцію до посилення у другій половині дня. При прогнозі зливових опадів фронтального характеру необхідно визначити майбутнє положення фронту, його еволюцію та можливі зміни конвективної нестійкості.

Найбільш сприятливими для утворення облогових опадів: зони теплих фронтів, фронтів оклюзії і холодних фронтів, що повільно переміщуються.

Виявилося, що більш половини (52-60 %) епізодів опадів з інтенсивністю 30-49 мм/12 год. пов'язана з південними циклонами (табл. 3.1), решті утворювалися на південній периферії антициклону 25-33 %), західних та північно-західних циклонах (2-10 %).

Таблиця 3.1 - Повторюваність (%) синоптичної ситуації в період формування сильних опадів на станціях Вінничини

Дата	Синоптична ситуація					
	Південний циклон та його улоговини	Західний циклон та його улоговини	Північно-західні циклони та їх улоговини	Поле зниженого тиску	Поле підвищеного тиску	Південна периферія антициклону
30-49 мм/12 год						
Вінниця	50	5	8	9	3	25
Могилів-Подільський	62	4	5	4	0	25
Білопільля	54	4	7	2	0	33
Хмільник	54	8	6	0	0	32
Жмеринка	52	10	5	5	0	28
Гайсин	55	9	2	2	0	32
≥50 мм/12 год.						
Вінниця	52	8	5	6	1	28
Могилів-Подільський	58	5	5	6	2	24
Білопільля	48	7	8	5	0	32
Хмільник	50	10	6	4	0	30
Жмеринка	55	6	12	2	5	20
Гайсин	47	8	5	4	0	36

Наступна градація (≥50 мм/12 год.), тобто СМЯ-II також переважно були пов'язані південними циклонами або їх улоговинами.

3.2 Аналіз аерологічної діаграми при утворенні надзвичайних опадів 14 червня 2018 р.

У Вінницькій області радіозондування не виконується, тому для виявлення стану тропосфери підчас надзвичайних опадів залучимо до дослідження ресурс ThunderR [18], який є безкоштовним R-пакетом і набором функцій для швидкого обчислення та візуалізації конвективних параметрів, які використовуються в оперативному прогнозуванні сильних конвективних штормів. Основний алгоритм базується на оптимізованому кодї C++, реалізованому в мові R через RCPP. Це рішення дозволяє швидко обчислювати понад 100 термодинамічних і кінематичних параметрів і обробляти великі числові набори даних, такі як повторний аналіз або робочі моделі NWP, за розумний проміжок часу. Пакет розроблявся з 2017 року метеорологами-дослідниками, які спеціалізуються на сильних конвективних штормах, і постійно оновлюється новими функціями. Його основна мета полягає в тому, щоб дозволити оперативним метеорологам і дослідникам швидко і просто оцінити конвективні середовища у будь-який сезон.

За допомогою ресурсу ThunderR [18] отримані аерологічні діаграми, що побудовані за даними реаналізу ERA 5 для пункту Білопілля (49°50 30" N, 28° 51' 57" E) для випадка, коли 14 червня 2018 р. інтенсивність опадів становила 91 мм/12 год. та досягнула критеріїв червоного рівня метеорологічної небезпеки СМЯ III.

В цей день погодні умови в Вінницькій області визначалися проходженням холодної ділянки полярного фронту (рис. 3.3) з північного заходу на південний схід, перед яким о 12.00 утворився осередок зростаючої купчасто-дощової хмарності з діаметром біля 200-250 км, який пересувався на північ області, та з яким були пов'язані надзвичайні опади у Білопілля.

Вертикальний розподіл термодинамічних параметрів повітряної маси 14 червня 2018 року у 18.00 UTC за даними моделі ERA5 показують наявність приземної інверсії та нестійкої стратифікації повітря від 1100 до 12000 м.

Значення відносної вологості у шарі 2-5 км для досягала 77 %, а у шарі від поверхні землі до 2 км – 72 %. Параметр Precipitation water (PRCP_WATER, мм) становив 35, тобто запаси вологи зменшувалися підчас сильних опадів. Подібним образом змінювався параметр Moisture_Flux_02km ($\text{г/с}\cdot\text{м}^2$), тобто середня швидкість вітру, помножена на середній коефіцієнт змішування в шарі між поверхнею землі та 2 км AGL. Об'ємний зсув вітру приймав найбільші значення між підстильною поверхнею та рівнем 1 км (через вплив сили тертя на потік повітря біля поверхні землі) та між підстильною поверхнею та рівнем 8 км.

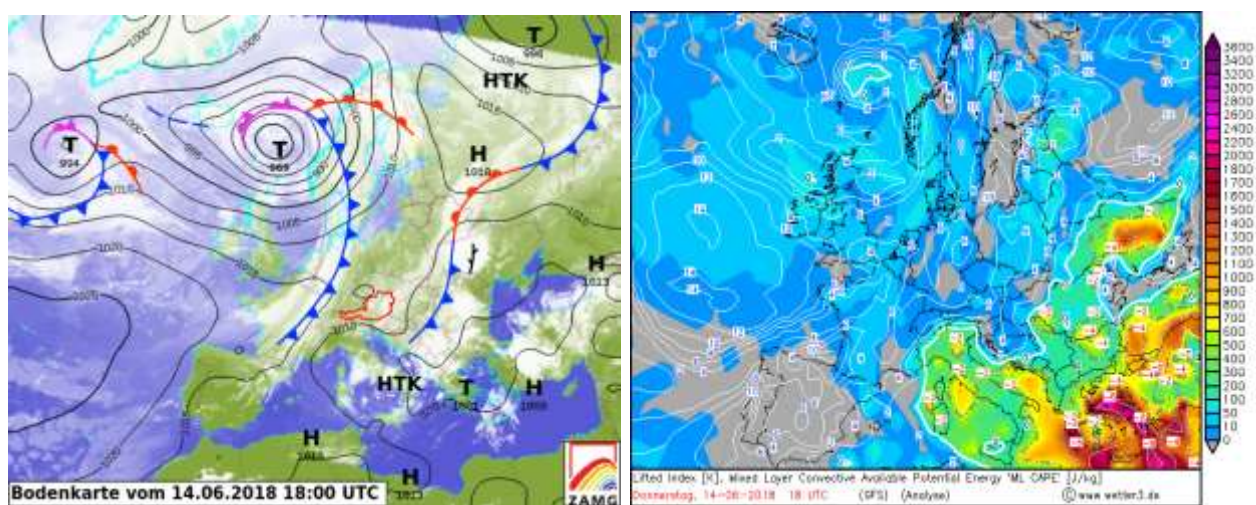
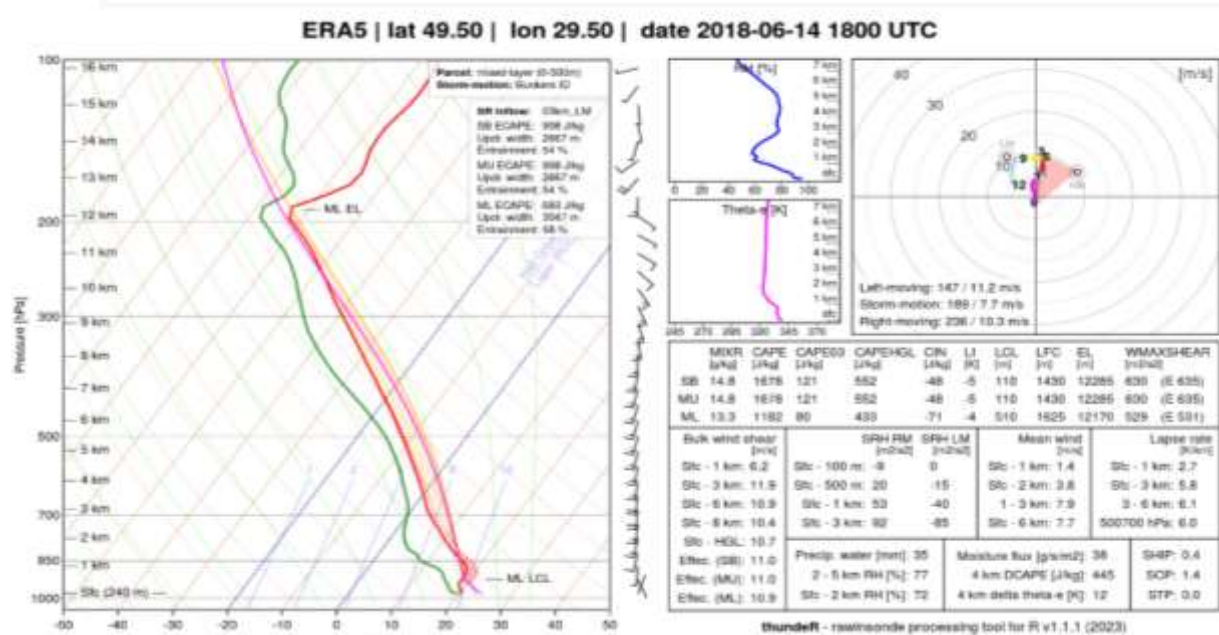


Рисунок 3.3 – Аерологічна діаграма і годограф вітру, приземна карта та карта індексу CAPE 14 червня 2018 р., 18 UTC

Параметри SCP (supercell composite parameter), STP (significant tornado parameter) та SHIP (significant hail parameter) були невелики, але не дорівнювали 0. За даними годографа в обох пунктах спостерігався стійкий північно-західний потік зі швидкістю 12-18 та 20-21 м/с в шарі 0-3 км, а вище 9 км спостерігається лівий поворот вітру з висотою (так званий "лівий шторм").

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дослідження, слід відмітити, що врахування відомостей про сучасні циркуляційні та термодинамічні умови посилення опадів у Вінницькій області дозволить суттєво покращити якість прогноз опадів у холодний період, та можна зробити наступні висновки:

1. Максимальна кількість опадів спостерігається у теплий період із травня по вересень. Амплітуда коливання середньомісячної кількості опадів становить від 55 до 94 мм. Кількість опадів у холодний період зменшується у напрямку з півночі та північного сходу області на південь, а влітку збільшується на південному заході.

2. Визначено, що кліматична норма кількості опадів зросла в перехідні сезони, та суттєво зменшилася влітку. Отримані дані свідчать про те, що влітку клімат Вінниччини став більш посушливим, що може мати негативні наслідки для аграрного сектору та економіки області в цілому.

3. Встановлено, що найактивніше опади на станціях Вінницької області у 1979-2021 рр. утворювалися в Хмільнику та Могилеві-Подільському, найменше – у Жмеринці та Вінниці.

4. Виявлено, що опадів, які досягали СМЯ II спостерігалися у частіше 1991-2020, ніж у 1979-1990 рр., незважаючи на поступове зменшення загальної кількості опадів, а більше половини СМЯ III виникла у 80-ті роки.

5. Більше половини (52-60 %) епізодів сильних була пов'язана з південними циклонами, також значна частина виникла під впливом південної периферії антициклону (25-33 %). Внесок західних та північно-західних циклонах був менш значним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балабух В.О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні. Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту, 2008. Вип. 257. С. 61-72.
2. Івус Г. П., Озимко Р. Р., Агайар Е. В., Міщенко Н. М., Семергей–Чумаченко А. Б. Циркуляційні умови формування сильних опадів на Закарпатті взимку // Український гідрометеорологічний журнал, 2018. № 22. С. 28-35.
3. Клімат України Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко, Київ: Вид–во Раєвського, 2003. 343 с.
4. Клімат Вінниці за редакцією І. М. Півошенка. Вінниця: Антекс-УЛТД, 1995. 224 с.
5. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3, частина 1: Метеорологічні спостереження на станціях / Державна гідрометеорологічна служба. К.: Ніка-Центр. 2011. 279 с.
6. Настанова з метеорологічного прогнозування. Київ: УкрГМЦ, 2019, 35 с. [Електронний ресурс] https://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/настанова%20з%20метеорологічного%20прогнозування.pdf.
7. Семергей-Чумаченко А. Б., Слободяник К. Л. Просторово-часовий розподіл сильних опадів над Україною протягом 1979-2019 рр. за даними реаналізу ERA5 // Український гідрометеорологічний журнал, 2020, № 26. <https://doi.org/10.31481/uhmj.26.2020>
8. Семергей–Чумаченко А. Б., Озимко Р. Р. Розподіл стихійних дощів в Закарпатській області за останнє двадцятиріччя (1999-2018 рр.) Український географічний журнал, 2019, № 4. С.11-17.
9. Семергей-Чумаченко А. Б., Озимко Р. Р. Динаміка виникнення стихійних опадів на території Закарпатської області з 1990 по 2019 рр. // International Academy Journal «Web of Scholar». 5(47), 2020, Р. 23-26.

https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/31052020/7090.

10. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. Київ: Ніка- Центр, 2006. 312 с.

11. Archive of meteorological data. Retrieved from: <https://meteopost.com/weather/archive/> (дата звернення: 31.10.2023).

12. Copernicus: European State of the Climate 2022 Unprecedented extreme heat and widespread drought mark European climate in 2022. Retrieved from: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-european-state-climate-2022-unprecedented-extreme-heat-and-widespread-drought-mark>.

13. Archive of meteorological data. Retrieved from: <https://meteopost.com/weather/archive/> (дата звернення: 20.11.2023).

14. Archiv-Version des Animationstools [Електронний ресурс] http://www1.wetter3.de/archiv_gfs_dt.html (дата звернення 31.10.2023 р.).

15. Balabukh V., Lavrynenko O., Bilaniuk V., Mykhnovych, A., Pylypovych O. Extreme Weather Events in Ukraine: Occurrence and Changes // Open access peer-reviewed chapter, 2018. Retrieved from <https://www.intechopen.com/chapters/61828/>.

16. <https://meteologix.com/ua/satellite/ukraine/satellite-hd-5min/20161113-0900z.html> (дата звернення 22.11.2023 р.).

17. NOAA Air Resources Laboratory: HYSPLIT Trajectories [Електронний ресурс] https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php (дата звернення 12.11.2023 р.).

18. http://rawinsonde.com/ERA5_Europe/ (дата звернення 15.11.2023 р.)

19. <https://www.ventusky.com/> (дата звернення 12.11.2023 р.).

20. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetterkarte> (дата звернення 12.11.2023 р.).

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
на кваліфікаційну роботу магістра II курсу гр. МЗМ-22
Навчально-наукового гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ

Сівак Віти Олександрівни

Тема магістерської кваліфікаційної роботи:
«Сильні опади у Вінницькій області у 1979 – 2021 рр.»

Кваліфікаційна робота магістра робота виконана в рамках науково-дослідної роботи «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487).

Завідувач кафедри
метеорології та кліматології



доц. Прокоф'єв О.М.