

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра метеорології та кліматології

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему «Циркуляційні процеси Північно-Західного Причорномор'я  
та їх зв'язок з сильним вітром»

Виконала магістр 2 курсу групи МНЗ- 2М  
спеціальності 103 “Науки по Землю”  
Савельєва Катерина Андріївна

Керівник к.геогр.н., проф.  
Івус Галина Петрівна

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет \_\_\_\_\_ Магістерської та аспірантської підготовки \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ метеорології та кліматології \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 103 “Науки про Землю” \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Метеорологія \_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Івус Г.П.

“ 29 жовтня 2018 року \_\_\_\_\_

## ЗАВДАННЯ

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Савельєвій Катерині Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Циркуляційні процеси Північно-Західного Причорномор'я та їх зв'язок з сильним вітром

керівник роботи Івус Галина Петрівна, к.геогр.н., проф.

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти № 271”С” від 5 жовтня 2018 р.

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: синоптичні карти та зведення штормових повідомлень архіву АРМсин навчального бюро прогнозів, каталог типових синоптичних процесів кафедри метеорології та кліматології, класифікація циркуляційних механізмів Північної півкулі по Б.Л. Дзердзеєвському, дані Internet-ресурсів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вибір, аналіз та систематизація наукової літератури за напрямком дослідження. 2) Визначення типів синоптичних процесів та елементарних циркуляційних механізмів в середні місяці сезонів 2013-2017 років згідно класифікації кафедри метеорології та кліматології і типізації Б.Л. Дзердзеєвського. 3) Дослідження циркуляції атмосфери при штормових вітрах у Північно-Західному Причорномор'ї. 4) Аналіз циркуляційних умов формування сильного вітру на півдні Одещини.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
 - каталог типів ЕЦМ, підтипів синоптичних процесів;  
 - гістограми, діаграми повторюваності типів ЕЦМ, підтипів синоптичних процесів.

#### 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			%	За 4-х бальною шкалою
1	Огляд наукової літератури, сучасних публікацій за темою дослідження. Формування реферативної частини роботи.	29.10-10.11.18	94	відмінно
2	Визначення підтипів синоптичних процесів, робота з архівними матеріалами.	11.11-15.11.18	90	відмінно
3	Складання каталогу та аналіз повторюваності типів ЕЦМ, підтипів синоптичних процесів.	16.11-25.11.18	95	відмінно
	Рубіжна атестація	19.11-24.11.18		
4	Дослідження циркуляційних умов формування сильного вітру	26.11-30.11.18	92	відмінно
5	Складання висновків. Кінцеве редагування тексту. Підготовка презентації і доповіді до захисту матеріалів магістерської роботи.	1.12-10.12.18	94	відмінно
<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			<b>93</b>	<b>відмінно</b>

Студентка \_\_\_\_\_ Савельєва К.А.

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

Івус Г.П.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи** «Циркуляційні процеси Північно-Західного Причорномор'я та їх зв'язок з сильним вітром».

**Автор:** Савельєва Катерина Андріївна.

**Актуальність** дослідження пояснюється тим, що атмосферна циркуляція змінюється за сучасних кліматичних умов, а сильний вітер є одним із найбільш поширених небезпечних метеорологічних явищ по території України на початку XXI століття.

**Мета роботи:** дослідження атмосферної циркуляції Північно-Західного Причорномор'я за 2013-2017 рр. та її впливу на формування сильного вітру.

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

- проведено типізацію атмосферної циркуляції Північно-Західного Причорномор'я за середні місяці сезонів 2013-2017 рр. згідно класифікації синоптичних процесів кафедри метеорології та кліматології;
- визначено поєднання типів синоптичних процесів з елементарними циркуляційними механізмами по Б.Л. Дзердзеєвському;
- розраховано повторюваність підтипів синоптичних процесів та елементарних циркуляційних механізмів;
- встановлено при яких підтипах синоптичних процесів та елементарних циркуляційних механізмах формується сильний вітер.

**Об'єкт дослідження:** атмосферна циркуляція, сильний вітер.

**Предмет дослідження:** типізація циркуляційних процесів.

**Методи дослідження:** просторово-часове узагальнення даних, фізико-статистичний аналіз.

**Наукова новизна отриманих результатів.** У роботі виявлені найбільш імовірні атмосферні процеси, які формують погодні умови в Україні в останні 5 років, а також виділені ті з них, що відповідають за посилення швидкості вітру до критерію небезпечного та стихійного гідрометеорологічного явища.

**Практичне значення отриманих результатів.** Представлені результати відображають повноту макромасштабної циркуляції і можуть бути використані в оперативній роботі синоптиків-прогнозистів з метою передбачення майбутнього стану синоптичних процесів та дозволяють якомога точніше прогнозувати сильний вітер.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 57 сторінок складається з 5 розділів, висновків, переліку посилань з 19-ти джерел, 2-х додатків, містить 14 рисунків та 6 таблиць в основному тексті.

**Ключові слова:** атмосферна циркуляція, елементарні циркуляційні механізми, сильний вітер, синоптичні процеси, градієнтний вітер.

## SUMMARY

**Theme** of master's qualification work «Circulation Processes in the Northwestern Black Sea Region and their Relation to the Strong Wind».

**Author:** Katerina Savelyeva

**The relevance** of the study is proven by the fact that in modern climatic conditions the atmospheric circulation is changing, while strong wind is one of the most common and dangerous meteorological phenomena in the territory of Ukraine at the beginning of the XXI century.

**Purpose:** the study of atmospheric circulation in the Northwestern Black Sea Region for 2013-2017 and its influence on the formation of a strong wind.

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

Typization of atmospheric circulation of the Northwestern Black Sea Region during the middle seasons months of the 2013-2017 according to the classification of synoptic processes of the Department of Meteorology and Climatology;

a combination of types of synoptic processes with elementary circulatory mechanisms according to B.L. Dzerdzeevskii;

the repetition of subtypes of synoptic processes and elementary circulatory mechanisms is calculated;

it is established at which subtypes of synoptic processes and elementary circulatory mechanisms a strong wind is formed.

**Object of research:** atmospheric circulation, strong wind.

**Subject of research:** typing of circulatory processes.

**Research methods:** space-time generalization of data, physical-statistical analysis.

**Scientific novelty of the obtained results.** The work reveals the most likely atmospheric processes that shape the weather conditions in Ukraine in the last 5 years, as well as identify those responsible for increasing the wind speed to the criterion of a dangerous and spontaneous hydrometeorological phenomenon.

**Practical significance of the obtained results.** The presented results reflect the completeness of macroscopic circulation and can be used in the operational work of weather forecasters with a view to predict the future state of synoptic processes and allow to predict as much as possible the strong wind.

Master's qualifying paper in the volume of 57 pages consists of 5 sections, conclusions, a list of references from 19 sources, 2 applications, contains 14 figures and 6 tables in the main text.

**Keywords:** atmospheric circulation, elementary circulatory mechanisms, strong wind, synoptic processes, gradient wind.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Основні елементи загальної циркуляції атмосфери.....	8
2 Циркуляція атмосфери у приземному шарі.....	11
3 Циркуляція атмосфери як фактор зміни клімату.....	17
3.1 Особливості циркуляційних процесів над Україною.....	17
3.2 Основні тенденції змін клімату та циркуляції атмосфери на початку XXI століття.....	20
4 Коротка характеристика різних класифікацій синоптичних процесів.....	24
5 Атмосферна циркуляція Північно-Західного Причорномор'я протягом 2013-2017 років.....	29
5.1 Структура циркуляційних процесів Північно-Західного Причорномор'я згідно типізації кафедри метеорології та кліматології.....	29
5.2 Застосування класифікації Б.Л. Дзердзеєвського до типізації процесів.....	33
5.3 Вплив циркуляції атмосфери на формування сильного вітру.....	38
5.4 Штормовий вітер на півдні Одещини у січні 2018 року....	42
Висновки.....	47
Перелік посилань.....	49
Додаток А Довідка.....	51
Додаток Б Каталог типів ЕЦМ, підтипів синоптичних процесів у Північно-Західному Причорномор'ї за середні місяці сезонів 2013-2017 рр.....	52

## ВСТУП

Атмосферна циркуляція змінюється під впливом природних та антропогенних факторів. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції призводять до змін регіональної циркуляції і погодних умов, які безпосередньо визначаються нею. Саме тому, при вивченні атмосферної циркуляції необхідно враховувати як великомасштабну циркуляцію, так і регіональні процеси, які безпосередньо впливають на відносно невеликі території.

Кінець XX - початок XXI століття характеризуються високою повторюваністю небезпечних природних процесів, викликаних погодними умовами. Щорічний збиток від природних катастроф в ряді країн досягає 3-5% ВВП [10]. Одна з причин таких значних збитків - сучасні особливості глобальної атмосферної циркуляції, з якими пов'язані гідрометеорологічні екстремуми, а з ними - повені, екзогенні процеси, сходження снігових лавин та інші стихійні лиха. Без урахування змін в характері циркуляції, що відбулися в кінці XX - початку XXI століття, які виразилися в збільшенні числа і площ, займаних циклонами, і зменшенням антициклонічних областей в Азії і Арктиці, важко передбачити майбутній стан синоптичних процесів, що визначають погоду на будь-якій частині Європейської території, включно з Україною.

Одним з найбільш поширених небезпечних метеорологічних явищ по території України на початку XXI століття виявилися сильні вітри. Вони займають друге місце за кількістю випадків (19%) серед усіх стихійних метеорологічних явищ [1]. Отже, циркуляційні умови вимагають ретельного вивчення їх з метою підвищення справджуваності прогнозів таких стихійних гідрометеорологічних явищ, як вітер.

У магістерській роботі проведено типізацію циркуляційних процесів Північно-Західного Причорномор'я за 2013-2017 рр. для центральних місяців сезонів згідно каталогу типових синоптичних процесів, розробленому на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ. В якості вихідних матеріалів використовувались синоптичні карти усіх рівнів (приземна, АТ-850, АТ-700 і АТ-500) з бази архіву АРМсин навчального бюро прогнозів погоди. Для більш детального аналізу атмосферної циркуляції у причорноморському регіоні застосовано класифікацію циркуляційних механізмів Північної півкулі по Б.Л. Дзердзеєвському [18].

Досліджено взаємодію великомасштабної циркуляції атмосфери з сильним вітром у Північно-Західному Причорномор'ї, який досягав критерію небезпечного та стихійного гідрометеорологічного явища. Дослідження проводились за січень, квітень та жовтень 2013-2017 рр. З метою виключення шквалистих посилень вітру, обумовлених розвитком конвекції, які виникають переважно у теплу пору року, місяць липень не розглядався. Таким чином, до розгляду брались лише випадки градієнтних вітрів, які спостерігались повсюдно; посилення вітру місцями не враховувалось.

Магістерська робота виконана в рамках кафедральної тематики «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» під керівництвом к.гегр.н., проф. Івус Г.П.



## 1 ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ЗАГАЛЬНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ

Загальноциркуляційні процеси обумовлюють формування повітряних мас, розвиток баричних утворень і атмосферних фронтів. Синоптичні об'єкти зустрічають на своєму шляху, різні за формою і властивостями підстильні поверхні. Це може бути рівна, пагориста або гірська територія, вкрита лісами або оголена, сильно пересічена або відносно однорідна на великій площі.

Найбільш сильний вплив чинять складні поєднання близько розташованих, суміжних різних форм підстильної поверхні: гірські масиви і внутрішньоматерикові водні об'єкти, гірські ланцюги зі складною конфігурацією. Атмосферні процеси нижньої половини тропосфери відчувають при цьому найбільший вплив фізико-географічного середовища. Однак, як тільки змінюється великомасштабний процес, змінюється напрямок загально-циркуляційного перенесення.

Динамічна причина циркуляції атмосфери – це обертання планети навколо осі, внаслідок чого повітря, яке рухається, відхиляється вправо в північній півкулі та вліво - в південній. На планеті, яка обертається, виникає західно-східний перенос повітря, тобто зональна складова циркуляції атмосфери. Однією з причин неоднорідності баричного поля і руху повітря є прихована теплота пароутворення, яка виділяється при конденсації водяної пари і переходить в повітря, завдяки чому рух триває [15].

Основною причиною атмосферних рухів є неоднорідність нагрівання різних ділянок підстильної поверхні і атмосфери. Наявність температурних і баричних градієнтів зумовлює рух, направлений на відновлення гідростатичної рівноваги. Підйом теплого і опускання холодного повітря на Землі, що обертається, супроводжується формуванням циркуляційних систем різного просторово-часового масштабу. Сукупність великомасштабних атмосферних рухів отримала назву загальної циркуляції атмосфери (ЗЦА). Загальна циркуляція атмосфери і загальна циркуляція океану частково зменшують контрасти температури і тиску, зумовлені нерівномірним надходженням сонячної радіації і різною здатністю її поглинання різними ділянками підстильної поверхні і атмосфери [15].

Однією з найбільш великомасштабних структурних ланок ЗЦА є циркумполярний вихор (ЦПВ). Формування циклонічного ЦПВ зумовлене локалізацією в полярній області планетарного осередку холоду, а в тропічній

зоні – осередків тепла. Вияв циркумполярного руху – західне перенесення, - є вельми стійкою особливістю тропосферної циркуляції.

Взимку циклонічний характер руху повітряних мас у позатропічних широтах переважає на всіх рівнях від 850 до 10 гПа. Влітку в північній півкулі циклонічний ЦПВ слабшає і зберігається в шарі від 850 до 100 гПа. На рівнях 50 і 30 гПа в нижній стратосфері формується антициклонічний вихор. ЦПВ в тропосфері розповсюджується в обох півкулях до 20° широти .

Загальна циркуляція атмосфери складається з ряду великомасштабних рухів. Серед них найбільший масштаб має західно-східне перенесення мас повітря, що охоплює влітку тропосферу і частину стратосфери позатропічних широт та взимку - всю стратосферу.

Західно-східне перенесення зумовлено відхиляючою дією обертання Землі навколо своєї осі на горизонтальну складову сили баричного градієнта, яка завдяки температурному контрасту між екватором і полюсом, спрямована від тропіків до полюсів. Західне перенесення спостерігається, зазвичай, над більшою частиною позатропічних широт Північної та Південної півкуль.

Важливою складовою частиною загальної циркуляції атмосфери є циркуляція повітря у системі позатропічних циклонів і антициклонів, які безперервно виникають і руйнуються, істотно впливаючи на характер міжширотного обміну мас повітря, тобто перенесення тепла з низьких широт до високих, а холоду - з високих до низьких [15, 16].

У тропосфері і стратосфері постійно виникають висотні фронтальні зони (ВФЗ), з якими пов'язані основні запаси потенційної і кінетичної енергії і активна циклонічна діяльність. Найбільші контрасти температури і тиску в північній півкулі відмічаються в північних частинах висотних гребенів і південних частинах висотних улоговин.

З висотними фронтальними зонами пов'язані атмосферні фронти, на яких розвивається циклонічна діяльність. Найбільша повторюваність циклонів і антициклонів в північній півкулі спостерігається поблизу 38° півн.ш. взимку і біля 48° півн.ш. літом, тобто приблизно на тих же широтах, де панує максимальне середньотропосферний західний перенос. При цьому у циклонів після їх утворення існує тенденція переміщатися в напрямі до полюсів, а у антициклонів більш слаба тенденція переміщатися до екватора.

У тропосфері північної півкулі існує декілька гілок планетарної висотної фронтальної зони (ПВФЗ). Надамо коротку характеристику кожної з них.

Арктична гілка ПВФЗ. Географічне положення осі коливається від  $68^\circ$  півн.ш. взимку до  $73^\circ$  півн.ш. влітку; хвильове число  $n=3\div 4$ . Інтенсивність, що характеризується швидкістю геострофічного вітру, коливається від 23,4 м/с зимою до 18,1 м/с влітку.

Північна гілка ПВФЗ помірних широт. Географічне положення осі коливається від  $56^\circ$  півн.ш. зимою до  $64^\circ$  півн.ш. влітку; швидкість геострофічного вітру коливається від 38,6 м/с зимою до 27,9 м/с влітку.

Південна гілка ПВФЗ помірних широт. Географічне положення осі коливається від  $39,3^\circ$  півн.ш. взимку до  $47,9^\circ$  півн.ш. влітку; швидкість геострофічного вітру коливається від 55,8 м/с взимку до 37,1 м/с влітку.

Субтропічна гілка ПВФЗ. Географічне положення осі коливається від  $29,7^\circ$  півн.ш. зимою до  $41,9^\circ$  півн.ш. влітку; швидкість геострофічного вітру коливається від 64,0 м/с зимою до 44,0 м/с влітку.

## 2 ЦИРКУЛЯЦІЯ АТМОСФЕРИ У ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ

Циркуляція повітря у системі циклонів і антициклонів, що постійно виникають, розвиваються й руйнуються у тропосфері, є складовою частиною загальної циркуляції атмосфери.

Особливості розподілу тиску на рівні моря в планетарному масштабі залежно від сезону року стисло представлено в [15]. У екваторіальній зоні знаходиться пояс зниженого тиску. У січні він розташований вздовж екватора, в липні зміщується дещо до півночі. У північній півкулі на широтах 30-35° півн.ш. знаходиться зона максимальних значення тиску – субтропічні антициклони, які представлені основними центрами – азорський антициклон в Атлантиці, гавайський антициклон – в Тихому океані. Ці центри зберігаються протягом всього року, змінюючи тільки свою інтенсивність і райони поширення. Це так звані постійні центри дії атмосфери (ЦДА), в цьому випадку баричні максимуми.

Взимку у позатропічних широтах на материках, які в цей час охолоджуються сильніше, ніж океани, утворюються області високого тиску. Так, основний максимум знаходиться в центрі Азіатського континенту – сибірський антициклон. Це сезонний центр дії атмосфери.

Влітку на материках у позатропічних широтах в прогрітому повітрі розташовуються області зниженого тиску, найбільш велика з яких – азіатська депресія (також сезонний ЦДА).

На північній межі зони помірних широт (60-65° півн.ш.) в усі сезони знаходиться смуга зниженого тиску. Взимку яскраво виражена ісландська депресія, розташована в районі о. Ісландія, і алеутський мінімум, що знаходиться південніше Аляски. Це постійні ЦДА, однак літом ісландський мінімум виражений слабо, а алеутський поглинається азіатською депресією.

У південній півкулі на широтах 30-35° півд.ш також знаходиться зона підвищеного тиску з трьома основними центрами: південно-атлантичний, південно-тихоокеанський і південно-індійський субтропічні антициклони. Далі на південь розташовується передантарктична зона зниженого тиску.

У полярних областях обох півкуль в нижній тропосфері переважає зона підвищеного атмосферного тиску.

Розглянуті поля розподілу тиску є кліматичними, на фоні яких розвиваються погодоутворюючі процеси зі своїми індивідуальними

структурними особливостями, які виявляються над окремими регіонами і можуть істотно відрізнятися від кліматичних даних [15].

Розглянемо більш детально основні погодоутворюючі процеси Північної півкулі. Найбільше значення у цій циркуляційній ланці має циклонічна діяльність у позатропічних широтах.

Циклони і антициклони позатропічних широт виникають в області висотних фронтальних зон. Найсприятливіші умови для виникнення циклонів - інтенсивна адвекція холоду, яка збільшує контрасти температури, і розходження повітряних течій у середній тропосфері. Такі умови створюються досить часто в енергоактивних зонах океанів над західною частиною Північної Атлантики і Тихого океану, тому саме у цих регіонах Північної півкулі найчастіше і виникають циклони, особливо у холодну пору року [9].

Область значної повторюваності циклонів розташовується над північною частиною Атлантичного океану (рис. 2.1). Виникаючи біля східного узбережжя Північної Америки, циклони переміщуються у північно-східному напрямі на Ісландію і Баренцеве море. Над Ісландією вони досягають найбільшого розвитку, тобто стають найглибшими. Під час подальшого переміщення на північний схід вони заповнюються. Ще один частковий максимум повторюваності циклонів знаходиться над Середземним морем.

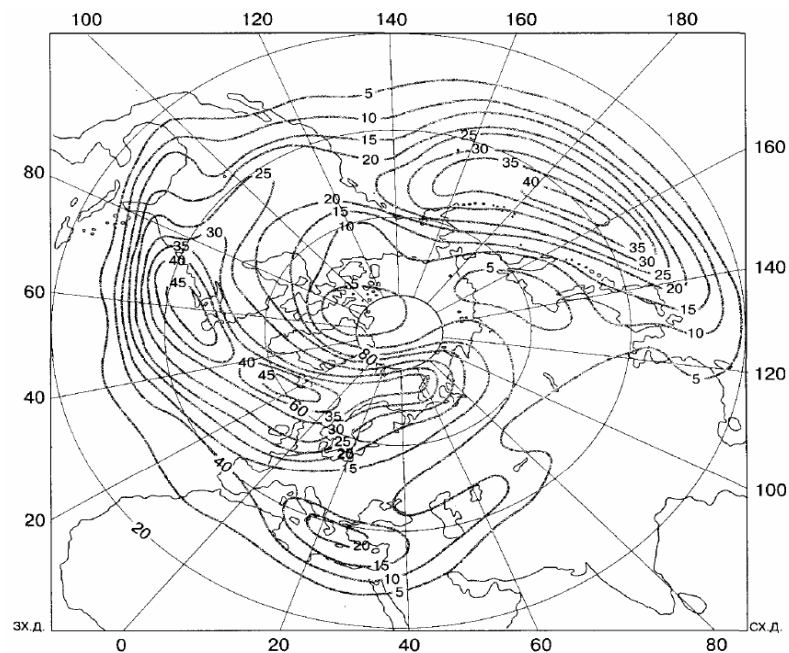


Рис. 2.1. Повторюваність (%) рухливих циклонів. Січень [9]

Антициклони формуються найчастіше взимку над Північною Америкою та Азією. Особливості процесів цикло- і антициклогенезу зумовлюють структуру поля тиску біля земної поверхні. Їх можна виявити шляхом осереднення фактичного поля тиску за тривалий проміжок часу, наприклад за місяць (рис. 2.2). Як у Північній, так і у Південній півкулях виявляються області високого й низького тиску, так звані центри дії атмосфери, які є результатом статистичного осереднення фактичного поля тиску й характеризують райони, де переважає циклонічна або антициклонічна діяльність.

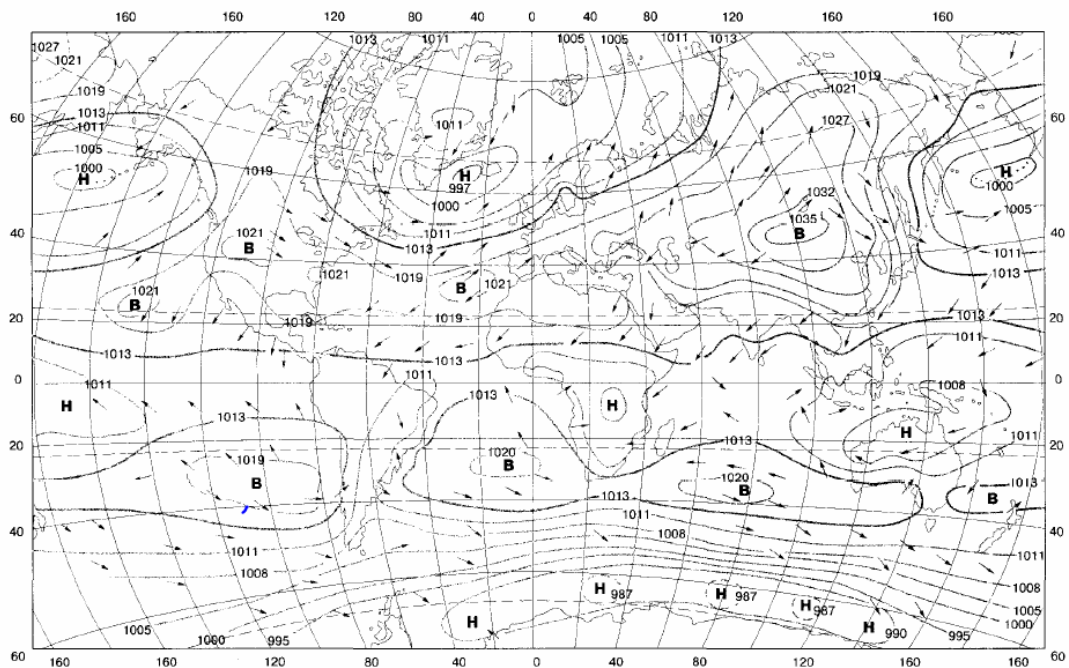


Рис. 2.2. Середнє поле атмосферного тиску (гПа) та течії повітря на рівні моря. Січень [9]

Циклони, що виникають біля східного узбережжя материків, переміщуються у північно-східному напрямі і найбільшої інтенсивності досягають у районі Ісландії та Алеутських островів. Завдяки тому, що біля Ісландії повторюваність циклонів найбільша і вони є найглибшими, утворюється велика й глибока депресія (Ісландська). На півночі Тихого океану, з аналогічної причини, спостерігається Алеутська депресія. На континентах Північної півкулі значною повторюваністю характеризується Північноамериканський і Азіатський (Сибірський) антициклони. У Південній

півкулі виділяються приантарктична зона зниженого тиску і ряд антициклонів у субтропіках над океанами.

У екваторіальному поясі між двома смугами підвищеного тиску розташовується приекваторіальна смуга зниженого тиску (екваторіальна улоговина). У січні вона знаходиться південніше екватора. Така структура середнього поля тиску у січні зумовлює певну систему течій біля земної поверхні. На північ від  $60 - 65^\circ$  пн.ш. переважають північні й північно-східні потоки у напрямі від зони відносно підвищеного тиску над Арктичним басейном (слабковиражений арктичний антициклон) до Ісландської й Алеутської депресій та орієнтованих від них на схід і захід улоговин. У смузі від  $35^\circ$  до  $45^\circ$  пн.ш. переважають південно-західні потоки повітря, тобто від поясу підвищеного тиску до зазначених депресій.

Між смугою високого тиску у помірних та субтропічних широтах Північної півкулі й екваторіальною улоговиною повітря біля земної поверхні переміщується з півночі й північного сходу, зумовлюючи меридіональну циркуляцію у тропічних широтах Північної півкулі.

У тропіках Південної півкулі переважають південно-східні потоки повітря від смуги субтропічних антициклонів до приекваторіальної смуги зниженого тиску.

Влітку у Північній півкулі умови для цикло- і антициклогенезу значно відрізняються від вище наведених. Завдяки тому, що температура поверхні океану від зими до літа змінюється мало, а континенти літом значно прогріваються, температурні контрасти у тропосфері менші літом, ніж зимою. У зв'язку з цим, повторюваність циклонів у липні значно менша, ніж у січні (рис. 2.3). Однак вона значно збільшується над континентами, особливо над північним сходом Євразії у зв'язку з тим, що циклони, які виникають у басейнах річок Обі та Єнісею, переміщуючись у східному й північно-східному напрямках, над Східним Сибіром і Далеким Сходом досягають найбільшого розвитку. Через незначну повторюваність та інтенсивність циклонів Ісландська депресія у липні проявляється слабо, а Алеутська депресія зовсім зникає (рис. 2.4). Майже над всією Азією формується велика Азіатська депресія, яка утворюється внаслідок сильного нагрівання суходолу в субтропічних районах. Водночас над океанами збільшується інтенсивність антициклогенезу.

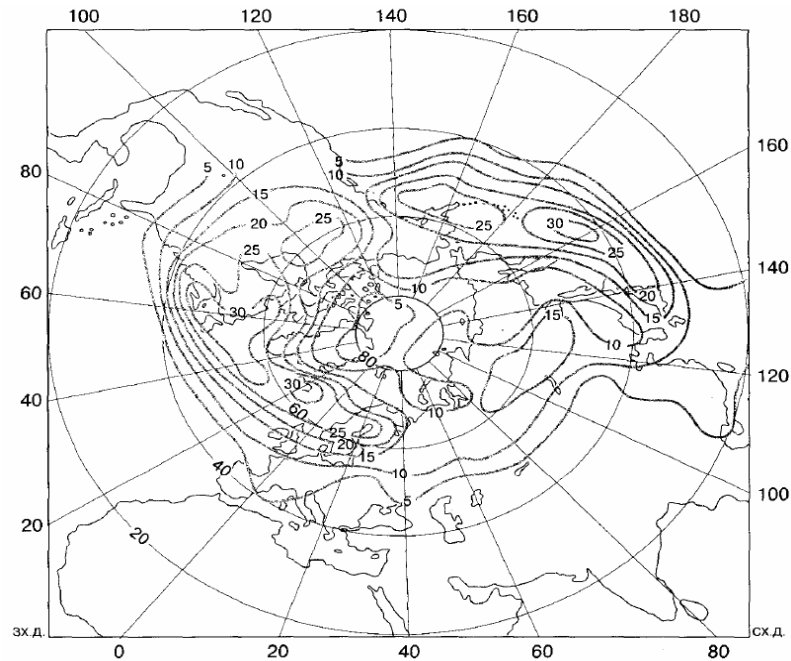


Рис. 2.3. Повторюваність (%) рухливих циклонів. Липень [9]

Внаслідок цього влітку у Північній півкулі над океанами панують Азорський та Тихоокеанський максимуми, рис. 2.4. Від Азорського антициклону на Європу, Середземне море й Північну Америку поширюються гребені високого тиску згідно з підвищеною повторюваністю рухливих антициклонів у цих районах півкулі. У липні, як і у січні, у субтропічному поясі Південної півкулі знаходяться південно-атлантичний, південно-тихоокеанський і південно-індійський антициклони, які утворюють смугу високого тиску. Ця смуга відокремлюється від антарктичного антициклону приантарктичною улоговиною.

Згідно з описаною структурою поля тиску влітку біля поверхні Землі утворюються відповідні системи повітряних течій. Слабкий західний перенос охоплює високі й помірні широти Північної півкулі. Над океанами він переходить на південно-західний, більшої інтенсивності. Над Азією в області великої депресії циркуляція повітря досить складна. На південь від 40° пн.ш. західне перенесення змінюється північно-західним й північно-східним, яке над південним сходом й півднем Китаю, Індокитаєм, північню Індостану конвертує з південно-східним й південно-західним потоками.

Складний характер приекваторіальної смуги зниженого тиску влітку: якщо над Тихим та Атлантичним океанами вона розташовується трохи на північ від географічного екватора, то в Азіатській частині суходолу - зливається з Азіатською депресією. У зв'язку з цим південно-східні потоки



тропічної зони Південної півкулі, зумовлені північною периферією південно-індійського субтропічного антициклону, під час переміщення на північ перетинають екватор, змінюються на південно-західні й поширюються на південну частину Азії, утворюючи мусонні течії вологого повітря (літній Азіатський мусон).

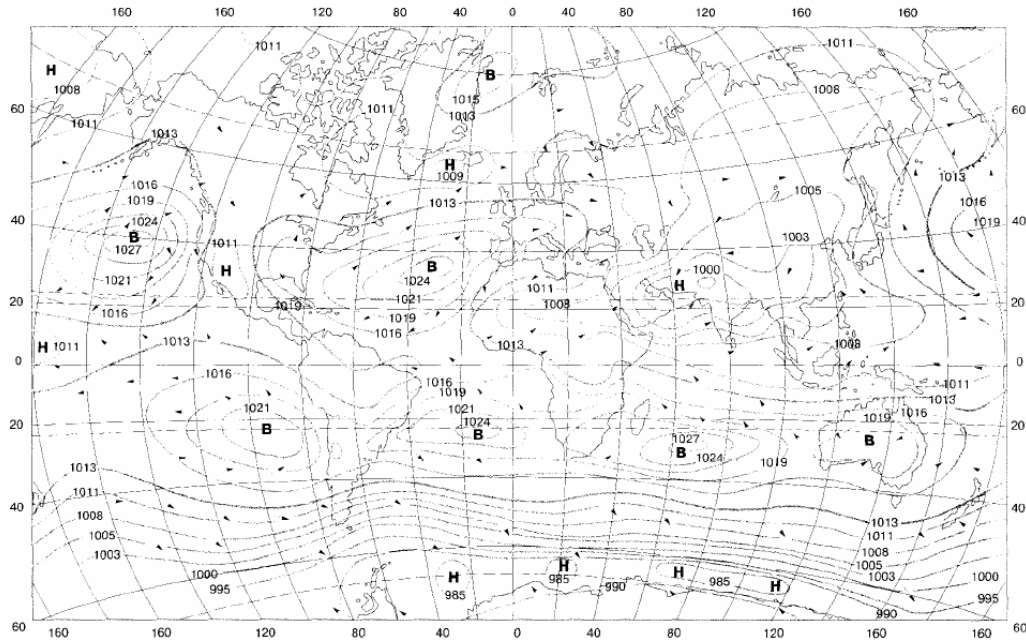


Рис. 2.4. Середнє поле атмосферного тиску (гПа) та течії повітря на рівні моря. Липень [9]

Циркуляційні процеси у тропіках й субтропіках впливають на погодо- і кліматоутворювальні процеси помірних широт. Центри цих баричних систем періодично мігрують, що значно впливає на температуру поверхні океанічної води. Наприклад, переміщення Азорського антициклону у південному напрямі призводить до посилення пасатів (північно-східних стійких вітрів) у зоні екваторіальної улоговини і збільшення швидкості Карибської і Флоридської океанічних течій. Як наслідок, скорочується час перебування у тропічному поясі води цих течій і зменшується кількість поглинутої ними сонячної радіації. У результаті знижується температура поверхневих шарів води Гольфстріму і послаблюється потік теплої води у Північний Льодовитий океан, що призводить до збільшення льодовитості Баренцового моря, а також морів Північної Атлантики і до похолодання у Європі.

## 3 ЦИРКУЛЯЦІЯ АТМОСФЕРИ ЯК ФАКТОР ЗМІНИ КЛІМАТУ

### 3.1 Особливості циркуляційних процесів над Україною

Характер циркуляції атмосфери над певною територією є одним з кліматичних і погодоутворюючих чинників. Основним механізмом міжширотного обміну теплом і вологою є атмосферні об'єкти синоптичного масштабу – циклони і антициклони помірних широт. Циклони переносять маси повітря з низьких широт в більш високі, антициклони – з високих широт в більш низькі. Для півдня Східної Європи, в тому числі і України, найбільш характерні такі циркуляційні особливості [15].

1. Підвищена активність атмосферних процесів і різкі зміни погоди в холодному півріччі, що пов'язане з інтенсивною циклонічною діяльністю на середземноморській гілці ПВФЗ, зв'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, пов'язане зі зміщенням на північ ПВФЗ і ослабленням циклонічної діяльності над південними морями.

3. Переважання антициклонічного характеру циркуляції. Хоч річна кількість циклонів над півднем Східної Європи декілька більше, ніж антициклонів, циклонічні утворення, особливо в теплий період року, незначні за площею і інтенсивністю (тиск в центрі в середньому біля 1006 гПа), 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 стаціонаванням 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. Створюються великі горизонтальні градієнти тиску і температури, що зумовлюють ряд інтенсивних явищ: ураганні вітри,

хуртовини, сильні опади, пилові бурі. Стаціонавання антициклонів над південним сходом ЄТР – заключна фаза більшості антициклонічних вторгнень на територію, що розглядається. Цей процес частий і стійкий. Зробимо короткий огляд типових траєкторій циклонів і антициклонів над територією України. Переміщення баричних утворень, як відомо, залежить від орієнтації ВФЗ, або, використовуючи класифікацію атмосферних процесів, від типу циркуляції. За кліматичними даними, над Східною Європою в більшості випадків за рік спостерігається зональна західно-східна циркуляція. Вона супроводжується швидким переміщенням баричних утворень на схід. Західна форма циркуляції (по Вангенгейму) відмічається приблизно в 40% днів в році. Частіше вона спостерігається в кінці літа і на початку осені, рідше – в кінці зими і навесні. Повторюваність східної форми циркуляції становить 34%. Вона характеризується поширенням антициклонічних систем зі сходу і північного сходу. Найбільша її повторюваність доводиться на зиму, найменша – на літо. Меридіональна форма циркуляції спостерігається в 26% днів в році з максимумом навесні і на початку літа. Області низького тиску – циклони і улоговини, - складають біля 43% випадків всіх баричних утворень, що спостерігаються над територією України протягом року. Щорічно на території України спостерігається в середньому 43 випадки циклонів. Циклони переміщуються на територію України протягом всього року, але частіше – в холодний період з листопада по березень. Найчастіше вони переміщуються 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 переміщуються циклони з центральних районів Європи і Угорської низовини – західні циклони (5 випадків в рік). Пірнаючі північно-західні циклони переважають зимою і восени, північні і ультраполярні бувають тільки зимою, усього в році спостерігається до 6 випадків. Наприкінці весни і на початку літа загальна кількість циклонів різко меншає, а літом циклонічна діяльність знов посилюється за рахунок утворення місцевих циклонів. У літні місяці найчастіше спостерігаються південно-східні циклони. Вони виникають на південному сході ЄТР під дією місцевих чинників, а потім переміщуються на Україну. Середня тривалість існування циклонічних утворень над територією України збільшується від літа до зими; лише південні і південно-східні циклони мають найбільшу тривалість літом. При цьому південні циклони влітку існують до 57 год., а місцеві циклони – всього від 15 до 18 год. Значне

місце серед баричних систем займають улоговини – біля 60 випадків на рік. Частіше за все спостерігаються улоговини, орієнтовані зі сходу – 19 випадків. При цьому спостерігаються пірнаючі циклони над Нижнім Поволжжям. Велику повторюваність мають також улоговини, орієнтовані з півночі – 18 випадків на рік. Їх циклонічні центри переміщуються із заходу на схід через Білорусь і центральні райони ЄТР. Пов'язані з улоговинами фронтальні розділи проходять через Україну за 24-36 годин. Стаціонавання антициклонів на південному сході ЄТР взимку звичайно супроводжується загостренням чорноморської депресії, що впливає на погодні умови півдня України протягом тривалих періодів. Середня швидкість переміщення циклонів на Україну складає від 40 км/год зимою і до 27 км/год влітку. Антициклони, відроги і гребені бувають над Україною рідше, ніж циклони і улоговини. Їх повторюваність становить 40%. Щорічно в кожному сезоні на Україну переміщається від 5 до 7 антициклонів з різних районів, і від 1 до 4 утворюються на місці. Частіше за все переміщуються антициклони із заходу, особливо влітку і восени – в середньому, 9 антициклонів на рік. Це, як правило, ядра азорського антициклону, що відділилися або що утворилися над Західною Європою. Вони переміщуються із заходу на схід в тилу серії західних циклонів і улоговин, що проходять через Білорусь. Самими нечисленими на Україні є північно-східні антициклони – з Карського моря або північного сходу ЄТР. Вони бувають по одному разу тільки зимою і ранньою весною. Всі антициклони, що перемістилися на Україну, існують в середньому від 30 до 66 год. Місцеві антициклони, виникаючі під впливом підстильної поверхні, існують звичайно на протязі доби. Не менш важливу роль грають відроги і гребені – їх спостерігається над Україною в середньому 62 випадки на рік. Самими поширеними є відроги і гребені, орієнтовані із заходу і сходу. У більшості випадків відроги, орієнтовані із заходу, являють собою східну периферію азорського антициклону. У літній сезон антициклони стаціонують над Центральною Європою, а їх розмиті відроги розташовуються над Україною. Зимою і осінню частіше спостерігаються відроги і гребені, орієнтовані зі сходу. Вони розповсюджуються від стаціонарних антициклонів над південним сходом ЄТР і північним Казахстаном. Зимою такі гребені існують більше за 80 год. Значно рідше розповсюджуються на Україну гребені, направлені з півночі і півдня. Середня швидкість переміщення антициклонів через Україну становить 34 км/год, мало змінюючись протягом року.



Над Атлантикою розміщується добре сформований гребінь, а над східною Європою суміжна з ним улоговина. Така перебудова поля вказує на переважання меридіональних форм циркуляції над зональною і більш часте надходження на центральну Європу, Україну, Прибалтику холодних повітряних мас, що передбачає більш холодні погодні умови січнів на початку XXI століття у порівнянні з кінцем XX століття. Для лютого, навпаки, спостерігається збільшення зональності потоків, що свідчить про пом'якшення погодних умов лютого.

Зміна характеру багаторічного поля середньої тропосфери помітна і влітку (червень-липень). Замість зональної циркуляції помітний розвиток баричних гребенів, що забезпечує спекотні посушливі погодні умови на просторі першого синоптичного району. Таким чином автор [14] робить висновок, що виявлені температурно-вологісні особливості пояснюються умовами циркуляції атмосфери над регіоном, що підтверджує роль циркуляції у формуванні особливостей регіонального клімату.

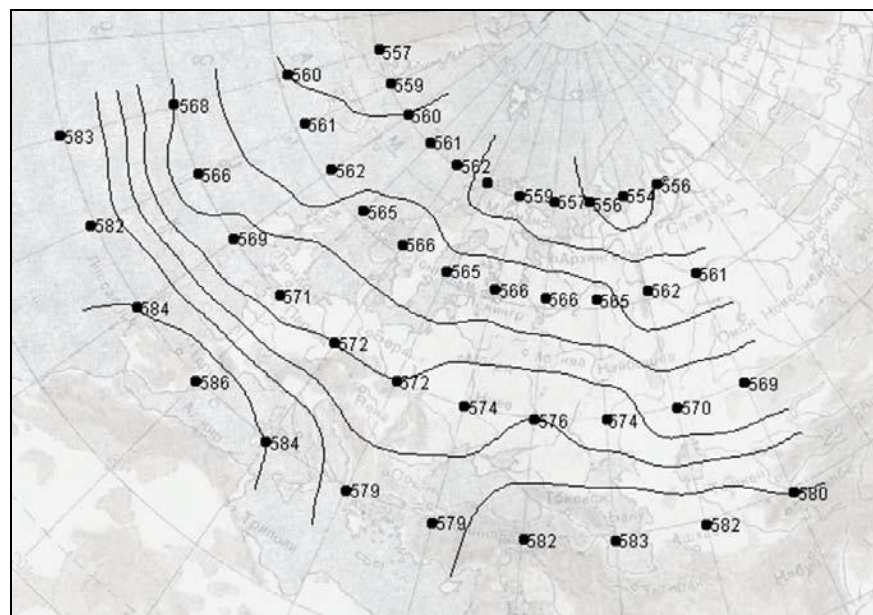


Рис. 4.2. Середнє баричне поле АТ-500 (1998-2010 рр., липень) [14]

Циркуляційні процеси на Земній кулі мають величезну енергетичну потужність, тому вони досить стійкі по відношенню до зовнішніх впливів, а також до перетворень внутрішнього характеру [11]. Достатньо навести приклад практично постійного району розташування Центрів дії атмосфери (ЦДА). Їх географічне положення лише має коливання у деяких межах, це підтверджено даними за період понад 100 років. В.Ф.Мартазінова, яка має

величезні архіви даних щодо циркуляції, відзначає, що “усі центри дії атмосфери у період другого глобального потепління зберігаються і залишаються на власній території”. Зміна баричних утворень із 1976 р. до теперішнього часу найбільш помітна в Атлантико-Європейському секторі циркуляції. Характер змін баричних утворень за період інтенсивного глобального і регіонального потепління дозволяє розуміти сучасний стан клімату України зимою і літом. Немає підстав передбачати суттєву перебудову глобального поля циркуляції Північної півкулі і в Атлантико-Європейському секторі, до якого відноситься циркуляція України. Відомо, що антропогенний фактор має вплив у цілому на кліматичну систему, у тому числі на взаємодію океану і поверхні суші, і таким чином на циркуляційні процеси, але невизначений ступінь цього впливу у кількісних оцінках для різних районів Північної півкулі. В усякому разі основні сучасні риси циркуляції на території України, район знаходження ЦДА, збережуться у найближчі два-три десятиріччя. Це є вагомою підставою для екстраполяції основних кліматичних показників на цей період [11].

Зміни клімату України відбуваються на фоні глобальних змін, пов'язаних з діючими природними і антропогенними факторами глобального і регіонального масштабу. Для території України прояви зміни глобального клімату в деяких районах підсилюються за рахунок внутрішніх факторів: зміною ландшафтів внаслідок багатовікової господарської діяльності, сучасною зміною водних ресурсів, меліорацією, процесами урбанізації. Оцінка стану клімату України наведена в сучасних монографіях [9, 12].

Глобальні зміни клімату по-різному проявляються в різних регіонах Землі. Зокрема, метеорологічний і гідрологічний режими напівзамкнених внутрішніх морів - Азовського і Чорного - також зазнають певних змін під дією глобальних природних і антропогенних чинників, які модулюються місцевими умовами [7]. Регіон, який розглядається знаходиться в безпосередній близькості до Чорного і Азовського морів, тому зазнають суттєвих змін такі показники морського клімату як температура повітря і води, кількість атмосферних опадів, швидкість приземного вітру, приплив річкових вод в море і солоність морської води. В останні десятиліття в Чорноморському регіоні спостерігалися особливо різкі тренди збільшення термічного фону і послаблення вітрової активності [7].

В роботі [11] також зазначається, що спостерігається досить стрімка сучасна зміна клімату в сторону потепління і актуальним є не тільки визначення причин зміни клімату, але і їх прогнозування на майбутнє.

Потепління триває, внаслідок чого збільшується небезпека природних і кліматичних катастроф, які призводять до економічних втрат, мають негативний вплив на життєдіяльність і здоров'я людини.

Екстремальна температура повітря є важливою характеристикою температурного режиму і більш мінливою в часі і просторі, ніж середня. Всебічне дослідження максимальної та мінімальної температури повітря, як складових температурного режиму, в умовах сучасного клімату є особливо актуальним, так як їх коливання призводять до зміни погодних умов, що мають як сприятливий, так і негативний вплив на навколишнє середовище, стан людини. В результаті досліджень проведених вченими Українського наукового гідрометеорологічного інституту [2], встановлено, що наприкінці ХХ ст. і на початку ХХІ ст. відзначається підвищення як максимальної, так і мінімальної температури повітря, найбільше воно в зимові місяці. Мінімальна температура повітря підвищилася більше, ніж максимальна і середня. Такий характер зміни екстремальної температури повітря відображає сучасну зміну циркуляційних процесів [2].

Вивчення регіональних змін клімату в контексті мінливості і повторюваності екстремальних явищ погоди тільки зараз набуває широкого розповсюдження. У роботі [17] зроблена спроба виявити за допомогою дослідження змін погодних умов в Україні певні закономірності та особливості у змінах режимів температури та опадів і визначення можливих причин цих змін. Для кожного місяця за період з 1 січня 1951 р. по 31 грудня 2013 р. по певних станціях в Україні були розраховані три індекси:  $TN_{xj}$  – максимальне значення добової мінімальної температури,  $TN_{nj}$  – мінімальне значення добової мінімальної температури,  $RX5day_j$  – найбільша кількість опадів за 5 діб поспіль. В результаті проведених досліджень, виявлено, що індекси холоду показали зменшення повторюваності холодних днів (ночей) і тривалості екстремально холодних періодів, а індекси тепла – збільшення повторюваності теплих днів (ночей) і тривалості теплих періодів. Загальний тренд показує тенденцію до зростання температури, що є одним із основних проявів регіональних кліматичних змін в Україні на фоні глобальних процесів потепління [17].



#### 4 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗНИХ КЛАСИФІКАЦІЙ СИНОПТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Загалом існує декілька класифікацій великомасштабної циркуляції атмосфери Північної півкулі, серед яких найбільш відома синоптична класифікація великомасштабних атмосферних процесів Дзердзеєвського [6] і якій у 2016 р. виконується 70 років. Головною ознакою, за якою проведена типізація циркуляції атмосфери позатропічних широт по Б.Л. Дзердзеєвському [5], є наявність або відсутність блокуючих процесів на півкулі, їх напрямок і кількість. Всього виділено 4 групи циркуляції, 13 типів, 41 підтип і елементарний циркуляційний механізм - ЕЦМ (основна одиниця типізації). Число позначає тип ЕЦМ, перші букви алфавіту (а, б, в, г) - відмінності ЕЦМ в межах одного типу в напрямках арктичних вторгнень або виходу південних циклонів, а букви "з" (зимовий) і "л" (літній) - сезонні відмінності ЕЦМ по знаку баричних полів над океанами і континентами. Тільки в типах 4, 9 та 10 зимові ЕЦМ позначені першими літерами алфавіту (4а, 9б і 10а). Для кожного типу ЕЦМ складені динамічні схеми (переміщення циклонів і стаціонавання антициклонів, середні карти атмосферного тиску і температури повітря на рівні моря, карти баричної топографії та середньої температури шару на рівні АТ-500). У роботі [10] наведено докладний опис кожного елементарного циркуляційного механізму, за яким можна проаналізувати динамічну схему і внутрішньорічний хід тривалості ЕЦМ, а також представлено календар послідовної зміни ЕЦМ за 1899-2008 рр., а з 2008 по 2017 рр. в [18]. Класифікація та календар є найбільш детальними і тривалими у порівнянні з іншими класифікаціями.

Загальні властивості атмосферної циркуляції часто описують за допомогою різноманітних індексів, серед яких найбільш відомі індекси циркуляції К.-Г. Росьбі та Є.М. Блінової [6]. К.-Г. Росьбі розглядав геострофічну зональну складову швидкості вітру через різницю тиску між 35 та 55° широти по секторах. Є.М. Блінова рахувала лінійну швидкість руху атмосфери уздовж кола широти рівною осередненій зональній швидкості геострофічного вітру.

З метою детальної та різнобічної характеристики великомасштабних рухів в атмосфері А. Л. Кацем [6, 8] запропонована система індексів з урахуванням циркуляційних характеристик середньої тропосфери, яка дозволяє окремо оцінити зональну ( $I_z$ ) і меридіональну ( $I_m$ ) циркуляцію як над

півкулею в цілому, так і для будь-якого заданого району. При співвідношенні меридіонального індексу до зонального отримаємо індекс загальної циркуляції ( $I_{zag} = I_m / I_z$ ). Якщо  $I_{zag} \geq 0,75$ , то циркуляція вважається меридіональною.

Відомо [5, 6, 8], що для зонального (зон) типу циркуляції характерна широтна орієнтація ізогіпс на карті АТ-500, а меридіональний (м) тип циркуляції поділяється на 4 форми: західна (зах), східна (сх), центральна (ц) та змішана (зм), які значно відрізняються між собою територіальним розміщенням висотних гребенів та улоговин.

Щоб виключити суб'єктивізм, М.І. Зверевим в якості параметрів аналогічності запропоновані величини  $r\phi$ ,  $r\lambda$ ,  $r\epsilon$ , перші два з яких характеризують зональні і меридіональні градієнти карти АТ-500, а третій - їх суму. Слід зазначити, що на початку вивчення аналогічності атмосферних процесів метод визначення був синоптичним, а потім фізико-статистичним [6]. При цьому класифікація синоптичних процесів і виділення типів (підтипів) проводились на основі накопиченого синоптичного досвіду, якісних ознак або кількісних параметрів (наприклад, індекс циркуляції, критерії аналогічності тощо).

В.Ф. Мартазінова [6, 13] та її учні використовують метод "аналогів", який є універсальним методом об'єктивної типізації синоптичних процесів. Нагадаємо, що аналог класу синоптичної ситуації - це одне найбільш інформативне поле синоптичного положення, яке має найбільшу подібність (за критеріями аналогічності) з іншими полями в даному класі. Критеріїв аналогічності два: це критерій геометричної подоби баричних полів ( $\rho$ ), який дозволяє оцінити площу збігу двох полів, і середньоквадратичне відхилення (Евклідова відстань) між двома полями ( $\eta$ ), що оцінює близькість за абсолютними значеннями двох баричних областей.

Для класифікації синоптичних процесів на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ [3, 5] складено каталог типових синоптичних процесів над територією України в період з 1992 по 2012 рр. для центральних місяців сезонів. Згідно каталогу в Північно-Західному Причорномор'ї виявлено шість типів синоптичних процесів, обумовлених формуванням вітру. Більшість типів, підрозділяють на декілька підтипів, які у повній формі характеризують особливості конкретного типу синоптичних процесів, фонових структур, особливостей приземного поля кожного з підтипів. Розглянемо більш детально кафедральну класифікацію.

Тип 1. Периферійні атмосферні процеси, до яких відносяться переноси з північною, східною, західною та південною складовими.

Підтип 1.1. Західний і північно-західний перенос. Цей підтип формується на південній периферії циклонів і північній периферії антициклонів помірних широт. Подібна ситуація спостерігається в той час, коли над північним узбережжям Чорного моря формується малоградієнтне поле при переході від циклону, який стаціонує над Баренцевим морем, і зоною підвищеного тиску над районами Малої Азії і східною частиною Середземного моря. До цього типу також віднесені улоговини, які орієнтовані переважно з північного заходу і поширюються від циклонів з центром над Північною Атлантикою .

Підтип 1.2. Південний перенесення включає процеси, які спостерігаються в передній частині циклону і на західній периферії антициклону. Зазвичай при такій синоптичній ситуації над північним узбережжям Чорного моря розташовується малоградієнтне поле тиску, яке утворюється внаслідок блокування циклону, що переміщається з Норвезького і Баренцевого морів, сибірським антициклоном.

Підтип 1.3. Східний перенос формується на північній периферії циклону і південній периферії антициклону. Найчастіше це спостерігається, коли над досліджуваними районами знаходиться південна периферія антициклону, який стаціонує над центральною частиною Східної Європи. До цього ж типу приводить наявність гребеня, який орієнтований зі сходу.

Підтип 1.4. Північний перенос утворюється за рахунок стаціонування області підвищеного тиску над Західною і Центральною Європою та циклону на півночі Східної Європи, що переміщається з Північної Атлантики та Скандинавії.

Тип 2. Циклонічна циркуляція. До цього типу належать області зниженого тиску, які розташовуються над Україною.

Підтип 2.1. Синоптична ситуація представлена центром циклону і улоговиною з південної та східної складовими, які пов'язані з виходом південних циклонів, а також улоговинами, орієнтованими з півночі і північного заходу від циклонів, які утворилися над районами Північної Атлантики.

Підтип 2.2. Переміщення улоговин із заходу, які пов'язані з циклонами північних широт і рухаються над північними районами Східної Європи.

Тип 3. Антициклонічна циркуляція. Цей тип являє собою антициклони, які орієнтовані із заходу і сходу, а також малоградієнтним полем підвищеного тиску.

Підтип 3.1. Гребені антициклонів, які спрямовані із заходу. Такі гребені не є результатом безпосереднього поширення високого тиску з області Азорського антициклону. Формування гребенів і невеликих антициклонів відбувається за холодними фронтами, коли під впливом термічних і динамічних факторів відбувається зміна тиску, а також під впливом гірських систем Центральної Європи. Область підвищеного тиску часто об'єднується з Азорських антициклоном і перетворюється на його відріг.

Підтип 3.2. Гребені, які витягнуті зі сходу. Вони формуються за рахунок стаціонування східносибірського антициклону над Азією. Цей процес спостерігається значно рідше, ніж гребені, що поширюються з заходу, що обумовлено як переважанням західного переносу повітряних мас, так і впливом Чорного моря на термобаричне поле тропосфери.

Підтип 3.3. Малоградієнтне поле підвищеного тиску. До цього підтипу також відносяться і центральна частина антициклону. Середні величини баричних градієнтів коливаються від 0,7 до 1,5 гПа/111 км, переважає штиль і не спостерігається посилення швидкості вітру навіть у добовому ході.

Тип 4. Слабко виражені баричні поля.

Підтип 4.1. Розмите баричне поле з невеликими градієнтами тиску: 1,5...2,5 гПа/111 км.

Підтип 4.2. Улоговина, котра формується циклоном над Баренцевим морем та областю пониженого тиску над Малою Азією, а також гребенем азорського максимуму над Європою та зоною підвищеного тиску над районами Сибіру.

Тип 5. Периферійні атмосферні процеси, пов'язані з проходженням атмосферних фронтів. До них відносяться переноси усіх напрямків.

Підтип 5.1. Східний та південно-східний перенос, який, здебільшого здійснюється по східній-південно-східній периферії антициклону. Швидкість вітру збільшується під впливом Чорноморської депресії та штормової зони ( $\partial P/\partial n \geq 3,5$  гПа/111 км) з фронтом.

Підтип 5.2. Східний та південно-східний перенос відбувається по південній-південній-західній периферії антициклону при проходженні арктичного або полярного фронтів; в зоні підвищених градієнтів тиску ( $\partial P/\partial n \geq 3,0$  гПа/111 км) без фронтів або при наявності розмитого фронту;

при розташуванні гребеня з фронтом, що розташовується практично зонально між циклонами (західним і східним) помірних широт.

Тип 6. Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами ( $\partial P/\partial n \geq 2,5$  гПа/111 км).

Підтип 6.1. Східна частина циклону або штормова зона між циклонами на заході (північному заході) і антициклоном на сході; обумовлює південний або південно - східний перенос.

Підтип 6.2. Тил циклону, що переміщається зі швидкістю  $\geq 40$  км год<sup>-1</sup> в поєднанні із західним і північно- західним вітром.

Підтип 6.3. Улоговина з фронтами, яка обумовлює вітер різних напрямків залежно від орієнтації щодо району дослідження.

Підтип 6.4. Південний циклон, який, здебільшого, здійснює південне перенесення повітряної мас. Проте в його північній частині може спостерігатися вітер північно-східних і південно-східних напрямків, а в центрі циклону (з фронтами ) відзначається вітер усіх напрямків, включаючи північно-західний.

## 5 АТМОСФЕРНА ЦИРКУЛЯЦІЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я ПРОТЯГОМ 2013-2017 рр.

### 5.1 Структура циркуляційних процесів Північно-Західного Причорномор'я згідно типізації кафедри метеорології та кліматології

Погодні умови в Україні формуються на тлі різних синоптичних процесів. Однак з усього різноманіття синоптичних процесів можна виділити найбільш типові ситуації, характерні для того чи іншого регіону. Дослідження циркуляційних умов Північно-Західного Причорномор'я для центральних місяців сезонів згідно типізації кафедри метеорології та кліматології ОДЕКУ представлені в табл. Додатка Б. Розглянемо більш детально зміну різних синоптичних ситуацій по сезонах (табл. 5.1, рис.5.1-5.4).

У зимовий і весняний сезони погодні умови переважно визначаються 6 і 5 типом синоптичних процесів. Так, в січні (рис. 5.1) повторюваність циклонічних процесів з великими баричними градієнтами (тип 6) становить 52,3%, в квітні (рис. 5.2) - 43,4%. Домінуючим є підтип 6.2, якому відповідають тиллові частини циклонів (січень - 24,8%, квітень - 26,7%). Периферійні процеси з атмосферними фронтами (тип 5) зустрічаються рідше - 34,5% і 32% у січні та квітні відповідно.

У центральні місяці літа та осені частіше спостерігаються периферійні процеси (тип 5) з південним і південно-східним перенесенням з посиленням швидкості вітру, яка збільшується під впливом штормової зони з атмосферними фронтами, а також за рахунок контрасту температур на межі суша-море в прибережній зоні Північно-Західного Причорномор'я. Так, у липні (рис. 5.3) ці синоптичні процеси зустрічаються в 45,8%, а в жовтні 47,3% від загальної кількості випадків. З підтипів в липні різко виділяється підтип 5.1 (39,3%) - це східний і південно-східний переноси, які, здебільшого, здійснюються по східній-південно-східній периферії антициклону. У жовтні (рис. 5.4) переважають підтипи 5.1 і 5.2. Підтип 5.2 - це східний і південно-східний перенос по південній-південно-західній периферії антициклону при проходженні арктичного або полярного фронтів, в зоні підвищених градієнтів тиску без фронтів або при наявності розмитого фронту. У літній період також досить часто (29,1%) погодні умови даного

регіону визначаються антициклонічною циркуляцією (тип 3). Повторюваність процесів цього типу в літній період значно більше, ніж в інші сезони.

Таблиця 5.1 – Повторюваність (ч.в./%) типів синоптичних процесів у Північно-Західному Причорномор'ї за 2013-2017 рр.

Синоптичні процеси		Січень		Квітень		Липень		Жовтень		Рік	
		Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%
Тип	Підтип										
1 Периферійні процеси	1										
	1.1	2	1,3					1	0,6	3	0,5
	1.2	1	0,7	1	0,7					2	0,3
	1.3			3	2,0	14	9,0	1	0,6	18	2,9
	1.4					6	3,9	4	2,6	10	1,6
2 Циклонічна діяльність	2										
	2.1										
	2.2										
3 Антициклонічна діяльність	3										
	3.1	1	0,7	5	3,3	15	9,7	4	2,6	25	4,1
	3.2	2	1,3	2	1,3	2	1,3	7	4,5	13	2,1
	3.3	10	6,6	18	12,0	28	18,1	13	8,4	69	11,3
4 Малоградієнтні баричні поля	4										
	4.1	1	0,7	6	4,0					7	1,1
	4.2	3	1,9	2	1,3			1	0,6	6	1,0
5 Периферійні процеси з проходженням фронтів	5										
	5.1	24	15,6	21	14,0	61	39,3	34	22,7	140	22,9
	5.2	29	18,9	27	18,0	10	6,5	38	24,6	104	17,0
6 Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами	6										
	6.1	18	11,8	12	8,0	7	4,5	22	14,2	59	9,6
	6.2	38	24,8	40	26,7	12	7,7	22	14,2	112	18,4
	6.3	16	10,5	10	6,7			7	4,4	33	5,4
	6.4	8	5,2	3	2,0					11	1,8
Сума		153	100	150	100	155	100	154	100	612	100

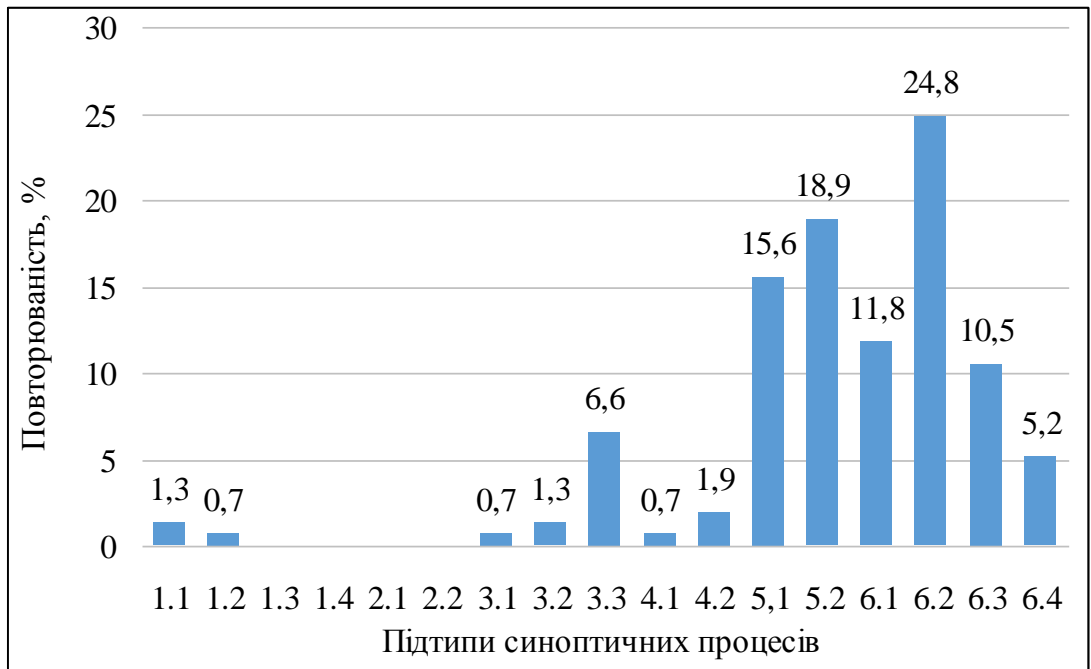


Рис. 5.1. Повторюваність типів синоптичних процесів у січні за період 2013-2017 рр.

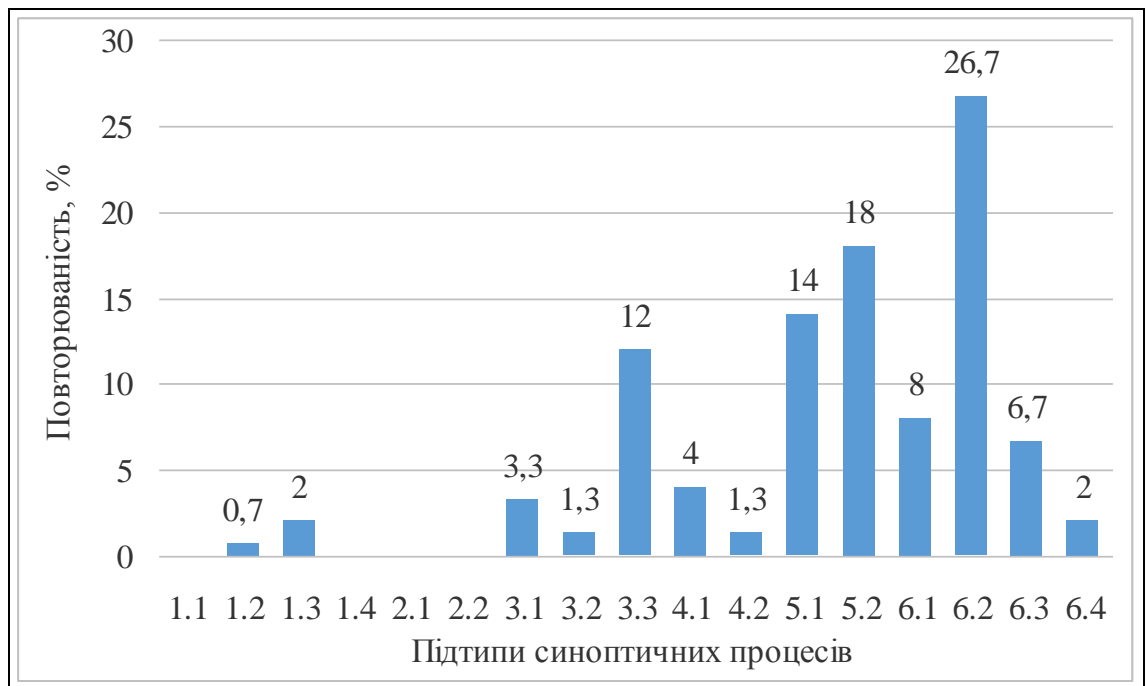


Рис. 5.2. Повторюваність типів синоптичних процесів у квітні за період 2013-2017 рр.



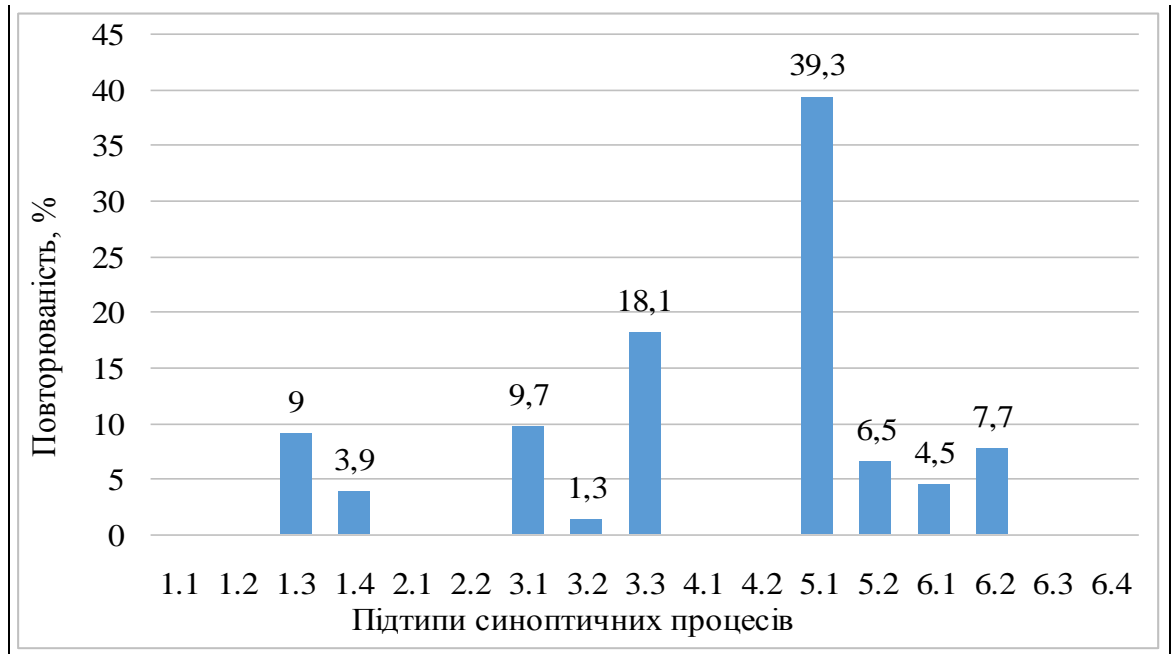


Рис. 5.3. Повторюваність типів синоптичних процесів у липні за період 2013-2017 рр.

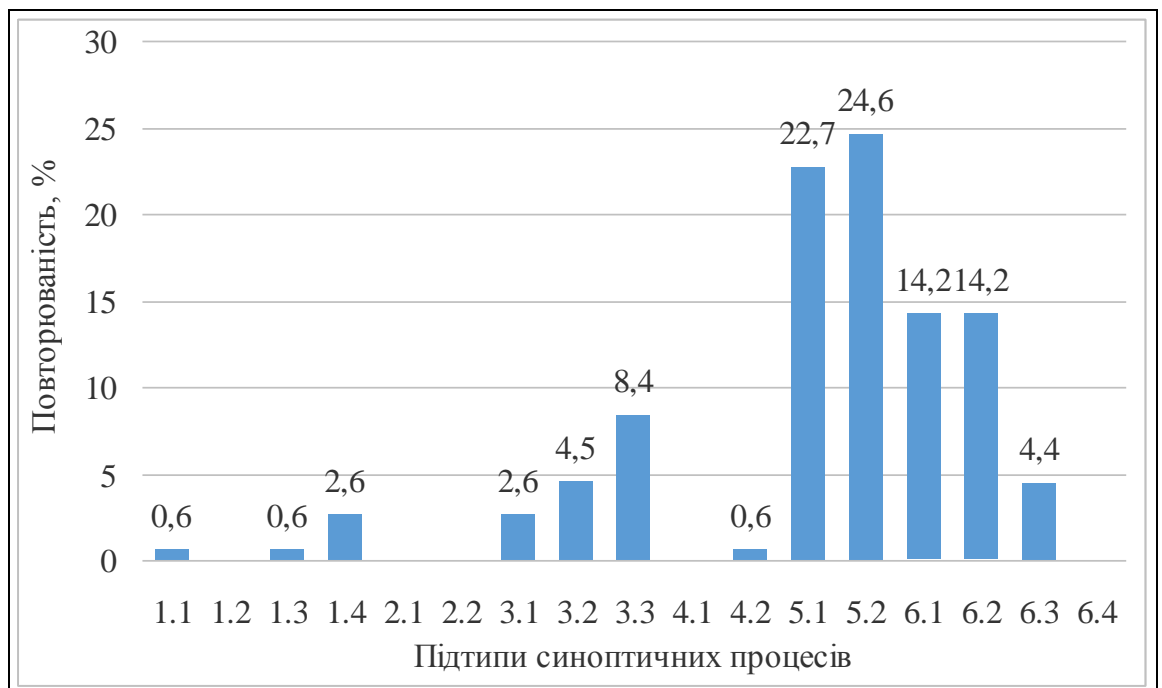


Рис. 5.4. Повторюваність типів синоптичних процесів у жовтні за період 2013-2017 рр.

Річна повторюваність типів синоптичних процесів виглядає наступним чином (рис. 5.5). Периферійні процеси 5 типу з атмосферними фронтами зустрічаються найбільш часто, що становить 39,9%. Дещо менше (35,2%)

повторюваність циклонічної циркуляції з великими баричними градієнтами. Антициклонічна циркуляція встановлюється в регіоні в 17,5% випадків. Значно рідше зустрічаються малоградієнтне баричне поле (2,1%), периферійні процеси без атмосферних фронтів (5,3%) і повністю відсутні циклонічні процеси з невеликими баричними градієнтами.

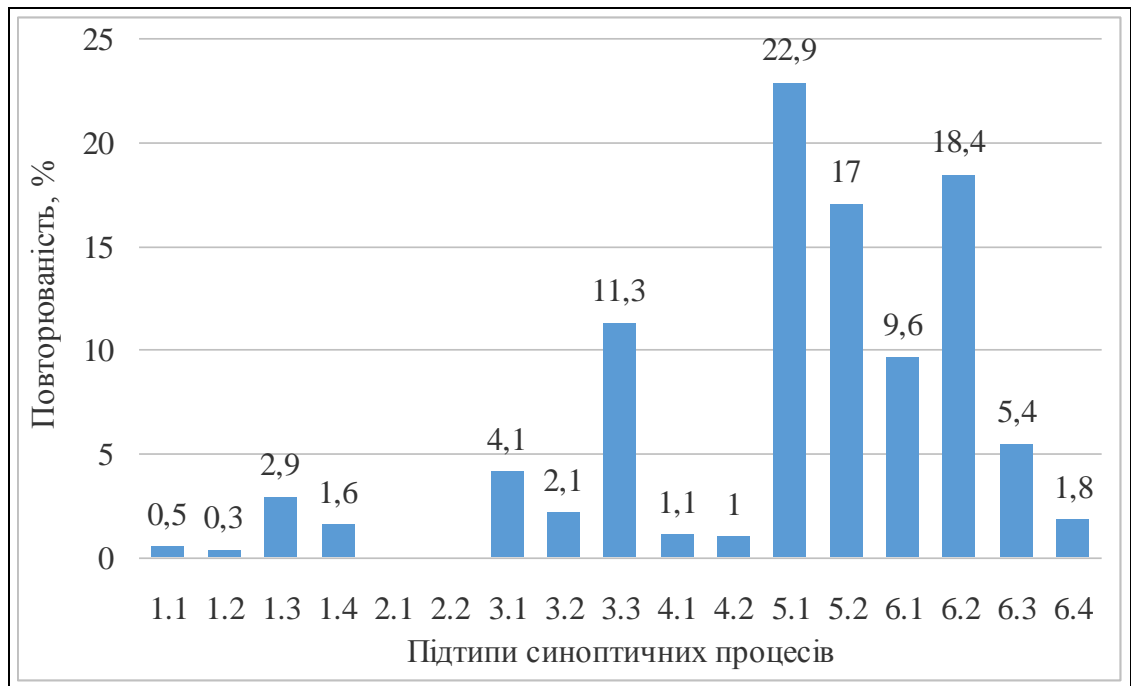


Рис. 5.5. Повторюваність типів синоптичних процесів за рік. 2013-2017 рр.

## 5.2 Застосування класифікації Б.Л. Дзердзеєвського до типізації процесів

Для забезпечення більш різнобічного аналізу циркуляції атмосфери Північно-Західного Причорномор'я за вище вказаний проміжок часу застосуємо більш детальну характеристику класифікації синоптичних процесів Б.Л. Дзердзеєвського, яку можна використовувати як в оперативній прогностичній роботі, так і для вивчення динаміки зміни циркуляційних умов на території, що досліджується. З цією метою використано календар елементарних циркуляційних механізмів Дзердзеєвського Б.Л. [18]. Дослідження представлені в табл. 5.2 та на рис. 5.6. Розглянемо циркуляційні процеси окремо по сезонах, оскільки за даними табл. 5.2 спостерігаються їх суттєві відмінності.

Таблиця 5.2 – Повторюваність (ч.в./%) типів ЕЦМ у  
Північно-Західному Причорномор'ї за 2013-2017 рр.

Тип ЕЦМ	Січень		Квітень		Липень		Жовтень		Рік	
	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%
1а	1	0,6					3	1,9	4	0,7
1б							1	0,6	1	0,2
2а					4	2,6	1	0,6	5	0,8
2б										
2в					4	2,6			4	0,7
3			5	3,3	13	8,4			18	2,9
4а	1	0,6	3	2,0					4	0,7
4б					3	1,9			3	0,5
4в										0,0
5а	9	5,8							9	1,5
5б	3	1,9					3	1,9	6	1,0
5в	4	2,6							4	0,7
5г	2	1,3					1	0,6	3	0,5
6			1	0,7	5	3,2	3	1,9	9	1,5
7аз			1	0,7			2	1,3	3	0,5
7ал					1	0,6			1	0,2
7бз							2	1,3	2	0,3
7бл			3	2,0					3	0,5
8а	1	0,6	7	4,7	5	3,2	3	1,9	16	2,6
8бз			1	0,7			5	3,2	6	1,0
8бл			1	0,7					1	0,2
8вз	1	0,6					1	0,6	2	0,3
8вл					6	3,9			6	1,0
8гз	3	1,9	2	1,3			2	1,3	7	1,1
8гл			1	0,7			1	0,6	2	0,3
9а			11	7,3	26	7,3	5	3,2	42	6,8
9б	3	1,9	1	0,7	4	0,7	4	2,6	12	2,0
10а					3		2	1,3	5	0,8
10б					3	1,3	1	0,6	6	1,0
11а	6	3,9	1	0,7			4	2,6	11	1,8

Продовження табл.5.2

Тип ЕЦМ	Січень		Квітень		Липень		Жовтень		Рік	
	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%	Ч.в.	%
11б	5	3,2					2	1,3	7	1,1
11в	11	7,1	4	2,7					15	2,4
11г	4	2,6	1	0,7			6	3,9	11	1,8
12а	23	14,8	57	38,0	9	5,8	34	21,9	123	20,0
12бз	17	11,0	4	2,7			17	11,0	38	6,2
12бл			10	6,7	4	2,6	1	0,6	15	2,4
12вз	15	9,7					3	1,9	18	2,9
12вл					1	0,6	1	0,6	2	0,3
12г	9	5,8	8	5,3			4	2,6	21	3,4
13з	37	23,9	10	6,7			42	27,1	89	14,5
13л			16	10,7	64	41,3	1	0,6	81	13,2
Сума	155	100	150	100	155	100	155	100	615	100

Протягом січня домінуючим ЕЦМ є тип 13з з повторюваністю 23,9%, який відноситься до меридіональної південної циркуляції без блокуючих процесів і якому властиво вихід 3-4 південних циклонів. Основною прикметою, яка характеризує 13 тип ЕЦМ є циклонічна циркуляція над Арктикою. Вона визначається розвитком циклонічної діяльності на арктичному фронті і, особливо, регенерацією на ньому оклюдованих циклонів, що перемістились з півдня. Потужний стаціонарний антициклон займає весь Євразійський материк, а його гребінь витягнутий аж до Піренейського півострова [10]. Також у січні значний відсоток повторюваності типів ЕЦМ 12а (14,8%) та 12бз (11%). Взагалі тип 12 формується при добре розвинутому арктичному антициклоні. Циклонічні полярно-фронтіві серії розміщені над Атлантикою, Європою і рух циклонів відбувається по траєкторіях, які мають велику північну складову. Арктичні вторгнення відбуваються в тилівій частині циклонічних серій. Звичайно спостерігається чотири блокуючих процеси і чотири виходи південних циклонів. Тип ЕЦМ 12бз має по три блокуючих процеси і прориви південних циклонів. Пов'язані з проривом південних циклонів області зниженого тиску в Європі витягнуті з півдня на північ [10].

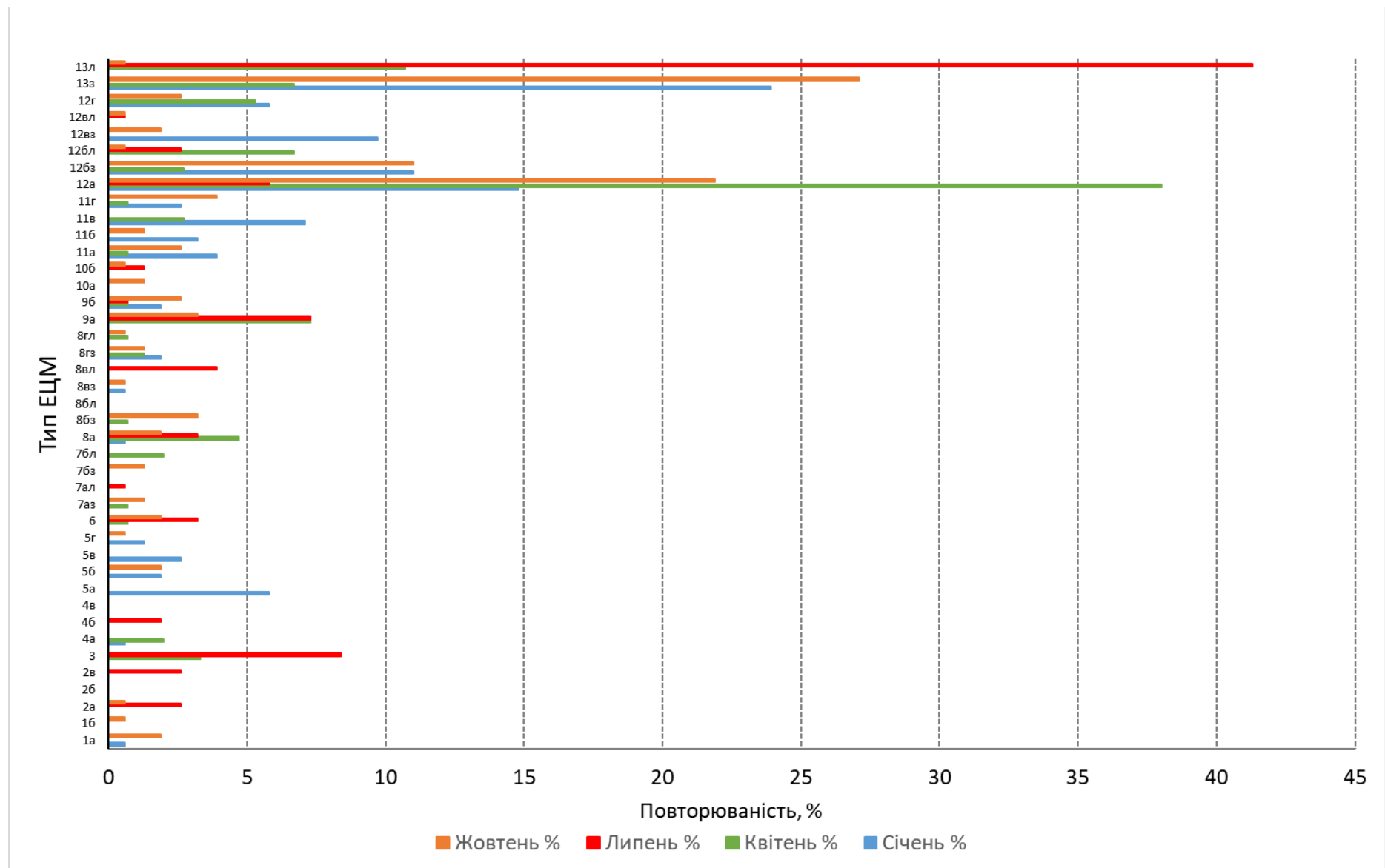


Рис. 5.6 . Повторюваність (%) типів ЕЦМ у Північно-Західному Причорномор'ї за 2013-2017 рр.

У квітні атмосферна циркуляція характеризується суттєвою перевагою ЕЦМ типу 12а, на який доводиться 38,0% (табл. 5.2). Процеси цього типу описані вище, тобто можна вважати, що в центральні місяці весни останніх 5 років переважає антициклонічний характер циркуляції над Арктикою з циклонічним над Атлантикою і Європою.

Другим за повторюваністю (10,7%) типом ЕЦМ є 13л, якому властива циклонічність над Арктикою, проте це не є вузька смуга як при ЕМЦ 13з, а є частиною обширної області зниженого тиску, яка охоплює більшу частину позатропічних широт Північної півкулі. Азорський антициклон залишається в південних широтах Атлантичного океану, а його гребінь витягується на Західну Європу [10].

Літні процеси в останні 5 років ще більш однотипні у порівнянні з весняними. Так 41,3% доводиться на ЕЦМ 13л; це єдиний тип, який можна виділити у липні, інші типи ЕЦМ не перевищують 8%. Детально тип 13л описано вище. Слід відзначити, що ЕЦМ 13л відмічається тривалістю існування, що перевищує відповідні величини для інших ЕЦМ і, як відзначається в [10] зустрічається, переважно, з квітня по вересень. Найбільша повторюваність припадає на липень та серпень, що підтверджено у даній роботі. Це пояснює тривалі періоди впливу азорського антициклону у липні-місяці на територію України, що в свою чергу спричиняє посушливу спекотну погоду.

Протягом жовтня можна спостерігати більш різноманітний характер атмосферної циркуляції у порівнянні з весняними та літніми місяцями. Так за даними табл. 5.2 повторюваність 12 та 13 типів ЕЦМ приблизно однакова з невеликою перевагою 12 типу. Тип 12а відмічається в 21,9%, 12бз – 11,0%, а 13з – 27,1%. Інші типи ЕЦМ суттєво не обумовлюють погодні процеси над Україною. Отже, в осінній сезон антициклональна циркуляція почергово змінюється циклонічною.

У річному розподілі типів ЕЦМ найбільший відсоток (20,0%) доводиться на ЕЦМ 12а, що забезпечується в першу чергу весняними процесами (38%), а також осінніми (21,9%) та зимовими (14,8), хоча і меншою мірою. Влітку атмосферна циркуляція цього типу зустрічається лише у 5,8%. Другим за повторюваністю типом ЕЦМ є 13з в 14,5% річних. Це, в основному осінньо-зимові процеси (27,1% та 23,9% відповідно). Цікавим є той факт, що у липні цей тип жодного разу не спостерігався. І третій за повторюваністю (13,2% річних) є ЕЦМ 13л, внесок літніх процесів в який максимальний.

### 5.3 Вплив циркуляції атмосфери на формування сильного вітру

На сьогоднішній день проблема штормових вітрів є досить актуальною у тих сферах діяльності людини, які пов'язані з безпекою життєдіяльності населення, мореплавства, авіації тощо. Завчасне виявлення та попередження про виникнення небезпечних погодних умов, у тому числі й сильних штормів, що можуть призвести до значних економічних втрат та загибелі людей, є головною задачею прогностичних підрозділів Гідрометслужби України. Однією із умов успішного прогнозування сильних вітрів є знання характеристик вітрового режиму досліджуваної території та синоптичних умов, що їх обумовлюють. Цей взаємозв'язок неодноразово досліджувався в наукових роботах [4, 6].

Розглянемо особливості взаємодії великомасштабної циркуляції атмосфери з формуванням сильного вітру в середні місяці сезонів в Північно-Західному Причорномор'ї. З даних штормових оповіщень вибрані випадки посилення вітру до критерію небезпечного ( $\geq 15$  м/с) і стихійного ( $\geq 25$  м/с) метеорологічного явища. Дослідження проводились за січень, квітень та жовтень 2013-2017 рр. З метою виключення шквалистих посилень вітру, обумовлених розвитком конвекції, які виникають переважно у теплу пору року, місяць липень не розглядався. Таким чином, до розгляду брались лише випадки градієнтних вітрів, які спостерігались повсюдно; посилення вітру місяцями не враховувалось.

За досліджуваний період спостерігалось в цілому 48 випадків сильного вітру по території Одеської, Миколаївської та Херсонської областей (табл. 5.3 - 5.4). У табл. 5.3 представлені всі випадки сильного вітру, які спостерігались на півдні України у відповідній групі циркуляційних умов по Дзердзеевському або класифікації синоптичних процесів кафедри метеорології та кліматології. Узагальнені дані представлені в табл. 5.4 – 5.5 та на рис. 5.7 – 5.8.

Найбільший внесок у формування сильного вітру вносить 6 тип кафедральної циркуляції, що становить 57,8%. Тип 6 – це циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами ( $\partial P/\partial n \geq 2,5$  гПа/111 км). Максимальний відсоток (35,6%) доводиться на підтип 6.2, тобто штормові умови найчастіше спостерігаються в тилу циклонів, що переміщується зі швидкістю понад 40 км/год.

Таблиця 5.3 - Поєднання сильного вітру у Північно-Західному Причорномор'ї з ЕЦМ та підтипами синоптичних процесів

Дні з $V_{\max} > 15$ м/с	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Дні з $V_{\max} > 15$ м/с	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу
25.01.2013	12вз	6.1	19.04.2015	13л	6.2
16.04.2013	7бл	5.2	04.10.2015	12г	2.2
21.04.2013	13л	5.1	12.10.2015	12а	6.1
01.10.2013	13з		17.01.2016	12а	6.1
02.10.2013	13з	5.1	18.01.2016	12а	6.2
20.01.2014	12вз	5.2	01.04.2016	12а	6.2
25.01.2014	11в	5.2	02.04.2016	12а	6.2
26.01.2014	11в	5.2	15.04.2016	12а	6.2
27.01.2014	11в	5.2	20.04.2016	12а	6.2
29.01.2014	11в	5.2	22.04.2016	12а	6.2
18.10.2014	12а	6.2	12.10.2016	12бз	6.1
23.10.2014	10б	6.1	06.01.2017.	13з	
24.10.2014	6	5.2	07.04.2017	12бз	6.2
25.10.2014	8бз	5.2	08.04.2017	8гз	6.2
26.10.2014	8бз	5.2	18.04.2017	12а	6.2
06.01.2015	12г	6.2	20.04.2017	12а	6.2
07.01.2015	11а	5.1	08.10.2017	11а	5.2
09.01.2015	11а	6.3	29.10.2017	12а	5.2
30.01.2015	12а	6.3	30.10.2017	12а	5.2
31.01.2015	12а	6.3	31.10.2017	12а	
02.04.2015	12а	6.3			
04.04.2015	12а	6.2			
06.04.2015	12а	5.1			
07.04.2015	12бл	5.1			
09.04.2015	12г	5.1			
14.04.2015	12а	6.2			
15.04.2015	12а	6.2			
16.04.2015	12а	6.3			



Таблиця 5.4 – Повторюваність підтипів синоптичних процесів при сильних вітрах

Повторюваність	Підтип синоптичної ситуації						Σ
	2.2	5.1	5.2	6.1	6.2	6.3	
Ч.в.	1	6	12	5	16	5	45
%	2,2	13,3	26,7	11,1	35,6	11,1	100

Другим за повторюваністю (26,7%) синоптичним процесом, що обумовлює сильний вітер, є східний та південно-східний перенос по південній-південно-західній периферії антициклону при проходженні арктичного або полярного фронтів; в зоні підвищених градієнтів тиску ( $\partial P/\partial n \geq 3,0$  гПа/111 км) без фронтів або при наявності розмитого фронту. Загалом сильний вітер виникає при синоптичних процесах, віднесених до 5 і 6 типу за винятком 4.10.2015 р. (підтип 2.2).

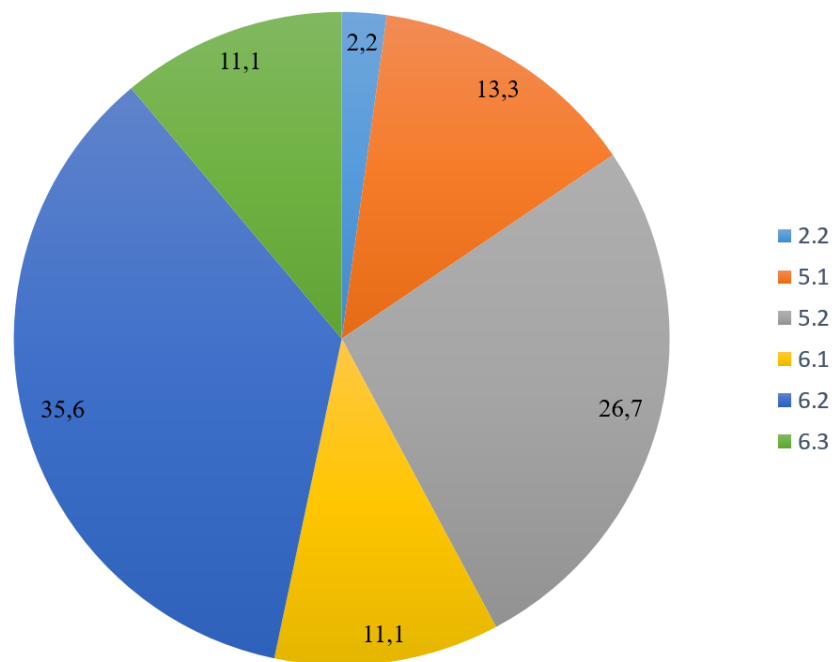


Рис. 5.7. Повторюваність підтипів синоптичних процесів при сильних вітрах

Проведемо аналіз підтипів ЕЦМ при сильних вітрах. Дані табл. 5.5 та рис. 5.8 чітко демонструють беззаперечну перевагу ЕЦМ 12а (45,8%) над всіма іншими. Як зазначалося вище при цьому типі спостерігається чотири блокуючих процеси і чотири виходи південних циклонів (рис. 5.9). ЕЦМ

цього типу найчастіше зустрічається в період переходу від холодного півріччя до теплого, коли арктичний антициклон досягає найбільшої потужності, а в південних широтах підстильна поверхня достатньо прогріта. Як зазначається в [10] ЕЦМ 12а зустрічається круглий рік, але найбільша повторюваність припадає на травень і квітень. Подібна тенденція спостерігається і протягом останніх років, як бачимо з табл. 5.3 у 13 випадках із 22 ЕЦМ 12а обумовлює сильний вітер у квітні, 5 разів у жовтні та 4 рази у січні.

Таблиця 5.5 – Повторюваність типів ЕЦМ при сильних вітрах

Повторюваність	Типи ЕЦМ														Σ
	6	7бл	8бз	8гз	10б	11а	11в	12а	12г	12бз	12бл	12вз	13з	13л	
Ч.в.	1	1	2	1	1	3	4	22	3	2	1	2	3	2	48
%	2,1	2,1	4,2	2,1	2,1	6,2	8,3	45,8	6,2	4,2	2,1	4,2	6,2	4,2	100

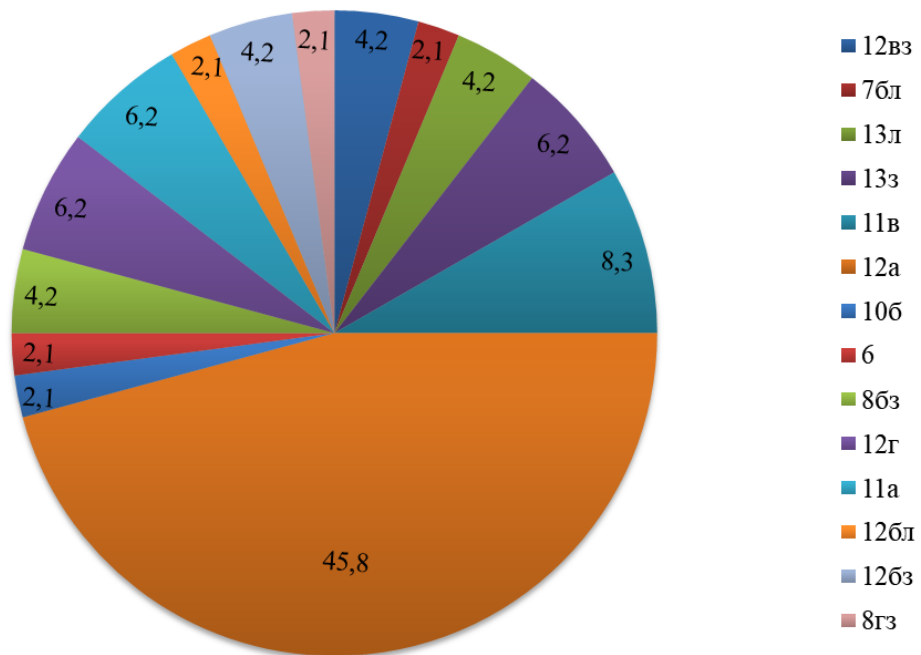


Рис. 5.8. Повторюваність типів ЕЦМ при сильних вітрах

Другим за повторюваністю типом при сильному вітру є ЕЦМ 11в з 8,3%. Згідно [10] цей тип характеризується великою протяжністю західного відрозу сибірського антициклону на ЄТР, переміщенням на захід і звуженням смуги виходів середземноморських циклонів і зменшенням циклонічної області над північною Атлантикою і Європою.

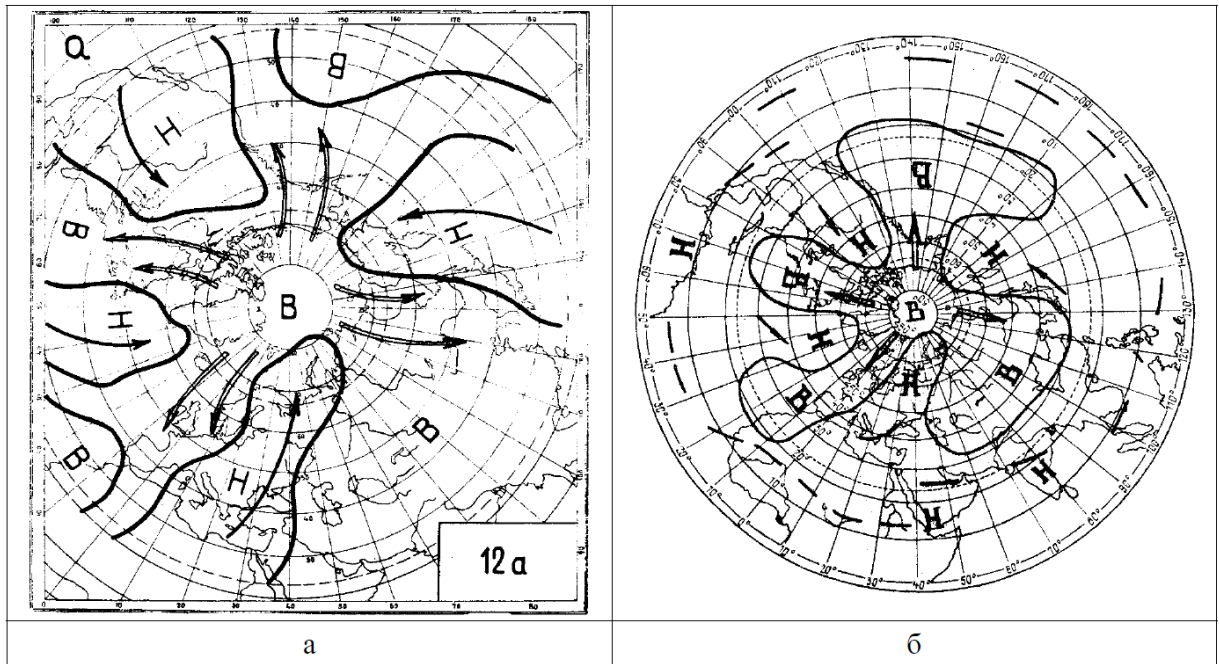


Рис. 5.9. ЕЦМ 12а [10]:

а – динамічна схема за даними першої половини ХХ ст.

б – динамічна схема, побудована на основі середніх карт атмосферного тиску за період 1970-1978 рр.

#### 5.4 Штормовий вітер на півдні Одещини у січні 2018 року

Яскравим прикладом посилення вітру до штормових значень стало переміщення балканського циклону 18 січня 2018 року. Циклон, що утворився на хвилі полярного фронту (рис. 5.10) під передньою частиною висотної баричної улоговини, окреслений двома замкнутими ізобарами з мінімальним тиском у центрі 990 гПа в строк 00 МСЧ. Загальною ознакою механізму виникнення південних циклонів є меридіональний характер макроциркуляційних процесів, які впливають на формування сприятливих для місцевого циклогенезу термодинамічних умов. Південь Одеської області знаходиться в теплому секторі циклону, спостерігається вітер південного напрямку швидкістю 5-10 м/с. Циклон має добре виражену ізалобаричну пару з максимальним падінням тиску  $-2,5$  гПа/3 год у пониззі Дунаю та осередком зростання тиску  $4,6$  гПа/3 год над Румунією, що свідчить про активний розвиток циклону та переміщення його у східному напрямку згідно правилу ізалобаричної пари.

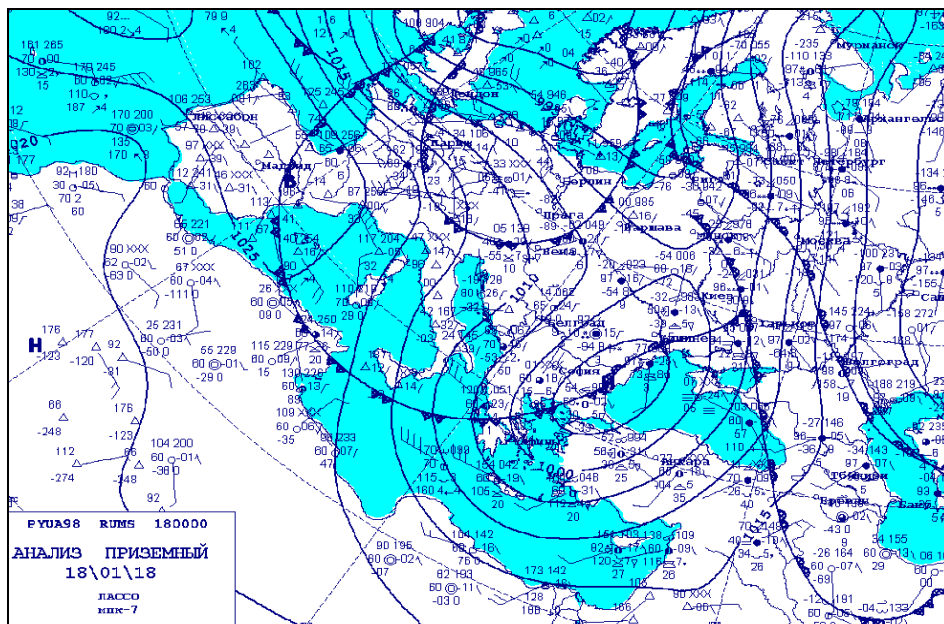


Рис. 5.10. Аналіз приземний за 18.01.2018 року, 00 МСЧ

Карта відносної топографії (рис. 5.11) свідчить про те, що полярному фронту відповідає активна висотно-фронтальна зона. Градієнти геопотенціалу над Балканським півостровом становили понад 20 дам/1000 км. Вона розділяє гребінь тепла над Чорним морем і улоговину холоду над Західною Європою і зазнає суттєвої деформації.

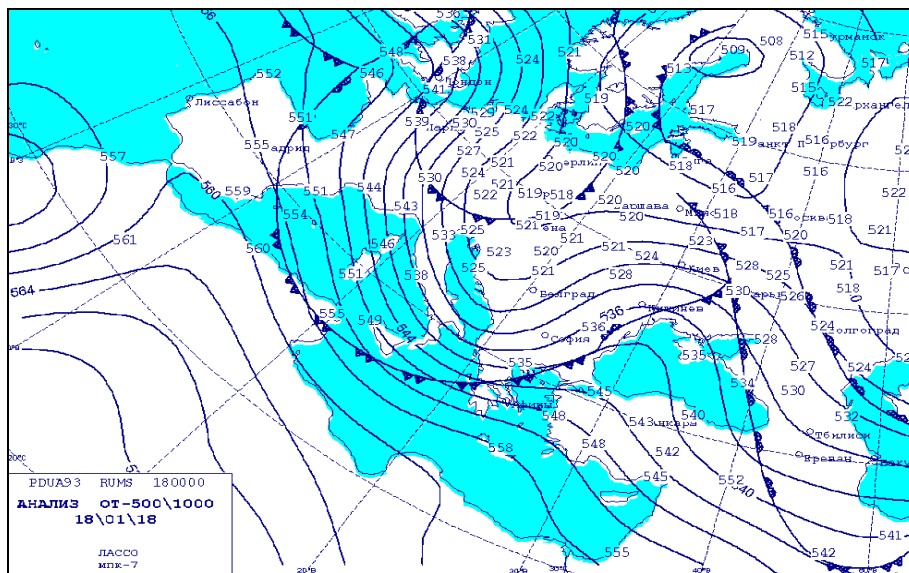


Рис. 5.11. Аналіз ОТ 500/1000 за 18.01.2018 року, 00 МСЧ

Через проміжок часу 6 годин (рис. 5.12) центр циклону знаходиться над Чорним морем поблизу узбережжя Болгарії, мінімальне значення тиску

становить 989 гПа. У тилівій частині спостерігається інтенсивне зростання тиску, як наслідок затоку холодного повітря. Південь Одеської області опинився під впливом тилової частини циклону.

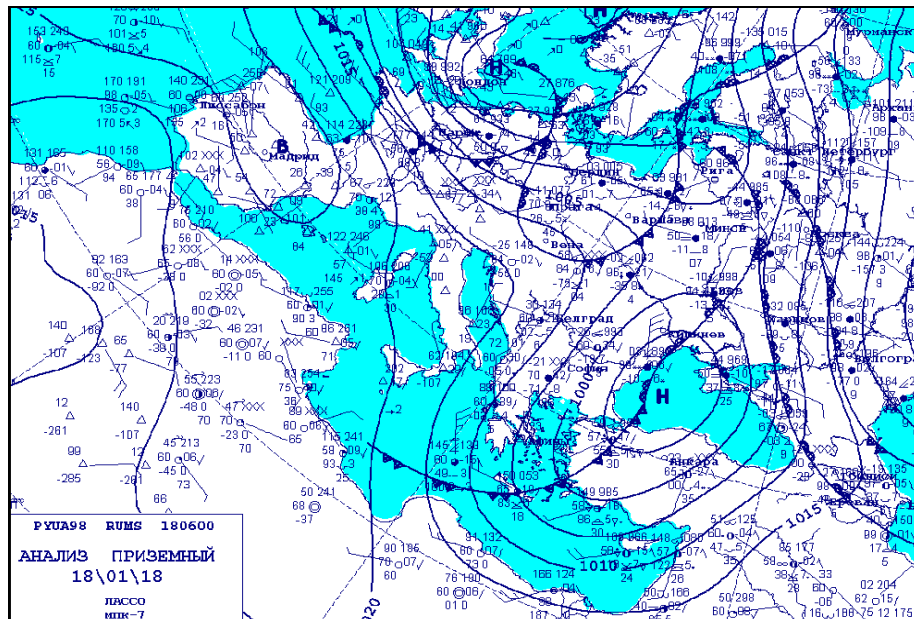


Рис. 5.12. Аналіз приземний за 18.01.2018 року, 06 МСЧ

На станціях Вилкове, Ізмаїл, Усть-Дунайськ починаючи з 4 год 40 хв за даними штормових повідомлень (табл. 5.6, рис. 5.13) посилюється вітер північно-західного напрямку спочатку до критерію сильного 20 м/с, а з 7 год 50 хв до критерію стихійного гідрометеорологічний явища - 25 м/с, досягаючи максимуму в 27 м/с о 9 год 15 хв.

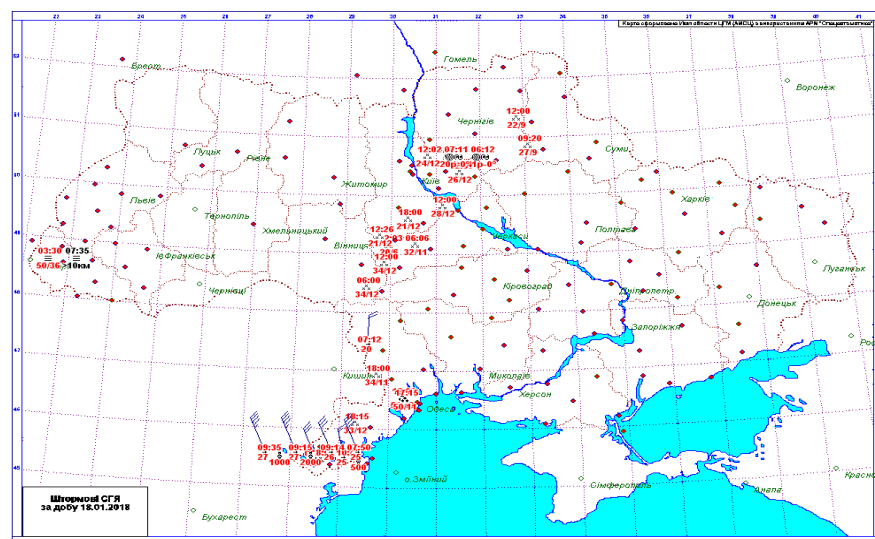


Рис. 5.13. Дані штормових повідомлень за добу 18.01.2018 року

Таблиця 5.6 - Дані штормових попереджень (мовою оригіналу)

Декодировка телеграмм WAREP (сообщения о ОЯ) за 18.01.2018

----- Станция 98094 - Усть-Дунайск -----

Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 04 час 40 мин по МСВ.

>>> WAREP 98094 1804401 11 1331520=

ОЯ - ветер: Напр.=330°, скорость=15м/сек, порыв=20м/сек

----- Станция 33889 - Измаил -----

Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 06 час 48 мин по МСВ.

>>> WAREP 33889 1806481 11 1321122=

ОЯ - ветер: Напр.=320°, скорость=11м/сек, порыв=22м/сек

----- Станция 33889 - Измаил -----

Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 09 час 14 мин по МСВ.

>>> WAREP 33889 1809141 12 1341526=

ОЯ - ветер: Напр.=340°, скорость=15м/сек, порыв=26м/сек

----- Станция 98094 - Усть-Дунайск -----

Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 09 час 15 мин по МСВ.

>>> WAREP 98094 1809151 40 72084// 12 1342327=

ОЯ - Ливневый дождь+снег сильный. Дальность видимости 2000

ОЯ - ветер: Напр.=340°, скорость=23м/сек, порыв=27м/сек

----- Станция 33898 - Вилково -----

Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 10 час 45 мин по МСВ.

>>> WAREP 33898 1810451 40 70584// 12 1351225=

ОЯ - Ливневый дождь+снег сильный. Дальность видимости 500

ОЯ - ветер: Напр.=350°, скорость=12м/сек, порыв=25м/сек

У наступні терміни (рис. 5.14) циклон перемістився на центральну акваторію Чорного моря і почав заповнюватися. Проте, не зважаючи на послаблення циклону, наявність блокуючого антициклону над Європейською територією Росії підтримувала значні термічні та баричні градієнти біля поверхні землі як в передній частині циклону, так і в тилівій.

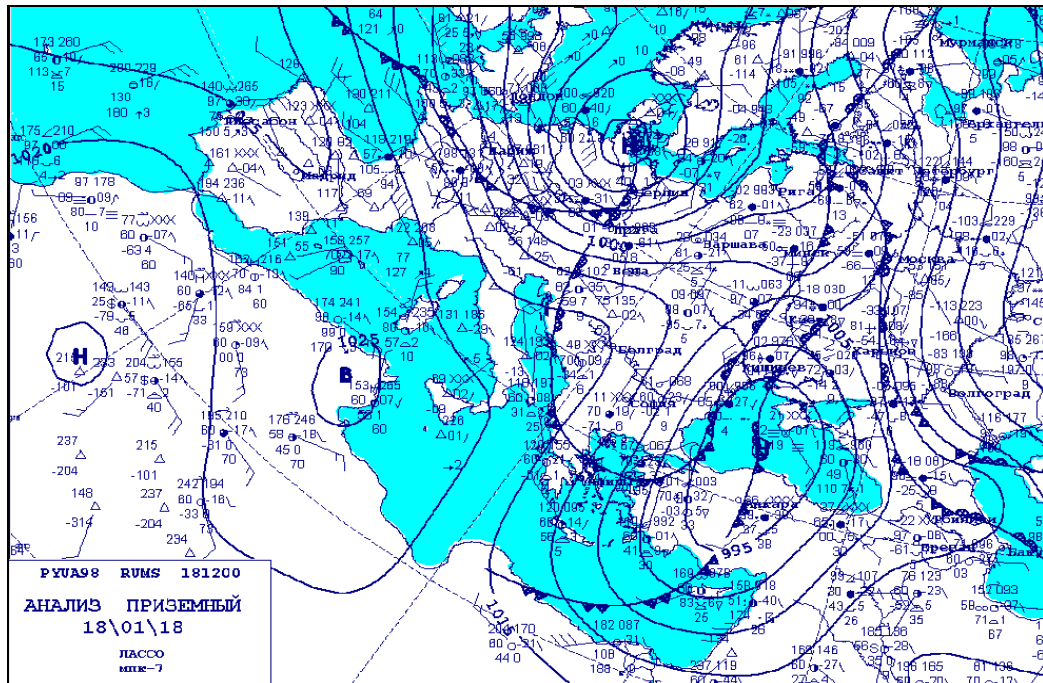


Рис. 5.14. Аналіз приземний за 18.01.2018 року, 12 МСЧ

Таким чином, посилення вітру до штормових значень на півдні Одещини спричинене переміщенням балканського циклону на акваторію Чорного моря. Станції, на яких спостерігався сильний вітер розміщені на узбережжі Чорного моря (ст. Усть-Дунайськ) та на р. Дунай (Вилкове, Ізмаїл), а максимальні швидкості вітру завжди спостерігаються поблизу великих водних об'єктів. Це пояснюється тим, що над водними об'єктами сила тертя мінімальна, також різниця тиску та температур між водною поверхнею і сушею посилюють дію сили баричного градієнту.

## ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень атмосферної циркуляції за період 2013-2017 рр. виявлені найбільш типові атмосферні процеси, які формують погодні умови в Північно-Західному Причорномор'ї в останні 5 років. Аналіз синоптичного матеріалу дозволяє виділити загальні закономірності таких процесів. Представлені нижче результати є спробою пошуку кращої синоптичної класифікації, яка відображає повноту макромасштабних баричних процесів, що обумовлюють формування вітру, в тому числі і сильного, та дозволяє якомога точніше його спрогнозувати.

1. У січні (52,3%) та квітні (43,4%) переважають циклонічні процеси з великими баричними градієнтами 6-го типу кафедральної класифікації. Домінуючим є підтип 6.2, якому відповідають тилові частини циклонів. У центральні місяці літа (45,8%) та осені (47,3%) спостерігаються периферійні процеси 5 типу з південним і південно-східним перенесенням з посиленням швидкості вітру, яка збільшується під впливом штормової зони з атмосферними фронтами. Найчастіше спостерігаються підтипи 5.1 та 5.2. Повторюваність антициклонічної циркуляції 3-го типу у липні (29,1%) значно більше, ніж в інші сезони.

2. Застосування класифікації синоптичних процесів Б.Л. Дзердзеєвського показало, що протягом січня домінуючим ЕЦМ є тип 13з з повторюваністю 23,9%, який відноситься до меридіональної південної циркуляції. У квітні атмосферна циркуляція характеризується суттєвою перевагою ЕЦМ типу 12а, на який доводиться 38,0%. Літні процеси представлені в 41,3% ЕЦМ 13л, який характеризується тривалістю існування, що перевищує відповідні величини для інших ЕЦМ. Це пояснює тривалі періоди впливу азорського антициклону у липні-місяці на територію України, що в свою чергу спричиняє посушливу спекотну погоду. У жовтні антициклоніальна циркуляція почергово змінюється циклонічною, повторюваність 12 та 13 типів ЕЦМ приблизно однакова (32,9 та 27,1% відповідно).

3. Виділено процеси і типи, що відповідають за спостережуване посилення швидкості вітру і зростаючу інтенсивність стихійних гідрометеорологічних явищ, пов'язаних з вітром.

Найбільший внесок у формування сильного вітру вносить 6 тип кафедральної циркуляції (57,8%), що відповідає циклонічній циркуляції з



великими баричними градієнтами, особливо в тилівій частині циклонів. Другим за повторюваністю (26,7%) синоптичним процесом, що обумовлює сильний вітер, є східний та південно-східний перенос по південній-південно-західній периферії антициклону при проходженні арктичного або полярного фронтів.

4. Згідно класифікації Б.Л. Дзердзеєвського беззаперечна перевага ЕЦМ 12а (45,8%) у формуванні сильного вітру. ЕЦМ цього типу найчастіше зустрічається в період переходу від холодного півріччя до теплого, коли арктичний антициклон досягає найбільшої потужності, а в південних широтах підстильна поверхня достатньо прогріта. У 13 випадках із 22 ЕЦМ 12а обумовлює сильний вітер у квітні, 5 разів у жовтні та 4 рази у січні.

4. Посилення вітру до 25-27 м/с 18 січня 2018 року на півдні Одещини спостерігалось при переміщенні балканського циклону в його тилівій частині, що відповідає підтипу 6.2 класифікації синоптичних процесів кафедри метеорології та кліматології.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабіченко В.М., Осадчий В.І. Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні // Український метеорологічний журнал, 2012. - № 4. - С. 8 - 14.
2. Бабіченко В.Н., Адаменко Т.И., Бондаренко З.С., Николаева Н.В., Рудишина С.Ф., Гущина Л.М. Экстремальная температура воздуха на территории Украины в условиях современного климата. Зб. статей «Глобальные и региональные изменения климата». – К.: Ника-Центр, 2011. – С. 207 - 221.
3. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Агайар Е.В. До проблеми типізації синоптичних процесів над півднем України у сучасних умовах // Причорноморський екологічний бюлетень, 2009. – № 2 (24) – С. 142 - 145.
4. Івус Г.П., Гурська Л.М., Плужніченко А.В. Вплив циркуляції атмосфери на погодні умови Північно-Західного Причорномор'я // Вестник ГМЦ ЧАМ, 2014. - №.2 (17). - С. 80 - 87.
5. Івус Г.П., Агайар Е.В., Гурська Л.М., Зубкович С.О. До питання про типізацію синоптичних процесів над Україною // Вісник ОДЕКУ, 2015. - № 19. - С. 41 - 48.
6. Івус Г.П., Агайар Е.В., Гурська Л.М., Семергей-Чумаченко А.Б. Циркуляційні умови виникнення сильного та стихійного вітру над південним заходом України // Український гідрометеорологічний журнал, 2016. - № 17. - С. 38 - 48.
7. Ильин Ю.П. Климатические изменения гидрометеорологических условий Черного моря. Зб. статей «Глобальные и региональные изменения климата». – К.: Ника-Центр, 2011. – С. 247 - 254.
8. Кац А.Л. Индекс циркуляции как показатель зональных и меридиональных синоптических процессов // Метеорология и гидрология, 1959. - № 5. - С. 3 - 8.
9. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського. К.: Видавництво Раєвського, 2003. - 343 с.
10. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / отв. ред. А.Б. Шматин. - Российская акад. наук, Ин-т географии. - М.: Воентехиниздат, 2009. - 372 с.

11. Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Лістратова Л.О. Тенденції змін клімату України на початку ХХІ ст. // Наукові записки Вінницького педуніверситету. Сер. Географія. – 2011. – Вип. 23. – С. 10 – 17.
12. Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Лістратова Л.О., Адаменко Т.І., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г., Корож Т.В. 2009. Клімат України: у минулому... і майбутньому? К.: Сталь. – 234 с.
13. Martazinova V. The Classification of Synoptic Patterns by Method of Analog. J. Environ. Sci. Eng., 2005,7, pp. 61-65.
14. Морозова С.В. Циркуляція атмосфери як фактор изменчивости регіонального клімату. Зб. статей «Глобальные и региональные изменения климата». – К.: Ника-Центр, 2011. – С. 96 - 101.
15. Семенова І.Г., Регіональна синоптика. Конспект лекцій. – Одеса, ОДЕКУ, 2002. – 62 с.
16. Хандожко Л.А. Региональные синоптические процессы. -Л.: ЛГМИ, 1988. – 103 с.
17. Хохлов. В.М., Боровська Г.О., Уманська О.В., Тенетко М.С. Зміна погодних умов на території України в умовах зміни клімату // Український гідрометеорологічний журнал, 2016. - № 17.- С. 31-37.
18. [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru).
19. <http://gp5.ua>

## Додаток А

### Довідка

кафедри метеорології та кліматології  
до магістерської роботи студентки гр. МНЗ-2М Савельєвої К.А.  
на тему: «Циркуляційні процеси Північно-Західного Причорномор'я та їх  
зв'язок з сильним вітром»

Тема магістерської роботи виконана в рамках кафедральної тематики «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України».

Результати дослідження представлені:

- доповіддю на тему «Аналіз циркуляції атмосфери Північно-Західного Причорномор'я протягом 2013-2017 років» на конференції молодих вчених ОДЕКУ у 2018 році;
- опубліковані тези доповідей за матеріалами конференції молодих вчених ОДЕКУ 2018 р.;
- опублікована стаття «Циркуляція атмосфери Северо-Западного Причерноморья за 2013-2017 гг.» за матеріалами міжнародної конференції до 100-річчя державного університету м. Єреван.

Керівник магістерської роботи

к.геогр.н., проф. Івус Г.П.

## Додаток Б

Каталог типів ЕЦМ, підтипів синоптичних процесів  
у Північно-Західному Причорномор'ї за середні місяці сезонів 2013-2017 рр.

Таблиця – Каталог типів ЕЦМ, підтипів синоптичних процесів у  
Північно-Західному Причорномор'ї за 2013-2017 рр.

Рік	Дата	Тип ЕЦМ	Підтип синоптич- ного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптич- ного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптич- ного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптич- ного процесу
2013		Січень		Квітень		Липень		Жовтень	
	1	11г	3.3	12г	6.4	12вл	1.4	13з	
	2	11г	3.3	12а	6.1	12а	1.4	13з	5.1
	3	5а	3.3	12г	6.1	13л	1.4	13з	5.2
	4	11в	6.2	8гз	6.1	2а	1.3	12бз	5.2
	5	11в	6.2	12бз	6.1	8вл	3.1	1а	5.1
	6	5а	6.2	12бз	6.2	2а	5.1	8гз	5.1
	7	5а	6.3	12а	5.1	8вл	5.1	13з	5.1
	8	5а	6.2	12а	6.3	8вл	5.1	13з	3.3
	9	5а	6.2	12а	5.2	4б	3.1	13з	3.3
	10	12а	5.1	12а	5.2	8вл	1.4	12вз	3.2
	11	12а	6.2	12а	5.2	6	3.3	12вз	5.2
	12	12а	6.4	12г	1.2	9а	1.4	12а	5.1
	13	12бз	6.4	12г	5.2	9а	3.1	12а	3.3
	14	12бз	5.2	12г	4.2	9а	1.4	12а	3.1
	15	5б	5.1	12г	3.3	9а	3.1	7аз	3.1
	16	5б	6.1	7бл	5.2	6	3.1	11б	5.1
	17	8а	6.4	7бл	3.3	6	3.1	11б	6.1
	18	4а	6.4	7бл	3.3	6	3.1	7аз	6.1
	19	12вз	6.4	12а	3.3	6	3.1	8бз	6.2
	20	12вз	6.2	12а	3.3	13л	3.3	10а	5.1
	21	12вз	6.1	13л	5.1	13л	5.1	10а	3.1
	22	12вз	6.1	13л	5.2	13л	5.1	6	3.1
	23	12вз	6.3	13л	3.1	13л	5.1	11а	3.2
	24	12вз	6.1	10б	3.1	13л	5.1	1б	5.2
	25	12вз	6.1	9а	5.1	13л	3.1	11г	5.1
	26	12г	6.1	9а	3.1	13л	5.1	11г	3.3
	27	12г	6.3	9а	3.3	13л	5.1	11г	1.1
	28	12г	6.1	9а	3.3	13л	5.1	13з	5.1
	29	12г	5.1	9а	3.3	13л	3.3	13з	5.1
	30	12бз	4.2	9а	3.3	8вл	3.1	1а	3.3
31	12бз	6.3			8вл	3.1	1а	5.1	
2014	1	12вз	3.3	4а	6.2	9а	5.2	13л	6.2
	2	12вэ	3.3	4а	6.2	8а	5.1	12бл	6.2
	3	11г	5.2	11в	5.1	7ал	5.1	12а	3.3
	4	12вз	5.2	11в	5.2	2в	5.1	12а	5.2
	5	11б	1.2	9б	5.2	2в	3.3	12а	5.2
	6	11а	4.1	3	5.2	2в	3.3	12а	5.2
	7	12бз	3.3	4а	4.1	4б	3.3	12а	5.2
	8	11в	3.3	3	4.1	3	3.3	12вл	5.2

## Продовження таблиці

Рік	Дата	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	
		Січень		Квітень		Липень		Жовтень		
2014	9	5а	6.2	3	5.1	3	1.3	12бз	5.2	
	10	5а	6.2	8бз	5.2	9а	6.1	12бз	5.1	
	11	5в	6.2	13з	5.2	9а	6.1	9а	3.2	
	12	5а	6.2	13з	5.2	10а	6.1	9а	3.3	
	13	5в	6.2	13з	5.2	10а	6.1	9а	3.3	
	14	5в	6.2	13з	6.3	10а	5.2	9а	1.4	
	15	5в	5.2	13з	6.3	4б	3.3	2а	6.2	
	16	5а	6.2	11а	6.3	2в	3.3	8бз	6.1	
	17	11а	6.2	11г	5.1	10б	3.3	12а	6.2	
	18	11а	6.1	13з	5.2	13л	1.3	12а	6.2	
	19	5б	5.2	13л	5.2	13л	1.3	12а	6.2	
	20	12вз	5.2	11в	1.3	13л	1.3	5г	6.1	
	21	12вз	5.2	11в	1.3	13л	1.3	8вз	6.2	
	22	12вэ	5.2	12бз	3.3	13л	5.2	6	6.2	
	23	12вз	5.1	8а	3.3	13л	1.3	10б	6.1	
	24	11в	5.2	8а	5.2	13л	1.3	6	5.2	
	25	11в	5.2	8а	5.2	13л	1.3	8бз	5.2	
	26	11в	5.2	8гл	5.2	9б	1.3	8бз	5.2	
	27	11в	5.2	8бл	5.2	9б	1.3	8бз	3.2	
	28	11в	5.2	7аз	4.1	9б	3.3	11г	3.2	
	29	11в	5.2	10б	4.1	9б	3.3	7бз	3.2	
	30	11в	5.2	12а	4.1	9а	3.2	7бз	3.2	
	31	11в	5.2			9а	3.2	8а	3.3	
	2015	1	12а	5.1	12а	6.3	13л	3.1	8а	5.1
		2	12а	5.1	12а	6.3	13л	5.1	13з	5.1
		3	12г	6.2	12а	6.3	13л	5.1	13э	5.1
		4	12бз	6.2	12а	6.2	12а	3.3	12г	2.2
		5	12бз	6.2	12а	6.2	12а	3.3	9а	5.1
		6	12г	6.2	12а	5.1	12бл	5.1	12а	5.1
		7	11а	5.1	12бл	5.1	8а	5.1	12а	5.2
		8	11а	5.1	12г	6.2	8а	3.3	12а	5.2
9		11а	6.3	12г	5.1	3	3.3	13з	5.1	
10		11а	6.3	12а	5.1	3	5.1	13з	5.1	
11		11г	6.3	12а	5.1	3	6.2	12а	6.1	
12		11г	6.2	12а	3.3	3	6.2	12а	6.1	
13		11г	6.2	6	5.1	3	5.1	12а	5.2	
14		12бз	1.1	12а	6.2	3	5.1	12а	5.2	
15		12бз	3.3	12а	6.2	3	5.1	12а	5.2	
16		12бз	3.3	12а	6.3	13л	5.1	12вз	5.2	
17		8вз	5.1	13л	6.2	12а	5.1	12г	5.1	
18		11б	5.1	13л	6.2	12а	5.1	13з	5.2	
19		12а	5.2	13л	6.2	9а	5.1	13з	5.1	

## Продовження таблиці

Рік	Дата	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу
		Січень		Квітень		Липень		Жовтень	
2015	20	12а	5.2	12а	6.2	9а	5.1	13з	5.2
	21	12а	5.2	13л	6.2	9а	5.1	13з	6.1
	22	12вз	5.2	13л	6.2	9а	5.1	8гз	6.1
	23	12а	5.2	13л	5.1	9а	5.1	13з	4.2
	24	13з	5.2	13л	5.1	9а	5.1	13з	5.1
	25	13з	6.1	9а	5.1	2а	5.2	12а	5.1
	26	5г	6.1	9а	5.1	2а	5.2	13з	6.2
	27	5г	5.2	3	5.1	3	5.1	13з	6.2
	28	11б	4.2	3	6.1	9а	3.3	12а	6.2
	29	12а	4.2	8а	6.4	12а	5.1	12а	5.1
	30	12а	6.3	8а	5.2	12а	5.1	9б	5.2
31	12а	6.3			12бл	5.1	9б	5.2	
2016	1	13з	5.2	12а	6.2	13л	5.1	13з	3.3
	2	13з	5.2	12а	6.2	13л	5.2	12бз	5.1
	3	13з	5.2	12а	6.2	13л	5.1	12бз	5.1
	4	13з	6.1	13л	5.1	13л	5.1	12бз	6.1
	5	13з	6.1	13л	4.1	13л	5.1	13з	6.1
	6	11б	6.1	12а	5.2	13л	5.1	13з	6.1
	7	11б		12а	3.3	13л	5.1	13з	1.3
	8	12бз	6.4	12а	6.1	12а	5.1	13з	6.1
	9	12бз	6.2	12бл	6.1	12а	5.1	12г	6.1
	10	12бз	6.2	12бл	6.1	3	5.1	12г	6.2
	11	12бз	6.2	12бл	6.1	3	5.1	12бз	6.1
	12	12бз	6.3	12а	1.3	9а	3.3	12бз	6.1
	13	8гз	6.2	12а	6.2	9а	3.3	12бз	6.1
	14	8гз	6.2	12а	6.2	9а	3.3	12бз	6.2
	15	8гз	6.1	12а	6.2	9а	5.1	12бз	6.1
	16	12а	6.1	12а	6.2	13л	5.1	12бз	5.2
	17	12а	6.1	12а	6.2	13л	5.1	13з	5.2
	18	12а	6.2	12а	6.2	13л	5.1	13з	5.2
	19	12бз	6.2	12а	6.2	13л	6.2	13з	5.2
	20	12бз	6.2	12а	6.2	13л	6.2	13з	5.2
	21	11а	6.2	12а	6.2	12бл	6.2	13з	5.2
	22	11а	6.2	12а	6.2	12бл	6.2	13з	5.2
	23	11а	6.2	12а	6.2	9а	6.2	13з	5.2
	24	13з	5.1	12бл	6.1	9а	3.1	13з	5.2
	25	13з	5.1	12бл	6.1	9а	1.3	12а	5.2
	26	13з	6.2	12бл	6.2	9а	1.3	12а	5.2
	27	13з	5.1	12бл	6.2	9а	1.3	12а	5.2
	28	13з	6.3	12а	5.2	9а	3.3	12а	5.1
	29	13з	6.3	12а	5.2	8а	3.3	12бз	6.3
	30	1а	6.2	12а	5.2	8а	3.3	12бз	6.2



## Продовження таблиці

Рік	Дата	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу	Тип ЕЦМ	Підтип синоптичного процесу
		Січень		Квітень		Липень		Жовтень	
2016	31	11Г	1.1			3	3.3	12бз	6.2
2017	1	9б	5.1	13з	5.1	13л	5.1	8гл	6.4
	2	9б	6.2	13з	5.1	13л	6.2	12а	6.2
	3	9б	6.2	13з	5.2	13л	6.2	11Г	6.2
	4	13з	1.1	13з	5.2	13л	5.1	11Г	6.1
	5	13з	6.2	8а	4.2	13л	5.1	8а	6.3
	6	13з		8а	6.4	13л	5.1	13з	6.3
	7	13з	6.1	12бз	6.2	13л	5.1	13з	6.2
	8	13з	6.1	8Гз	6.2	13л	6.2	13з	6.2
	9	13з	6.1	12а	5.1	13л	5.1	13з	5.2
	10	13з	5.1	12а	5.1	13л	5.1	11а	5.2
	11	12а	6.4	12а	5.1	13л	5.1	11а	6.3
	12	12а	6.3	9а	5.1	13л	5.1	12бз	6.3
	13	12а	6.3	9а	6.2	13л	6.3	12бз	6.3
	14	13з	6.3	9а	6.2	13л	5.1	11а	6.2
	15	13з	6.2	12а	6.2	13л	5.1	5б	6.2
	16	13з	6.1	12а	6.2	13л		5б	6.4
	17	13з	6.1	12а	6.2	13л	6.1	5б	5.1
	18	13з	5.1	12а	6.2	10б	5.1	9б	6.4
	19	13з	5.1	12а	6.1	10б	5.1	12а	6.2
	20	13з	5.1	12а	6.2	13л	5.1	12а	6.3
	21	13з	6.2	12а	6.2	13л	5.2	12а	6.1
	22	13з	6.2	12бл	6.2	13л	5.1	9б	6.3
	23	13з	5.1	12а	6.2	13л	6.2	12а	5.2
	24	13з	6.2	12а	6.2	13л	6.2	13з	6.1
	25	13з	6.2	12а	6.2	13л	6.1	13з	6.1
	26	13з	5.2	12а	5.1	13л	6.3	13з	6.1
	27	13з	3.3	13л	5.1	13л	6.3	13з	5.2
	28	13з	5.2	13л	6.1	13л	6.3	13з	5.2
	29	13з	5.2	13л	6.1	13л	6.2	12а	5.2
	30	12а	5.1	12бл	6.2	13л	5.1	12а	5.2
	31	13з	5.2			13л	5.1	12а	