МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології

# Магістерська кваліфікаційна робота

на тему «Формування поля опадів в Херсонській області»

Виконав студент 6 курсу групи ММ-61С
спеціальності 8.04010501 «Метеорологія»
Яригін Костянтин Леонідович

Керівник к.геогр.н., доц.
Нажмудінова Олена Миколаївна

Консультант

Рецензент к.геогр.н., доц.
Вольвач Оксана Василівна

Одеса - 2017

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інститут, факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 8.04010501 метеорологія
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
**Завідувач кафедри** метеорології та кліматології
Івус Г.П
«01» листопада 2016 року

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

Яригіну Костянтину Леонідовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Формування поля опадів в Херсонській області
керівник роботи Нажмудінова Олена Миколаївна к.геогр.н., доц.
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від 14.09.2016 р. № 270-С
2. Строк подання студентом роботи 01 лютого 2017 року
3. Вихідні дані до роботи: *дані бюлетенів погоди; результати наземних метеорологічних спостережень; дані температурно-вітрового зондування - карти поверхонь АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ–500/1000; карти розподілу кількості опадів; карти, таблиці і зведення про штормові явища погоди та СГЯ; карти МРЛ; дані МШСЗ; дані системи Internet.*
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 випадків зареєстрованих опадів за градаціями ≥20, ≥30, ≥50 мм за інтервали часу 06 і 12 годин за даними 5 метеостанцій Херсонської області протягом 2006-2015 рр. 3) Детальний аналіз статистичних даних повторюваності опадів за різними градаціями у загальному, по роках, сезонах, місяцях.*
*4) Виявлення періодичності і закономірності у ході опадів різних категорій по території області у відповідності до циркуляційних змін. 5) Дослідження випадків і встановлення особливостей виникнення стихійних опадів на станціях.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

***- таблиці статистичних характеристик повторюваності опадів;***

***- гістограми повторюваності опадів різних градацій.***

**6. Консультанти розділів роботи**

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

7. Дата видачі завдання 01 листопада 2016 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Оцінка виконання етапу | |
|---|---|---|---|---|
| | | | У % | За 4-х бальною шкалою |
| 1 | Огляд наукової літератури, сучасних публікацій | | | |
| | за темою дослідження. | 01.11.2016-14.11.2016 | 85 | добре |
| 2 | Вибір вихідних даних, робота з архівними | | | |
| | матеріалами. Робота в мережі Internet, пошук | | | |
| | необхідної інформації. | 01.12.2016 | 95 | відмінно |
| 3 | Складання таблиць, побудова гістограм. | 15.12.2016 | 95 | відмінно |
| **Атестація** | | 05-09.12.2016 | | |
| 4 | Проведення аналізу статистичних даних полів | | | |
| | опадів, випадків утворення стихійних опадів. | 16.01.2017 | 95 | відмінно |
| 5 | Складання висновків. Кінцеве редагування | | | |
| | тексту. Підготовка презентації і доповіді до | | | |
| | захисту матеріалів магістерської роботи. | 01.02.2017 | 100 | відмінно |
| Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам) | | | 94 | відмінно |

**Студент** _____ Яригін К.Л.
( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** _____ Нажмудінова О.М.
( підпис ) (прізвище та ініціали)

# АНОТАЦІЯ

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи** «Формування поля опадів в Херсонській області».

**Автор:** Яригін Костянтин Леонідович.

**Актуальність** дослідження формулюється тим, що опади є важливою синоптичною характеристикою території і при досягненні визначених критеріїв можуть наносити значні збитки народному господарству країни.

**Мета роботи:** виявлення особливостей повторюваності опадів на Херсонщині протягом 2006 – 2015 рр.

Відповідно до поставленої мети розв'язано наступні **задачі**:

- проведений аналіз повторюваності опадів за градаціями ≥20, ≥30, ≥50 мм за інтервали часу 06 і 12 годин за даними 5 станцій Херсонської області;
- виділено особливості річного, сезонного і місячного розподілу опадів;
- визначені типові циркуляційні процеси формування стихійних опадів.

**Об'єкт дослідження**: поле опадів за градаціями ≥20, ≥30, ≥50 мм.

**Предмет дослідження**: статистичні характеристики поля опадів.

**Методи дослідження**: синоптико-кліматичний аналіз, просторово-часове узагальнення даних.

**Наукова новизна отриманих результатів.** У роботі використані дані останнього десятиліття розподілу опадів на території Херсонської області. Визначено статистичні характеристики опадів в умовах сучасних змін регіонального і глобального клімату.

**Практичне значення отриманих результатів.** Статистичні характеристики поля опадів виділяють відхилення від кліматичних норм; виділені типові синоптичні ситуації формування стихійних опадів можуть бути використані для уточнення прогностичних методик.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 81 сторінки складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 24 джерел, трьох додатків, містить 26 рисунків та 6 таблиць в основному тексті.

**Ключові слова:** повторюваність, градації, стихійні та небезпечні опади.

# ANNOTATION

**Theme** of master's qualification works "The Formation of precipitation field in Kherson region".

**Author:** Yarygin Konstantin Leonidovich.

The relevance of the study is formulated the fact that the sediments are an important SYNOPTIC feature of the territory, and by achieving certain criteria can cause significant losses to the national economy.

**Objective:** to identify characteristics of the frequency of occurrence of precipitation in the Kherson region for 2006 – 2015.

According to the stated goal the **following tasks** were accomplished:

- the analysis of the frequency of occurrence of precipitation for grades ≥20, ≥30, ≥50 mm for time intervals 06 and 12 hours according 5 stations in Kherson region;
- the features of annual, seasonal and monthly distribution of precipitation;
- determination of typical circulation processes of formation of natural precipitation.

**Object of study:** the precipitation field for grades ≥20, ≥30, ≥50 mm .

**Subject of research:** statistical characteristics of the precipitation field.

**Research methods:** synoptic-climatic analysis, spatial-temporal generalization.

**The scientific novelty of the obtained results.** The study used data of the last decade distribution of precipitation on the territory of Kherson region. Determined statistical characteristics of precipitation in the conditions of modern changes in regional and global climate.

**Practical significance of the obtained results.** Statistical characteristics of the precipitation field highlight deviations from climatic norms; typical synoptic situations of the formation of natural precipitation can be used to Refine predictive techniques.

Master's qualification work in volume 81 pages consists of 4 sections, conclusions, list of references from 24 sources, three annexes, contains 26 figures and 6 tables in the main text.

**Keywords:** repeatability, gradation, unsafe precipitation

ЗМІСТ

Вступ……... 6
1 Особливості атмосферної циркуляції над Україною ……... 8
1.1 Кліматичні показники поля опадів…… 8
1.2 Умови формування небезпечних та стихійних опадів…… 12
2 Сучасна динаміка режиму опадів над східною Європою…..……... 19
3 Характеристика регіону дослідження…… 27
3.1 Короткий фізико-географічний опис…..……. 27
3.2 Зміни поля опадів на території Херсонської області……..…. 29
4 Дослідження повторюваності опадів на території Херсонської області у 2006 - 2015 рр…… 32
4.1 Статистичні характеристики поля опадів…..……..... 33
4.2 Аналіз утворення стихійних опадів……. 48
4.3 Застосування супутникової інформації до аналізу і прогнозу опадів…….. 57
Висновки…….. 62
Перелік посилань……. 64
Додаток А. Довідка……. 66
Додаток Б. Вихідні дані……..... 67
Додаток В. Синоптичні карти погоди……... 72

# ВСТУП

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню посилених опадів на території Херсонської області.

Актуальність обраної тематики обумовлена тим, що територія України відноситься до зливонебезпечних районів, екстремальні опади високої інтенсивності та тривалості можуть призвести до утворення паводків, підтоплення населених пунктів, автошляхів тощо. Кількість, вид опадів, їх тривалість і фазовий стан цікавлять практично всі галузі народного господарства.

Багато складових, що впливають на формування стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ), до яких належать дуже сильні дощі (≥50 мм за 12 і менше годин), сильні зливи (≥30 мм за годину і менше), сильні снігопади (≥20 мм 12 і менше годин) мають періодичний, сезонний характер, тобто динаміка СГЯ має регулярну періодичну складову.

Динаміка змін частоти днів з опадами 10, 20, 30 мм і більше за добу в останні десятиріччя для південних районів країни свідчить про деяке збільшення. Особливо це стосується опадів 20 мм і більше за добу, а число днів з опадами 30 мм і більше за добу збільшилося приблизно на один день. При цьому для півдня України зріс відсоток дуже сильних дощів по відношенню до числа випадків сильних дощів, що свідчить про інтенсивність процесів, що зумовлюють утворення опадів.

Генезис зливових опадів зумовлений аномальним розвитком циркуляційних процесів, серед яких в останні роки домінує циклонічна діяльність на півдні Європи за умов одночасного існування блокуючих антициклонів. Постає необхідність додаткового вивчення особливостей синоптичних процесів в атмосфері, які призводять до формування сильних і тривалих опадів.

Мета роботи – виявлення особливостей повторюваності опадів за градаціями ≥20, ≥30, ≥50 мм за інтервали часу 06 і 12 годин на Херсонщині протягом 2006 – 2015 рр.

Регіон дослідження завжди вважався найпосушливішим в Україні. Опади на Херсонщині мають здебільшого фронтальний характер, рідше -

внутрішньомасовий. Спостерігається зменшення опадів з півночі на південь. Найменша кількість випадає на узбережжях Чорного і Азовського морів, що пов’язано з бризовою циркуляцією.

В останні десятиліття виділяється тенденція інтенсивного зростання кількості опадів, коефіцієнту зволоженості при відносно постійному рівні температури повітря.

У якості методів дослідження використовувалися синоптико-кліматичний аналіз, просторово-часове узагальнення даних.

Робота складається з чотирьох розділів. В розділах 1 - 3 формулюються теоретичні відомості про режим опадів над Україною, загальні циркуляційні фактори виникнення небезпечних опадів та сучасний режим поля опадів за умов змін глобального і регіонального клімату. Окремо наведена характеристика району дослідження і особливості опадоутворення на Херсонщині.

Практична частина представлена у 4 розділі. Досліджуються статистичні характеристики поля опадів за період 10 років за даними 5 станцій області; встановлені особливості повторюваності; проаналізовані умови формування стихійних опадів.

Обрана для дослідження тема знаходиться в рамках бюджетної кафедральної тематики «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» - № 0115U006532.

# 1 ОСОБЛИВОСТІ АТМОСФЕРНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЇ НАД УКРАЇНОЮ

## 1.1 Кліматичні показники поля опадів

Опади у різних районах України істотно відрізняються за кількістю, характером розподілу, річним ходом, інтенсивністю, тривалістю.

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. У гірських районах виникає вимушене упорядковане піднімання повітряних потоків, що сприяє посиленню термічної і динамічної турбулентності, розвитку циклогенезу. Тому найбільша кількість опадів випадає в Українських Карпатах і Кримських горах. Вплив Донецької, Волинської, Подільської, Придніпровської і Приазовської височин неістотний внаслідок їх незначної висоти [4, 6].

Залежно від виду атмосферних опадів рік розділяють на два періоди: холодний (листопад-березень), коли поряд з твердими опадами можуть випадати й рідкі; теплий (квітень-жовтень) - з переважанням рідких опадів. У холодний період випадає 20-25%, у теплий 75-80% річної кількості опадів.

Річний хід опадів має свої особливості. На окремих станціях він відрізняється за значеннями максимуму та мінімуму, за амплітудою коливання та мінливістю у межах року. Загалом, в Україні спостерігається континентальний тип річного ходу опадів, за якого кількість опадів теплого періоду втричі перевищує кількість опадів холодного періоду. Такий розподіл найбільш чітко виражений на височинах і у північних та північно-західних районах. Амплітуда річного ходу опадів тут становить понад 50 мм. У Степу річний хід опадів більш рівномірний, особливо на узбережжях морів, де амплітуда зменшується до 25 мм. В окремі роки найбільша і найменша кількість опадів може зміщуватися на інші місяці.

Найбільша місячна кількість опадів, що відмічалась в Україні,

перевищує середні значення вдвічі - втричі. На переважній частині території вони змінюються від 65 до 260 мм залежно від сезону року.

Найменша кількість опадів за місяць становить 0-10 мм, значення середнього квадратичного відхилення в окремі місяці дорівнює 13-40 мм. Зі збільшенням кількості опадів збільшується і їх мінливість. Найбільшою мінливістю характеризуються опади літнього і осіннього сезонів.

Частота випадання опадів характеризується числом днів з опадами різних градацій (0,1, 0,5, 1,0, 5,0, 10,0 мм і більше і т.д.).

Зі збільшенням кількості опадів частота їх випадання зменшується. Частота опадів 10 мм і більше - 10%, в Українських Карпатах - 18-22%.

Частота випадання опадів пропорційна розподілу їх кількості. Практичне значення мають дані про значні опади 10, 20, 30 мм і більше за добу у зв’язку з тим, що вони завдають значних збитків господарству.

Середнє число днів з опадами 10,0 мм і більше розподіляється на території рівномірно. На Поліссі, у Лісостепу та північному Степу такі опади бувають 14-16 днів за рік, у південному Степу, Причорномор’ї та Приазов’ї 10 - 12 днів. На Закарпатській низовині такі опади випадають частіше (до 22 днів за рік), в Українських Карпатах з висотою їх число збільшується до 50 - 55 днів, у Кримських горах до 30 днів.

Середнє число днів з опадами 20 мм і більше дорівнює 3-4 дням. В Українських Карпатах частота таких опадів становить 15, на високогір'ях 21, а в Криму 13 днів. Частота опадів 30 мм і більше за добу становить 1-2 дні. На високогір'ях Українських Карпат, у Кримських горах число днів з такими опадами дорівнює у середньому 6 (Плай - 9 днів).

У річному розрізі найбільша повторюваність числа днів з опадами (10, 20, 30 мм і більше за добу) припадає на теплу пору року (квітень-вересень). Виняток становить Південний берег Криму, західні, південні і частково північно-західні схили Кримських гір, де 80% цих опадів випадає у холодну пору, 20-30% - у причорноморському Степу. На більшій частині території не більше 10% значних опадів випадає у холодний період. Ця закономірність сезонного випадання опадів збереглася і за останні десятиріччя.

Для більшої частини території України, у тому числі для західних районів, частота значних опадів залишилась практично незмінною (статистичне незначуща). Стосовно південних і центральних районів, то

частота їх дещо збільшилася. Це стосується опадів 20 мм і більше за добу, а також опадів, які спричинюють стихійні явища (30 мм і більше за добу). Число днів з опадами 30 мм і більше за добу збільшилося приблизно на один день. Проте за невеликої ймовірності випадання таких опадів достатньо виражений взаємозв'язок їх з характером погоди за попередній період. У 90% випадків їм передують дні з облоговими або зливовими опадами, слабкими та помірними — 70%, у 21% — значні облогові опади, і тільки дуже рідко вони спостерігаються після днів без опадів (9%). Отже, дуже часто опади 30 мм і більше за добу у сукупності зі значними облоговими опадами призводять до стихійних явищ руйнівної сили. Особливо небезпечні опади 30 мм і більше за добу, які випадають тривалий час.

Дощ ≥30 мм за ≤12 год, вважається сильним нерідко завдає значних збитків різним галузям економіки, особливо у гірських районах. Для сильного дощу характерний виражений річний хід. Найбільша його повторюваність (більше 70%) припадає на червень-серпень, тому що у літні місяці повітряні маси, які надходять з морів, більш насичені водяною парою. Розміри площі випадання сильних дощів невеликі. Зазвичай вони випадають на території однієї області (більше 60%), рідше - двох - чотирьох (27%).

Сильні дощі з кількістю опадів ≥30 мм за ≤12 год відмічаються кожного року. Найчастіше (95-100%-ної ймовірності) вони випадають в Українських Карпатах (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська області) і у Кримських горах. Дещо рідше (75-85%) вони бувають у Чернівецькій, Волинській, Київській, Кіровоградській, Одеській, Донецькій областях, а на решті території такі дощі спостерігаються у 50-70% років [4, 6].

Сильні дощі з кількістю опадів ≥50 мм за ≤12 год щорічно спостерігаються тільки в Українських Карпатах і Кримських горах. Один раз за 5-10 років вони ймовірні у північно-східних і південно-східних областях (Сумська, Харківська, Луганська, Донецька, Херсонська).

Повторюваність сильних дощів та їх інтенсивність різні у гірській і рівнинній частинах території України. На рівнинній частині їх повторюваність відповідно дорівнює 70-80% і 30-40%. Тут спостерігається по 2 - 3 випадки за рік з дощем 30 мм і більше та 1 - 2 випадки з дощем 50 мм і більше. Виділяються узбережжя Чорного і Азовського морів, які раніше характеризувалися меншою частотою сильних дощів. У період глобального

потепління частота сильних дощів тут дещо збільшилася. Сильні дощі з кількістю опадів 30 мм і більше спостерігаються у 65%, а з опадами 50 мм і більше — у 10-20% (один раз за 5 - 10 років).

Випадання сильних опадів зумовлене складною взаємодією макро- та мікромасштабних процесів. Кількість опадів і їх повторюваність залежить не тільки від характеру синоптичних та фізико-географічних умов, а й від місцевих особливостей території.

Важливою характеристикою опадів є їх тривалість, яка має чітко виражений річний хід і відповідає закономірностям просторово-часового розподілу. Найтривалішими є облогові опади (у вигляді крапель або сніжинок середнього розміру), які випадають із суцільного покриву Ns або As. Такі опади розповсюджуються на значну площу. Зливові, навпаки, - короткочасні і займають невелику площу.

Опади можуть тривати від декількох хвилин до декількох діб. Взимку середня тривалість опадів у день з опадами найбільша - 8-10 год. З настанням весни вона поступово зменшується до 6-8 год., влітку до 3-4 год., а на півдні - до 1,5-2,0 год. Восени середня тривалість опадів у день з опадами збільшується до 8-9 год. Максимальна тривалість безперервного дощу на значній території становить 20 - 24 год. Тривалість опадів зменшується з півночі на південь. Максимальна тривалість опадів відмічається переважно у січні, рідше - у грудні, інколи - у лютому.

Інтенсивність опадів є однією з важливих характеристик, що впливає на формування паводкового стоку. У холодний період року (листопад-березень) відмічається найменша інтенсивність опадів (від 0,004 до 0,008 мм·хв$^{-1}$). Протягом зими для всієї території характерна незначна інтенсивність опадів, у листопаді та березні вона дещо більша.

У теплий період року (квітень-жовтень) інтенсивність опадів різко збільшується, особливо у літні місяці, і залишається майже постійною (0,021-0,056 мм·хв$^{-1}$ за місяць). Добові максимуми опадів є в основному результатом інтенсивних злив, тривалість яких може бути значно меншою за добу (іноді протягом декількох годин). Влітку частіше, ніж у іншу пору року, випадають значні і сильні опади. На території країни найчастіше відмічаються особливо сильні дощі з середньою інтенсивністю впродовж усього періоду випадання від 0,06 до 0,10 мм·хв$^{-1}$ [4, 6].

## 1.2 Умови формування небезпечних та стихійних опадів

До небезпечних стихійних метеорологічних явищ, які обумовлюють природні надзвичайні ситуації (НС), що пов'язані з режимом опадів відносяться [3]:

- дуже сильний дощ, дуже сильні опади (дощ із снігом) – кількість опадів ≥50 мм за ≤12 год.; в гірських, селевих, лавино- та зливонебезпечних районах ≥30 мм за ≤12 год.;
- сильні зливи – кількість опадів ≥30 мм за 1 год. і менше;
- сніг – кількість опадів ≥20 мм за ≤12 год.;
- налипання мокрого снігу ≥35 мм;
- тривалі дощі ≥ 100 мм протягом 1-3 діб.

Аномалії кількості опадів зазвичай не охоплюють всю територію, а лише окремі її регіони. Аномалії з опадами понад норму найчастіше спостерігаються у західних районах, а аномалії з опадами менше норми — у східних і південно-східних. Внаслідок кластерного аналізу із застосуванням статистичних методів і врахуванням розподілу кількості опадів за рік виділено райони [4, 6]:

- Район з достатнім зволоженням, де кількість опадів набуває найбільших значень - Українські Карпати, включаючи Передкарпаття і Закарпаття, західна та північно-західна частини України. В Українських Карпатах річна кількість опадів перевищує 1000 мм, а у високогірній частині - 1500 мм, у західних і північно-західних районах вона коливається у межах 600-700 мм. Тут часто бувають аномально вологі роки.
- Район із нестійким зволоженням - це північно-східна і центральна частини країни з річною кількістю опадів у межах 500-600 мм. У цьому районі збільшується ймовірність посушливих років, особливо у центральній частині.
- Район з недостатнім зволоженням з найбільшою ймовірністю посушливих років. Включає східну та південну частини країни з найменшою кількістю опадів (400-500 мм), а на узбережжі < 400 мм.

Окремо виділяється Донецька височина, де кількість опадів збільшується до 500 мм, а також Кримські гори, де випадає понад 1000 мм.

В Україні НЯ та СГЯ спостерігаються майже щорічно у будь-якому районі. Територія України відноситься до зливонебезпечних районів, екстремальні опади тривалістю в декілька діб можуть призвести до утворення паводків, селевих потоків у горах, підтоплення населених пунктів, автошляхів тощо.

Характер циркуляції атмосфери над певною територією є одним з клімато- і погодоутворюючих чинників. Основним механізмом міжширотного обміну теплом і вологою є атмосферні об'єкти синоптичного масштабу – циклони і антициклони помірних широт [4, 13, 17-18].

На територію України циклони переміщуються з різних напрямів, крім східного, а акваторія Чорного моря та Українські Карпати є осередками місцевого циклогенезу. Взимку циклони зміщуються на територію країни, у більшості випадків ще у початкових стадіях розвитку. Надалі вони поглиблюються і уповільнюють швидкість руху. В інші сезони року спостерігаються вихори, які досягли стадії максимального розвитку, і швидкість їх переміщення зменшується.

У середньому за рік циклонічна діяльність спостерігається 129-136 днів, антициклонічна - 229-242. Максимальне число днів з антициклонічним характером погоди буває восени, мінімальне — взимку, а з циклонічним — максимальне взимку і навесні. Найбільше число циклонів переміщується над Лісостепом, у Степу переважають антициклони.

Для півдня східної Європи, в тому числі і України, найбільш характерні такі циркуляційні особливості:

1. Підвищена активність атмосферних процесів і різкі зміни погоди в холодному півріччі, обумовлені інтенсивною циклонічною діяльністю на середземноморській гілці ПВФЗ, пов'язаної з потужним антициклогенезом над Західним Сибіром і південним сходом ЄТР (сибірський антициклон). Вплив внутрішніх морів і гірських систем Кавказу, Карпат і Малої Азії сприяє утворенню осередків локального цикло- і антициклогенезу.

2. У теплому півріччі відмічається помітне послаблення активності атмосферних процесів, спричинене зміщенням на північ ПВФЗ і ослабленням циклонічної діяльності над південними морями.
3. Переважання антициклонічного характеру циркуляції. Хоч річна кількість циклонів над півднем східної Європи дещо більша, ніж антициклонів, циклонічні утворення, особливо в теплий період року, незначні за площею і інтенсивністю, в той час як антициклонічні звичайно добре розвинені. Антициклонічна циркуляція переважає і за часом, в середньому вона спостерігається 240 днів на рік.

Підвищена активність атмосферних процесів і різкі зміни погоди найбільш характерні для зими, першої половини весни і кінця осені. У цей час домінує процес переміщення на південь східної Європи або Чорне море південних циклонів, що часто переривається стаціонуванням антициклонів на південному сході ЄТР або заходом Казахстану. При відсутності блокуючого антициклону циклонічна діяльність розвивається над всім регіоном, а при його наявності відбувається її локалізація над Чорним морем. Утворюються великі горизонтальні градієнти тиску і температури, що зумовлюють ряд інтенсивних явищ: ураганні вітри, хуртовини, сильні опади, пилові бурі. Стаціонування антициклонів над південним сходом ЄТР – заключна фаза більшості антициклонічних вторгнень на територію, що розглядається, цей процес частий і стійкий.

Області низького тиску - циклони і улоговини, - складають біля 43% випадків всіх баричних утворень, що спостерігаються над територією України протягом року. Щорічно на території України відмічається в середньому 43 випадки циклонів.

Циклони переміщаються на територію України протягом всього року, в основному - в холодний період з листопада по березень. Найчастіше вони рухаються із західних районів Чорного моря, низов'їв Дунаю і півночі Італії, а також з районів Малої Азії - південні і південно-західні циклони, що мають повторюваність 6 випадків на рік. Рідше відзначаються циклони з центральних районів Європи і Угорської низовини - західні циклони. Пірнаючі північно-західні циклони переважають зимою і восени, північні і ультраполярні бувають тільки зимою.

Середня тривалість існування циклонічних утворень над територією України збільшується від літа до зими; лише південні і південно-східні циклони мають найбільшу тривалість літом.

Значне місце серед баричних систем займають улоговини - біля 60 випадків на рік. Частіше за все спостерігаються улоговини, орієнтовані зі сходу. Велику повторюваність мають також улоговини, орієнтовані з півночі, їх циклонічні центри переміщаються із заходу на схід через Білорусь і центральні райони ЄТР. Пов'язані з улоговинами фронтальні розділи проходять через Україну за 24-36 годин [13, 18].

Значні опади найчастіше (60%) випадають під час переміщення південних циклонів з Чорного і Середземного морів та Середньодунайської низовини; під час проходження фронтів, пов'язаних з циклонами, які рухаються із заходу і північного заходу над північними та центральними районами (близько 25%), а також за умови формування над Україною малорухомих циклонів (близько 5%).

Часта повторюваність значних опадів під час переміщення південних циклонів пояснюється великим вмістом вологи у повітрі, інтенсивним вертикальним рухом і орографією. Більшість циклонів під час цього процесу переміщується з Чорного моря на північ поблизу східних схилів Українських Карпат, у зв'язку з чим посилюється адвекція холоду, яка сприяє їх поглибленню та активізації.

Істотні опади випадають під час переміщення циклонів із заходу і південного заходу і формуються на ділянках фронтів, які розміщені у глибоких улоговинах, де створюються сприятливі умови для утворення і розвитку хвильових збурень. При переміщенні південних циклонів значні опади можуть випадати у будь-якій частині країни (залежно від траєкторії циклону) і охоплювати у більшості випадків близько 10% території. Опади, пов'язані з фронтами циклонів, що переміщуються із заходу, відмічаються у північній частині. Під час переміщення циклонів з північного заходу вони випадають у північних та східних районах, а за умови активізації фронтів в області Чорноморської депресії - у південних районах [4, 6, 17].

Облогові опади спостерігаються, частіш за все, в зоні теплих фронтів (хоча можуть відмічатися в зоні будь-якого фронту), з переривами або безперервно, досить тривалий час (до декількох діб підряд). Найбільш

сприятливими для утворення облогових опадів є наступні синоптичні ситуації: зони теплих фронтів, фронтів оклюзії і холодних фронтів, що повільно переміщуються, а в холодний період – зони високого тиску за наявності шаруватої і шарувато-купчастої хмарності.

Зливові опади пов'язані з купчасто-дощовою хмарністю. Вони утворюються в нестійких повітряних масах на холодних фронтах і фронтах оклюзії за типом холодного, тому звичайно супроводжуються грозами і шквалами, майже завжди короткочасні і раптові. Загальними метеорологічними умовами, при яких утворюються зливові опади, є: велика вологість повітря в приземному шарі та на висотах, невеликі значення дефіциту точки роси, 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). Повторюваність злив, як і всіх конвективних явищ, зростає в горах. Зливи можуть спостерігатися і в зонах низхідних рухів, якщо під дією місцевих умов розвиваються окремі відкриті конвективні осередки. 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.

Дуже сильні снігопади – кількість опадів 20 мм і більше за 12 год. і менше віднесені до категорії СГЯ, однак такі снігопади можуть продовжуватися безперервно добу і більше. На території України вони спостерігаються в період з жовтня по квітень при середньодобовій температурі повітря -4…0 °С, хоча у високогірній частині Українських Карпат та північно-східних областях це значення може знижуватися до -17…-15 °С.

Сильні снігопади випадають в окремих областях з різною повторюваністю: найчастіше (до 80%) утворюються в Українських Карпатах; рідше (42%) - в Київській, Кіровоградській областях та АР Крим. Насамперед, сильні снігопади пов'язані з виходом південних циклонів із

Середземного моря чи Балканського півострова і переміщенням циклонів із заходу (особливо при проходженні холодного фронту з хвилями). Значно рідше ці опади можуть формуватися в пірнаючих циклонах чи в штормовій перехідній зоні між антициклоном над Європейською частиною Росії і циклоном над Чорним морем [4, 6, 11-12].

При формуванні хуртовин метеорологічні умови в різних фізико-географічних регіонах можуть помітно відрізнятися. На території України загальні хуртовини виникають при вітрі північно-східного і північно-західного напрямків швидкістю 6…10 м·с$^{-1}$ і температурах повітря -5…0 °С (близько 50…60% випадків). Небезпечні хуртовини в більшості випадків відмічаються при температурі повітря від 0 до -10 °С, північно-західному і південно-східному вітрах швидкістю 10…15 м·с$^{-1}$ (до 75% випадків у центральних районах України). Стихійні хуртовини на півдні України частіше спостерігаються при температурі повітря від 0 до -10 °С, швидкості вітру 12…16 м·с$^{-1}$ східного і північно-східного напрямків. Сильні хуртовини частіше виникають при великих баричних градієнтах у нижньому шарі тропосфери в зоні випадіння снігу (звичайно це відбувається на периферії стаціонарного циклону та при переміщенні циклонів з заходу, північного заходу і південного заходу).

На території України синоптичні процеси при виникненні хуртовин досить різноманітні і в залежності від особливостей фізико-географічного положення регіону можуть помітно відрізнятися. Загальні хуртовини звичайно пов’язані з зонами фронтальних опадів переважно в системі циклонів, що поглиблюються. Головна роль при цьому належить теплим фронтам і фронтам оклюзії, більш рідко – холодним фронтам. Хуртовини відмічаються також у нестійких повітряних масах при зливових снігопадах і сильному вітрі. У цих випадках виникають короткочасні, але інтенсивні загальні хуртовини.

Низові хуртовини і поземки спостерігаються переважно в тилу циклонів і на периферії антициклонів (особливо на південно-західній і західній) при великих градієнтах тиску і сильному вітрі після випадіння сухого снігу. Такі хуртовини дуже тривалі і зумовлюють снігові замети. Найбільш сприятливі умови для розвитку хуртовин створюються в районах, де циклон наближається до стаціонарного антициклону, що посилюється

(«блокуюче положення») [9, 14]. У цих випадках при сильному вітрі (великі баричні градієнти) і снігопадах виникають інтенсивні і тривалі хуртовини. На території Східної Європи хуртовини звичайно спостерігаються при пірнаючих, західних і південних циклонах. У північній половині цієї території найбільш часто сильні хуртовини виникають при переміщенні циклонів з заходу на схід, а також при переміщенні циклонів з північного заходу на південний схід і потім на схід (пірнаючі циклони). При цьому процесі короткочасні хуртовини в зоні холодних фронтів можуть спостерігатися навіть на узбережжі Чорного і Азовського морів. У південній половині Східної Європи сильні і тривалі хуртовини відмічаються при виході південних циклонів, коли одночасно на її територію поширюється відріг сибірського антициклону. На півдні України такі хуртовини виникають також при наявності малорухомого циклону над Чорним морем і області підвищеного тиску над Східною Європою, що посилюється [4, 6, 11-12].

Формування та випадання опадів на території Україні і її південній частині зокрема, є наслідком складних макроциркуляційних процесів, що визначаються тепло- і вологообміном в атмосфері. Суть цих процесів полягає у переважанні перенесення тепла і вологи з Атлантики і Середземного моря (західне перенесення), а також розвитку під впливом циклонічної діяльності великомасштабних вертикальних рухів, що призводить формування хмарності та опадів. Напрям та інтенсивність перенесення повітряних мас визначається циклонічною діяльністю, тобто утворенням (переважно на полярному фронті) та переміщенням в зональному потоці баричних вихорів – циклонів та антициклонів.

За даними [10], влітку лише невелика частина опадів випадає у тиловій частині циклонів безпосередньо з морських повітряних мас у вигляді так званих опадів конвективної нестійкості. Важливе значення мають опади з тропічного повітря. Останнє, переміщуючись з південного сходу через південну і південно-західну периферію антициклону, зволожується і, зустрічаючись з полярним повітрям, дає велику кількість опадів зливового характеру. Особливість циркуляційних процесів у південній частині України полягає у тому, що відносно часто на південних ділянках фронтів західних та північно-західних циклонів розвиток хмарності недостатній для утворення опадів. Наслідком є зменшення річних сум опадів у порівнянні з іншими

регіонами території. Також на півдні, більшою ніж в інших регіонах, є частка внутрішньомасових опадів, особливо в теплий період.

Механізм ЗЦА проявляється зокрема і через вплив на погодні процеси, умови утворення опадів, центрів дії атмосфери. Для Атлантико-Європейського регіону і території України зокрема, такими є ісландський мінімум, та два баричні максимуми – субтропічний азорський та сезонний сибірський – зміни великомасштабної атмосферної циркуляції проявляються у зміщенні на схід основних центрів дії атмосфери, при цьому змінюються і погодоутворюючі процеси. Так, у холодний період року на початку ХХ ст. під впливом сибірського антициклону знаходилася вся територія України, в середині століття – тільки її східна частина, а наприкінці століття вплив цього ЦДА зник. У теплий період року перетворення атмосферної циркуляції проявляється у розширенні на схід азорського антициклону, під впливом якого на кінець століття потрапила більша частина території України. У результаті погодні умови на території України взимку формуються під впливом атлантичних повітряних мас, на кінець століття помінялися на більш теплі з опадами переважно у вигляді дощу і мокрого снігу, а влітку - відмічається значна мінливістю температури повітря і зростанням частоти внутрішньомасових опадів і гроз [10].

# 2 СУЧАСНА ДИНАМІКА РЕЖИМУ ОПАДІВ НАД СХІДНОЮ ЄВРОПОЮ

Зміни температурно-вологісного режиму в Україні та розвиток стихійних явищ, які в подальшому становитимуть характерну особливість регіонального клімату, узгоджуються зі змінами атмосферної циркуляції у всьому євроатлантичному регіоні. Вони обумовлюються посиленням впливу Атлантики на територію України. За останні десятиріччя відбулося зміщення на схід (до 20º) «центрів дії атмосфери» - сибірського та азорського максимумів, що супроводжувалося зростанням ймовірності формування додатних аномалій температури повітря в Україні [2].

Багато складових, що впливають на кількість стихійних гідрометеорологічних явищ мають періодичний, сезонний характер, тобто динаміка СГЯ 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. Період повторюваності, дещо більший за 10 років, мають і процеси, що зумовлюють опади в Україні.

В умовах сучасного клімату в Україні суттєвих змін опадів відносно кліматологічної стандартної норми не відбулося. Про це свідчать дані з річної кількості опадів та опадів за теплий і холодний періоди, які досить стійкі у часі. Але прослідкується перерозподіл кількості опадів за окремі місяці та сезони. Ці зміни коливаються у межах 10-15%. Поки що можна говорити лише про помітну тенденцію до зниження опадів у зимовий період, особливо у грудні та січні. Ймовірно це і є прояви періодичності. Спектральний аналіз річної кількості випадків СГЯ показав, що для стихійних опадів (як для дуже сильних дощів, так і сильних злив) характерна періодичність 2-3, 4-5, 9-12 років. У регіонах країни циклічність стихійних опадів має свої особливості. Так, для дуже сильних дощів основним на значній території країни (південний, центральний і північний регіони) є період 2-3 роки. На півдні країни велику роль у формуванні СГЯ відіграє періодичність 6 років. Другою помітною закономірністю є зростання опадів

практично на всій території восени, особливо у вересні та жовтні (140-180%) [1].

Нестійкість, а часом і різкі зміни, погодних умов протягом одного місяця пов'язані з різними синоптичними ситуаціями. В сучасних дослідженнях [7], вказано, що в зимовий сезон останніх десятиліть переважно встановлюється синоптичний процес, при якому формуються сталі погодні умови з температурою повітря вище норми і практично без опадів. У весняний сезон найбільш ймовірні синоптичні процеси призводять до нестійких погодних умов на території України. У цілому, весняний період характеризується частою зміною погодних умов протягом сезону, що супроводжуються сильним вітром, грозою і градом. Влітку, крім червня, найбільш ймовірні синоптичні ситуації над територією України формують баричне поле високого тиску, що зумовлює досить стійкі погодні умови, місцями з опадами; у червні, навпаки, відмічаються нестійкі погодні умови із сильними опадами, грозами і вітром. Восени при найбільш ймовірних синоптичних процесах у Україні відзначається підвищений температурний фон, переважно без опадів, у листопаді нестійкий температурний режим, однак, синоптичні процеси найбільш ймовірного класу осіннього сезону менш стійкі в порівнянні з зимовим сезоном.

В умовах сучасного клімату в Україні прослідкується суттєвий перерозподіл кількості опадів за окремі місяці та сезони відносно кліматичної норми.

В роботі [16] досліджена максимальна місячна кількість опадів за останні 23 роки (1991-2013 рр.) по 40 метеорологічним станціям, рівномірно розташованим по території України.

Найбільша місячна сума опадів має добре виражений річний хід, аналогічний ходу місячної суми, але чіткої закономірності в географічному розподілі їх по території немає. Місячні максимуми опадів значно перевищують середні багаторічні значення. На більшій частині території у 2-3, а на окремих станціях – у 5-7 разів. Зі збільшенням сум опадів збільшується і їх мінливість. Найбільшою мінливістю характеризуються опади літнього сезону. На розглянутих станціях, виключаючи гірські, найбільша мінливість максимальної кількості опадів припадає на липень, серпень, травень та червень. Найменша – на лютий, жовтень, листопад.

Максимальні місячні суми опадів на більшій частині України припадають на червень, липень, серпень. Відмічено, що суттєві зміни у просторовому розподілі максимальної кількості опадів відбулися у липні, березні, квітні, вересні та за рік. Трохи менші – у лютому, червні та серпні, Найменші - у січні, жовтні та листопаді.

За розглянутий період в усі місяці багаторічний максимум опадів практично на всіх станціях був перекритий. У липні – на 33% станцій, розташованих в усіх регіонах України. У березні, квітні – на 30% станцій (північно-західні, північно-східні області, Закарпаття, Донецьк та Запоріжжя). У вересні також на 30% станцій (ті ж самі північні та північно-західні райони, Київ, Полтава, східні та південні райони). У лютому багаторічна максимальна кількість опадів була перекрита на 20% станцій. Це в основному станції східного, центрального, південного і західного регіонів. У червні та серпні – на 18% розглянутих станцій. Це поодинокі станції у різних регіонах країни. У травні та грудні багаторічний максимум опадів був перекритий на 13% станцій. У січні на двох станціях з 40 (Семенівна та Бердянськ), жовтні – на трьох (Овруч, Умань, Херсон), листопаді лише на одній станції (Дніпропетровськ). У період 1991-2013 рр. лише на чотирьох станціях з 40 (тобто 10%) багаторічний місячний максимум опадів не був перекритий. Це станції Харків, Одеса, Миколаїв та Ай-Петрі. На всіх інших станціях місячний максимум опадів був перекритий у 1-6 місяцях з дванадцяти.

Річна максимальна кількість опадів знаходилася у межах 655-1511мм, тобто 110-180% норми. На 40% станцій (16) багаторічний максимум опадів був перекритий. На дев'яти станціях (Любашівка, Луцьк, Рівне, Сватове, Біловодськ, Луганськ, Дніпропетровськ, Асканія-Нова, Сімферополь) – в одному році, на шести станціях (Донецьк, Одеса, Запоріжжя, Мелітополь, Бердянськ, Баштанка) – у двох роках, а на станції Херсон – у трьох роках. На станції Сватово та Луганськ річний максимум опадів був перекритий у 1992р. На інших станціях – у 1997, 2004, 2010 рр. Ці роки можна вважати надмірно зволоженими [16].

Проведені дослідження за 2002-2011 рр. [5], виявили відмінності у річному розподілі опадів порівняно зі стандартною нормою опадів (СНО).

Найбільші суми опадів за теплий період спостерігалися у серпні–

жовтні, найменші – у квітні. Режим опадів в окремі місяці відрізняється від середнього. У семи випадках з десяти посушливим місяцем був квітень, двічі (2005 та 2011 рр.) – вересень. Розподіл вологих місяців має менш упорядкований характер, і найбільша їх кількість припадає на червень та серпень. Серед усіх місяців теплого періоду на території України саме в серпні 2004 р. випало найбільше опадів (121-707% від СНО); найменша кількість опадів - в квітні 2009 року (0-51% від СНО).

На значну нерівномірність та неоднозначність часового розподілу опадів вказує і те, що в окремі роки у теплому періоді відмічалися декілька вологих або посушливих місяців (чи обидва разом) з екстремальною кількістю опадів. За період 2002-2011рр. на території України частка посушливих місяців виявилася досить високою. За даними метеорологічних станцій Херсона ─ в межах 50-53%.

Частка вологих місяців на території України виявилась меншою в порівнянні з кількістю посушливих місяців. Найбільша кількість вологих місяців спостерігалась в центральних областях - 33% (кількість опадів перевищувала 1,5 норми), а найменша кількість – у південних областях - 27%. Зберігається основна закономірність – зростання посушливості на схід та південь, але в окремих регіонах (південний захід, північний схід) така закономірність порушується.

За холодний період найбільша кількість опадів на території країни впродовж 2002-2011 рр. відмічалась в листопаді, найменша – в березні. Найбільша кількість вологих місяців відмічалась в Рівненській (50%), Волинській та Херсонській (42%) областях.

Дослідження формування сильних снігопадів в Україні виділяє наступні закономірності [11, 15]: за період 1991-2010 рр. дуже сильні снігопади спостерігалися кожного року, але з року в рік їх кількість змінювалася. З 1999 р. відбувається суттєве їх збільшення. Тренд, виражений поліномом другого ступеню, відображає чітку тенденцію до зростання числа випадків з цим явищем. У 1991-1998 рр. явище було поодиноким, при чому частіше на гірських станціях, а з 1999 р. снігопади починають формуватися періодами, в залежності від серій циклонів. Найбільше число випадків дуже сильного снігопаду (28) відмічалося у 1999 р., 24-25 випадків мали місце у 2003, 2004, 2007 роках. В останні роки (2006-2010 рр.) їх кількість дещо

зменшилася (до 15-16 випадків). Найменше випадків дуже сильного снігопаду (1) відмічалося у 1993 і 1994 роках. За вказаний період в Україні відмічалося 266 випадків дуже сильного снігопаду. По території переважаючими областями з найбільшою кількістю сильних снігопадів в усі часові періоди є АР Крим, Закарпатська та Івано-Франківська області. Найменша їх кількість (по одному випадку) відмічалася у Волинській, Рівненській, Житомирській та Тернопільській областях. Таким чином, у 1991-2010 рр. дуже сильні снігопади спостерігалися в усіх областях. Відмічено, що у 2001-2010 рр. кількість випадків дуже сильного снігопаду була значно більшою ніж у 1991-2000 рр. Суттєво збільшилися сильні снігопади у Івано-Франківській області та на півдні країни (особливо в АР Крим та Одеській області).

У річному розрізі дуже сильні снігопади в основному спостерігаються у холодне півріччя (з жовтня по квітень), але за даними на гірських станцій Карпат Плай, Пожежевська районах вони спостерігаються у травні та вересні. Існують деякі розбіжності у повторюваності дуже сильних снігопадів між десятиріччями. У 1991-2000 рр. найбільша їх кількість відмічалася у листопаді -18 випадків, тобто 25% від загальної кількості, у лютому, березні та січні -10-13 випадків (14-18%), у квітні та грудні - 7-9 випадків(10-12%), вересні та жовтні близько 3%, у травні – 1,4%. У порівнянні з попереднім десятиріччям у 2001-2010 рр. кількість випадків у січні збільшилася у п’ять разів, а в лютому, березні, жовтні та грудні більше ніж у три рази, у листопаді в 1,5 рази. У квітні залишилася без змін, а у травні та вересні дуже сильні снігопади були зовсім відсутні. Максимум їх повторюваності приходиться на січень, лютий (близько 21% від загальної кількості).

В останні роки на території України дуже сильні снігопади мали місце у грудні 2009 р. та березні 2013 р.

Аналіз синоптичних ситуацій, які викликають сильні снігопади показав, що типовим процесом є південні циклони, які виходять на територію України з Італії через Румунію. Причому снігопади утворюються у західних та північних областях, слідуючи за центральною або північною частиною циклонів. У східних та південних областях, які знаходяться під дією теплого сектору циклона, випадають опади у рідкій фазі. Таким чином, сильні

снігопади є показником розвитку циклонічної діяльності, яка в свою чергу є відбиттям зміни клімату у регіоні [11, 15].

Особливо значні коливання поля опадів на всій території країни припадають на літній період – від тривалих посушливих періодів до аномальних злив при випадінні разових сум опадів, що перевищують місячну норму і вище.

У дослідженнях [8] наголошується, що разова кількість зливових опадів по території України у загальному в літній період при розподілі опадів у середньому за одну зливу в останнє десятиріччя, має рівномірний характер. Практично в усіх областях ця кількість коливається в межах від 35 до 45 мм. Такий рівномірний розподіл кількості опадів говорить про те, що великі суми опадів відмічаються тільки через більшу кількість днів із зливовими опадами. Якщо синоптичне утворення зі зливовими опадами стійке, то по території басейну Дніпра і на заході країни цей процес затримується значно довше, ніж у прилеглих областях.

Зокрема встановлені еталони баричних полів, за яких відмічаються значні суми опадів. Для червня погоду на території України визначає область низького тиску із центром над Скандинавією. На середньому рівні тропосфери висотні циклонічні утворення відповідають циклонічним утворенням біля поверхні землі. Таке розміщення баричних утворень призводить до сильних опадів. Представлений еталон є найбільш інформативним серед архіву полів першого класу. Еталон другого класу баричних полів червня має ще більш розвинуту область низького тиску, витягнуту на південь, яка проходить через територію України. Територію Атлантики і центральної частини Росії займають дві області високого тиску. Поле геопотенціалу на рівні 500 гПа представлено висотним гребенем, під впливом якого перебуває більша частина України, але на заході країни простягається витягнута висотна улоговина, яка і формує тут сильні зливи.

Еталон третього класу є найменш інформативним для червня, але також призводить до сильних злив. Еталон представлений смугою високого тиску, яка простягається з північного сходу на південний захід Європи. Над Атлантикою та центральною Європою містяться області низького тиску, одна з них впливає на східну частину України. На рівні 500 гПа територію України

займає висотна улоговина, яка вузькою смугою простяглася з півночі атлантико-європейського сектора.

Всі поля синоптичних ситуацій, що призводять до злив у липні, описуються одним еталоном, який носить у собі інформацію про кожне з баричних полів архіву. Ця синоптична ситуація схожа до еталона другого класу червня і характеризується об'єднанням циклонічних областей над територією України, центр однієї з яких міститься над Скандинавією, а центр іншої – над південно-східною частиною Європи. На середньому рівні тропосфери на територію України впливає висотна улоговина.

Для серпня виділено два класи, що описують синоптичні ситуації, які призводять до злив. Еталон найбільш інформативного класу серпня представлено синоптичною ситуацією, аналогічною до еталона найменш інформативного класу червня. Це означає, що у червні цей процес має місце, але з меншою ймовірністю. Еталон класу баричних полів меншої ймовірності представлено областю високого тиску, що займає територію Скандинавії та центральної Європи. Атлантика перебуває під впливом області низького тиску. Погоду на території України визначає область низького тиску, що простягається з півдня. Саме цей синоптичний процес і формує сильні зливи в Криму в останнє десятиріччя. На середньому рівні тропосфери відмічається різко меридіональна циркуляція. На територію України впливає висотна улоговина, яка і формує опади у більшості областей [8].

# 3 ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 3.1 Короткий фізико-географічний опис

Херсонська область розташована у континентальній області кліматичної зони помірних широт і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом [19-20, 22-23]. Основні риси такого клімату формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів, головними з яких є:

а) величина сонячної радіації;

б) атмосферна циркуляція;

в) характер підстильної поверхні.

Величина сумарної сонячної радіації залежить, в основному, від географічної широти місцевості. Область знаходиться приблизно між 46° і 47° півн. ш. Цим визначається величина кута падіння сонячних променів на земну поверхню: приблизно від 22° у період зимового сонцестояння до 44° в дні рівнодення і до 67° під час літнього сонцестояння.

Зі складових загальної циркуляції атмосфери (ЗЦА) на формування клімату Херсонщини найбільший вплив надають: розташування області в поясі низького тиску помірних широт - на шляху західного переносу повітря; переважання помірних (морських і континентальних) повітряних мас і окремі вторгнення арктичного або тропічного повітря. Циклони переміщуються на південь України з західних районів Чорного моря, низов'їв Дунаю, півночі Італії регулярно протягом року. Щорічно над Херсонщиною проходить у середньому до 40 циклонів. Узимку спостерігається підвищена циклонічна діяльність, менша - навесні і восени. З переміщенням циклонів у холодний період року пов'язані найбільш різкі зміни погоди: дощі і снігопади, сильний вітер, різкі потепління і раптові похолодання. Улітку циклонічна діяльність стає причиною значних фронтальних опадів. Антициклони впливають на погодні умови області узимку (вплив сибірського максимуму і вторгнень холодного арктичного повітря) і влітку (ядра азорського максимуму) та

сприяють встановленню відповідно безхмарної морозної погоди узимку і спекотної безвітряної - улітку.

Серед факторів, які характеризують підстильну поверхню, головними є незначна висота території області над рівнем океану, відсутність гір, розташування в безпосередній близькості до морів, формування бризової циркуляції.

Характер та інтенсивність основних кліматоутворюючих факторів істотно змінюється по сезонах. Зима характеризується переважною роллю циркуляційного чинника, а значення радіаційного зменшується внаслідок незначної висоти Сонця над горизонтом, невеликої тривалості дня, значною хмарністю. Північніше Херсонщини знаходиться гребінь високого тиску, в результаті може встановлюватися антициклональна погода з посиленням східного і північно-східного вітру. Характерною особливістю зими є часті відлиги, які викликаються переміщенням циклонів з Атлантики, Середземного і Чорного морів. Перехід до весни характеризується підвищенням ролі радіаційного фактора і посиленням впливу підстильної поверхні. Процеси адвекції послаблюються зі зниженням температурних контрастів між морем і сушею; домінує західний перенос повітря.

Влітку посилюється вплив азорського антициклону. Його відроги поширюються на схід, при цьому атлантичне повітря трансформується і приходить на материк прогрітим і сухим, як наслідок - переважає антициклональна погода зі значною кількістю якісних сонячних днів, часто виникають суховії і пилові бурі, активізується грозова діяльність зі зливами. Опади фронтального походження пов’язані з циклонами з заходу. На прилеглі до морів території впливає бризова циркуляція: до літа, коли бризи стають найбільш інтенсивними, збільшується кількість безхмарних днів і зростає значення сумарної сонячної радіації.

Херсонщина відноситься до території з континентальним типом річного ходу опадів, при якому сума опадів теплого періоду переважає над сумою опадів холодного періоду.

Сніговий покрив в межах області нестійкий. Середня кількість днів зі сніговим покривом становить 30-40, на узбережжях морів - близько 20 днів на рік. Спостерігаються відхилення від цієї кількості (2-100 днів). Найбільша кількість днів з хуртовиною - 15, середнє - 5 днів на рік при тривалості

хуртовини менше 6 годин. При сильному вітрі на полях можуть утворюватися оголені ділянки, що нерідко стає причиною вимерзання озимих або розвіювання ґрунту [19-20, 22-23].

## 3.2 Зміни поля опадів на території Херсонської області

Виділимо деякі відмінності розподілу опадів у Херсонській області.

Для Херсонщини характерні щорічні бездощові періоди різної тривалості. Багаторічна середня тривалість бездощових періодів перевищує 100 днів. У ці періоди тепло не витрачається на випаровування, а йде на нагрівання земної поверхні і навколоземного шару повітря, в результаті чого формуються посухи і складні явища, які обумовлені відсутністю опадів у теплий період року.

Опади в межах Херсонської області утворюються в результаті проходження над нею атмосферних фронтів, інколи внаслідок внутрішньомасових процесів. Середня річна кількість опадів незначна - 300-400 мм. Спостерігається зменшення їх кількості з півночі на південь. Найменша кількість випадає на узбережжя Чорного й Азовського морів - 300-325 мм, що пов’язано з бризовою циркуляцією. При середньорічній кількості опадів і випаровуваності 1000-1050 мм коефіцієнт зволоження складає 0,3, що характеризує посушливість клімату області.

Переважна кількість опадів випадає влітку у вигляді злив. Максимальна інтенсивність злив досягає 7-10 мм за хвилину. Як правило, зливи короткочасні: тривалість їх більше 1-1,5 годин спостерігається рідко. Зареєстровано найбільшу добову кількість опадів зливового характеру в Асканії-Новій - 189 мм. Випадання короткочасних зливових дощів приводить до того, що велика частина води не встигає потрапляти в ґрунт і не використовується рослинами, а стікає в зниження - поди, балки, ріки. При сильних зливах тривалістю до 2-х годин відбувається затоплення знижених частин водозбору - безстічних районів, значні лінійні і площинні змивання висушеної поверхні культурного шару ґрунту.

Зростання кількості опадів в регіоні підтверджується і картографічним аналізом [19]. Встановлено, що за період - 1976-2000 рр. спостерігається переміщення ізолінії опадів 400 мм на південь, вона проходить через Генічеський, Чаплинський, Скадовський, Голопристанський райони, тобто в прибережній зоні Херсонщини. Найменша кількість опадів становить 380 мм - метеостанція Стрілкове. Площа з опадами менше 400 мм становить лише 10% території - 2800 км$^2$.

Отже, території з кількістю опадів < 400 мм на рік зменшилася на 50%. За останні 25 років кількість опадів в області зросла, причому досить швидко, що має непересічний вплив на природні та антропогенні комплекси регіону.

Якщо територіально проаналізувати регіон за рівнем зволоження у відповідності до класифікації Іванова, то видно, що за період 1975-2000 рр. значна територія Херсонщини перемістилась з сухого степу, в степ (рис. 3.1).

За розрахунками коефіцієнту зволоженості Н.М. Іванова визначено - динаміка багаторічних коефіцієнтів зволоження простежується в бік зростання. Лінія тренда коефіцієнту зволоження зростає від 0,68 (1951 р.) до 0,8 (1999 р.), території цих величин, за класифікацією Н.М. Іванова, належать до сухого степу. Найменший коефіцієнт зволоженості (0,4) спостерігається в 1975 р., тобто це самий посушливий рік, а найбільший у 1997 р.- це самий вологий рік (1,38) (що підтверджується результатами дослідження [16]).

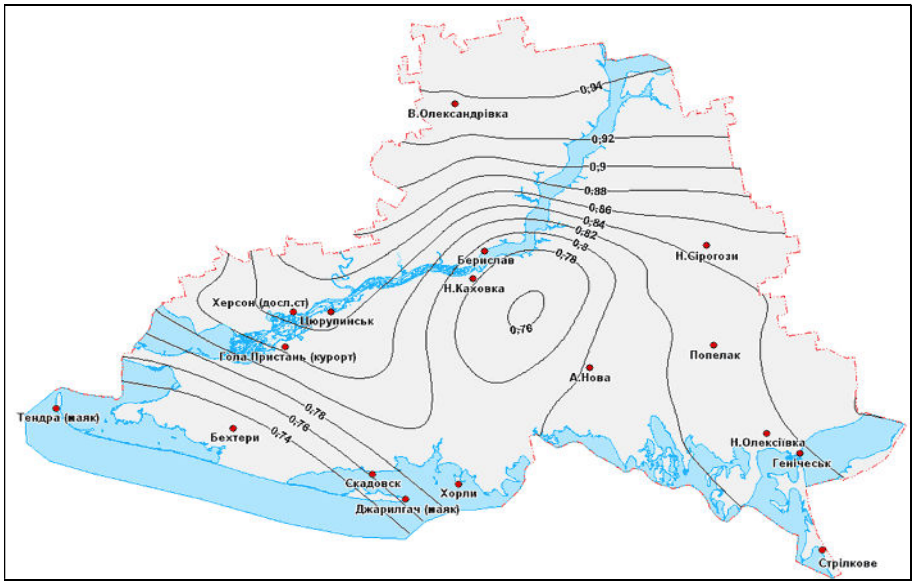



Рис.3.1. Середнє багаторічне значення коефіцієнтів зволоження за період 1976-2000 рр.

Отже, в Херсонській області відбувається інтенсивне зростання кількості опадів і коефіцієнта зволоженості при відносно постійному рівні температури повітря. З цих позицій буде падати рентабельність зрошуваної меліорації. В той же час, продуктивність незрошуваних агроландшафтів буде зростати. Очевидною є трансформація водного балансу території. Збільшення опадів при сталому випаровуванні приводить до зростання поверхневого та підземного стоку. Наслідком цього буде інтенсифікація водної ерозії ґрунтів, процесів яроутворення. Низинна лівобережна частина Херсонщини вже зараз потерпає від підняття ґрунтових вод, особливо в прибережних районах та в депресійних формах рельєфу. Результатом є підтоплення агроландшафтів, селищ та міст, інтенсифікація процесів засолення ґрунтів [19].

# 4 ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВТОРЮВАНОСТІ ОПАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ У 2006 - 2015 РР

Для аналізу використані щоденні дані бюлетенів погоди поля опадів [21], за градаціями ≥20, ≥30, ≥50 мм за інтервали часу 06 і 12 годин у період 2006 - 2015 рр. за зведеннями 5 метеорологічних станцій Херсонської області - додаток Б, табл.. Б.1 - Б.5 (рис. 4.1):

1. Асканія Нова.
2. Велика Олександрівка.
3. Генічеськ.
4. Нова Каховка.
5. Херсон.

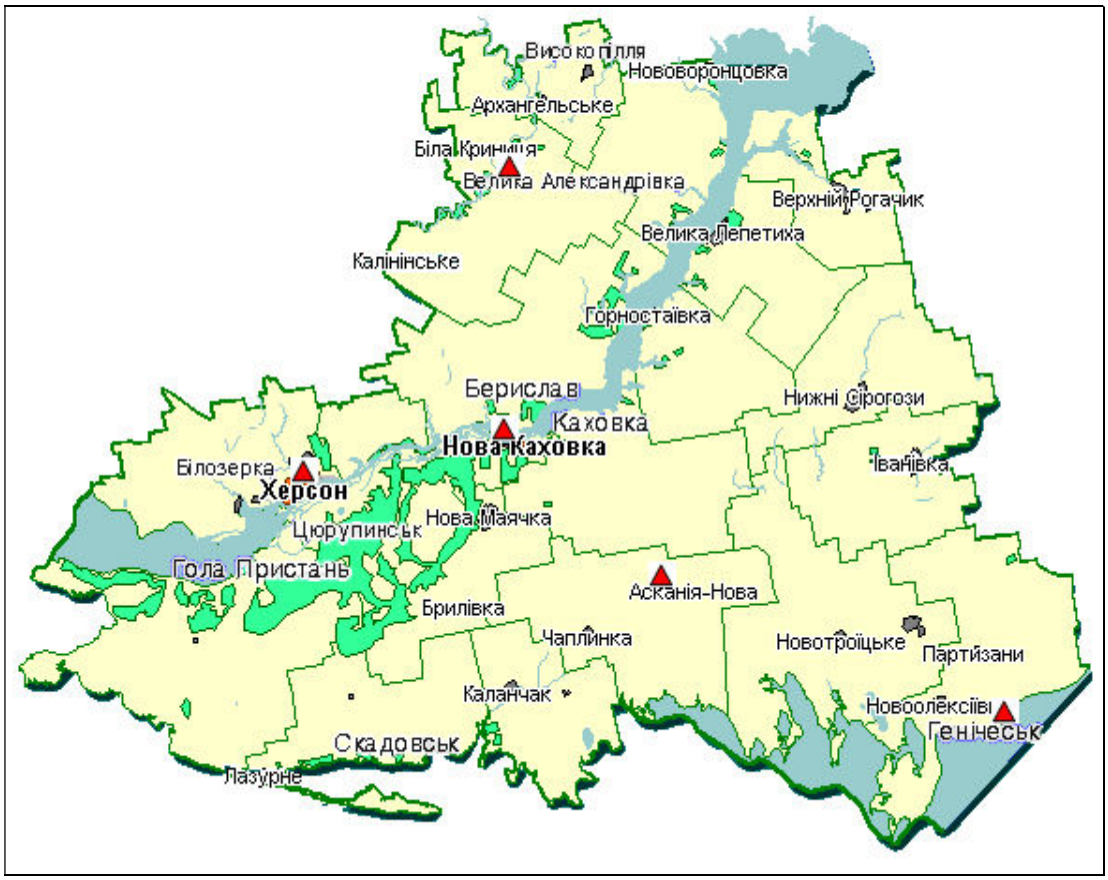



Рис. 4.1. Карта Херсонської області

## 4.1 Статистичні характеристики поля опадів

Загальні показники представлено у табл.4.1.

Відповідно до визначених градацій, у період 2006 - 2015 рр. досліджено 126 випадків з опадами.

Відмічається приблизно однакова кількість випадків з опадами в інтервалі від 20 мм до 50 мм і більше протягом періоду (в середньому 25 випадків) на всіх станціях. Мінімум повторюваності належить Геніческу – 22 (17%), максимум відмічено у Херсоні – 28 випадків (22%).

При цьому переважають опади найменшої градації ≥20 мм – всього 81 епізод – 64%, вдвічі нижча частота опадів 30 мм і більше – 39 випадків (31%), а ≥50 мм – всього 6 випадків (5%).

Таблиця 4.1 – Загальна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

| № | Станції | Градації опадів, мм | | | Всього (число випадків / %) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 50 | |
| 1. | Асканія Нова | 16 | 8 | 1 | 25/20 |
| 2. | Велика Олександрівка | 17 | 9 | 0 | 26/21 |
| 3. | Генічеськ | 15 | 5 | 2 | 22/17 |
| 4. | Нова Каховка | 14 | 10 | 1 | 25/20 |
| 5. | Херсон | 19 | 7 | 2 | 28/22 |
| Всього кількість випадків | | 81 | 39 | 6 | 126 |

Наочне уявлення про розподіл опадів надає діаграма на рис. 4.2, при виділенні повторюваності у відсотках. Так, дещо підвищена повторюваність опадів ≥20 мм виділяється у Херсоні – 15% (19 випадків). Найнижчі показники у Новій Каховці – 11%. Проте зазначимо незначний розкид частоти опадів цієї категорії.

Посилення опадів до 30 мм і більше вже вказує на неоднорідність на станціях. Виділяється ст. Нова Каховка, де відмічається 10 випадків – це

максимальне значення серед станцій, а мінімум належить станції Геніческ – зареєстровано лише 5 випадків посилених опадів (4%).

Наступна градація належить до категорії СГЯ – 50 мм і більше. На станції Велика Олександрівка такі опади за 10 років взагалі не реєструвалися. Двічі (по 1,6%) зафіксовані такі суми опадів у Геніческу та Херсоні.

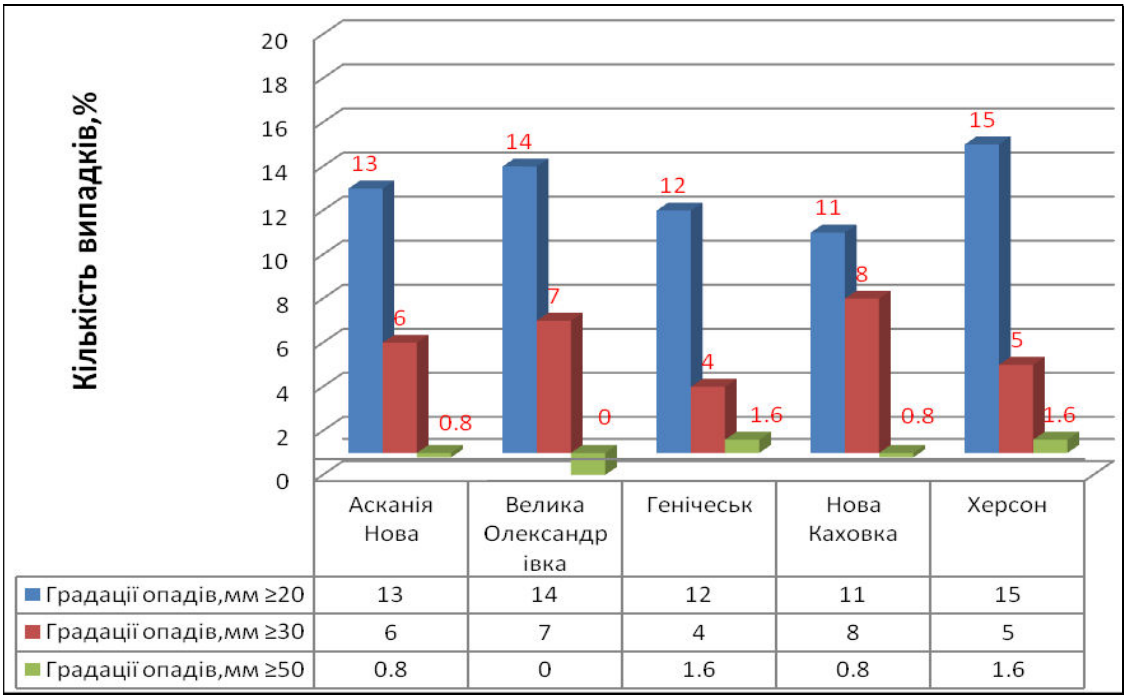



Рис. 4.2. Загальна повторюваність опадів різних градацій в Херсонській області за період 2006 – 2015 рр., (%)

Загальна річна повторюваність наведена у табл. 4.2, рис. 4.3.

За повторюваністю опадів окремо по роках виділяється 2010 р. – 19 випадків (15%), така частота опадів представляє інтерес з тієї причини, що цього року відзначалася посилена літня посуха на території Східної Європи і ЄТР, а зимовий період характеризувався сильними морозами при, так званих, східних процесах.

Збільшена повторюваність опадів також у 2008 і 2015 рр. – 12% (15 епізодів), 2006 р. – 11% (14 випадків). Мінімум належить 2007, 2009, 2011 рокам (по 7%) – лише 9 випадків посилених опадів за даними відібраних метеостанцій на Херсонщині. В цих роках найвища повторюваність складала 4 випадки на окремій станції. В 2007-2009 рр, 2011 р., 2013-2014 рр. подекуди на станціях опади вище 20 мм не відмічалися.

Таблиця 4.2 - Річна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

| № | Станції | Роки | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| 1. | Асканія Нова | 2 | 0 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 2. | Велика Олександрівка | 2 | 1 | 4 | 0 | 4 | 2 | 1 | 7 | 2 | 3 |
| 3. | Генічеськ | 6 | 1 | 0 | 2 | 4 | 4 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| 4. | Нова Каховка | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 0 | 3 | 2 | 5 | 1 |
| 5. | Херсон | 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 |
| Всього кількість випадків | | 14 | 9 | 15 | 9 | 19 | 9 | 10 | 13 | 13 | 15 |

Хід повторюваності опадів за роками ілюструє крива розподілу на рис.4.3.

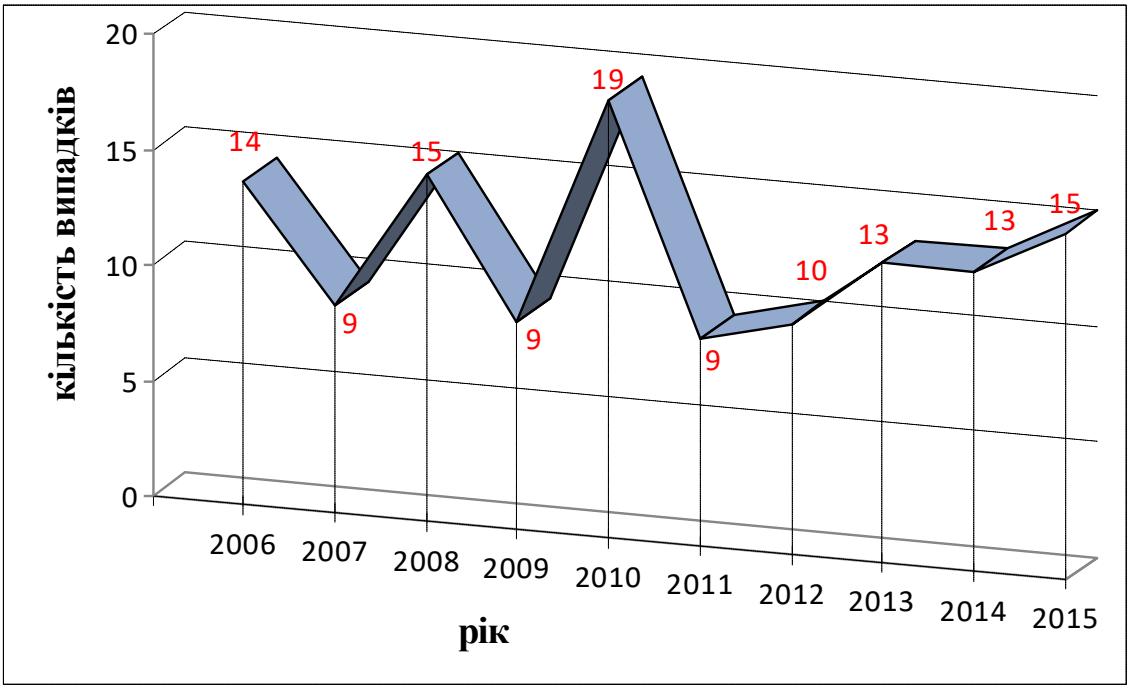



Рис. 4.3. Річна загальна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр.

Найбільше число випадків за рік належить Великій Олександрівці – 7 у 2013 р., Генічеську і Херсону – по 6 у 2006 р. та 2015 р. відповідно.

Загалом до 2014 р. включно виділяється деяка тенденція до зростання числа випадків з опадами від 20 мм до 50 мм і більше на підйомах парних років.

Розподіл за градаціями наведено у табл.4.3. та на рис. 4.4.

Всередині років на станціях спостерігається чітка неоднорідність. Наприклад, взагалі не зафіксовані опади від 20 мм до 50 мм і більше у 2007 р. в Асканії Новій, у 2009 р. у Великій Олександрівці, у 2011 р. у Новій Каховці, у 2008 і 2013 рр. у Генічеську, у 2014 р. в Херсоні.

У 2007, 2009, 2011, 2012, 2015 рр. на ряді станцій вказані градації опадів досягнуті одноразово. У 2006 р. у Генічеську відмічається 6 випадків посилених опадів у градації ≥20 мм, опадів інших градацій не відзначено. У Херсоні 2007 р. та у Генічеську 2011 р. по 4 випадки опадів ≥20 мм, більших сум не зареєстровано. В окремі роки нетипово домінувала саме градація опадів ≥30 мм, інші градації не виділяються: Нова Каховка у 2008 р. – 2 випадки; Асканія Нова – 2010 р. – 3 випадки.

Загалом, у 2010 році відмічається аномальна, відносно інших років, збільшена повторюваність опадів градації ≥30 мм - 11 випадків (61% річної повторюваності) проти загальної кількості 18 випадків. Така ж тенденція повторюється і в 2012 році – 7 випадків (70% річної повторюваності) в градації ≥30 мм проти загальної річної у 10 випадків.

Всього по станціях в градації ≥20 мм максимум вирізняється у 2006 р. – 13 випадків, мінімум належить 2012 р. - 2.

Цікавим є факт наявності на фоні слабких опадів до 20 мм лише категорії 50 мм і більше у Генічеську 2007 р. Одноразові суми лише більше 30 мм спостерігалися у Великій Олександрівці 2007 р. і 2012 р.; Генічеську 2012 р.

На рис. 4.4. криві розподілу числа випадків по станціях виділяють пікові значення та мінімуми річної повторюваності. Дещо вища однорідність частоти опадів вказаних сум простежується в Асканії Новій, Новій Каховці та Херсоні.

Таблиця 4.3 - Річна повторюваність опадів за градаціями в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

| Рік | Градації опадів, мм | Станції | | | | | Всього |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Асканія Нова | Велика Олександрівка | Геніческ | Нова Каховка | Херсон | |
| 2006 | ≥ 20 | 2 | 2 | 6 | 2 | 1 | 13 |
| | ≥ 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2007 | ≥ 20 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 7 |
| | ≥ 30 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2008 | ≥ 20 | 4 | 3 | 0 | 0 | 3 | 10 |
| | ≥ 30 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| | ≥ 50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 2009 | ≥ 20 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 7 |
| | ≥ 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | ≥ 20 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 7 |
| | ≥ 30 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 11 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2011 | ≥ 20 | 1 | 2 | 4 | 0 | 1 | 8 |
| | ≥ 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2012 | ≥ 20 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | ≥ 30 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 7 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2013 | ≥ 20 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 | 10 |
| | ≥ 30 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2014 | ≥ 20 | 2 | 2 | 1 | 3 | 0 | 8 |
| | ≥ 30 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2015 | ≥ 20 | 2 | 2 | 1 | 0 | 4 | 9 |
| | ≥ 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 |
| | ≥ 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

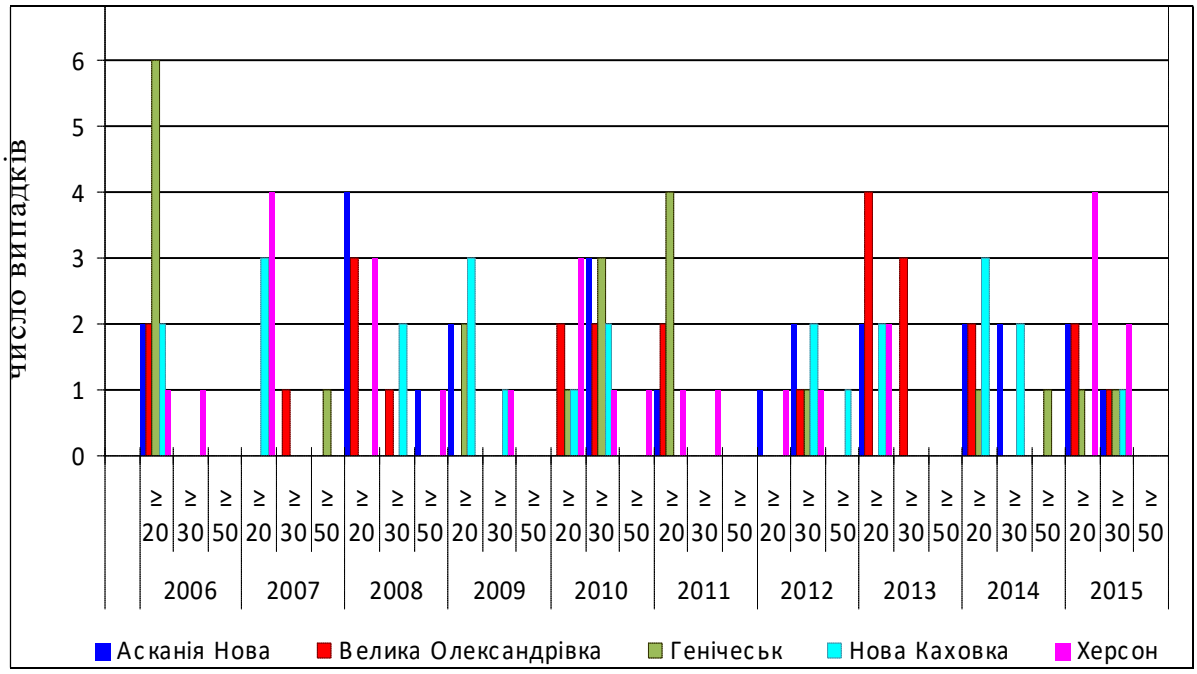



Рис. 4.4. Річна повторюваність опадів за градаціями в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр.

Сезонний розподіл опадів наведено у табл. 4.4 та продемонстровано на рис. 4.5. За повторюваністю домінує літо – 67 випадків (53%). Висока частота припадає також на осінь – 33 (26%); вдвічі рідше спостерігалися посилені опади навесні - 20 випадків (16%).

Мінімум визначає зимові опади – лише 6 випадків (5%). При цьому 2006, 2008, 2009, 2011, 2013 та 2014 рр. зимові опади більше 20 мм не зареєстровані.

Звертає увагу знижена повторюваність весняних опадів за винятком 2015 р. (6 випадків); у 2007, 2010, 2011, 2014 рр. взагалі не зафіксовано опадів визначених сум на всіх станціях.

Проте, окремо за роками не виділяється чіткого превалювання літніх або осінніх опадів. Так, максимуми літніх опадів виділяються 2013 р. – 10 випадків і 2015 р. – 8. При цьому осінні опади перевершують частоту літніх у 2010 р. – 11 епізодів проти 7 літніх випадків і у 2014 р. – 8 проти 6 літніх випадків. Але визначається аномальний розподіл у 2012 р. при повній відсутності опадів визначених категорій восени, а також суттєвому зниженню повторюваності осінніх опадів до одноразових сум більше 20 мм у 2011 і 2015 рр. Вочевидь такі відмінності характеристик спричинені саме

особливостями циркуляції вказаних сезонів, а саме – дефіцитом опадів, зумовленим тривалим стаціонуванням антициклонів за типом блокуючого процесу.

Таблиця 4.4 – Сезонна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 – 2015 рр. (кількість випадків)

| Рік | Сезон | Станції | | | | | Всього |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Асканія Нова | Велика Олександрівка | Геніческ | Нова Каховка | Херсон | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2006 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | весна | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | літо | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| | осінь | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| 2007 | зима | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| | весна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | літо | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 4 |
| | осінь | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 2008 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | весна | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| | літо | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 8 |
| | осінь | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 |
| 2009 | зима | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | весна | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | літо | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| | осінь | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 2010 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | весна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | літо | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 7 |
| | осінь | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 |

Продовження табл. 4.4.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2011 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | весна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | літо | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 7 |
| | осінь | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2012 | зима | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | весна | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| | літо | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 7 |
| | осінь | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2013 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | весна | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | літо | 2 | 5 | 0 | 1 | 2 | 10 |
| | осінь | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 2014 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | весна | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | літо | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| | осінь | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 7 |
| 2015 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | весна | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 6 |
| | літо | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 |
| | осінь | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

В середньому, річна сезонна повторюваність випадків з опадами вище 20 мм низька: 1-3.

За станціями за весь десятилітній період дослідження літні опади домінують у Великій Олександрівці - 18 випадків, при цьому річний найвищий показник також належить цій станції – 2013 р. – 5 випадків. У Геніческу рівнозначні літні і осінні опади вище 20 мм – по 9 випадків. Навесні виділяється дещо більша повторюваність опадів у Херсоні (5). Зимові опади з сумами більше 20 мм тричі зафіксовані у Новій Каховці (2007, 2009, 2012 рр) і Херсоні (2007, 2010, 2015 рр), в Асканії Новій, Великій Олександрівці і Геніческу не відзначені взагалі.

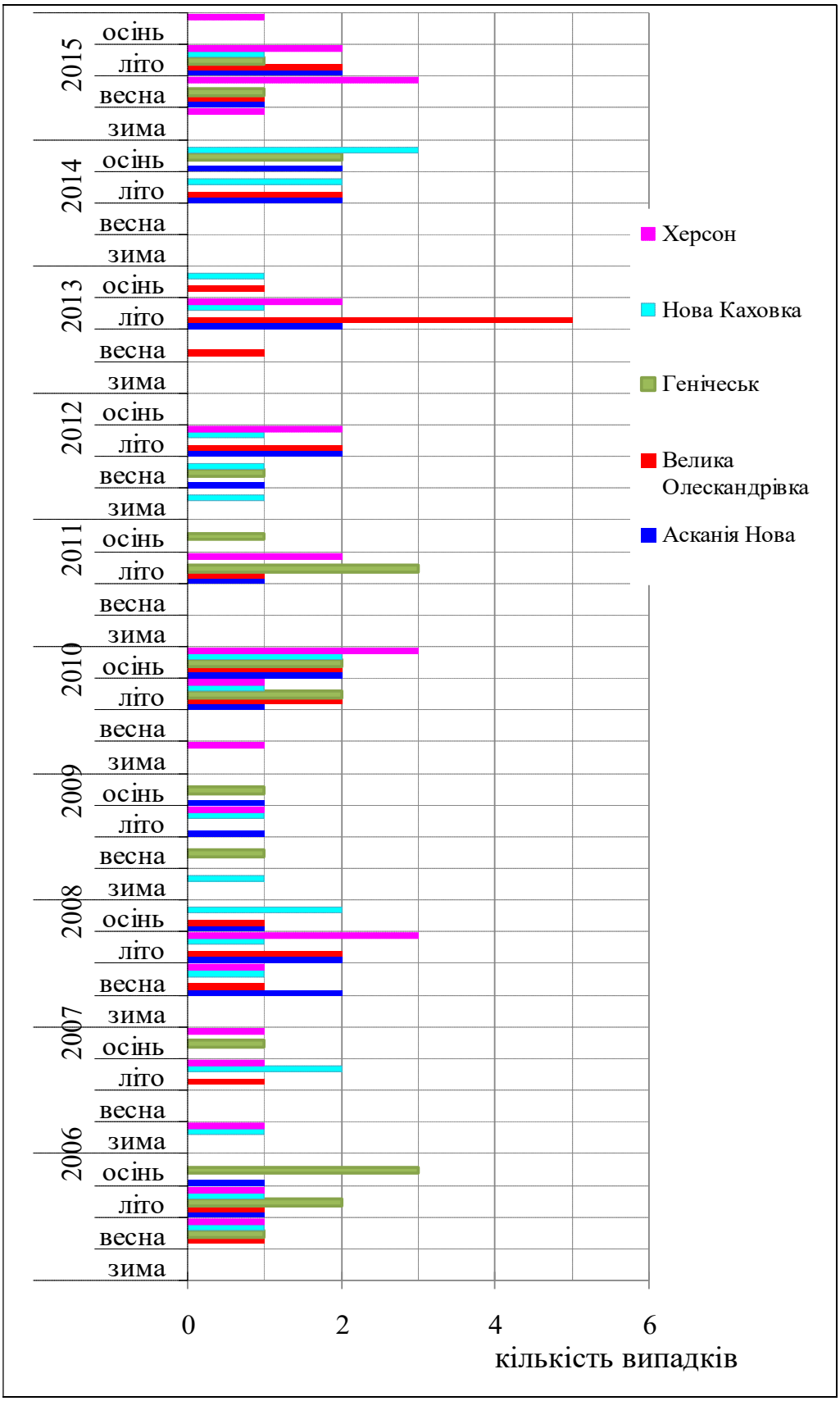



Рис. 4.5. Сезонна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр.

Детальну характеристику розподілу опадів за сезонами надає виділення градацій – табл.4.5, рис. 4.6.

Таблиця 4.5 – Загальна сезонна повторюваність опадів за градаціями в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

| Градації опадів, мм | Сезон | Станції | | | | | Всього |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Асканія Нова | Велика Олександрівка | Генічеськ | Нова Каховка | Херсон | |
| ≥ 20 | зима | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 |
| | весна | 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 14 |
| | літо | 8 | 12 | 6 | 7 | 9 | 42 |
| | осінь | 4 | 3 | 6 | 4 | 3 | 20 |
| ≥ 30 | зима | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | весна | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| | літо | 5 | 6 | 2 | 4 | 5 | 22 |
| | осінь | 3 | 1 | 2 | 4 | 1 | 11 |
| ≥ 50 | зима | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | весна | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | літо | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| | осінь | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |

Серед зимових опадів 5 випадків припадає на градацію ≥20 мм, і лише 1 випадок ≥30 мм – злива 40 мм за 12 годин 3 грудня 2012 р. у Новій Каховці.

Навесні опади в найнижчій категорії ≥20 мм мають пік у 14 випадків (серед яких ст. Асканія Нова та Херсон - 4 епізоди), 6 випадків ≥30 мм, опади ≥50 мм не відмічалися.

У розподілі опадів літнього періоду також домінує градація ≥20 мм – 42 випадки (33% загального числа випадків); за рахунок злив конвективного походження висока повторюваність градації ≥30 мм – 22 (17%).

Посилені опади восени типово мали перевагу у градації ≥20 мм – 20 випадків, а у градації ≥30 мм – майже удвічі рідше – 11. Визначалося 2 випадки стихійних опадів ≥50 мм.

За станціями влітку виокремлюється Велика Олександрівка з максимумами 12 випадків у градації ≥20 мм, і 6 випадків у градації ≥30 мм.

Восени найвища повторюваність у 6 випадків зафіксована в Геніческу, також у найнижчій категорії ≥20 мм.

Найвища градація опадів ≥50 мм - це одиничні випадки по станціях з загальною перевагою повторюваності влітку – 3 епізоди.

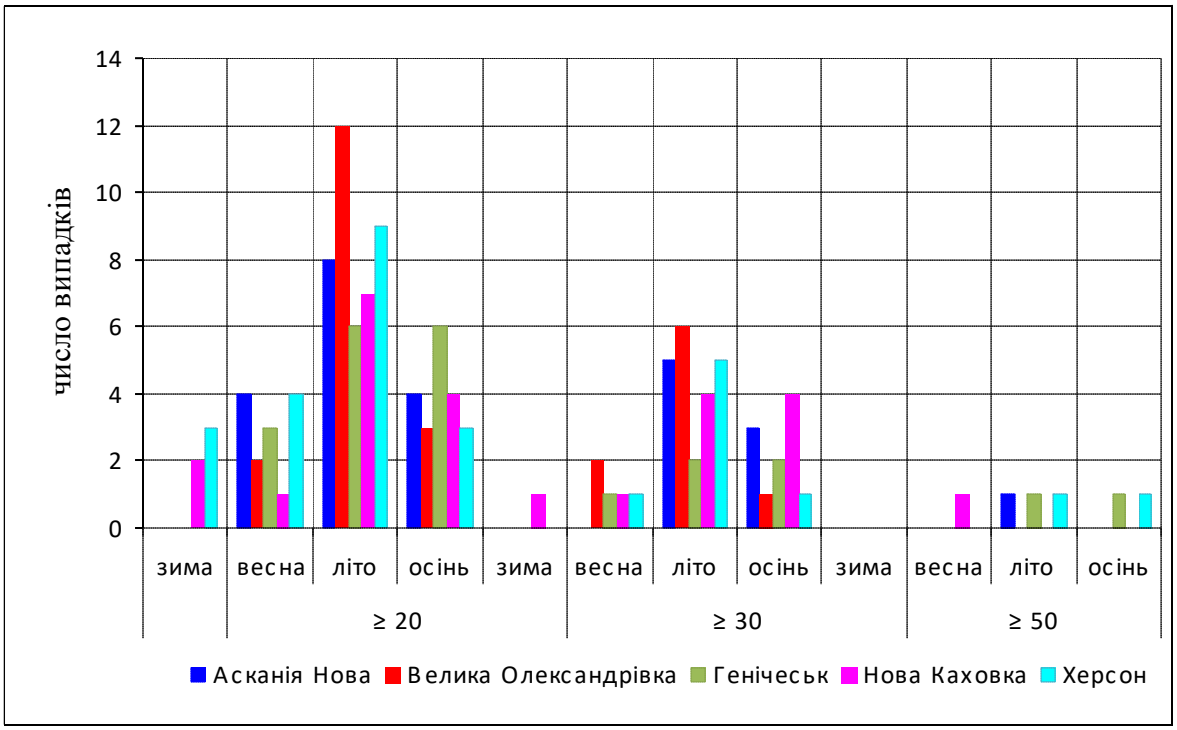



Рис. 4.6. Загальна сезонна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр.

Місячний розподіл за станціями виділяє певні особливості (табл.4.6, рис. 4.7).

Зазначимо, що за 10 років дослідження на Херсонщині тверді (змішані) опади при сумах більше 20 мм на вказаних станціях спостерігалися лише двічі у листопаді 2006 р. (Асканія Нова і Геніческ).

Таблиця 4.6 – Загальна місячна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

| Станції | Місяці | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | січень | лютий | березень | квітень | травень | червень | липень | серпень | вересень | жовтень | листопад | грудень |
| Асканія Нова | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 6 | 3 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| Велика Олександрівка | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 11 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Генічеськ | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 0 |
| Нова Каховка | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 4 | 2 | 4 | 4 | 0 | 1 |
| Херсон | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 | 7 | 7 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Всього | 2 | 2 | 2 | 6 | 12 | 28 | 30 | 8 | 16 | 13 | 5 | 2 |

Загальний відсотковий розподіл виділяє чітку перевагу опадів теплого періоду з квітня по жовтень ~ 89% (113 випадків). Опади холодного періоду відповідно лише 13 випадків.

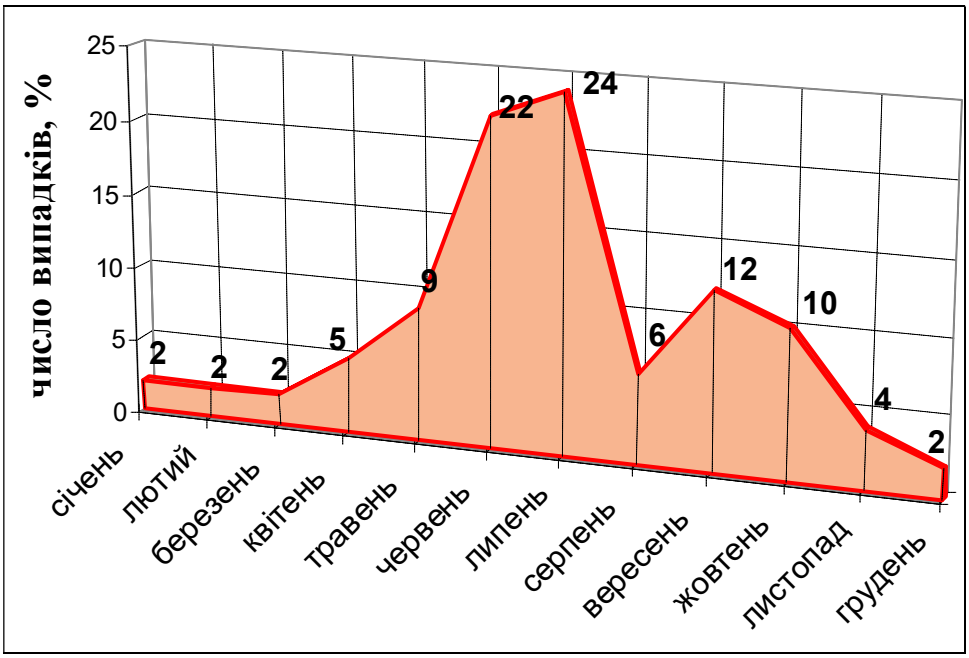



Рис. 4.7. Загальна місячна повторюваність опадів в Херсонській області за період 2006 - 2015 рр., (%)

Домінують опади у червні-липні – 22 і 24%. Відповідно до кліматичних показників найсухішого місяця серпня, частка опадів суттєво зменшується всього до 8 випадків (6%).

За сучасною тенденцією при зростанні сум опадів осіннього періоду на фоні регіональних і глобальних змін клімату, на півдні України під впливом південних циклонів, виокремлюється висока повторюваність опадів у вересні і жовтні – 12% і 10% відповідно.

Усі зимові місяці мають рівнозначні позначки по 2 випадки.

Розглянемо детальніше загальний місячний розподіл опадів по станціях (рис. 4.8 – 4.12).

В Асканії Новій зимові опади не відзначалися, максимум припадає на липень – 6 випадків.

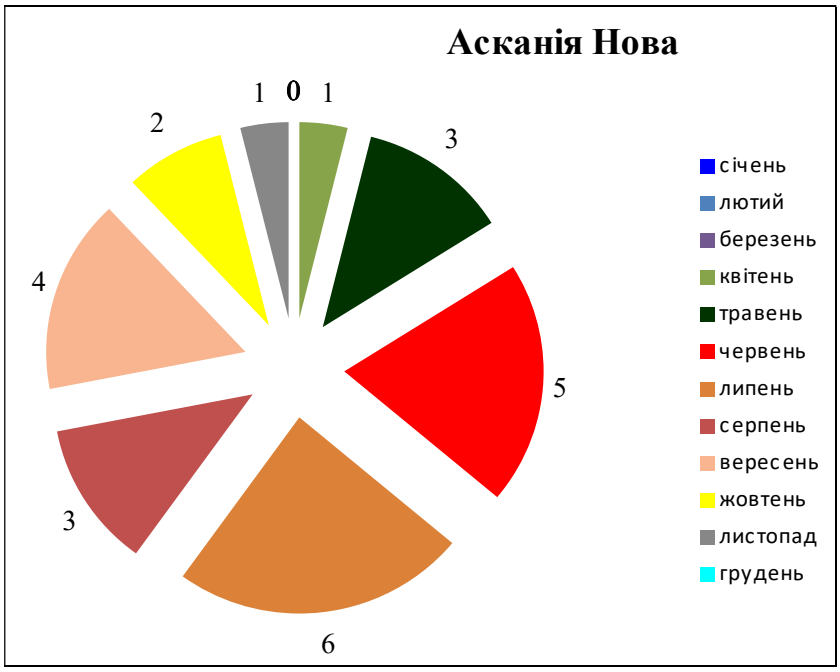



Рис. 4.8. Загальна місячна повторюваність опадів на ст. Асканія Нова за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

Так, у Великій Олександрівці опади більше 20 мм спостерігалися взагалі лише у теплий період року, знову превалюють липневі опади з максимумом за станціями у 11 епізодів.

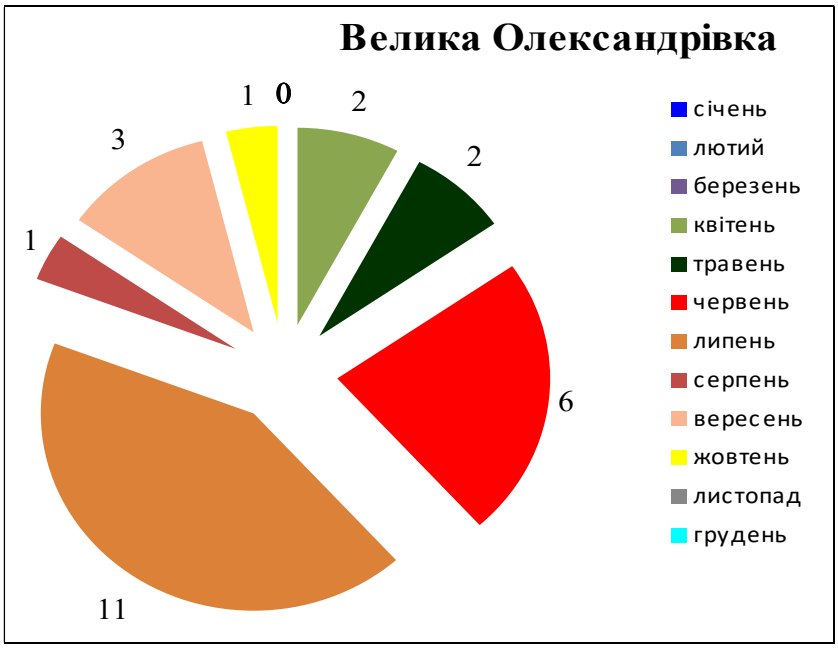



Рис. 4.9. Загальна місячна повторюваність опадів на ст. Велика Олександрівка за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

Висока частка вересневих і жовтневих опадів у Геніческу (4 випадки), максимум належить червню. Станція виділяється тим, що не було зафіксовано опади більше 20 мм у квітні, а також у зимові місяці (рис. 4.10).

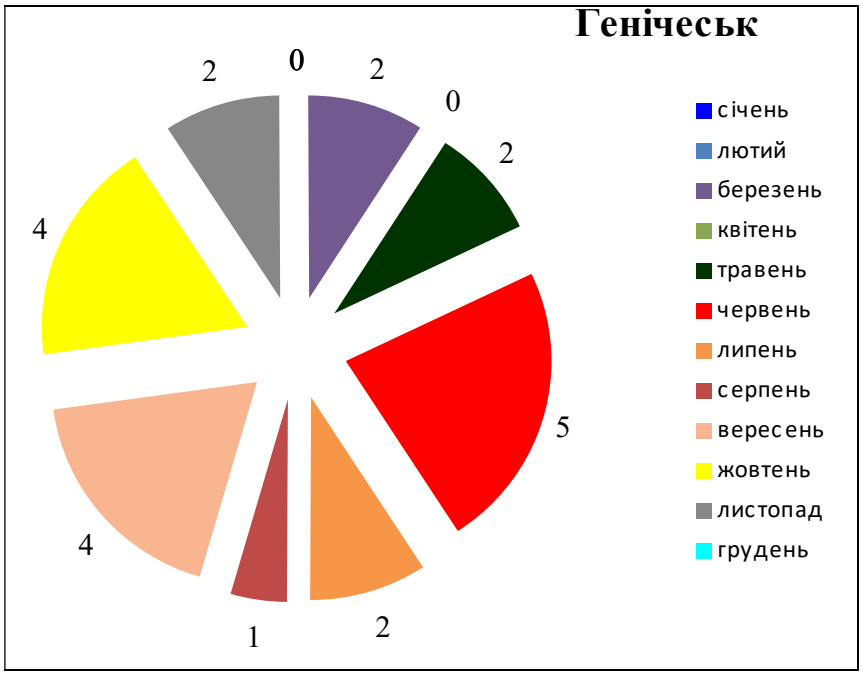



Рис. 4.10. Загальна місячна повторюваність опадів на ст. Геніческ за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

У Новій Каховці, навпаки, відмічалося по одному випадку з опадами більше 20 мм кожного зимового місяця, а у березні і листопаді жодного. Невелику перевагу мають червневі опади (5) проти 4-х випадків у липні, вересні і жовтні (рис. 4.11).

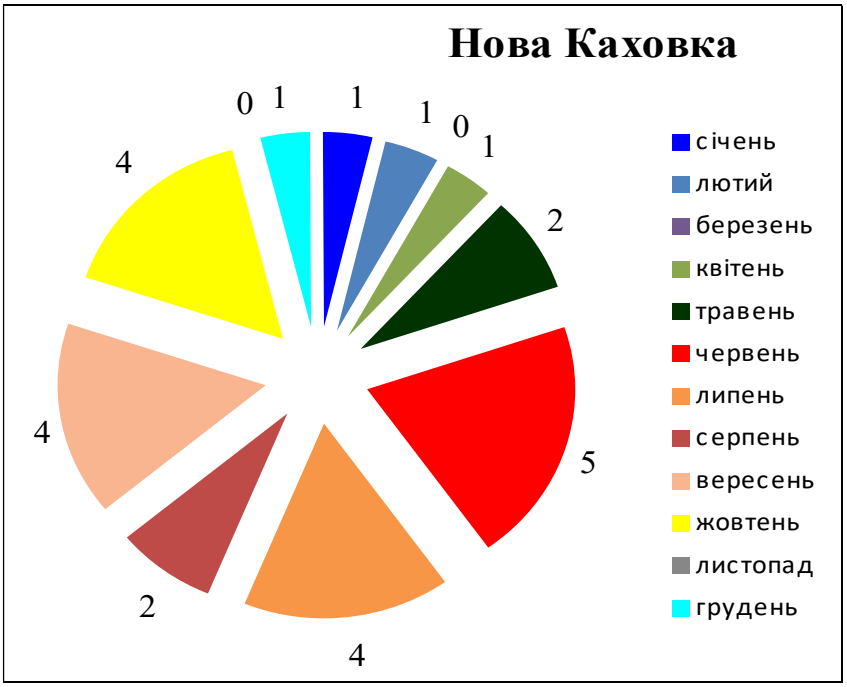



Рис. 4.11. Загальна місячна повторюваність опадів на ст. Нова Каховка за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

Херсон (рис. 4.12) характеризується тотожними екстремумами у 7 випадків у червні і липні; відсутні посилені опади у березні.

Загалом, у зимові місяці опади більше 20 мм реєструвалися лише одноразово у Новій Каховці Херсоні; у березні опади відзначалися лише двічі у Геніческу; у травні збільшується повторюваність до трьох випадків у Асканії Новій і Херсоні. У червні домінує Херсон (7), у липні - Велика Олександрівка (11); серпень виділяє 3 випадки в Асканії Новій. Зростає частка вересневих опадів до 4 випадків у Асканії Новій, Геніческу і Новій Каховці; у жовтні також по 4 випадки на двох останніх станціях. У листопаді по двічі спостерігалися опади більше 20 мм у Геніческу і Херсоні і одноразово в Асканії Новій.

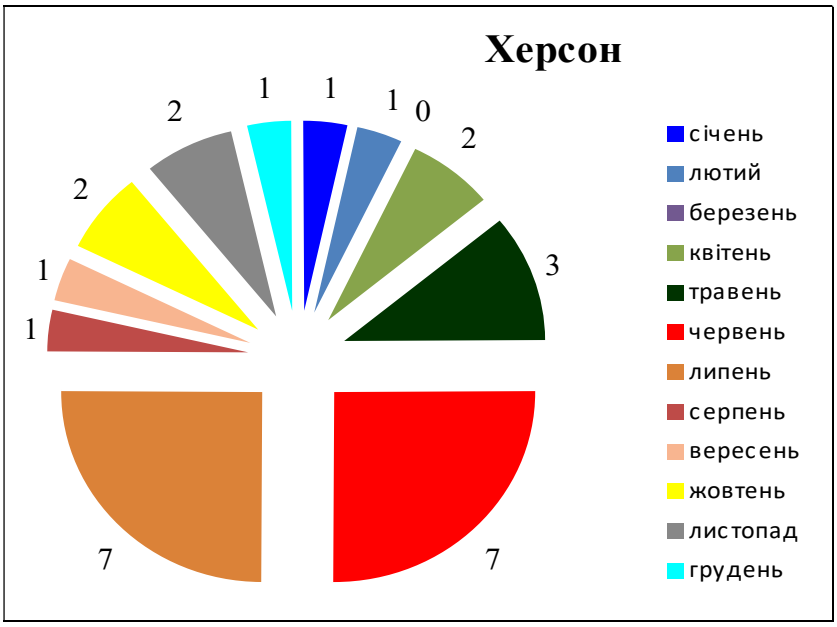



Рис. 4.12. Загальна місячна повторюваність опадів на ст. Херсон за період 2006 - 2015 рр. (кількість випадків)

Підсумовуючи, визначимо збільшення опадів більше 20 мм восени і чітку перевагу літніх опадів: результати дослідження повторюваності посилених опадів останнього десятиліття на Херсонщині співпадають з середньокліматичним розподілом континентального ходу опадів.

## 4.2 Аналіз утворення стихійних опадів

За період 2006-2015 рр. на 5-ти вказаних станціях Херсонщини зафіксовано 8 випадків опадів категорії «стихійні»:

1. Велика Олександрівка - 18.06.2007 р. – 30 мм за 1 годину – злива;
2. Генічеськ - 11.11.2007 р. – 50 мм за 6 годин – зливовий дощ;
3. Асканія Нова - 17.07.2008 р. – 96 мм за 6 годин - злива;
4. Херсон - 17.07.2008 р. - 59 мм за 4 години – злива;
5. Херсон - 09.10.2010 р. – 67 мм за 10 годин зливовий дощ;
6. Херсон – 10.06.2011 р. – 30 мм за 1 годину – злива;
7. Нова Каховка – 24.05.2012 р. – 50 мм за 12 годин – злива.
8. Генічеськ - 24.09.2014 р. 53 мм за 12 годин – зливовий дощ.

Систематизуючи синоптичні процеси, що спричинили стихійні опади у досліджуваний період отримано:

- 6 випадків – системи висотних циклонів;
- 2 випадки – системи пірнаючих циклонів (Генічеськ 11.11.2007 р. і 24.09.2014 р.).

Таким чином, переважають небезпечні опади, пов'язані з висотними циклонами над східною Європою, безпосередньо півднем України, Чорним морем і Балканами при розмитих баричних приземних полях.

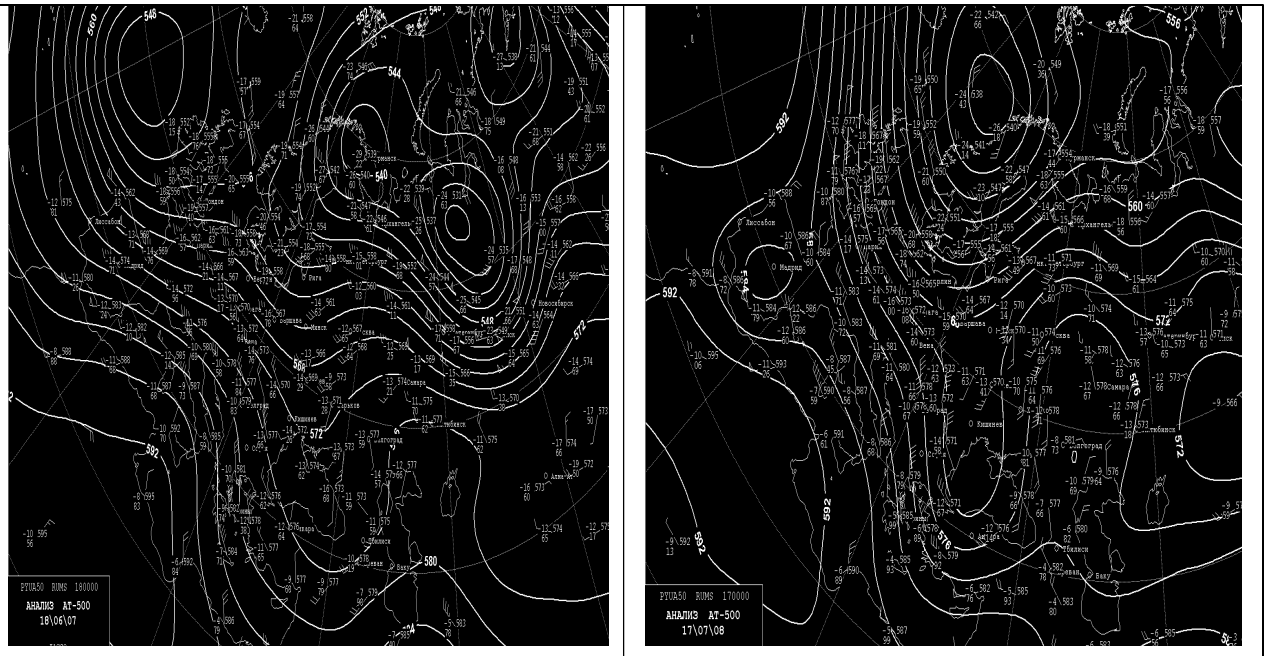
Розглянемо циркуляційні умови формування стихійних опадів поетапно (додаток В, рис. В.1-В.20).

Звертає увагу формування стихійних злив на Херсонщині практично при ідентичній конфігурації висотного термобаричного поля в окремі дати. Так, СГЯ виникли при типовій структурі улоговини основного висотного циклону над Баренцовим морем і північчю Сибіру 18 червня 2007 р. і Норвезьким морем 17 липня 2008 р., при цьому поглиблена улоговина спрямована на південні регіони України. Активізація процесу відбулася завдяки встановленню висотного гребеня над ЄТР з практично симетричною віссю вздовж 50-55° сх.д., який перешкоджав зміщенню улоговини до сходу (рис. 4.13).

Зливи виникли у малоградієнтному полі зниженого тиску біля поверхні землі, що типово для літнього періоду – циклонічна діяльність над перегрітим материком послаблена.

У Великій Олександрівці злива і гроза 18 червня 2007 р. відмічалася у післяполуденні години – на 16:30 ВСЧ, при максимальному перегріві і розвитку потужної конвекції вдень - $T_{max}$=33,4 °С, і мала внутрішньомасове походження.

17 липня 2008 р. гроза і злива у Херсоні 59 мм за 4 години спостерігалася у ранковий строк – на 06:00 ВСЧ, а в Асканії Новій сильна злива у 96 мм за 6 годин припала на денний строк. Ці зливи мали фронтальне походження, фронтальна система пов'язана з висотним циклоном у середній тропосфері, що чітко виділявся 16 і 18 липня при відповідному зміщенні вихору з району Румунії на Чорне море і південний схід України. У ранковий строк через Херсонську область проходив холодний фронт, а злива в Асканії Новій вдень сформувалася на фронті оклюзії.




(1) (2)

Рис. 4.13. Карти АТ-500: (1) – 18.06.2007 р.; (2) – 17.07.2008 р., 00 ВСЧ

Стихійні опади 9 жовтня 2010 р. у Херсоні на 18:00 ВСЧ сформувалися у системі високого циклону над Чорним морем і Туреччиною. При цьому за даними висотних термобаричних полів мав місце блокуючий процес над Європою, який визначався за якісними ознаками за конфігурацією поля, як омегаподібний гребінь, значної інтенсивності (рис. 4.14). Потужний гребінь сприяв стаціонуванню циклону на півдні країни і загостренню фронтальної діяльності.

На приземній карті блок представлений інтенсивним масштабним антициклоном з центром над Прибалтикою ($p_{max}$ =1035,6 гПа), що охоплював більшу частину євразійського континенту.

Синоптичний процес визначався, як регенерація старого висотного циклону за рахунок входження в систему існуючого вихору нового основного фронту.

Так, 8 жовтня вихор виділяється у середній і верхній тропосфері найбільш чітко, центр локалізується над заходом Чорного моря, циклон охоплює значну територію – східну Європу, Балкани, Туреччину упритул до східної акваторії Середземного моря. Ізолінії правильної кругової форми, до 5 замкнених ізогіпс на рівні 300 гПа, циклон холодний – повністю співпадають баричний і термічний центри, фронтальні системи (арктична і

полярна) зміщені далеко від центру на південну периферію. Відмічається біфуркація полярного фронту від Чорного моря на схід через Азію вздовж широтної зони 35-45° півн.ш. Таким чином, подальших умов для існування вихору не визначалося.

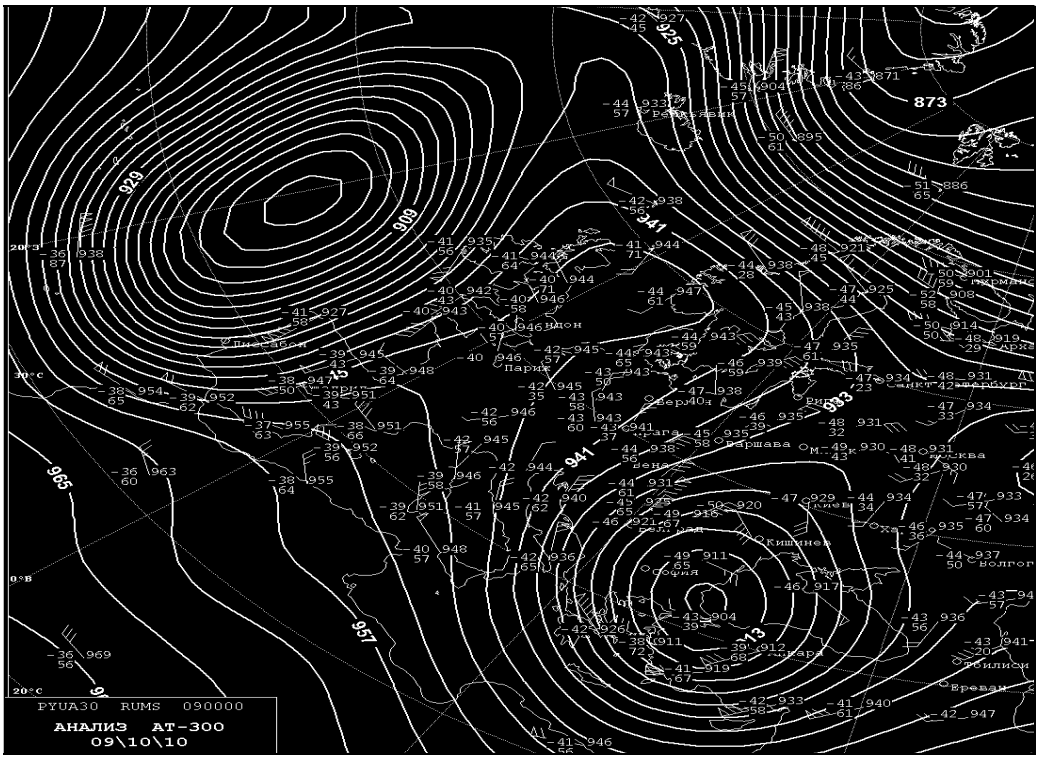



Рис. 4.14. Карта АТ-300 09.10.2010 р., 00 ВСЧ

На приземній карті замкнена циркуляція не спостерігалася – територія України перебувала під впливом посиленого антициклону з центром в районі Санкт-Петербургу – максимум тиску складає 1039,9 гПа.

Активна ВФЗ проходить по півночі Атлантики широтно, далі по акваторіях Норвезького і Баренцового морів через Верхній Урал набуваючи меридіональності над центральним Сибіром.

Територія України 09 вересня 2010 року знаходиться під впливом висотного циклону із центром над Чорним морем, просторова вісь циклону нахилена на захід – у шарі 850-700 гПа центр вихору знаходиться безпосередньо над Чорним морем.

На приземній карті за строк 00 ВСЧ відбувається суттєва перебудова баричного поля – над центральною акваторією Чорного моря і північчю Туреччини виокремлюється замкнутий циклонічний центр, циклон слабко

виражений, відмічається лише одна замкнута ізобара, мінімальний тиск в центрі 1005,9 гПа. З циклоном пов'язана оклюдована система полярного фронту та вторинний холодний фронт і верхній теплий розділ. До строку 06 ВСЧ приземний центр дещо збільшується у розмірах і поширюється на південь України, при цьому зміщуються і фронтальні зони – фронт оклюзії орієнтований по п-ову Крим, а верхній розділ – по центру і сходу країни; тиск у циклоні незначно падає до 1004,6 гПа.

Відмічено СГЯ за швидкістю вітру в Геніческу 25 $м \cdot с^{-1}$; загалом по Херсонській області посилені опади відзначалися протягом доби на всіх станціях. Так, за ніч (12 год): Каховка – 36 мм, Геніческ – 33 мм, Асканія Нова і Стрілкове – по 32 мм, Хорли – 28 мм; Херсон – 25 мм, Нижні Сірогози – 23 мм, Бехтери – 21 мм; за день (12 год) стихійна сума реєструвалася лише в Херсоні (67 мм/10 год.), по області опади не перевищували 9 мм. Опади у Херсоні виникли на фронті оклюзії.

Наступний випадок - злива у Херсоні 10.06.2011 р. 30 мм за 1 годину на строк 13:30 ВСЧ. Конфігурація висотного поля близька до попередньої дати – поглиблений висотний циклон, омегаподібний гребінь над східною Європою і Скандинавією, з тією різницею, що система східного циклону (відносно гребеня) знаходиться над ЄТР – рис. 4.15. За даними термічного поля – через східну Європу орієнтований термічний гребінь з віссю від Чорного моря, через Скандинавію до крайнього сходу Гренландії. З гребенем пов'язані фронти оклюзії.

Циклон холодний, малорухомий, біля поверхні землі замкнена циркуляція не простежується, територія України перебуває під впливом слабовираженого антициклону; злива виникла на фронті оклюзії, супроводжувалася грозою і градом.

Наступна дата - 24.05.2012 р. – злива з грозою у Новій Каховці 50 мм за 12 годин на 21:50 ВСЧ. При цьому на станції Бехтери Херсонської області також відмічено СГЯ – 80 мм за 6 годин на строк 18:00.

Знову привертає увагу подібність структури висотного термобаричного поля до двох попередніх випадків – омегаподібний гребінь, цього разу над західною Європою і чіткі системи сполучених з гребенем висотних циклонів – рис.4.16.

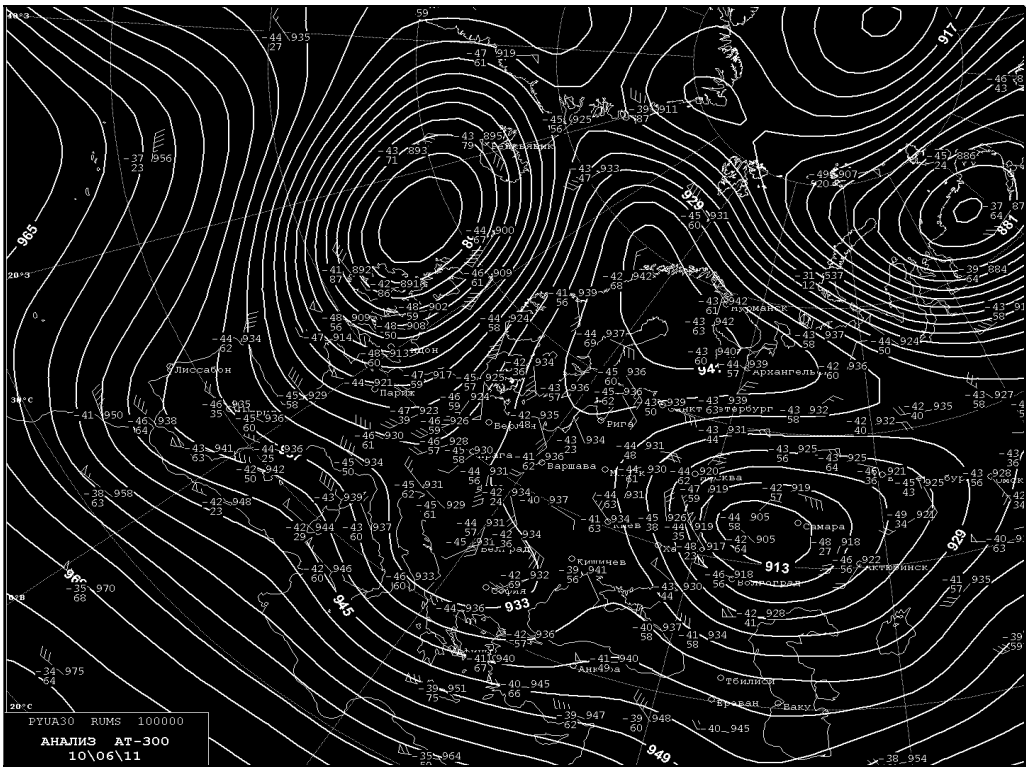



Рис. 4.15. Карта АТ-300 10.06.2011 р., 00 ВСЧ

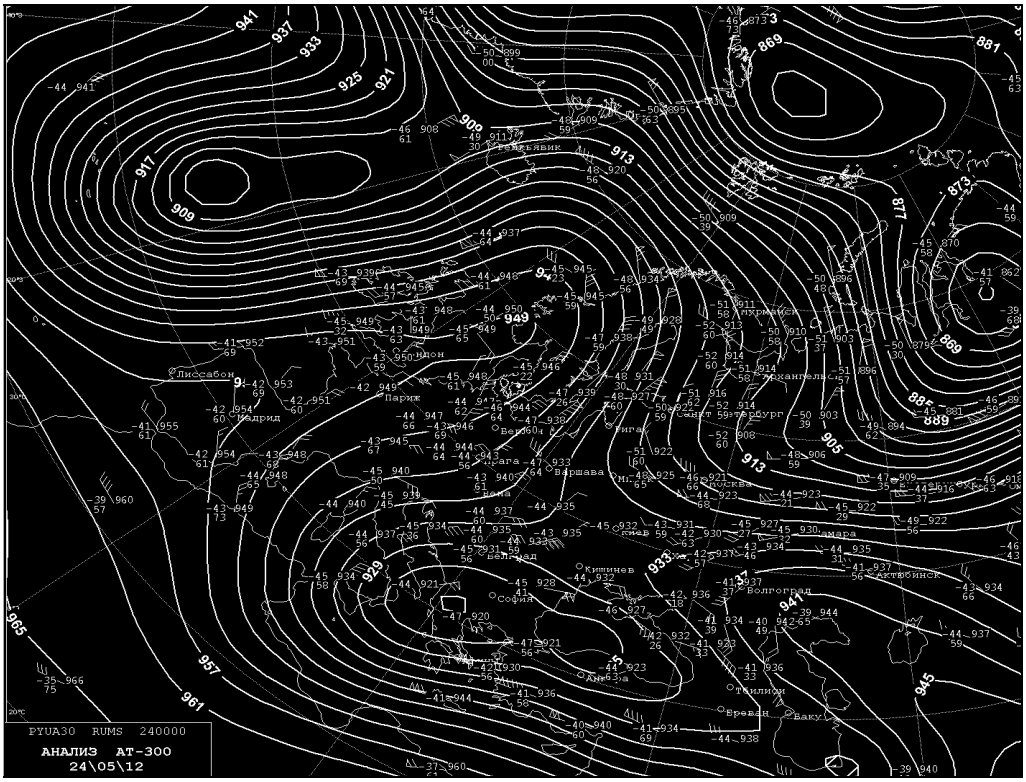



Рис. 4.16. Карта АТ-300 24.05.2012 р., 00 ВСЧ

У попередні дві доби у середній тропосфері 22-23 числа чітко виділяється висотний циклон з центром над Балканами, вихор має кілька замкнений ізоліній, форма яких наближається до правильної геометричної.

На приземній карті за строк 00 ВСЧ 24 травня Україна знаходилася на північно-західній периферії розмитого циклону, центр якого виділяється над Середньою Азією. Загалом синоптична ситуація формувалася при взаємодії посиленого антициклону з центром над Скандинавією (1034,6 гПа на 00 23 травня) та двома сполученими областями низького тиску – над центральною Атлантикою та півднем Європи і Малою Азією. Розвинений симетричний гребінь відмічається над західною Європою, вершина якого простирається від півночі Африки до полярних районів.

На 24 травня простежувались дві фронтальні системи над територією Європи, а саме арктична та полярна широтної орієнтації; арктичний фронт опустився з району Норвезького моря до території Білорусі та України й далі у широтному напрямку по 55º півн.ш. поширювався на Середній Урал. Полярний фронт проходив у широтному напрямку по 30-35º півн.ш. – розмитий і неактивний. На кільцевій карті за строк 06 год. простежується фронт оклюзії від території Краснодарського краю до півдня України, який розміщується в улоговині, поширеній на північній захід від термічної азіатської депресії.

У середній тропосфері 24.05.2012 виділяється висотний, вже послаблений, циклон, який окреслювався лише однією замкнутою ізогіпсою. Просторова вісь циклону у шарі 850 – 300 гПа має нахил на захід. Активна ВФЗ різкої меридіональної спрямованості проходить над Атлантикою, огинає висотний гребінь по півночі і по низхідній гілці розбивається на дві гілки над Францією; південна гілка, проходить по територією Середземного моря – по підошві улоговини, а північна – над північчю ЄТР, далі спрямована на північ і центр Середнього Сибіру.

Отже, посилені опади виникли в області висотного циклону і мали фронтальне походження.

Цікавим є факт, що обидва випадки сильних злив у Геніческу 11.11.2007 р. і 24.09.2014 р. сформувались у практично ідентичному за структурою приземному баричному полі, при однаковому типі синоптичного процесу – у системі «пірнаючого циклону» (рис.4.17 - 4.18).

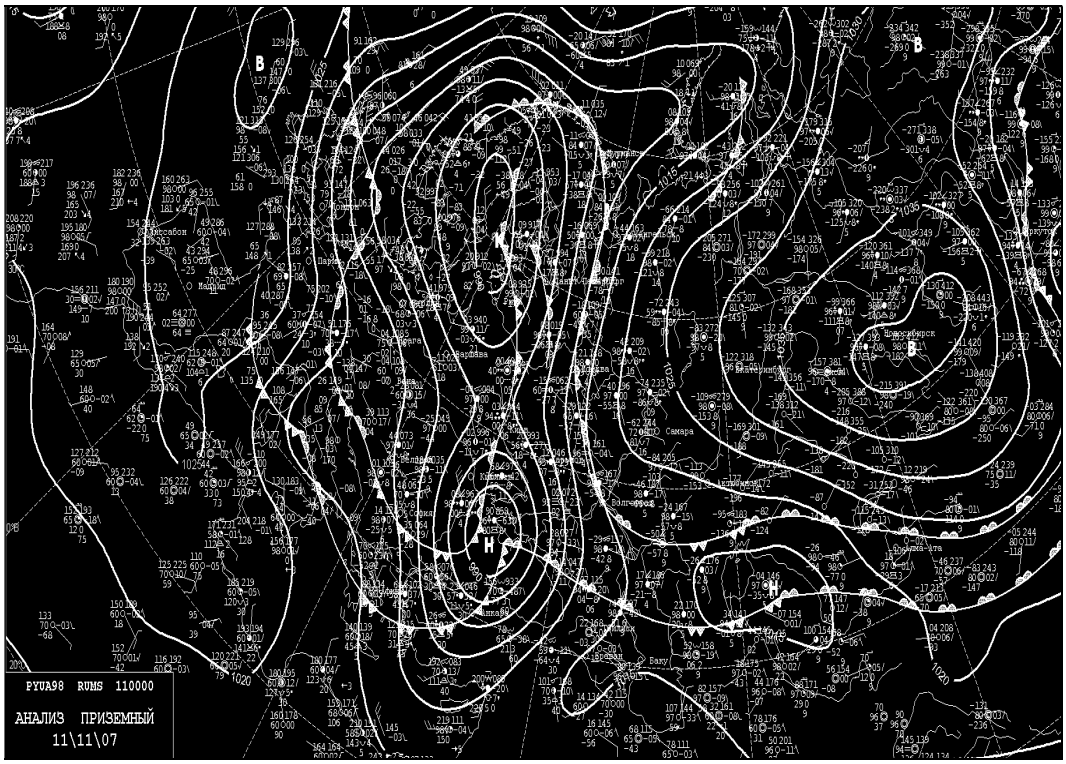



Рис.4.17. Приземна карта погоди 11.11.07, 00 ВГЧ

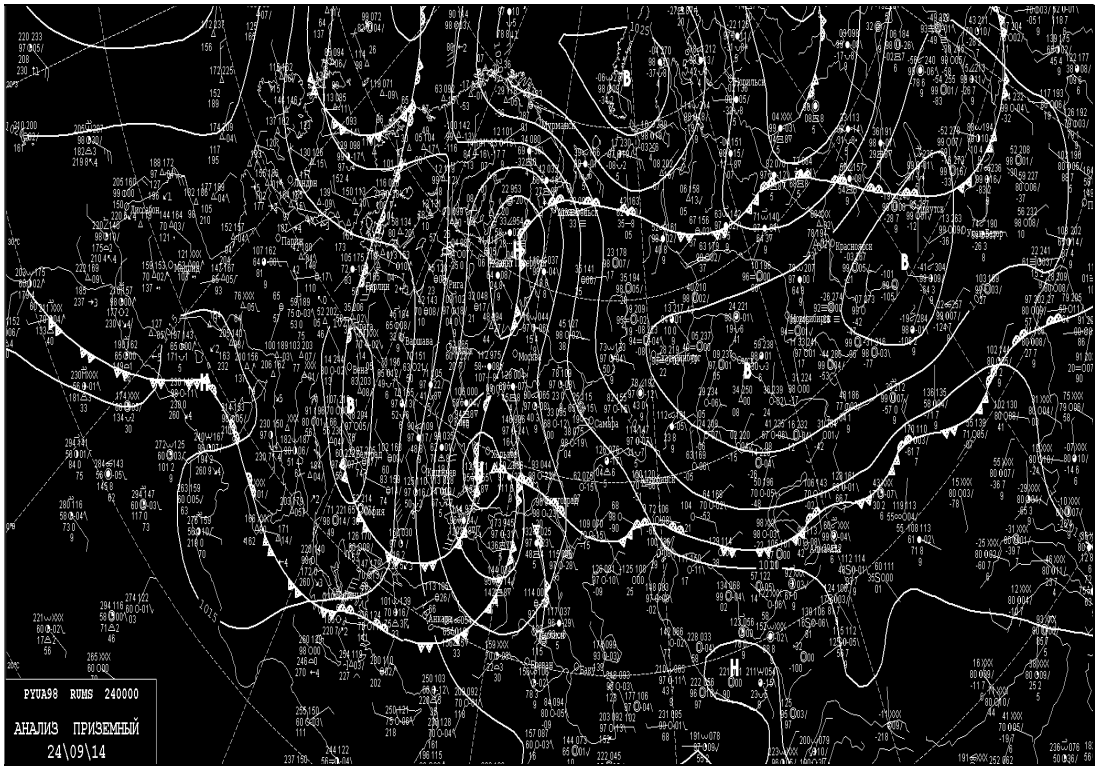



Рис. 4.18. Приземна карта погоди 24.09.2014 р., 00 ВСЧ

За класифікацією Чорнової В.Ф. пірнаючий циклон 9-12 листопада 2007 р. відноситься до типу I – північно-західні циклони, що переміщуються з Норвезького моря і Скандинавії на західні і південні райони східної Європи (Білорусь, Україна, центральні райони Росії), а циклон 21-25 вересня належав до III-го типу пірнаючих циклонів - цей тип складають циклони, які зміщуються з Карського моря на східну половину ЄТР.

Пірнаючі циклони формуються за умови, коли в атмосфері створюються найбільш сприятливі умови для меридіональної перебудови висотних термобаричних полів і загострення висотної фронтальної зони.

Пірнанню сприяли два поширені за площею антициклони, суміжні з циклонами, що визначали їх траєкторію – один – теплий, над Атлантикою, заходом і центром Європи, що був представлений потужним гребенем у середній тропосфері, а другий, масштабний, охоплював площу від ЄТР упритул до Далекого сходу і відповідав сибірському максимуму, який вже сформувався на ці календарні строки. Стихійні зливи в обох випадках сформувалися у системі холодного фронту.

24 вересня 2014 р. додатково по області відмічалися СГЯ на інших станціях – Стрілкове – вітер 34 м·с$^{-1}$, Нижні Сі рогози – злива 59 мм за 10 годин. Всі явища спостерігалися у нічні строки. Відповідно до траєкторії зміщення вихору СГЯ зафіксовані у центрі, на сході і півдні країни – опади подекуди до 100 мм – рис.4.19.

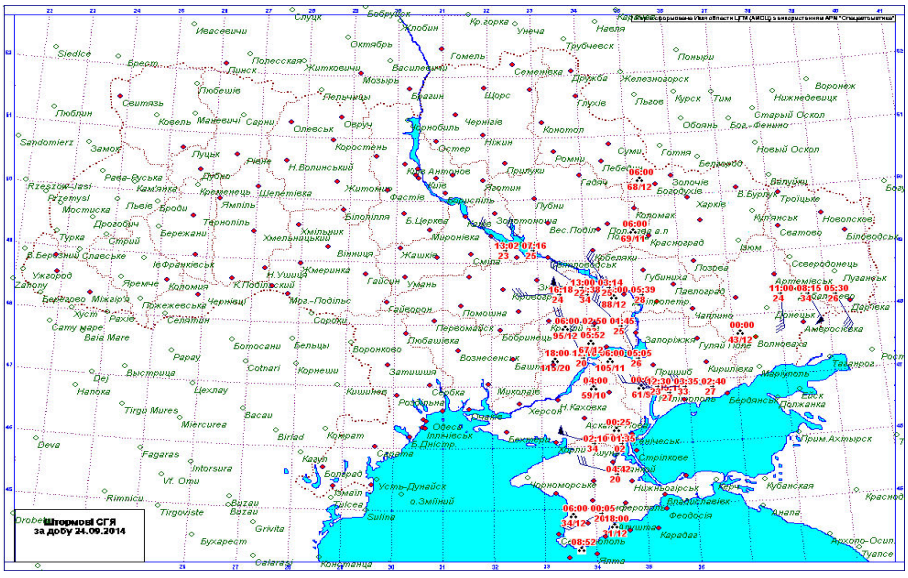



Рис. 4.19. Карта розподілу СГЯ 24.09.2014 р.

## 4.3 Застосування супутникової інформації до аналізу і прогнозу опадів

Проведено детальний аналіз хмарних систем з метою виявлення особливостей розвитку хмарності.

Перший випадок – внутрішньомасова злива 18 червня 2007 р. у Великій Олександрівці. На знімку (рис.4.20) чітко виділяються потужні комірки округлої форми купчасто-дощової хмарності за типом ЗАК.

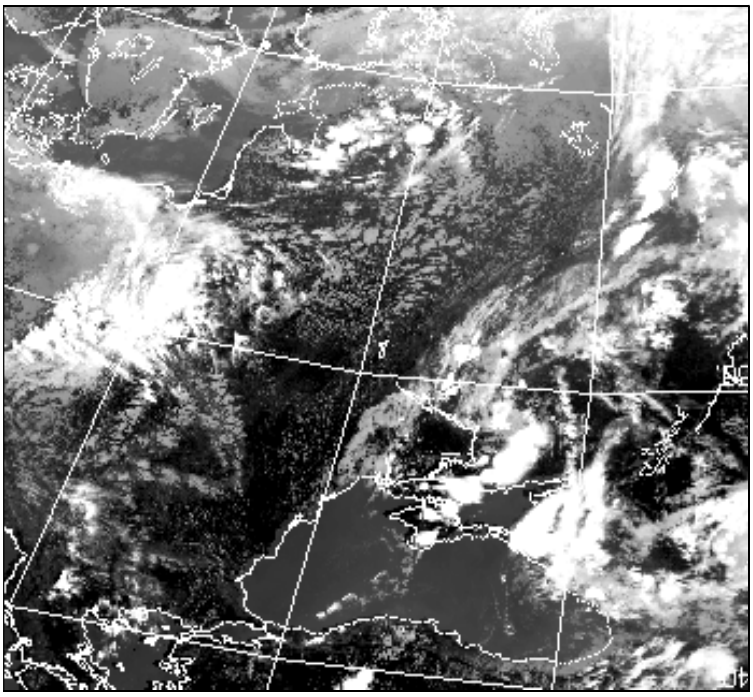


Рис. 4.20. Супутникові знімки хмарності: 18.06.2007 р.;

Далі розглянемо хмарні системи висотних циклонів. Висотні циклони виникають в середній і верхній тропосфері при ізоляції холодної повітряної маси з горизонтальними розмірами в сотні-тисячі кілометрів в оточенні відносно теплої повітряної маси.

Зливи 17 липня 2008 року мали фронтальне походження у системі висотного циклону над Україною (рис.4.21). Виділяється хмарна кома циклону, з розвитком потужного масиву хмарного щита у нічні строки і в денні години вже помітне відокремлення спіральної хмарності від основної фронтальної і поступова деградація хмарності теплого фронту.

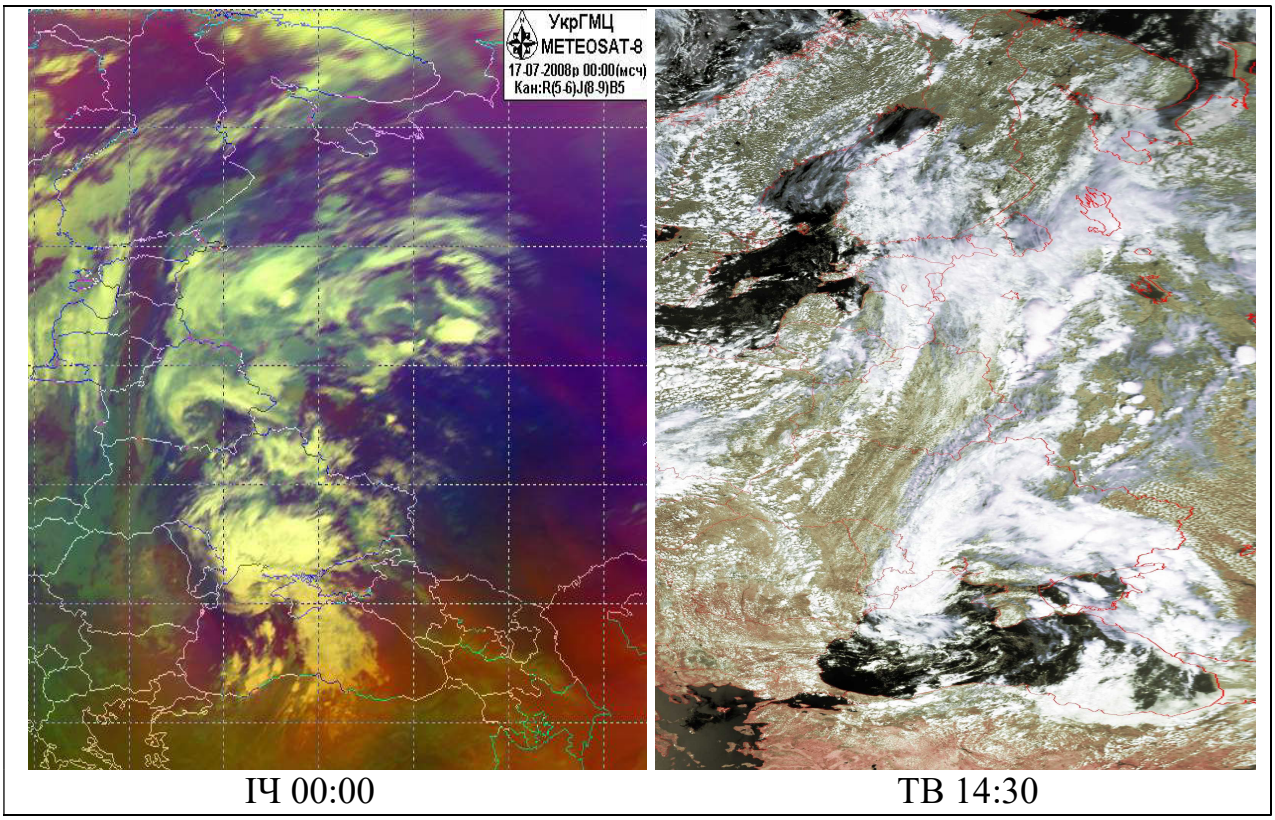



Рис. 4.21. Супутникові знімки хмарності 17.07.2008 р.

Процес регенерації циклону 9 жовтня 2010 р. підтверджується характером хмарності за знімками МШСЗ: потужний масив хмарності, що являє собою чітко виражену спіраль фронту оклюзії з переходом до холодного фронту. Вимети перистої хмарності ілюструють ЗАК при розтіканні хмарних вершин *Cb* і їх зледенінні. Зазначимо, що Херсонська область знаходилася в районі точки оклюзії в області найбільш потужної хмарності - рис. 4.22.

Інший вид хмарності відмічався при формуванні стихійної зливи 10 червня 2011 р. в Херсоні – висотний циклон на цю добу вже відповідав стадії дисипації і на знімку (рис. 4.23) відзначається лише залишкова хмарність масштабної, практично розмитої хмарної коми над східноєвропейською рівниною - значні безхмарні проміжки, розриви смуги, проте циркуляція ще прослідкується.

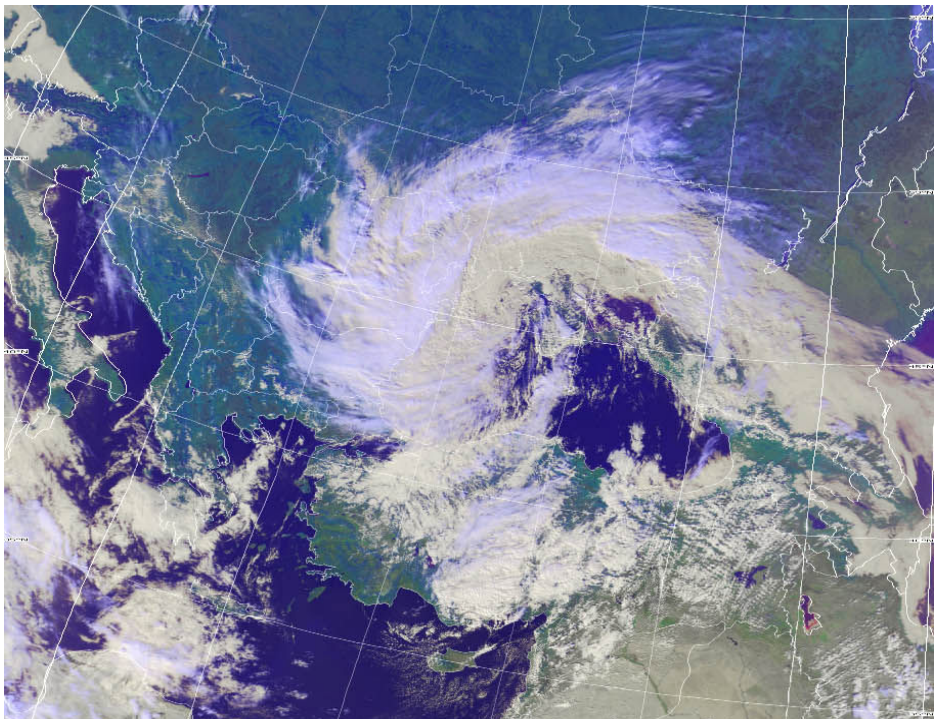


Рис. 4.22. Супутниковий знімок хмарності 09.10.2010 р., 11:04

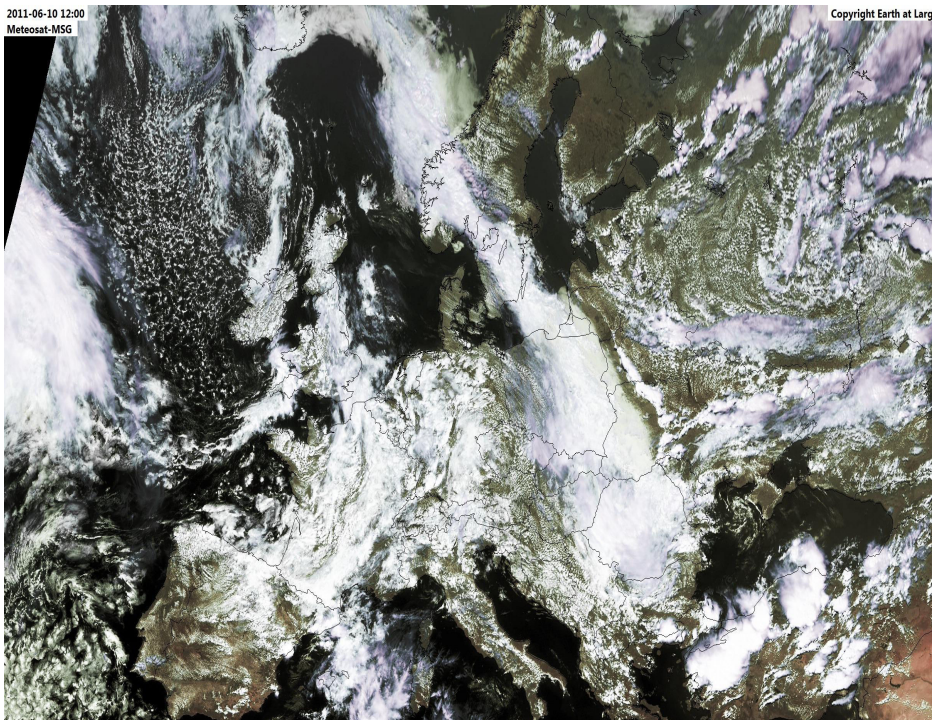



Рис. 4.23. Супутниковий знімок хмарності 10.06.2011 р., 12:00

Доказовою інформацією фронтального типу стихійних опадів є характерний вид хмарності за даними ШСЗ на рис.4.24. Так, чітко виділяється зональне поширення фронтального розділу через центр і південь

України до західних кордонів і далі на південь Європи. ТВ-знімок демонструє яскраво-білу структуру з вкрапленнями потужних *Cb* у вигляді валу, а ІЧ зображення вказує на ЗАК – за типом суперкомірок.

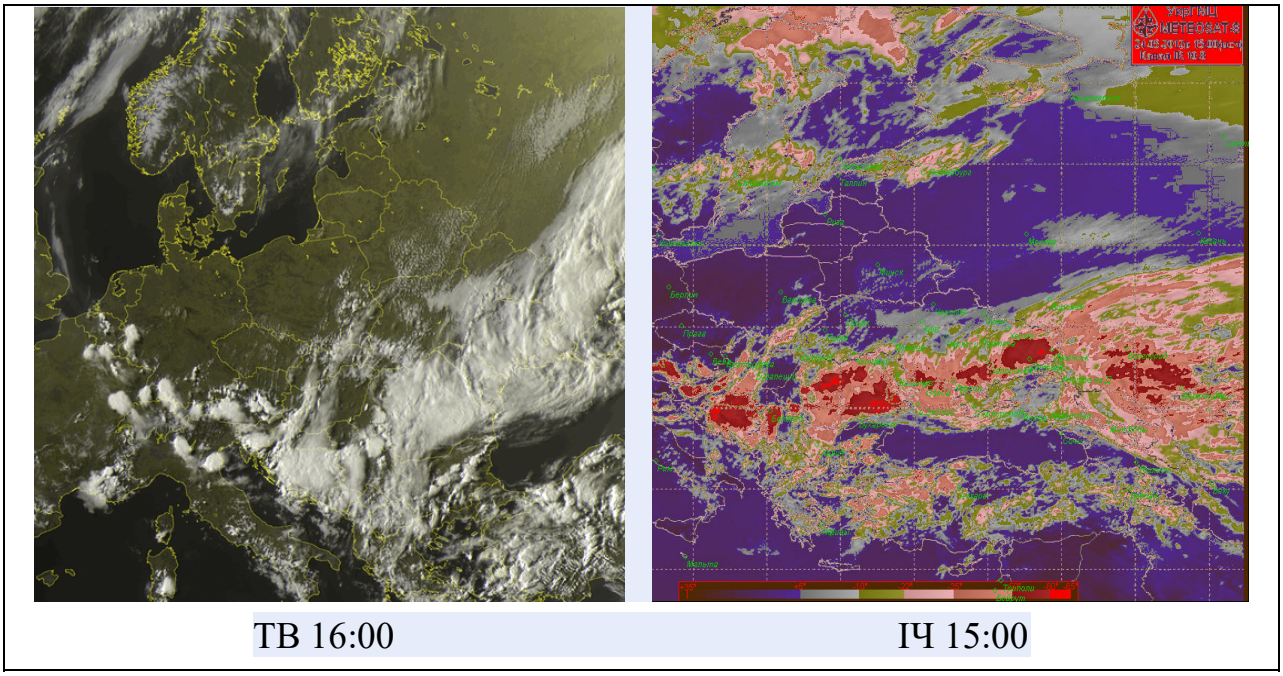



Рис. 4.24. Супутникові знімки хмарності 24.05.2012 р.

Останні 2 випадки – СГЯ у Генічеську у системах пірнаючих циклонів.

Оскільки переважна більшість пірнаючих циклонів утворюються на холодних фронтах, то саме вони є тією першоосновою, з якої розвивається різноманітна і складна хмарність пірнаючого циклону. Динаміка атмосферних процесів на холодних фронтах, виражена більш активно, ніж на теплих. Це обумовлено тим, що адвекція холодного повітря в області фронту і за ним є причиною значного збільшення градієнтів температури, активізації фронтальних процесів, утворення умов для виникнення і поглиблення улоговин, як біля поверхні землі, так і в усьому шарі тропосфери.

Оскільки більшість пірнаючих циклонів при переміщенні на Європу, досягнувши її території стаціонує і заповнюється, хмарна система циклонів оклюдується та має вигляд чітко вираженої «коми». Опади в обох випадках сформовані на холодних фронтах, хмарність фронтів представлена масивом *Cu-Cb* хмар, що виділяється у вкрапленні яскраво-білого тону в основну смугу хмарності (рис. 4.25).

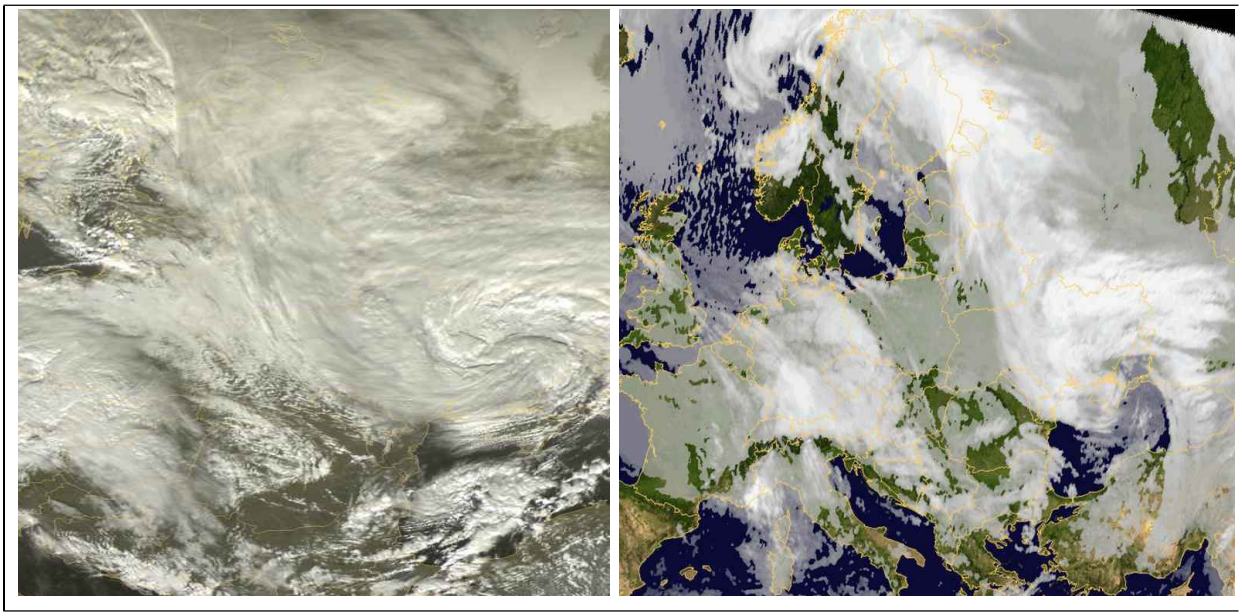


Рис. 4.25. Супутникові знімки хмарності 11.11.2007 р.

Активний розвиток хмарності пірнаючого циклону у вересні 2014 р. виразно демонструють знімки хмарності в ІЧ діапазоні з виділенням температури верхньої межі хмарності, саме над півднем і південним сходом країни сформовані найбільш небезпечні осередки купчасто-дощової хмарності з найнижчими температурами зледенілих вершин – рис. 4.26.

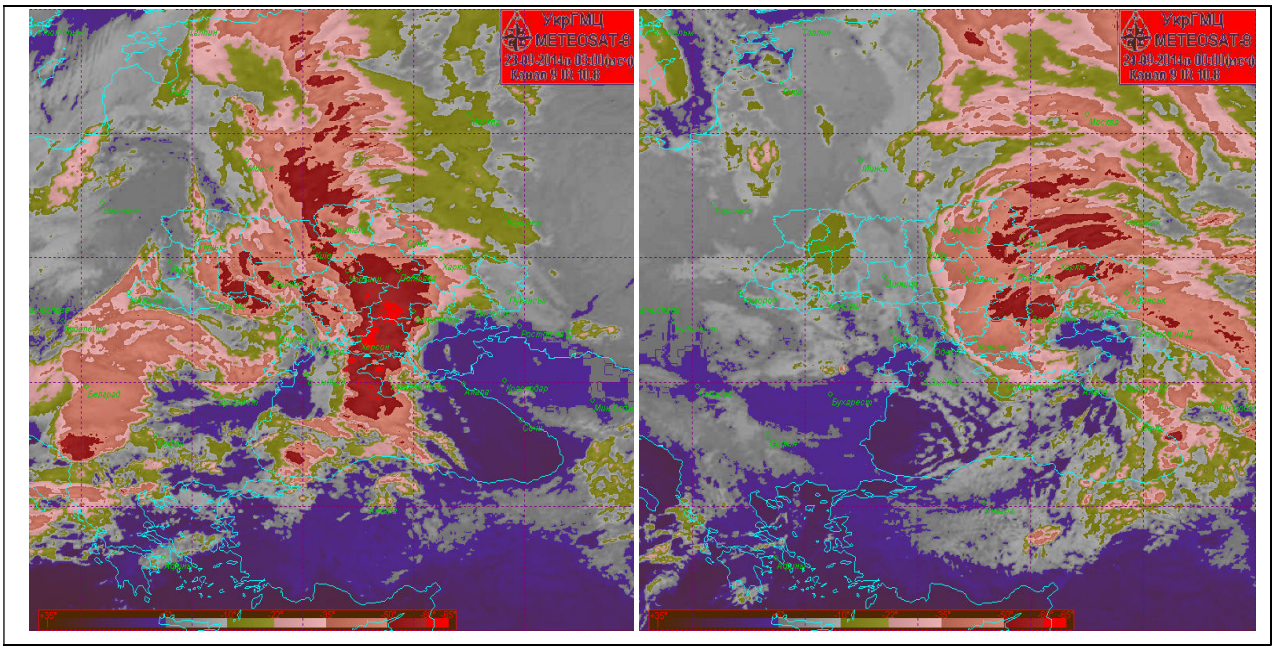



Рис. 4.26. Супутникові знімки хмарності 23-24.09.2014 р.

# ВИСНОВКИ

Підводячи підсумок вищевикладеному аналізу, можна зробити наступні висновки:

1. За період 2006 - 2015 років зареєстровано 126 випадків з опадами від 20 до ≥50 мм за даними 5 станцій Херсонської області; найінтенсивніше опадоутворення спостерігалося в Херсоні (28 випадків);
2. Переважають опади найменшої градації ≥20 мм – 81 випадок (64%), ≥50 мм – всього 6 випадків (5%);
3. Річна повторюваність виділяє максимум у 2010 р. – 19 випадків (15%); мінімум - у 2007, 2009, 2011 рр. – по 9 випадків (7%). Між роками на станціях спостерігається чітка неоднорідність - не зафіксовані опади від 20 мм до 50 мм і більше у 2007 р. в Асканії Новій, у 2009 р. у Великій Олександрівці, у 2011 р. у Новій Каховці, у 2008 і 2013 рр. у Геніческу, у 2014 р. в Херсоні.; в загальному до 2014 р. включно виділяється деяка тенденція до зростання числа випадків з опадами від 20 мм до 50 мм і більше на підйомах парних років
4. Сезонний загальний розподіл опадів вказує на домінування літніх опадів – 67 випадків (53%). Висока частота припадає також на осінь – 33 (26%); мінімум визначає зимові опади – лише 6 випадків (5%). При цьому 2006, 2008, 2009, 2011, 2013 та 2014 рр. зимові опади ≥20 мм не зареєстровані. Відмічається знижена повторюваність весняних опадів за винятком 2015 р. (6 випадків), у 2007, 2010, 2011, 2014 рр. не зафіксовано весняних опадів визначених сум на всіх станціях;
5. Сезонна повторюваність за градаціями виділяє: зимові опади - 5 випадків у градації ≥20 мм, 1 випадок ≥30 мм; літні опади ≥20 мм – 42 випадки (33% загального числа); за рахунок злив конвективного походження висока повторюваність градації ≥30 мм – 22 (17%); опади восени у градації ≥20 мм – 20 випадків, ≥30 мм – 11, 2 випадки стихійних опадів ≥50 мм; навесні опади ≥20 мм - 14 випадків, 6 випадків ≥30 мм, опади ≥50 мм не відмічалися;

6. За 10 років дослідження на Херсонщині тверді (змішані) опади при сумах більше 20 мм на вказаних станціях спостерігалися лише двічі у листопаді 2006 р. (Асканія Нова і Генічеськ);
7. Місячний розподіл виділяє чітку перевагу опадів теплого періоду з квітня по жовтень ~ 89% (113 випадків); опади холодного періоду відповідно лише 13 випадків; домінують опади у червні-липні – 22% (28 випадків) і 24% (30 випадків) з максимумом у липні - Велика Олександрівка 11 випадків; висока повторюваність опадів у вересні і жовтні – 12% і 10% відповідно; зимові місяці мають рівнозначні позначки по 2 випадки.
8. Зареєстровано 8 випадків опадів категорії СГЯ: максимальна сума опадів випала в Асканії Новій 17.07.2008 р. – 96 мм за 6 годин; систематизація синоптичні процесів, що спричинили стихійні опади, показала перевагу систем висотних циклонів – 6 випадків при однотипній структурі висотних термобаричних полів і 2 випадки – системи пірнаючих циклонів; один випадок - це стихійна злива внутрішньомасового походження і 7 – фронтальні.

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ


1. Балабух В.О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні // Наук. праці УкрНДГМІ, 2008. - Вип. 257. - С. 61 - 72.
2. Барабаш М.Б., Татарчук О.Г., Гребенюк Н.П., Корж Т.В. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С.28 – 36.
3. Івус Г.П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди: навчальний посібник - Одеса, «Екологія», 2007 – 322 с.
4. Клімат України / Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ. Вид–во Раєвського, 2003. – 343 с.
5. Кульбіда М.І., Олійник З.Я., Паламарчук Л.В., Галицька Є.І. Аналіз режиму опадів на території України за десятиріччя 2002-2011 рр. // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2013. – Вип.1 (69). – С.127 – 138.
6. Логвинов К.Т., Бабиченко В.Н., Кулаковская М.Ю. Опасные явления погоды на Украине // Труды УкрНИГМИ. - 1972. – Вып.101. – С. 59 - 73.
7. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К. Синоптические процессы, определяющие современный климат Украины // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С.18 – 22.
8. Мартазінова В.Ф., Іванова О.К., Олексієнко І.М. Можливість довгострокового прогнозу зливових опадів на території України // Наук. праці УкрНДГМІ, 2009. - Вип. 258. - С. 57 - 68.
9. Нажмудінова О.М. Особливості циклонічної діяльності над східною Європою в умовах сучасних змін циркуляції атмосфери // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2011. – Т. 24 (63). - № 1. – С. 100 - 108.
10. Паламарчук Л.В., Голюк В. Динаміка поля опадів у південній частині України // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 57. – С.122 – 132.
11. Пірнач Г.М., Балабух В.О., Ромаш Т.А. Моделювання термодинамічних умов формування сильних снігопадів // Наук. праці УкрНДГМІ, 2011. - Вип. 260. - С.28-45.

12. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть I - Л.: Гидрометеориздат, 1986. - 702 с.
13. Семенова І. Г. Регіональна синоптика (конспект лекцій) – Одеса, ОДЕКУ, 2002. – 62 с.
14. Синоптико - климатическая характеристика процессов блокирования в атмосфере. Обзорная информация / Под ред. Н.А. Иванова, Л.В. Гришкина // Труды ВИИГМИ-МЦД. - 1989. – Вып.2. – 53 с.
15. Татарчук О.Г., Тимофєєв В.Є. Сучасна мінливість та просторово-часовий розподіл сильних снігопадів на території України в умовах сучасного клімату // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2014. – Вип. 1 (73). – С.147 – 154.
16. Татарчук О.Г., Тимофєєв В.Є. Характеристика найбільшої місячної кількості опадів на території України в умовах сучасного клімату // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія. – 2015. - Вип. 1 (63). – С.33 – 37.
17. Трофимова И.В. Изменение осадков на Украине // Метеорология и гидрология. – 1988. – Вып.1 – С. 24 – 33.
18. Хандожко Л.А. Региональные синоптические процессы. - Л.: Изд-во ЛГМИ, 1988. – 104 с.
19. Чорний С.Г. Сучасні зміни клімату на Херсонщині / Натураліст (довкілля) [Електронний ресурс] / С.Г.Чорний, Г.І.Тищенко, Н.С.Кувавіна. Режим доступу до журн.: http://proeco.visti.net/naturalist/ecology/clim.htm.
20. http://meteopost.com/weather/climate-normals/kherson/
21. http://rp5.ua/Погода в мире
22. http://www.mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html
23. http://www.pogodaiklimat.ru/climate/33902.htm
24. http://www2.wetter3.de/fax http://www.wetterzentrale.de/

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
до магістерської кваліфікаційної роботи
маг. гр. ММ-61С Яригіна Костянтина Леонідовича
на тему
«Формування поля опадів в Херсонській області»

Виконання магістерської кваліфікаційної роботи проведене в рамках бюджетної кафедральної тематики «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» № 0115U006532.

Результати, отримані в магістерській кваліфікаційній роботі можуть бути використані у розділах звіту з науково-дослідної роботи кафедральної теми.

Зав.кафедрою /Івус Г.П./

Додаток Б

Повторюваність опадів у Херсонській області за період 2010-2014 рр.

Таблиця Б.1 – Вихідні дані ст.33915 Асканія Нова

| Дата/ строк спостереження (МСЧ) | Кількість опадів RRR (мм) за інтервал часу $t_R$ (год.) | | | Явища погоди (WW) |
|---|---|---|---|---|
| | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 50 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14.06.2006 08:00 | 24/12 | | | злива, гроза |
| 03.11.2006 20:00 | 23/12 | | | сніг, дощ зі снігом |
| 27.04.2008 20:00 | 23/12 | | | дощ |
| 12.05.2008 20:00 | 26/12 | | | злива, дощ |
| 17.07.2008 08:00 | 23/12 | | | злива, гроза |
| 17.07.2008 20:00 | | | 96/6 | злива |
| 12.09.2008 20:00 | 22/12 | | | злива, гроза |
| 30.06.2009 20:00 | 20/12 | | | злива, гроза |
| 02.09.2009 20:00 | 21/12 | | | злива, гроза |
| 21.06.2010 08:00 | | 41/12 | | злива, гроза |
| 30.09.2010 20:00 | | 31/12 | | злива, гроза |
| 09.10.2010 08:00 | | 32/12 | | дощ |
| 27.06.2011 20:00 | 22/6 | | | зливовий дощ |
| 24.05.2012 08:00 | 21/12 | | | злива, гроза |
| 02.06.2012 20:00 | | 30/6 | | злива, гроза |
| 13.08.2012 08:00 | | 32/12 | | зливовий дощ |
| 03.07.2013 20:00 | 24/6 | | | злива, гроза |
| 13.07.2013 20:00 | 23/12 | | | злива, гроза |
| 18.08.2014 08:00 | 21/12 | | | зливовий дощ |
| 18.08.2014 20:00 | | 34/12 | | зливовий дощ |
| 24.09.2014 08:00 | | 30/12 | | злива |
| 18.10.2014 20:00 | 21/12 | | | зливовий дощ |
| 14.07.2015 20:00 | | 31/12 | | зливовий дощ |
| 05.07.2015 08:00 | 22/12 | | | злива, гроза |
| 28.05.2015 20:00 | 24/12 | | | злива, гроза |
| Кількість випадків | 16 | 8 | 1 | |

Таблиця Б.2 – Вихідні дані ст.33862 Велика Олександрівка

| Дата/ строк спостереження (МСЧ) | Кількість опадів RRR (мм) за інтервал часу $t_R$ (год.) | | | Явища погоди (WW) |
|---|---|---|---|---|
| | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 50 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12.05.2006 08:00 | 21/12 | | | злива, гроза |
| 15.07.2006 20:00 | 20/12 | | | злива, гроза |
| 18.06.2007 20:00 | | 36/12 | | злива, гроза |
| 27.04.2008 20:00 | | 34/12 | | зливовий дощ |
| 10.07.2008 08:00 | 27/6 | | | злива, гроза |
| 17.07.2008 08:00 | 22/12 | | | злива, гроза |
| 18.09.2008 08:00 | 24/12 | | | зливовий дощ |
| 03.07.2010 20:00 | | 30/12 | | злива, гроза |
| 11.07.2010 08:00 | 27/12 | | | злива, гроза |
| 01.09.2010 20:00 | 22/12 | | | злива, гроза |
| 30.09.2010 08:00 | | 32/12 | | зливовий дощ |
| 26.06.2011 20:00 | 27/12 | | | зливовий дощ |
| 21.07.2011 20:00 | 22/12 | | | зливовий дощ |
| 13.08.2012 08:00 | | 35/12 | | зливовий дощ |
| 20.05.2013 20:00 | | 33/12 | | злива, гроза |
| 04.06.2013 08:00 | 24/12 | | | дощ, гроза |
| 05.06.2013 20:00 | | 46/12 | | злива, гроза |
| 01.07.2013 20:00 | | 33/12 | | зливовий дощ |
| 02.07.2013 08:00 | 21/12 | | | зливовий дощ |
| 02.07.2013 20:00 | 21/12 | | | зливовий дощ |
| 18.10.2013 20:00 | 26/12 | | | зливовий дощ |
| 03.06.2014 08:00 | 20/6 | | | злива, гроза |
| 17.07.2014 20:00 | 29/6 | | | злива, гроза |
| 07.04.2015 20:00 | 20/12 | | | зливовий дощ |
| 16.06.2015 20:00 | | 49/12 | | злива, гроза |
| 27.07.2015 20:00 | 20/12 | | | злива, гроза |
| Кількість випадків | 17 | 9 | 0 | |

Таблиця Б.3 – Вихідні дані ст.33910 Генічеськ

| Дата/ строк спостереження (МСЧ) | Кількість опадів RRR (мм) за інтервал часу $t_R$ (год.) | | | Явища погоди (WW) |
|---|---|---|---|---|
| | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 50 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 04.05.2006 20:00 | 20/6 | | | зливовий дощ |
| 14.06.2006 20:00 | 22/6 | | | злива, гроза |
| 29.08.2006 20:00 | 20/12 | | | зливи |
| 23.10.2006 20:00 | 20/12 | | | зливовий дощ |
| 26.10.2006 08:00 | 21/6 | | | злива, гроза |
| 03.11.2006 20:00 | 23/12 | | | сніг, дощ зі снігом |
| 11.11.2007 20:00 | | | 50/6 | зливовий дощ |
| 13.03.2009 20:00 | 24/12 | | | зливовий дощ |
| 02.09.2009 20:00 | 23/12 | | | злива, гроза |
| 09.07.2010 20:00 | | 38/12 | | злива, гроза |
| 15.07.2010 08:00 | 20/6 | | | злива, гроза |
| 30.09.2010 20:00 | | 35/6 | | зливовий дощ, гроза |
| 09.10.2010 11:00 | | 33/12 | | злива |
| 11.06.2011 20:00 | 21/12 | | | злива, гроза |
| 15.06.2011 20:00 | 25/6 | | | злива, гроза |
| 26.06.2011 20:00 | 23/12 | | | злива, гроза |
| 12.10.2011 20:00 | 21/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 24.05.2012 20:00 | | 38/12 | | злива, гроза |
| 23.09.2014 20:00 | 21/12 | | | зливовий дощ |
| 24.09.2014 08:00 | | | 53/12 | зливовий дощ, гроза |
| 28.03.2015 20:00 | 22/12 | | | зливовий дощ |
| 26.06.2015 20:00 | | 30/12 | | злива, гроза |
| Кількість випадків | 15 | 5 | 2 | |

Таблиця Б.4 – Вихідні дані ст.33869 Нова Каховка

| Дата/ строк спостереження (МСЧ) | Кількість опадів RRR (мм) за інтервал часу $t_R$ (год.) | | | Явища погоди (WW) |
|---|---|---|---|---|
| | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 50 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18.05.2006 20:00 | 25/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 21.06.2006 20:00 | 28/12 | | | злива, гроза |
| 31.01.2007 08:00 | 24/6 | | | злива |
| 13.06.2007 20:00 | 20/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 13.08.2007 20:00 | 25/12 | | | зливи |
| 27.04.2008 20:00 | | 33/12 | | злива |
| 17.07.2008 08:00 | | 34/12 | | злива, гроза |
| 09.02.2009 08:00 | 20/6 | | | зливовий дощ незамерзаючий |
| 01.08.2009 20:00 | 21/6 | | | злива |
| 02.09.2009 20:00 | | 42/12 | | злива, гроза |
| 03.10.2009 20:00 | 22/12 | | | злива |
| 03.07.2010 20:00 | 24/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 30.09.2010 20:00 | | 41/12 | | зливовий дощ |
| 09.10.2010 08:00 | | 36/12 | | зливовий дощ |
| 24.05.2012 20:00 | | | 50/12 | злива, гроза |
| 20.06.2012 20:00 | | 38/12 | | злива, гроза |
| 03.12.2012 08:00 | | 40/12 | | злива |
| 02.07.2013 08:00 | 20/12 | | | зливовий дощ |
| 18.10.2013 20:00 | 22/12 | | | дощ |
| 18.06.2014 08:00 | | 43/12 | | зливовий дощ |
| 18.07.2014 20:00 | 21/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 23.09.2014 08:00 | 22/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 24.09.2014 08:00 | 26/6 | | | зливовий дощ |
| 18.10.2014 08:00 | | 33/12 | | зливовий дощ, гроза |
| 11.06.2015 20:00 | | 39/12 | | злива, гроза |
| Кількість випадків | 14 | 10 | 1 | |

Таблиця Б.5 – Вихідні дані ст.33902 Херсон

| Дата/ строк спостереження (МСЧ) | Кількість опадів RRR (мм) за інтервал часу $t_R$ (год.) | | | Явища погоди (WW) |
|---|---|---|---|---|
| | ≥ 20 | ≥ 30 | ≥ 50 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 08.05.2006 20:00 | 22/12 | | | зливовий дощ |
| 21.06.2006 20:00 | | 35/12 | | зливовий дощ, гроза |
| 03.01.2007 20:00 | 21/12 | | | злива |
| 29.06.2007 08:00 | 28/12 | | | злива, гроза |
| 11.11.2007 08:00 | 20/12 | | | зливовий дощ |
| 11.11.2007 20:00 | 20/12 | | | злива |
| 27.04.2008 20:00 | 28/12 | | | злива |
| 09.07.2008 14:00 | 20/6 | | | злива, гроза |
| 16.07.2008 20:00 | 29/12 | | | злива, гроза |
| 17.07.2008 08:00 | | | 59/4 | злива |
| 26.06.2009 20:00 | | 43/6 | | злива, гроза |
| 24.06.2010 20:00 | 22/12 | | | злива, гроза |
| 30.09.2010 20:00 | | 31/12 | | злива |
| 09.10.2010 08:00 | 25/12 | | | зливовий дощ |
| 09.10.2010 20:00 | | | 67/12 | зливовий дощ |
| 19.12.2010 08:00 | 23/12 | | | зливовий дощ |
| 10.06.2011 20:00 | | 30/12 | | злива, гроза |
| 26.06.2011 20:00 | 22/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 17.07.2012 08:00 | 24/6 | | | зливовий дощ, гроза |
| 13.08.2012 08:00 | | 42/12 | | зливовий дощ, гроза |
| 14.06.2013 20:00 | 22/12 | | | зливовий дощ, гроза |
| 02.07.2013 08:00 | 22/12 | | | дощ |
| 01.02.2015 20:00 | 21/12 | | | дощ |
| 07.04.2015 20:00 | 22/12 | | | зливовий дощ |
| 28.05.2015 08:00 | 20/12 | | | зливовий дощ |
| 29.05.2015 08:00 | | 33/6 | | злива |
| 04.07.2015 20:00 | | 33/12 | | злива, гроза |
| 05.07.2015 08:00 | 23/12 | | | злива, гроза |
| Кількість випадків | 19 | 7 | 2 | |

# Додаток В
## Синоптичні карти погоди

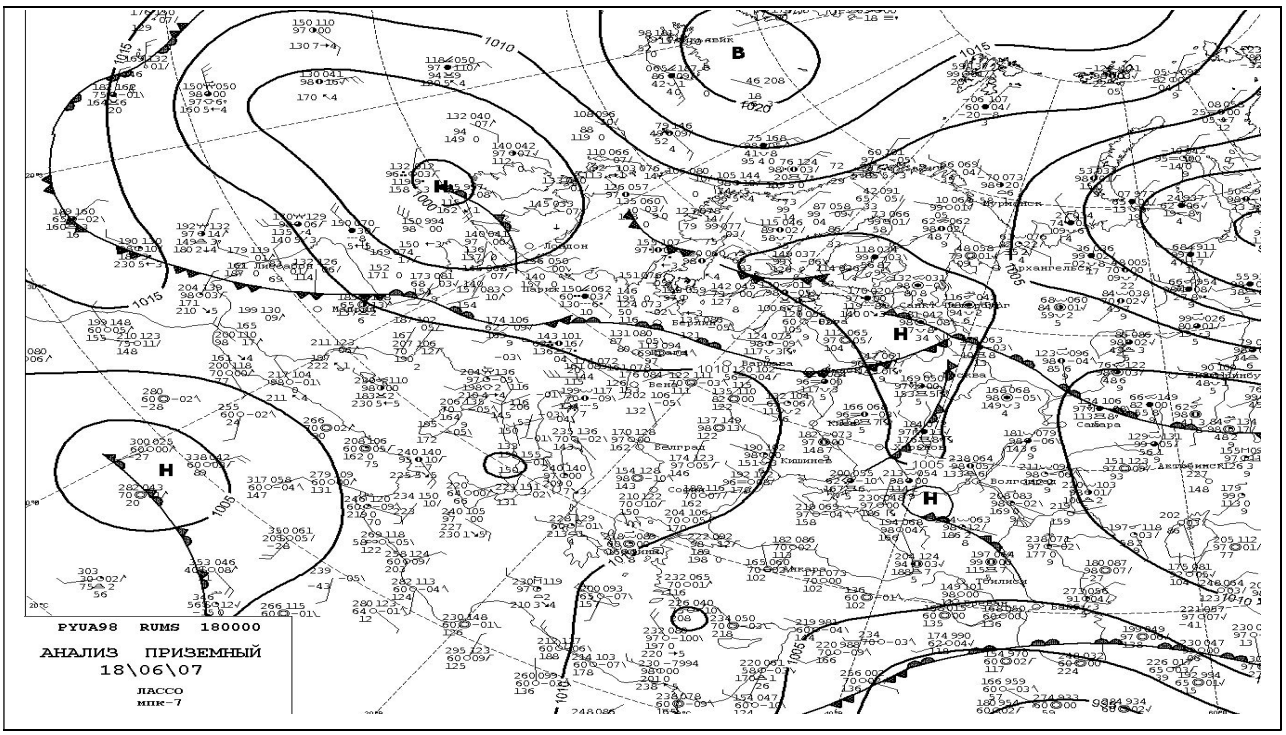



Рис. В.1. Приземна карта 18.06.07, 00 ВСЧ

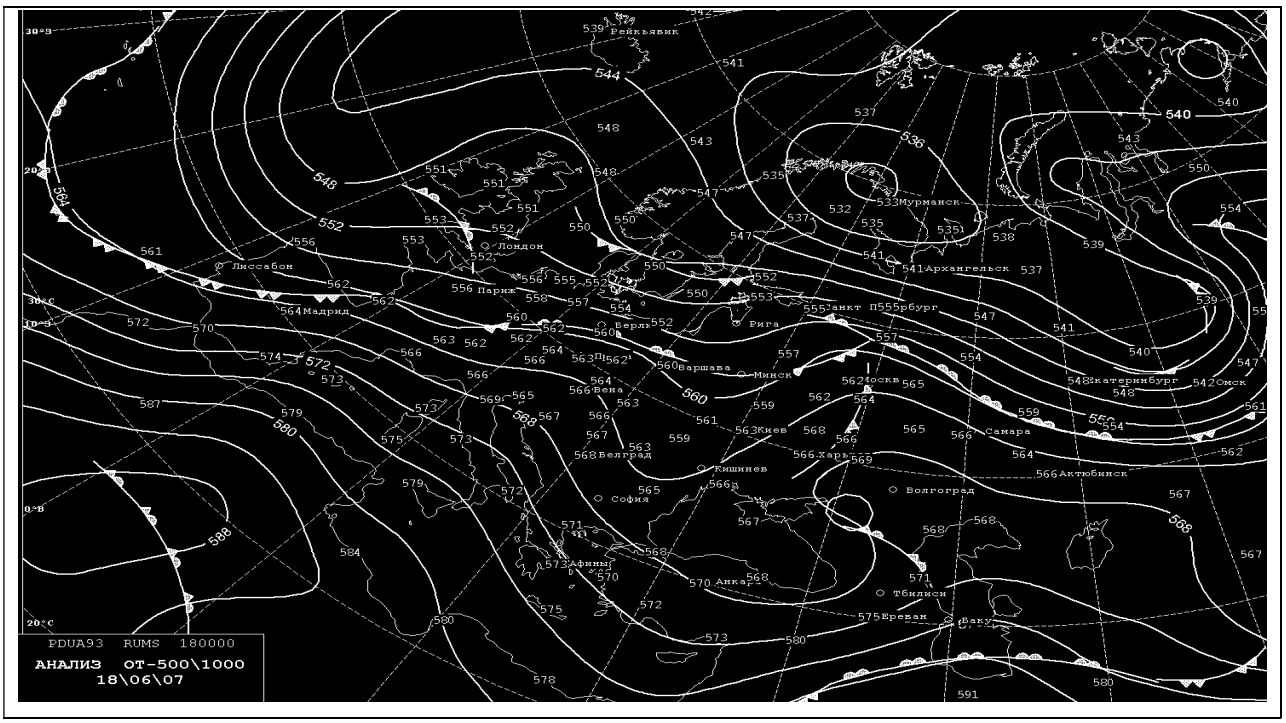



Рис. В.2. Карта ВТ-500/1000 18.06.07, 00 ВСЧ

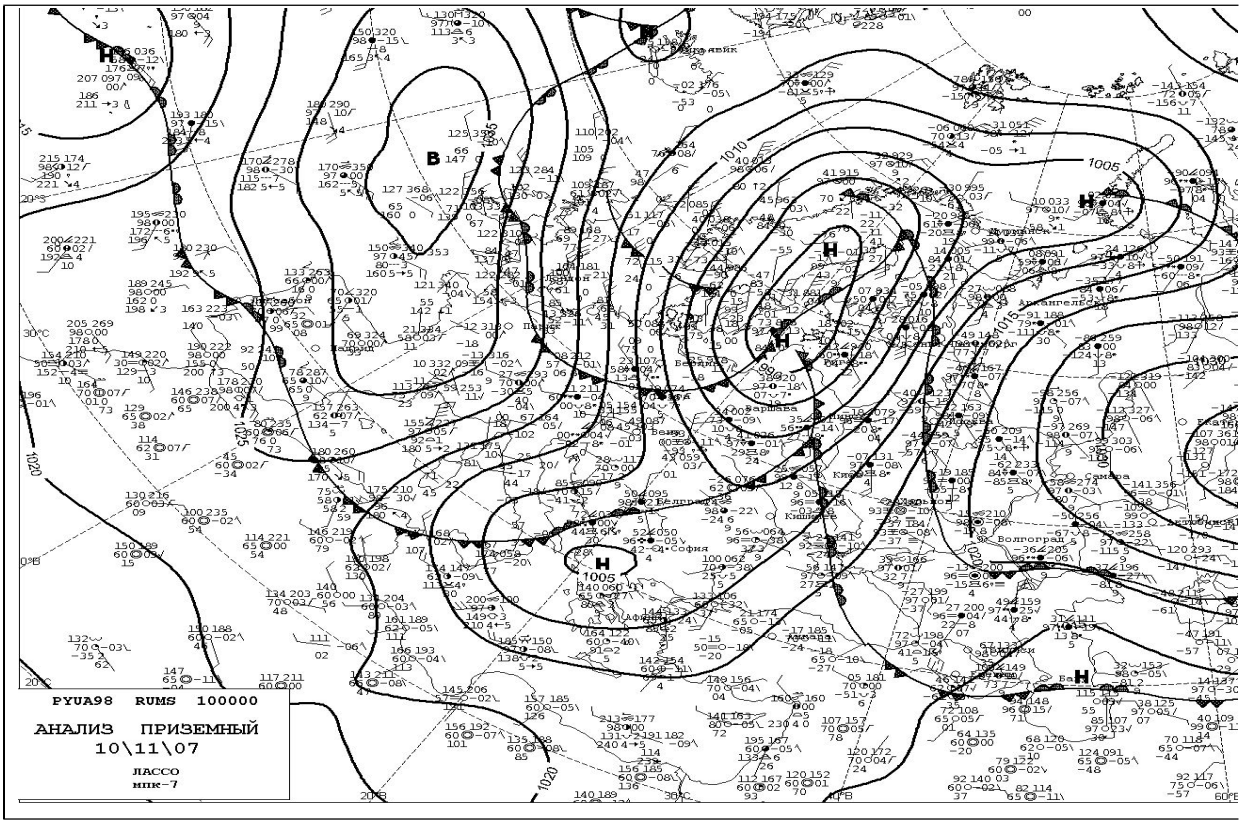



Рис. В.3. Приземна карта 10.11.07, 00 ВСЧ

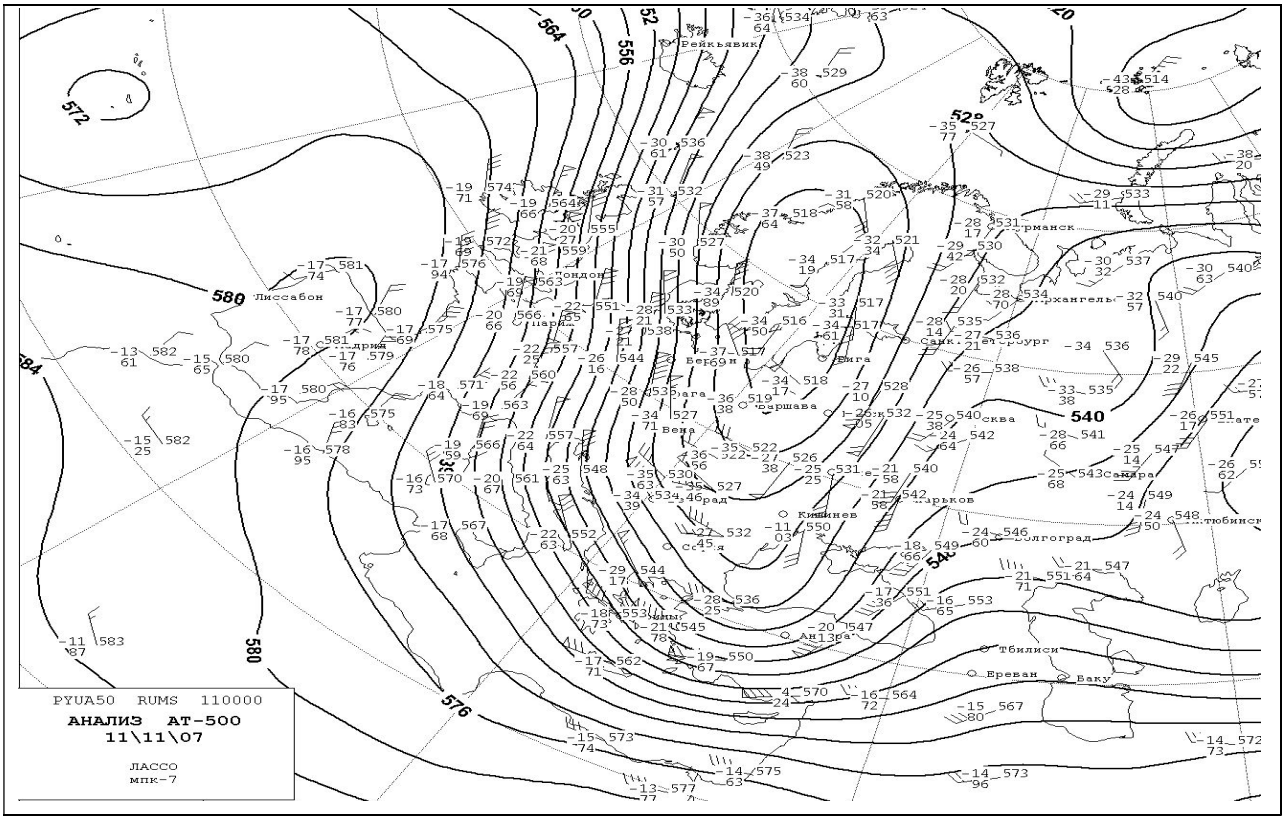



Рис. В.4. Карта АТ-500 11.11.07, 00 ВСЧ

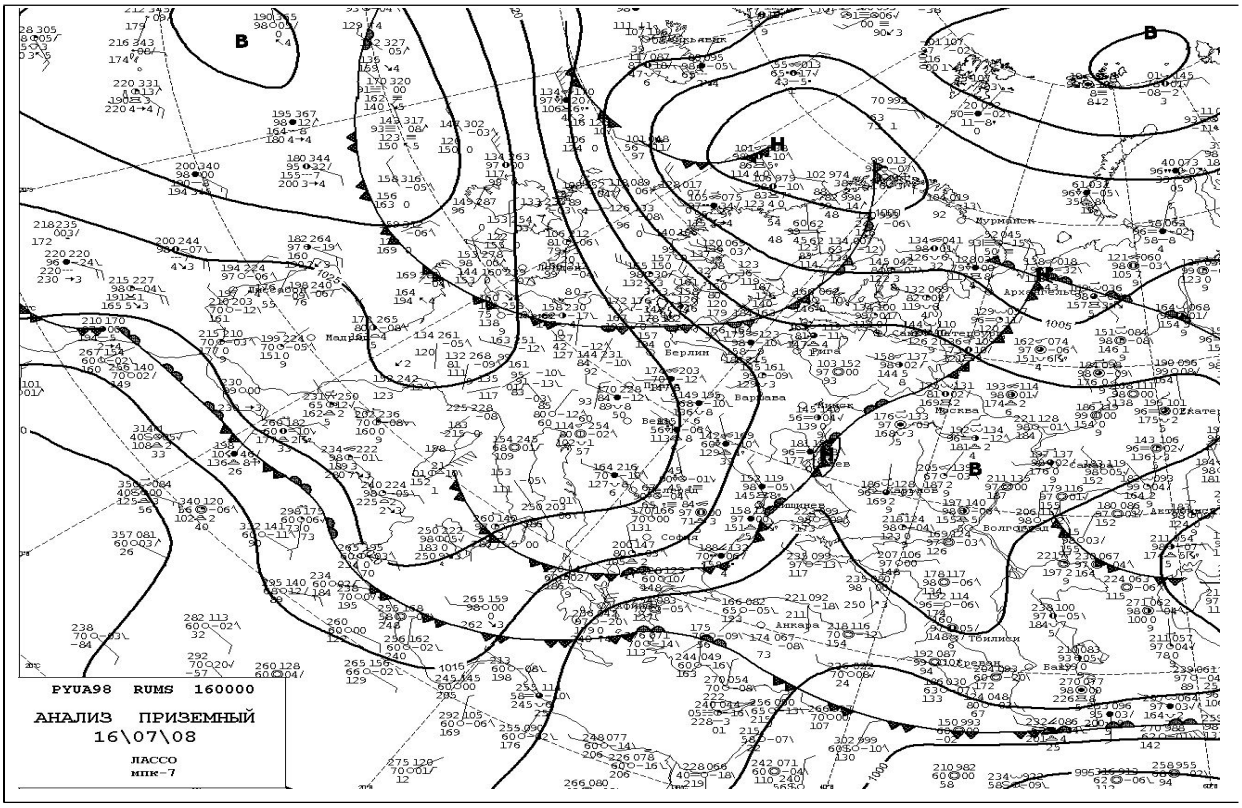



Рис. В.5. Приземна карта 16.07.08, 00 ВСЧ

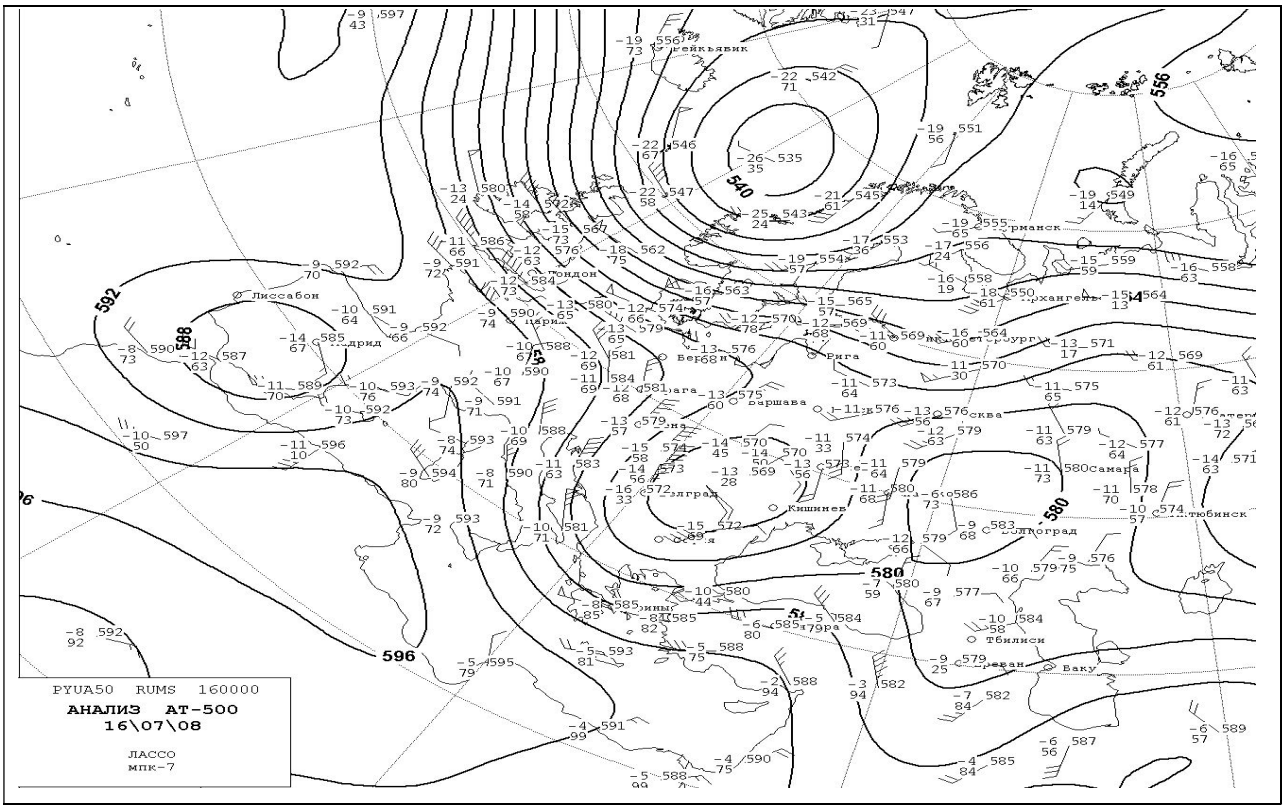



Рис. В.6. Карта АТ-500 16.07.08, 00 ВСЧ

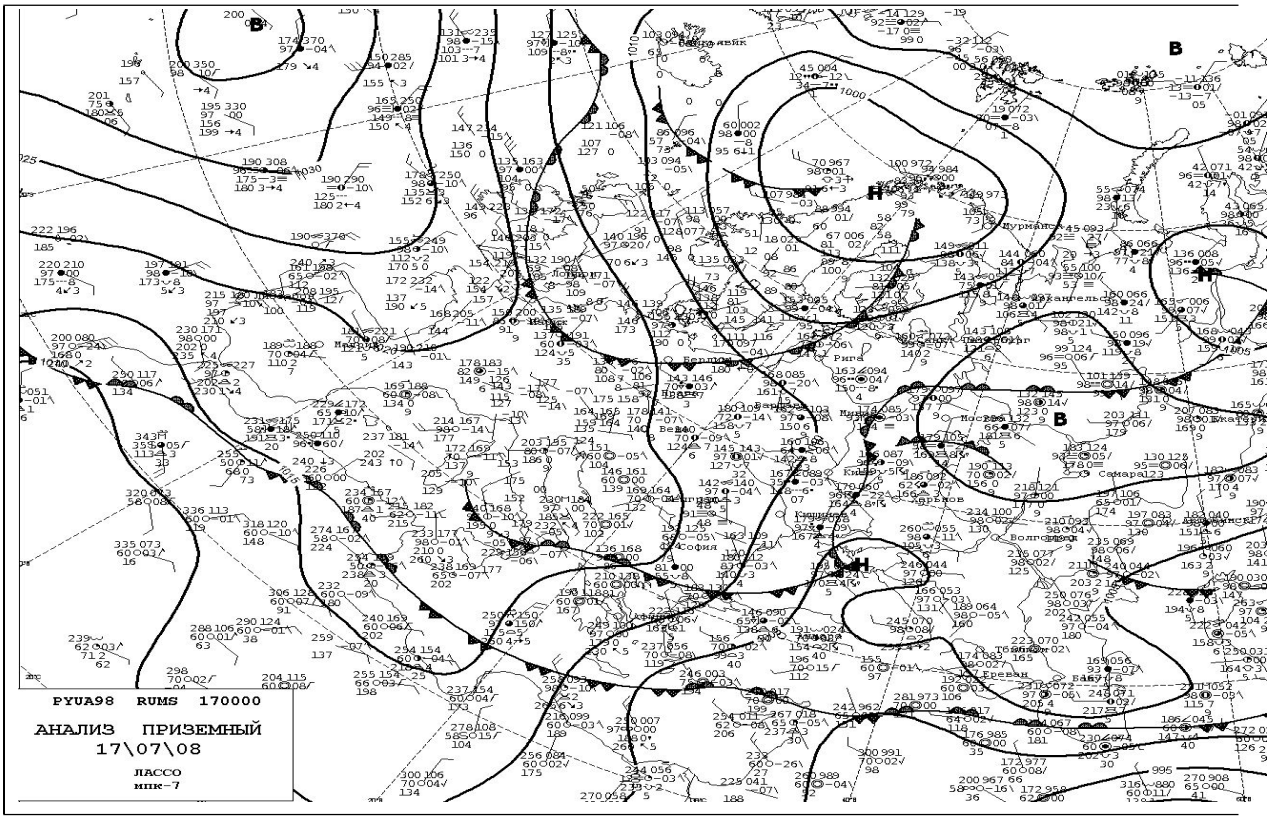



Рис. В.7. Приземна карта 17.07.08, 00 ВСЧ

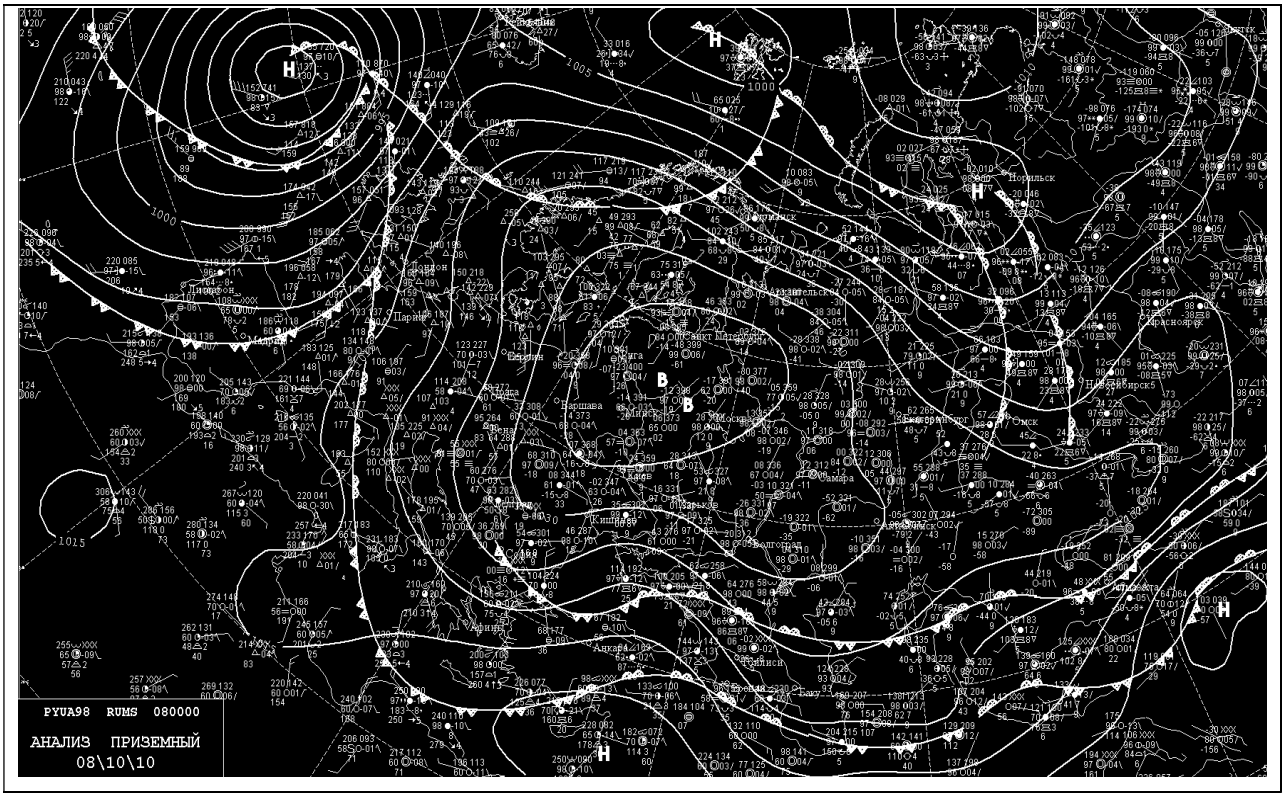



Рис. В.13. Приземна карта 08.10.10, 00 ВСЧ

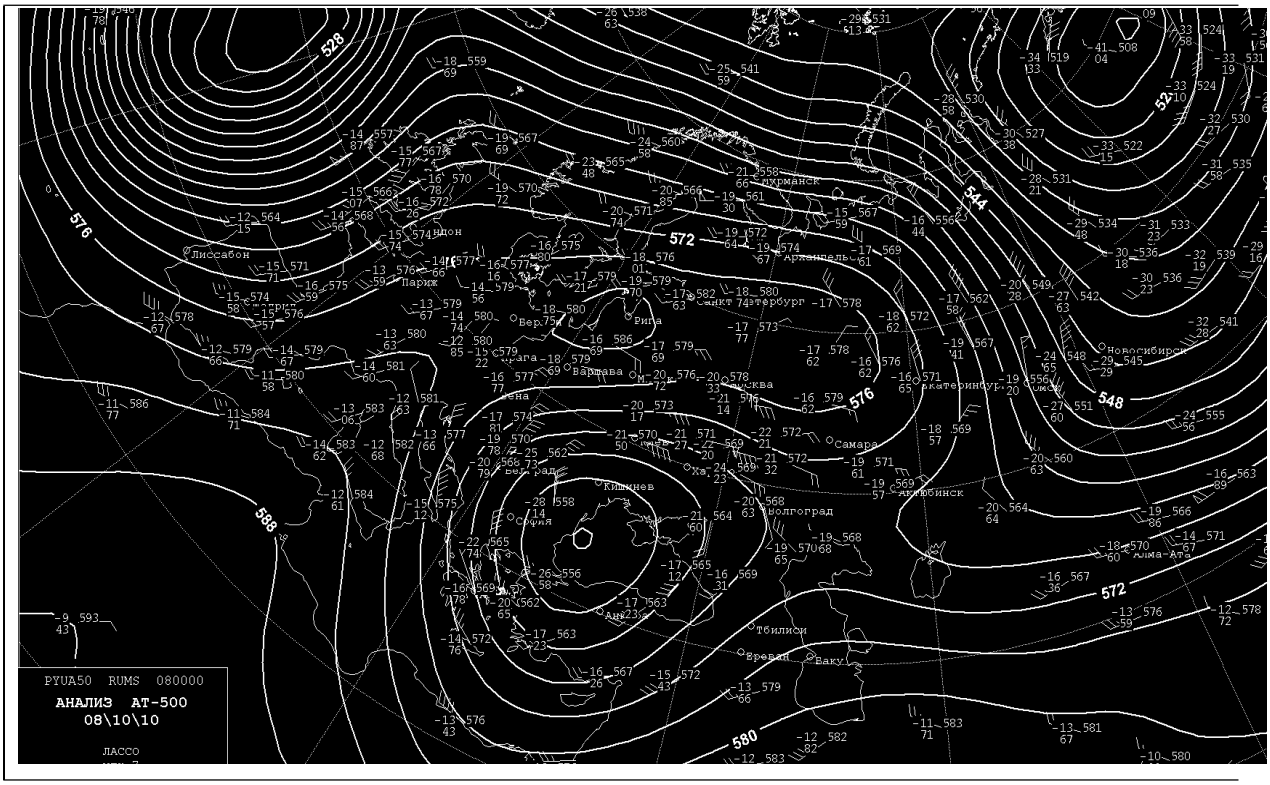



Рис. В.9. Карта АТ-500 08.10.10, 00 ВСЧ

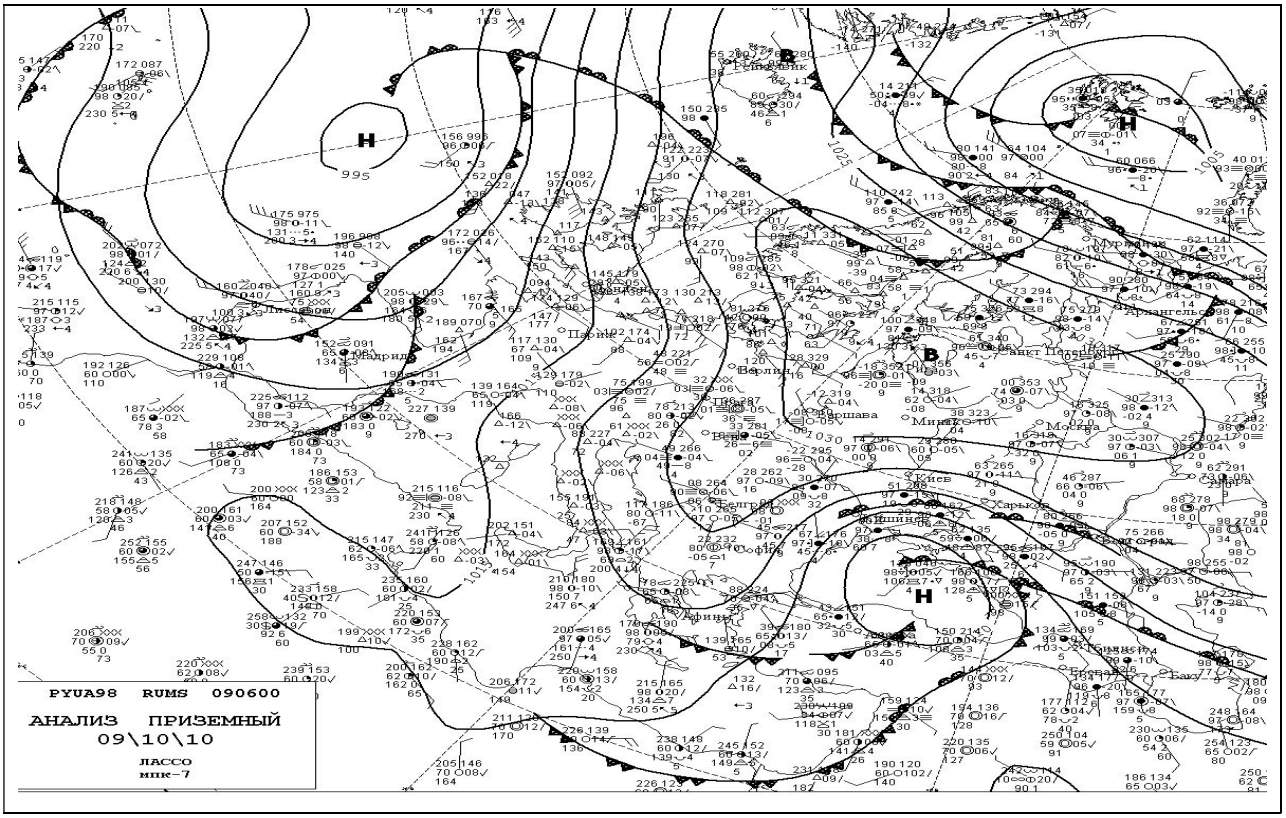



Рис. В.10. Приземна карта 09.10.10, 06 ВСЧ

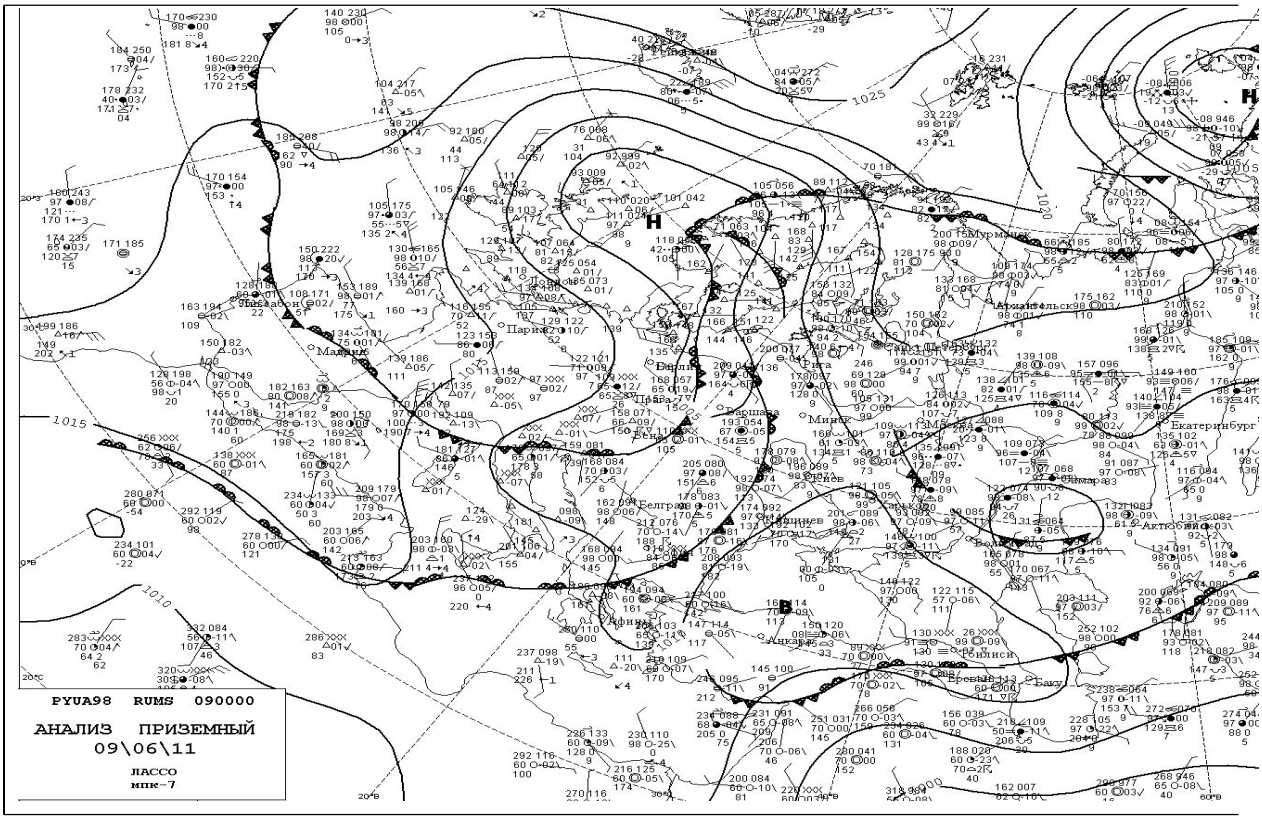



Рис. В.11. Приземна карта 09.06.11, 00 ВСЧ

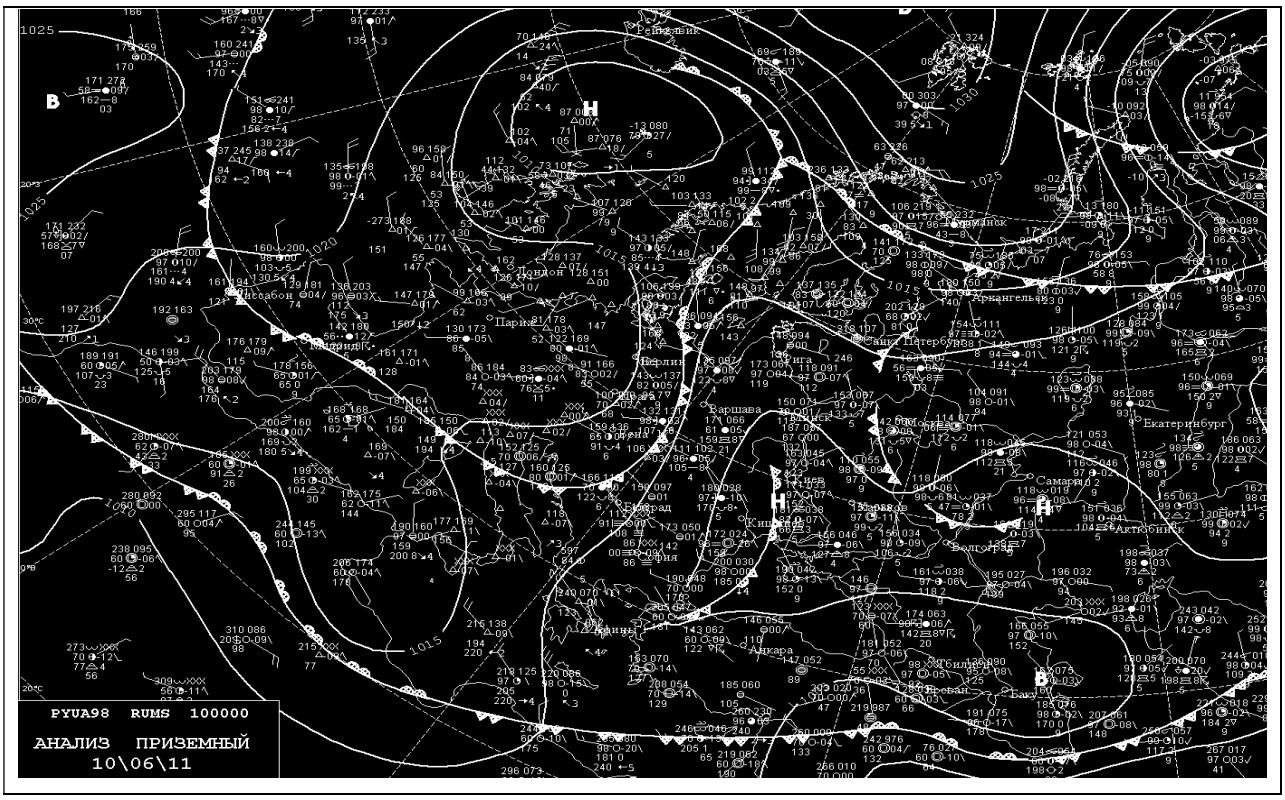



Рис. В.12. Приземна карта 10.06.11, 00 ВСЧ

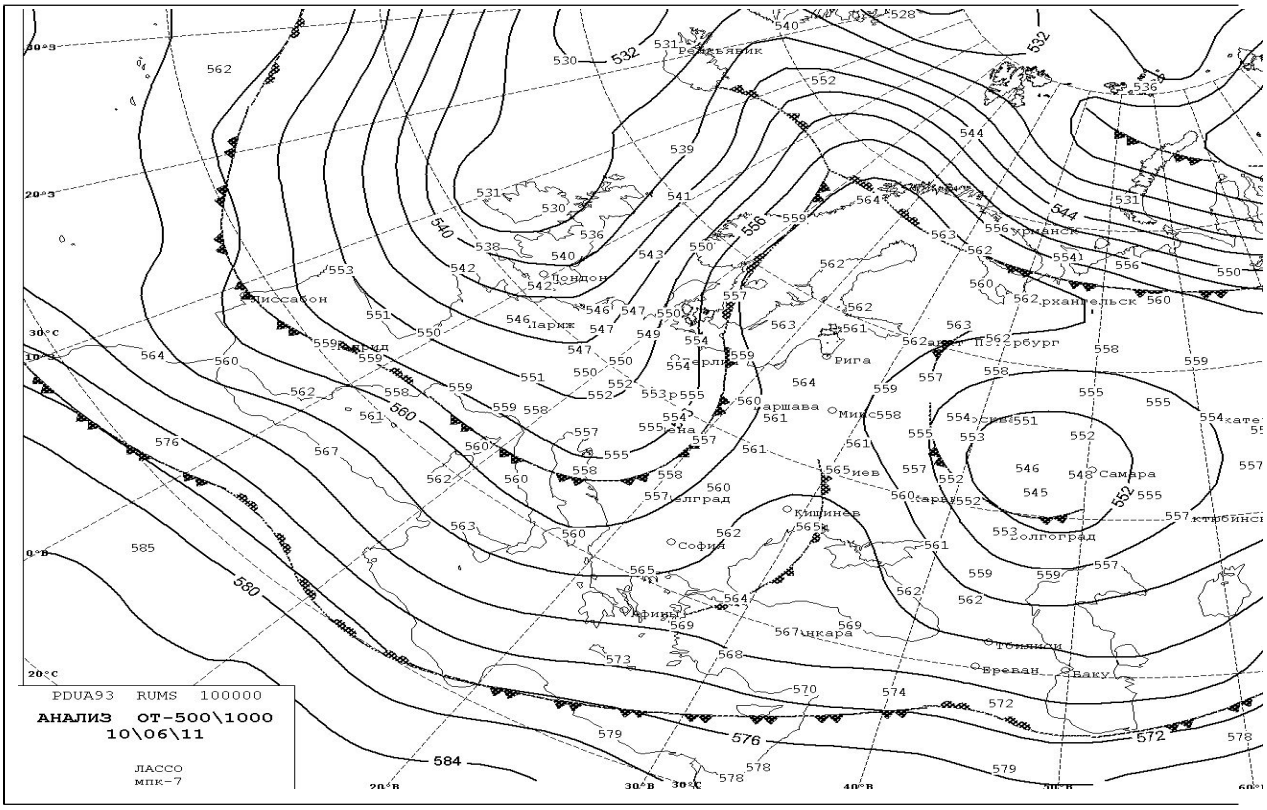



Рис. В.13. Карта ВТ-500/1000 10.06.11, 00 ВСЧ

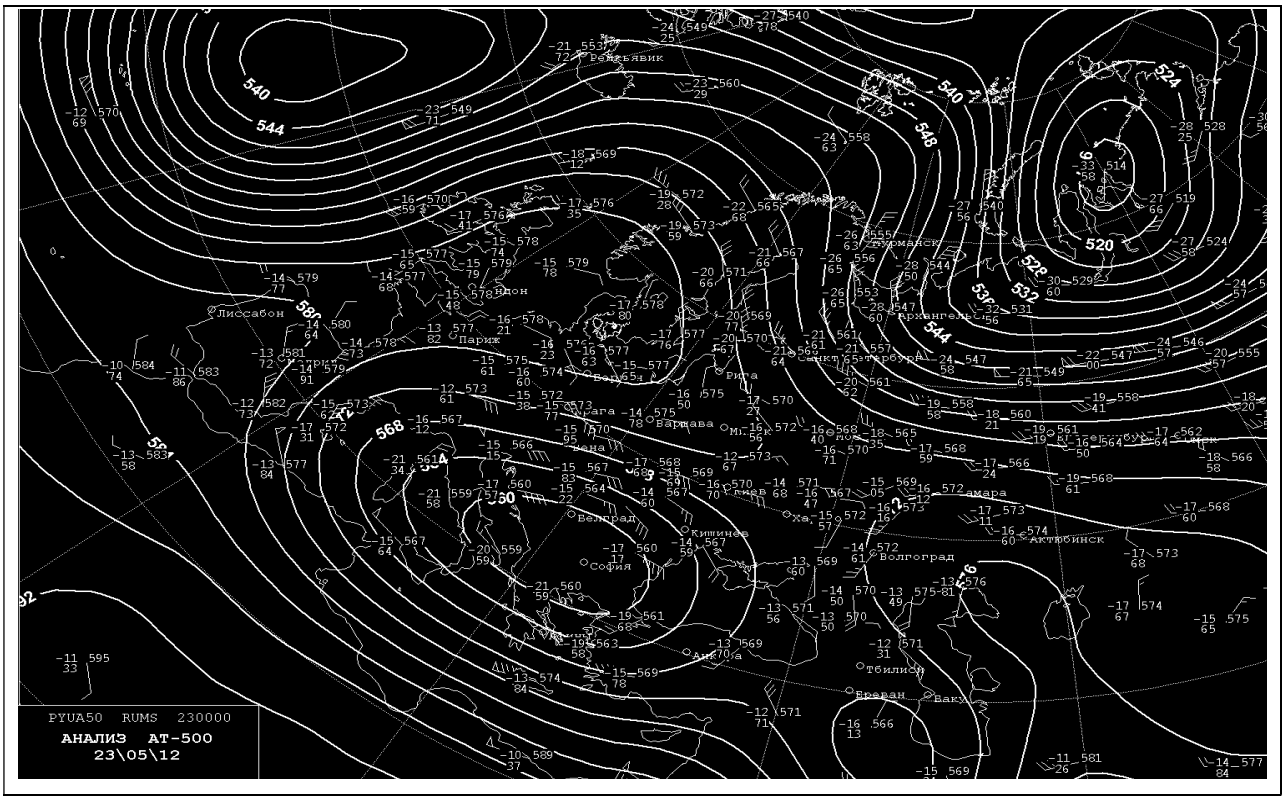



Рис. В.14. Карта АТ-500 23.05.12 00 ВСЧ

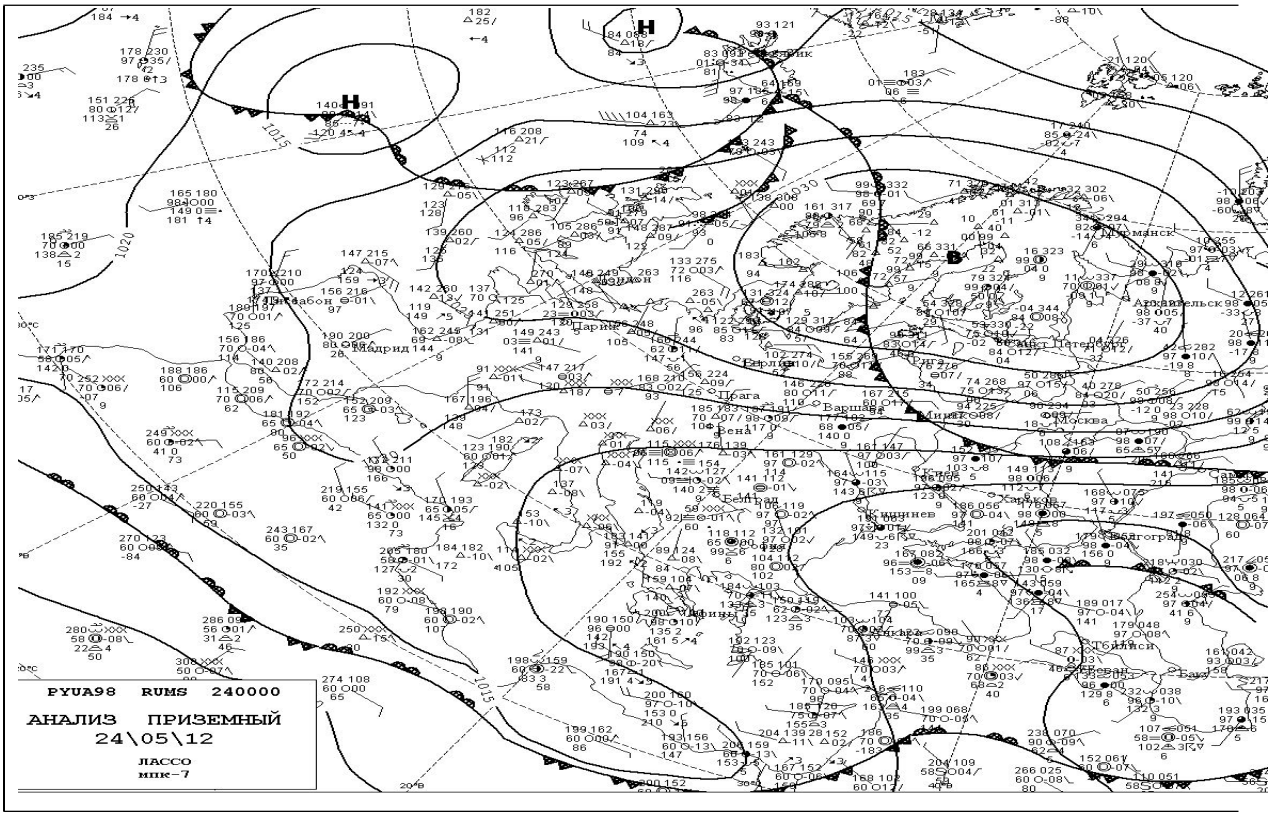



Рис. В.15. Приземна карта 24.05.12, 00 ВСЧ

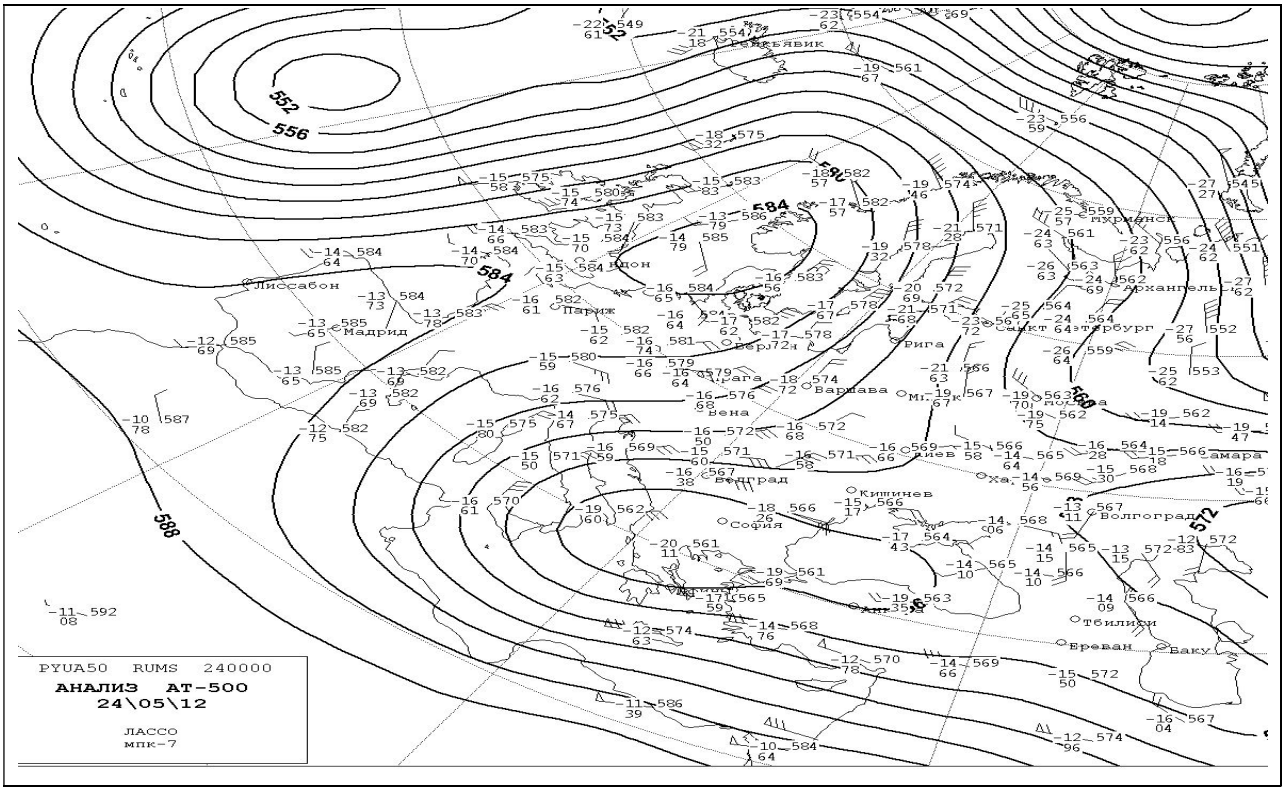



Рис. В.16. Карта АТ-500 24.05.12, 00 ВСЧ

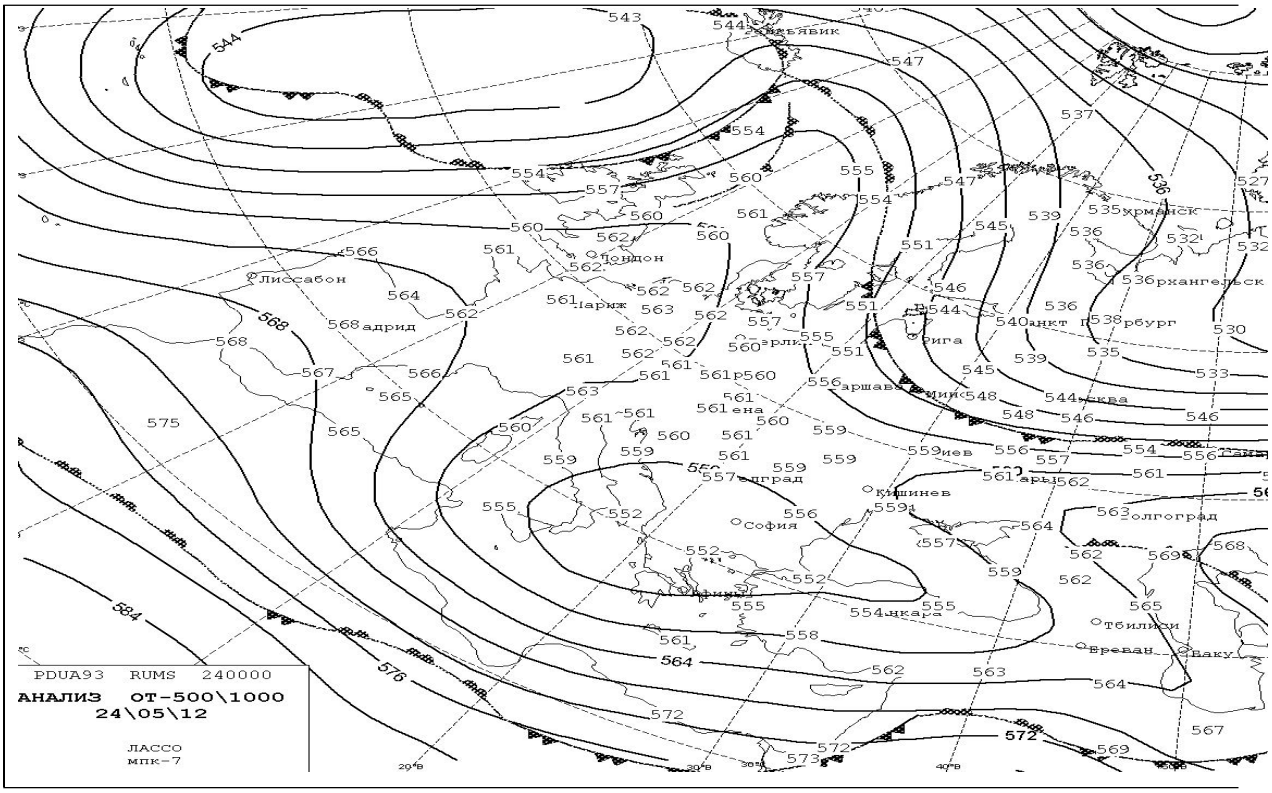



Рис. В.17. Карта ВТ-500/1000 24.05.12, 00 ВСЧ

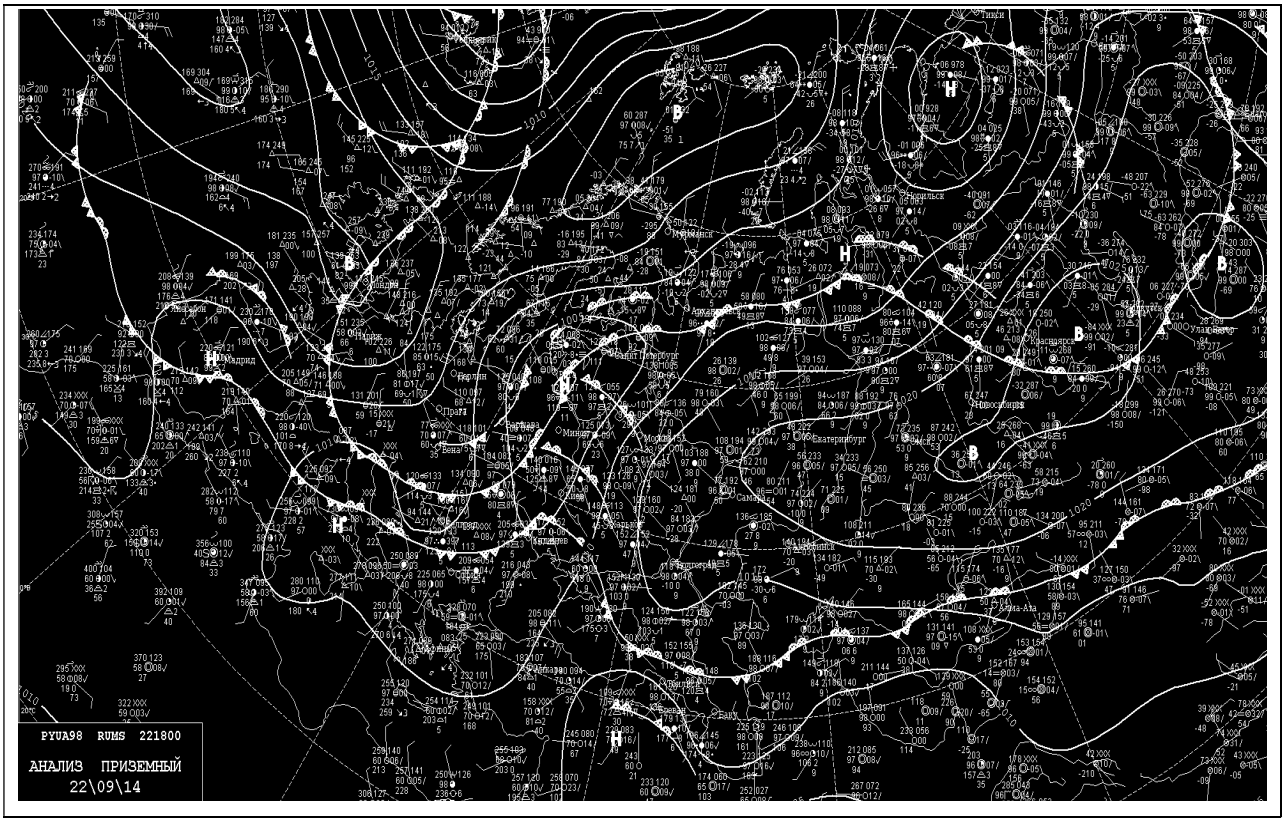



Рис. В.18. Приземна карта 22.09.14, 18 ВСЧ

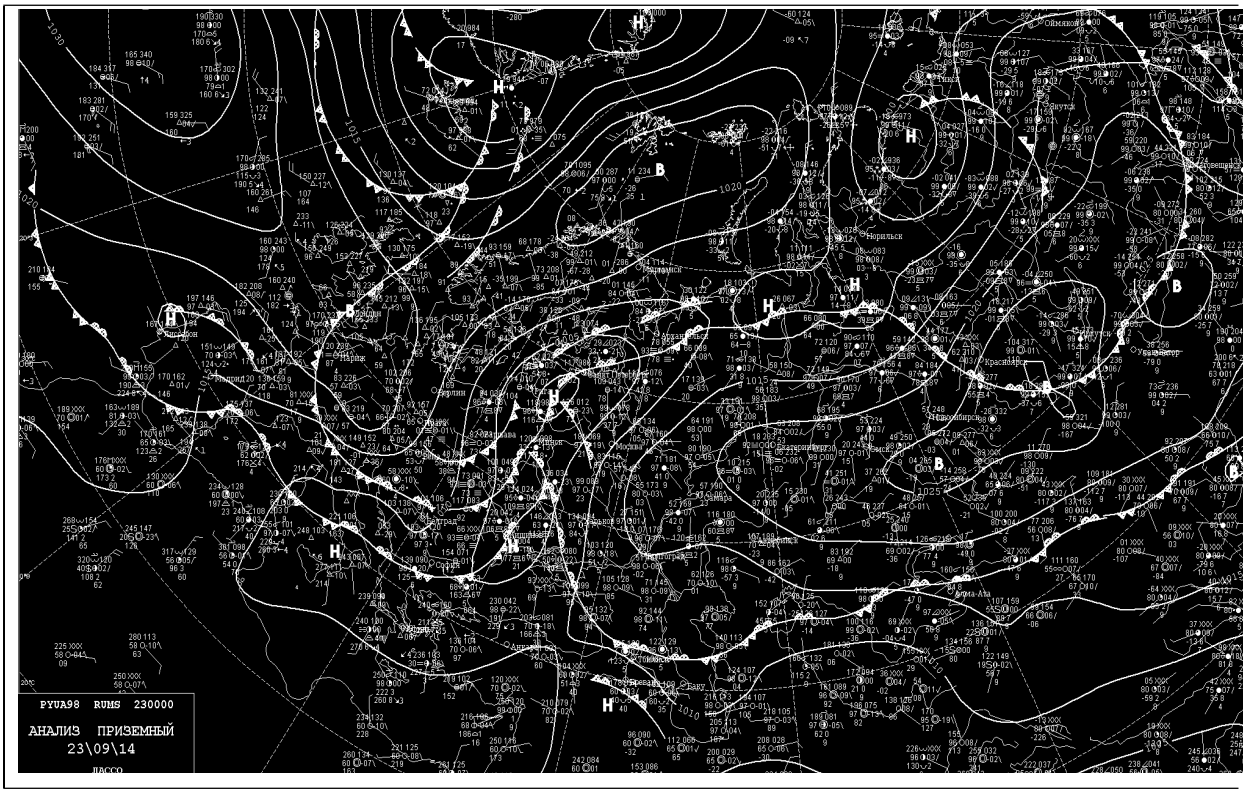



Рис. В.19. Приземна карта 23.09.14, 00 ВСЧ

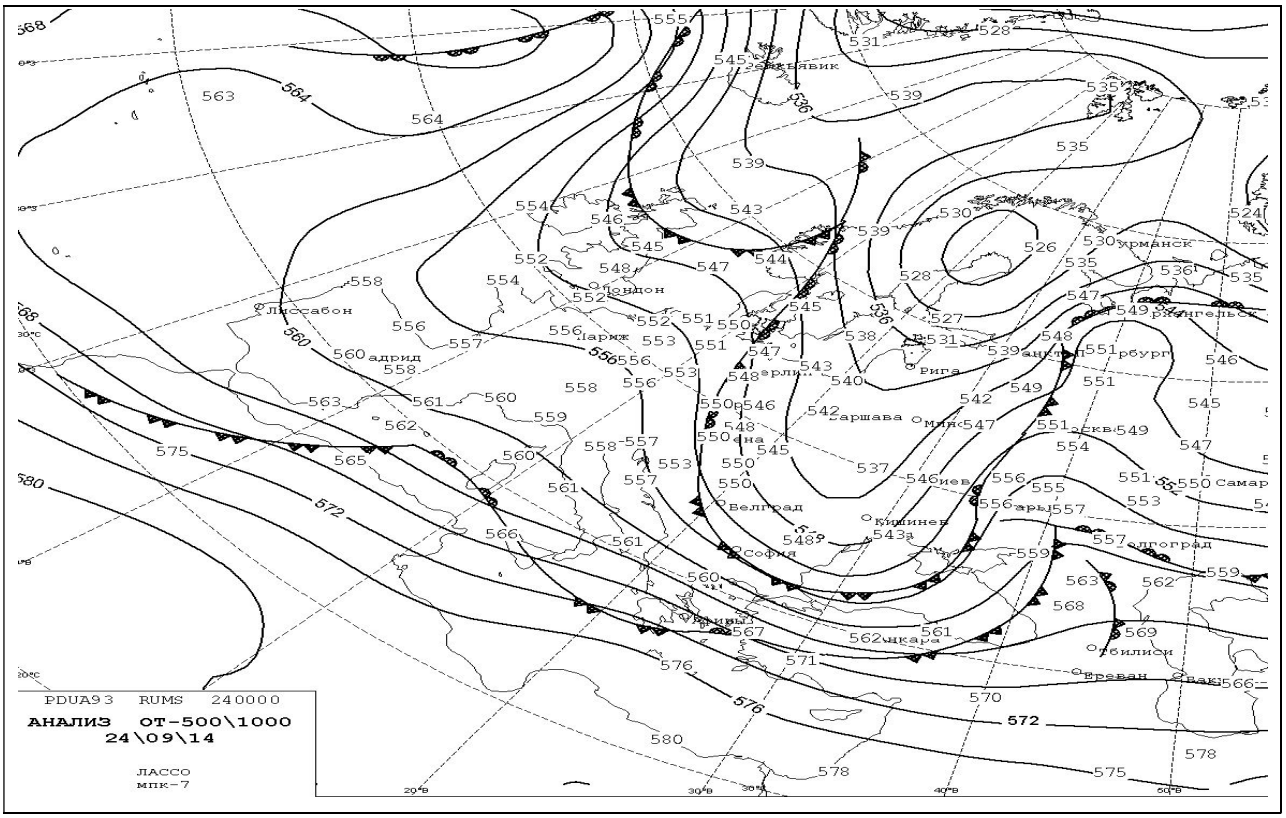



Рис. В.20. Карта ВТ-500/1000 24.09.14, 00 ВСЧ