

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: «Вітровий режим Дніпропетровської області»

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2М  
спеціальності 103 –«Науки про Землю»  
Смірнова Олександра Михайлівна

Керівник к.геогр.н., доцент  
Агайар Елліна Вікторівна

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

Одеса 2019 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**в. о. зав. кафедри Прокоф'єв О. М.**  
**«28» жовтня 2019 року**

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Смірної Олександри Михайлівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вітровий режим Дніпропетровської області  
керівник роботи: к.геогр.н., доц. Агайар Елліна Вікторівна  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом вищого навчального закладу від №235 від 18.10.2019 р
2. Строк подання студентом роботи 6 грудня 2019 року
3. Вихідні дані до роботи 1. Дані чотирьохстрокових спостережень на метеостанціях Дніпропетровської області за період 2009-2018 рр. 2. Синоптичні карти з архіву пакету АРМСін та Wetterzentrale 3. Дані Кліматичного кадастру України. 4. Середньомісячні швидкості вітру над Дніпром за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5. 5. Дані GFS (Global Forecast System) 4. Змістрозрахунково-пояснювальної записки(перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд сучасних літературних джерел за темою дослідження 2. Аналіз повторюваності основних характеристик вітрового режиму на станціях Дніпропетровської області за 2009-2018 рр. 3. Розрахунок основних статистичних моментів розподілу швидкості вітру. 4. Порівняння фактичних середньомісячних швидкостей вітру над Дніпром за 2009-2018 рр. з розрахунками за сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5. 5. Оцінка синоптичних і метеорологічних умов утворення сильного вітру та смерчу на Дніпропетровщині 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) Рис. 1.1-1.3 – карти регіону дослідження; Рис. 1.4-1.5 – типи синоптичних процесів; Рис. 2.1-2.8 – характеристики вітрового режиму Дніпропетровської області. 2009-2018 рр; Рис. 3.1-3.14 – повторюваність та умови утворення сильного вітру і смерчу.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	<i>Вивчення літературних джерел за темою дослідження</i>	29.10.2019	95	відмінно
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	листопад 2019	95	відмінно
3.	<i>Визначення особливостей вітрового режиму Дніпропетровської області за період 2009-2018 рр</i>	листопад 2019	95	відмінно
4.	<i>Аналіз основних статистичних параметрів швидкості вітру</i>	листопад 2019	95	відмінно
5.	<i>Оцінка синоптичних умов формування вітрового режиму Дніпропетровщини</i>	листопад 2019	95	відмінно
6.	<i>Оцінка синоптичних умов утворення сильного вітру та смерчу в Дніпропетровській області</i>	листопад 2019	95	відмінно
7.	Рубіжна атестація	18-23.11.2019	95	відмінно
8.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	25.11.2019	95	відмінно
9.	<i>Оформлення магістерської роботи</i>	30.11.2019	95	відмінно
10.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи</i>	03.12.2019	95	відмінно
11.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	6-9.12.2019		
12.	<i>Попередній захист магістерської роботи</i>	грудень 2019		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>95</b>	<b>відмінно</b>

Студент Смірнова О. М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи Агайар Е.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Анотація

**Тема:** «Вітровий режим Дніпропетровської області.»

**Автор:** Смірнова Олександра Михайлівна

**Актуальність:** Вітер - є важливим кліматоутворюючим фактором території, який значно впливає на умови життя і господарську діяльність. Тому є доцільним простежити еволюцію вітрового режиму Дніпропетровської області на тлі кліматичних змін

**Метою даної роботи** є визначення формування вітрового режиму над Дніпропетровською областю в епоху кліматичних змін; виявлення комплексу синоптичних умов, які сприяли виникненню сильного вітру над регіоном; визначення особливостей циркуляційних процесів, які формують зміни швидкості та напрямку вітру.

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

- визначені зміни режиму приземного вітру над територією Дніпропетровської області за періоди 1961-1990 рр. та 2009-2018 рр.;
- виявлені регіональні умови формування сильного вітру за доступний період спостережень;

**Об'єкт дослідження** – швидкість та напрямок вітру над Дніпропетровською областю.

**Предмет дослідження** – характеристики режиму вітру над Південним- Сходом України.

**Методи дослідження** –

- Просторово-тимчасове узагальнення даних
- Синоптико-кліматичний аналіз
- Статистичний аналіз

**Наукова новизна отриманих результатів.**

В даній роботі *вперше* для Дніпропетровської області:

- визначений сучасний вітровий режим над всієї територією Дніпропетровської області
- встановлений характер змін швидкості та напрямку вітру над Дніпропетровщиною;
- виявлені умови формування сильного вітру за 2009-2018 рр.

**Практичне значення отриманих результатів.** Статистичні характеристики вітрового режиму є частиною кліматологічної інформації для об'єктів господарської діяльності на території Дніпропетровської області, врахування змін вітрового режиму сприятиме вдосконаленню прогнозу погоди.

Магістерська робота в обсязі 67 сторінки складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 33 джерел, двох додатків, містить 27 рисунків та 6 таблиць.

**Ключові слова:** напрямок вітру, швидкість вітру, циркуляційні умови, стихійні метеорологічні явища, Дніпропетровська область

## Abstract

**Subject:** "Wind regime of Dnepropetrovsk region."

**Author:** Alexandra Smirnova

**Relevance:** Wind is an important climatic factor in the area, which affects living conditions and economic activities significantly. Therefore, it is advisable to trace the evolution of the wind regime of the Dnepropetrovsk region taking into account the process of climate change.

**Aim of the Thesis:** to determine the formation of the wind regime over the Dnepropetrovsk region in correlation with the climate change process; to define a complex of synoptic conditions that have contributed to the creation of strong wind tendencies over the region; to determine special properties of circulation processes, which shape changes in wind speed and direction.

According to the stated goal, the following **tasks** have been solved:

- changes in the regime of surface wind over the territory of Dnepropetrovsk region for the periods 1961-1990 and 2009-2018 are determined;
- regional conditions for formation of the strong wind in the available observation period are revealed;

**Object of the Study:** speed and direction of wind over the Dnepropetrovsk region.

**Subject Matter of the Study:** characteristics of the wind regime over South-Eastern Ukraine.

**Methods of Research:** space-time generalization of data, synoptic-climatic analysis and statistical analysis.

### Scientific Novelty of the Obtained Results

In this thesis, for *the first time* for the territory of the Dnepropetrovsk region:

- a modern wind regime over the whole territory of Dnepropetrovsk region is defined;
- the nature of changes in velocity and wind direction over the Dnepropetrovsk region is established;
- conditions for formation of the strong wind for the years of 2009-2018 are revealed.

**Practical Significance of the Obtained Results.** Statistical characteristics of wind regime are a part of the climatological information for the objects of economic activities in the territory of Dnepropetrovsk region. Moreover, clear understanding of the changes of the wind regime will improve further weather forecasts.

The Master thesis has 67 pages, consists of 3 sections, conclusions block, a list of references with 33 sources, 2 applications, contains 27 figures and 6 tables.

**Keywords:** wind direction, wind speed, circulating conditions, natural weather disasters, Dnepropetrovsk region

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Загальні відомості про формування вітрового режиму.....	9
1.1 Характеристика регіону дослідження.....	9
1.2 Кліматична характеристика Дніпропетровщини.....	11
1.3 Режим атмосферної циркуляції Південно-Східної України.....	14
2 Сучасний вітровий режим Дніпропетровської області.....	20
2.1 Багаторічний вітровий режим району Південно-Східної України.....	20
2.2 Статистичні характеристики вітрового режиму на станціях Дніпропетровської області.....	21
2.3 Режим швидкості вітру.....	26
2.4 Повторюваність вітру за напрямками.....	32
2.5 Розподіл середньомісячної швидкості вітру за градаціями над Південно- Східною Україною.....	34
2.6 Зміни швидкості вітру над Дніпром згідно сценаріям RCP-45 і RCP-85....	36
3 Стихійні метеорологічні явище пов'язані з вітром.....	40
3.1 Повторюваність та умови утворення сильного вітру над..... Дніпропетровської областю.....	40
3.2 Синоптична характеристика випадків сильного вітру у м. Дніпро.....	43
3.3 Смерчі в Дніпропетровській області 2009-2018 рр. ....	47
Висновки.....	55
Перелік посилань.....	57
Додаток А.....	60
Додаток Б.....	61

## ВСТУП

Вітер є важливим кліматоутворюючим фактором території. Переміщення повітряних мас зумовлюється циркуляцією атмосфери і визначається наявністю стаціонарних баричних центрів, а також характером підстильної поверхні та формою рельєфу. Особливу роль у розподілі вітру відіграють висота і захищеність місцевості та шорсткість підстильної поверхні. Нерідко сильний вітер приносить збитки, руйнує будівлі, призводить до переносу снігу і нерівномірного розподілу його на території. Дія вітру може бути і корисною: він виносить із населених пунктів забруднені речовини, пил, сприяє запиленню рослин, зменшує літню спеку. Урахування і оцінка вітрового потенціалу території необхідні для використання у вітроенергетиці та інших галузях економіки[3]. З посиленням вітру до максимальної швидкості пов'язані шквал, смерч, пилова буря, хуртовина, які є одними із найпоширеніших СМЯ на території України. Для України характерні постійні зміни напрямку та швидкості сильного вітру, пов'язані з коливанням атмосферного тиску протягом сезонів [7].

Актуальність проблеми визначається тим що вітер - одна з основних і мінливих характеристик стану атмосфери, яка значно впливає на умови життя і господарську діяльність.

Метою магістерської роботи є визначення формування вітрового режиму над південним сходом України, а саме над Дніпропетровською областю в епоху кліматичних змін; виявлення комплексу синоптичних умов, які сприяли виникненню сильного вітру над регіоном; визначення особливостей циркуляційних процесів, які формують зміни швидкості та напрямку вітру. Основними джерелами інформації є чотирьохстрокові спостереження на метеорологічних станціях АМСЦ Дніпро, Губиниха, Павлоград, Чаплино, Синельниково, Комісарівка, Лошкарівка, Кривий Ріг та Нікополь з 2009 по 2018 роки. До аналізу залучено дані архіву АРМСін, Wetterzentrale [28], GFS (Global Forecast System) [27].

Об'єкт дослідження – швидкість та напрямки вітру над Дніпропетровською областю.

Предмет дослідження – характеристики режиму вітру над Південним-Сходом України.

Методи дослідження – просторово-тимчасове узагальнення даних, синоптико-кліматичний і статистичний аналіз.

Дипломна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та переліку посилань.

У вступі формується мета та завдання роботи.

Перший розділ містить в собі загальну інформацію про регіон дослідження та формування вітрового режиму на південному сході України.

Другий розділ присвячений характеристиці параметрів сучасного вітрового режиму Дніпропетровщини у порівнянні з даними попереднього кліматичного періоду та кліматичними сценаріями RCP-4.5 та RCP-8.5.

Третій розділ відображає кількість випадків стихійних явищ, зафіксованих на метеостанціях Дніпропетровської області, що пов'язані з вітром, та визначення сучасних умов утворення сильного вітру і смерчу.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 33 літературних джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Агайар Е. В. за запитом Дніпропетровського РЦГМ, у зв'язку з актуальністю вивчення коливань сучасного вітрового режиму Дніпропетровської області на фоні кліматичних змін.



# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФОРМУВАННЯ ВІТРОВОГО РЕЖИМУ

## 1.1 Характеристика регіону дослідження

Дніпропетровська область розташована в південно-східній частині України. Адміністративний центр області знаходиться у місті Дніпро (рис. 1.1). Площа області становить 31,9 тис. км<sup>2</sup> (з 5,3 % площі території України- це друга за територією в Україні область після Одеської). Населення - 3 300 309 осіб (на 1 червня 2013 року - тут живе 7,3 % населення держави, це друга за населенням область після Донецької). Центр області і найбільше місто -Дніпро. Інші великі міста: Кривий Ріг, Кам'янське, Нікополь, Павлоград.

Особливістю території Дніпропетровської області є її неправильна форма, мала компактність і чітко виражене широтне простягання. Крайні точки області мають координати, наведені в табл. 1.1 [8]Розтягнутість території із заходу на схід (290 км) при максимальній її протяжності з півночі на південь (190 км) має наслідком значний вплив зональних факторів на фізико-географічні, в тому числі – кліматичні умови.

Таблиця 1.1- Координати крайніх точок території Дніпропетровської області

Крайні точки	Найближчий населений пункт	Адміністративний район	Географічні координати	
			широта	довгота
північна	с. Степанівка	Магдалинівський	49°11'17" пн.ш	34°57'17" сх.д
південна	с. Аннівка	Широківський	47°28'35" пн.ш	33°18'43" сх.д
західна	с. Розівка	Широківський	47°36'20" пн.ш	32°58'59" сх.д
східна	с. Ново-підгороднє	Межівський	48°11'40" пн.ш	49°11'17" сх.д

Місто Дніпро (стара назва: Дніпропетровськ) - адміністративний і культурний центр Дніпропетровської області - розташований на обох берегах Дніпра, його територія простягнулась на десятки кілометрів уздовж річки Дніпро і р. Самари. Він є крупним центром залізничних, автомобільних і повітряних транспортних ліній. Місто засновано в 1783 р. Один з найбільших промислових центрів Радянської України, Дніпро був одним з ключових центрів ядерної, оборонної та космічної промисловості Радянського Союзу. Через свою військову промисловість місто було закритим до початку 1990-х років. Область розташована в південно-східній частині України на берегах середньої течії Дніпра. Головна річка – Дніпро, що перетинає область із північного заходу на південний схід і ділить її на майже рівні частини. На півночі межує з Полтавською та Харківською областю, на заході – з Кіровоградською та Миколаївською, на півдні з Херсонською та Запорізькою, а на сході – з Донецькою областями (рис. 1.1).

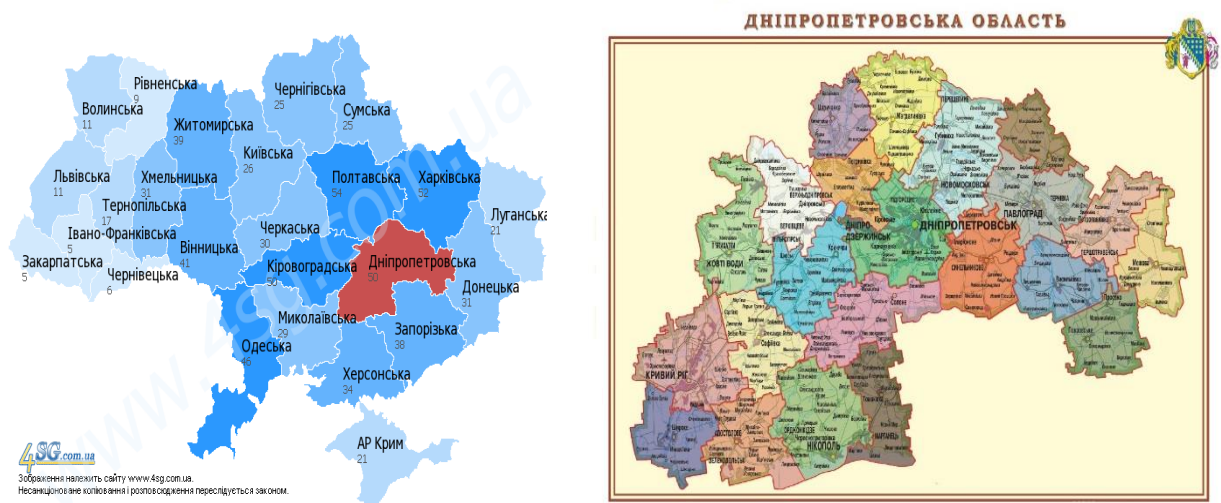


Рис. 1.1. Географічне розташування, топографічна та адміністративна карти Дніпропетровської області [9, 20]

Дніпро є великим металургійним центром, на території міста знаходиться досить велика кількість діючих заводів з переробки металу і виробництва обладнання. В такому індустріальному місті особливого значення набуває охорона навколишнього середовища. Це питання вирішується двома шляхами. З одного боку на промислових підприємствах будуються оборотні цикли, очисні споруди, а також впроваджуються

безвідходні технології виробництв. З іншого - створюються санітарно-захисні зони навколо великих підприємств, звідки виноситься житло, дитячі дошкільні установи, школи та лікарні. Невеликі виробництва також виносяться за межі житлової забудови.

Великий вплив на стан атмосфери над містом має Придніпровська ГРЕС, яка знаходиться в межах міста в декількох кілометрах від центру міста. Вона істотно забруднює повітря. Охорона навколишнього середовища стає одним з найважливіших питань господарського значення [19].

## 1.2 Кліматична характеристика Дніпропетровщини

Дніпропетровщина розташована у степовій зоні. Її клімат формується під впливом фізико-географічних умов, пов'язаних з горбистим рельєфом, різноманітністю рослинного покриву, близькістю р. Дніпро, її притоками і водосховищами. Важливу роль у формуванні кліматичних особливостей грають культурні ландшафти (парки, водойми, сільськогосподарські угіддя, сади та інше). На ці природні умови накладаються антропогенні фактори, пов'язані з життям крупних міст, особливостями їх забудови і планування, характером промислових і житлових масивів, розміщенням по території. Певну роль у формуванні погодно-кліматичних умов відіграють також специфічні властивості пограничного шару атмосфери, для якого характерна наявність значних концентрацій газових домішок, аерозолів і пилу, що істотно впливають на радіаційний режим і його теплофізичні властивості. На клімат Дніпропетровська і його околиць певний вплив, поряд з радіаційним режимом і циркуляційними процесами, має характер підстильної поверхні [6,7].

Місто Дніпро знаходиться в південно-східній частині України, в закруті р. Дніпра. Річка ділить місто на дві нерівні частини - правобережну і лівобережну. Перша розташована на Придніпровській височині і Дніпровській терасовій рівнині (займає дві третини території міста), друга - на Придніпровській низовині. Геологічна будова Дніпра і його околиць складна. В основі міста лежать докембрійські кристалічні породи [8, 10].

Рельєф Дніпра і його околиць нерівномірний, розчленований яружною та балочною мережею. Терасовою рівнина піднімається над рівнем моря на 35-40м і над рівнем Дніпра на 6-8м. Найвища точка знаходиться на корінному березі і підноситься на 187 м над рівнем моря і на 138 м над рівнем Дніпра. Основними формами рельєфу є річкові і вододільні рівнини, балки та яри. Особливо потрібно виділити такий геоморфологічний елемент, як плато, що не порушене сучасною ерозією. Це вододільні рівнини між річками Дніпро та Вовча (на лівобережжі), Дніпро і Мокра Сура (на правобережжі). На правобережжі схили плато круті, деформовані зсувами, мають опуклу і горбисту форму з абсолютними відмітками 100-170 м. На лівобережжі схили пологі і менш порізані водними потоками. Абсолютні позначки коливаються від 50 до 130 м (рис 1.2)



Рис. 1.2. Карта рельєфу Дніпропетровської області [8]

На клімат області також впливає річкова і озерна мережа і гідрологічний режим об'єктів (рис. 1.3). В районі міста знаходиться зона вклинювання підпору Дніпровського водосховища, утвореного в 1932 р греблею Дніпровської ГЕС на Дніпрі. Водозбірна площа водосховища становить 463 тис. км<sup>2</sup>, найбільша ширина його досягає 3,5 км. Режим рівня води визначається співвідношенням припливу і скидання води через турбіни Дніпровської ГЕС. У річному ході рівня виділяється весняне наповнення, літньо-осіннє стабільне стояння рівня і зимове спрацювання.

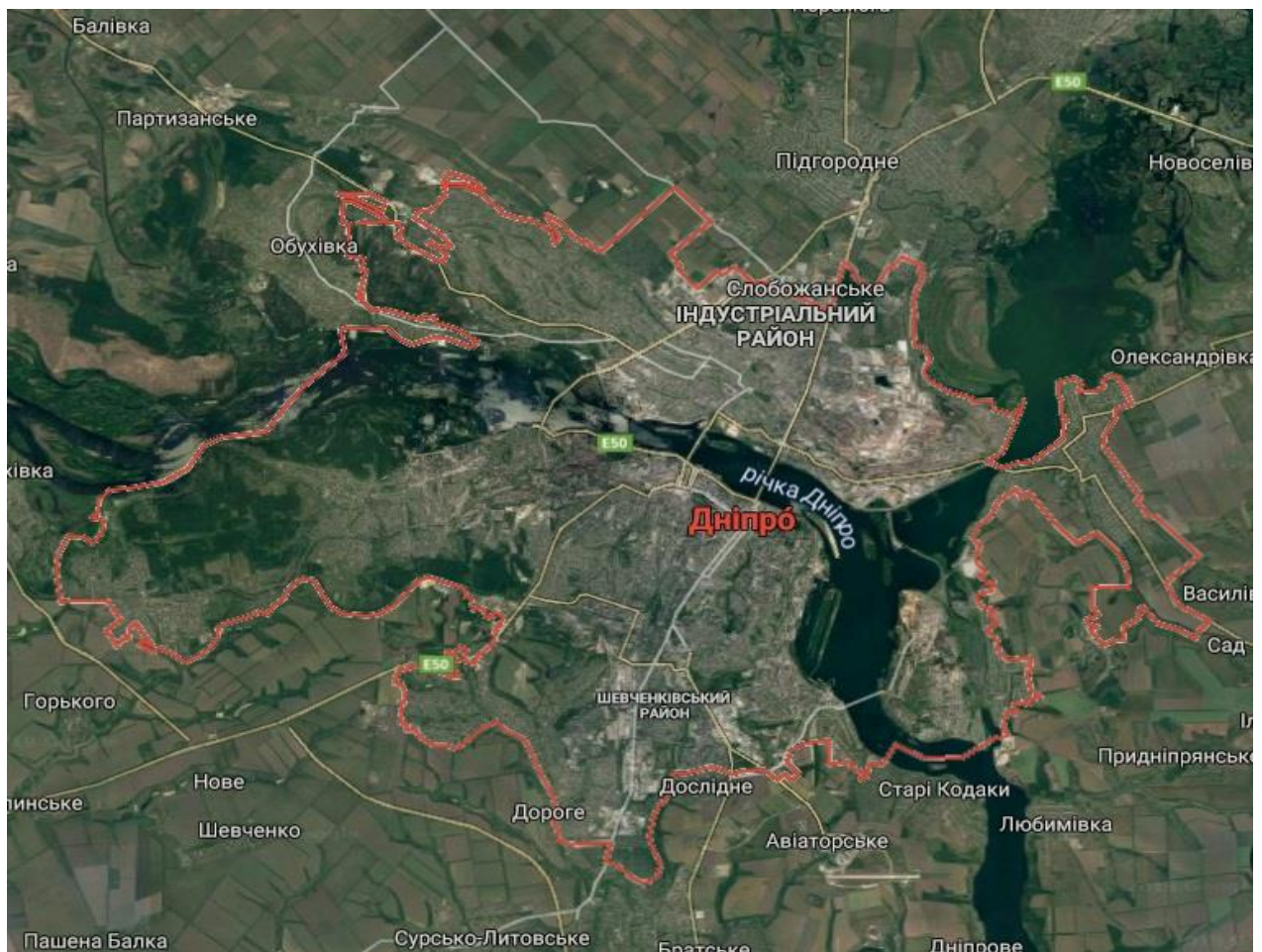


Рис. 1.3. Супутниковий знімок м. Дніпро [19]

На температуру і вологість повітря прибережних районів міста впливає термічний режим водоймищ. Зазвичай, в кінці квітня спостерігається перехід температури через 10°C. Максимальна температура води спостерігається в червні-серпні. Льодоутворення зазвичай спостерігається раніше на ділянці від Дніпродзержинської ГЕС до смт Лоцман-Кам'янки, де охолодження води відбувається швидко і по всій глибині. Перші льодові явища на верхній

ділянці відзначаються у вигляді густого льодоходу. В результаті створення каскаду водосховищ відбулося корінна зміна гідрологічного режиму Дніпра, що в свою чергу призвело до значних змін його гідрохімічного, біологічного, санітарного та кліматичного режимів. Підземні води повсюдно поширені і приурочені до різних водоносних горизонтів.

Ґрунтовий покрив міста і його околиць має велику строкатість. Основним ґрунтовим типом нагірної частини є чорнозем середній. Материнською породою служить лісовий суглинок легкого механічного складу. У зв'язку з цим чорноземи в нагірній частині легкосуглинкові. Ґрунти міста і особливо прилеглих до нього територій сприятливі для зростання рясної деревної рослинності, необхідної для створення парків, садів, скверів, тінистих бульварів. Також на території міста зустрічаються виходи кристалічних порід.

Регулярні метеорологічні спостереження були розпочаті в 1883 році. Трохи пізніше, в 1931 році Дніпропетровське гідрометбюро об'єднувало мережу станцій і постів на території області в її адміністративних межах того часу (сучасних Дніпропетровської, Запорізької, і частково Херсонської та Кіровоградської областей).

### 1.3 Режим атмосферної циркуляції Південно-Східної України

Циркуляція атмосфери є одним з основних кліматоутворюючих факторів. Існування циркуляції атмосфери обумовлено неоднорідним розподілом атмосферного тиску (наявністю баричного градієнту). Спільна дія циркуляційних і радіаційних факторів, перенесення і трансформація повітряних мас знаходять своє відображення в особливостях річного та добового ходу метеорологічних елементів і обумовлюють неперіодичні зміни погоди [5, 7].

Адвективні зміни погоди, зумовлені зміною повітряних мас, як правило, перекривають ефект радіаційних і місцевих факторів клімату. Такі дії на погоду мають чітко виражені сезонні відмінності. Наприклад, надходження атлантичних повітряних мас взимку підвищують температуру повітря, а

влітку з ними пов'язана похмура і прохолодна погода. Вторгнення материкових повітряних мас взимку обумовлюють різкі й значні похолодання, а влітку - жарку і суху погоду; влітку вплив циркуляційних факторів слабше, ніж взимку. У циклонах і на пов'язаних з ними атмосферних фронтах формуються хмарні системи, з яких випадають опади. Географічне положення Дніпропетровської області з притаманними цьому району особливостями циркуляції визначає той факт, що область знаходиться на північному кордоні території з недостатнім зволоженням. Район Дніпра, по Б. П. Алісову [2], відноситься до помірного кліматичного поясу, до області атлантико-континентального впливу з помірним зволоженням. Область розташована на кордоні впливів Атлантичного океану і континенту, з одного боку, і північних (арктичних) і південних широт - з іншого.

Циклони, зазвичай зміщуються із заходу і південного заходу, забезпечують перенесення вологих і теплих повітряних мас, антициклони – перенесення холодних повітряних мас. Територія Дніпра відкрита для затоку повітряних мас морського походження з Атлантики, Середземного і Чорного морів. і в той же час вона відкрита для вторгнення континентальних повітряних мас, що формуються над рівнинами Євразії. Суттєвим є і те, що в степах України відбувається активне формування континентального повітря, тобто мова йде так само і про регіональний процес.

Влітку тут нерідко відбувається трансформація континентального повітря помірних широт в тропічне. У холодний період року циклони, як правило, переміщуються з заходу і південного заходу, приносячи з собою теплі, вологі з рясними опадами повітряні маси. Але при переміщенні циклонів з північного заходу на схід, на територію області надходить повітря північних районів і викликає похолодання.

Особливо різкі обвали холоду спостерігаються в тилу «пірнаючих» циклонів, за якими інтенсивно розвивається гребінь європейського антициклону. За його периферією континентальне арктичне повітря проникає далеко на південь, охоплюючи і Дніпропетровщину. Повторюваність баричних утворень зниженого тиску взимку в Україні становить 50%, а підвищеного – 41% (табл. 1.2).

Циклонічна діяльність над Чорним морем розвивається переважно у холодний період року: низький тиск підтримується температурою поверхні

морської води. Активізація циклонічної діяльності над Чорним морем відбувається під час активізації полярної гілки високої фронтальної зони над Середземним морем та переміщення арктичної повітряної маси на південь та південний схід України [8].

Таблиця 1.2 - Повторюваність баричних систем (%) [8]

Пора року	Баричні системи				
	циклон	улоговина	антициклон	гребінь	малоградієнтні поля
Зима	23	26	13	28	10
Весна	16	26	11	25	22
Літо	20	20	16	29	21
Зима	12	29	20	27	12

Перший синоптичний процес характеризується інтенсивною адвекцією холоду на середню частину Середземного моря і подальшим переміщенням циклону з Балкан на Чорне море під висотною фронтальною зоною, яка над півднем Європи розміщена у висотній улоговині. Наслідком цього процесу може бути як безпосереднє переміщення циклонів із Середземного моря на Чорне, так і утворення нового циклону на заході Чорного моря. Ці циклони – низькі баричні утворення, які, зміщуючись в Україну, поглиблюються; це дуже активний синоптичний процес. Крім інтенсивної адвекції холоду в центральній та південно-західній Європі, у передній частині цих циклонів здійснюється потужна адвекція теплого повітря на центральні та південно-східні райони країни (рис. 1.4).

За другого типу синоптичного процесу циклон над Чорним морем часто стає висотним та малорухомим. Блокуючий антициклон на південному сході не дає можливості виходу циклону в Україну (рис. 1.5). На Чорне море за такої синоптичної ситуації виходить декілька циклонів. Вони виникають на сході Середземного моря, де знаходиться дельта висотної фронтальної зони, розташована у широтному напрямі на півдні Європи та над Середземним морем. Після цього циклони переміщуються до Чорноморського узбережжя



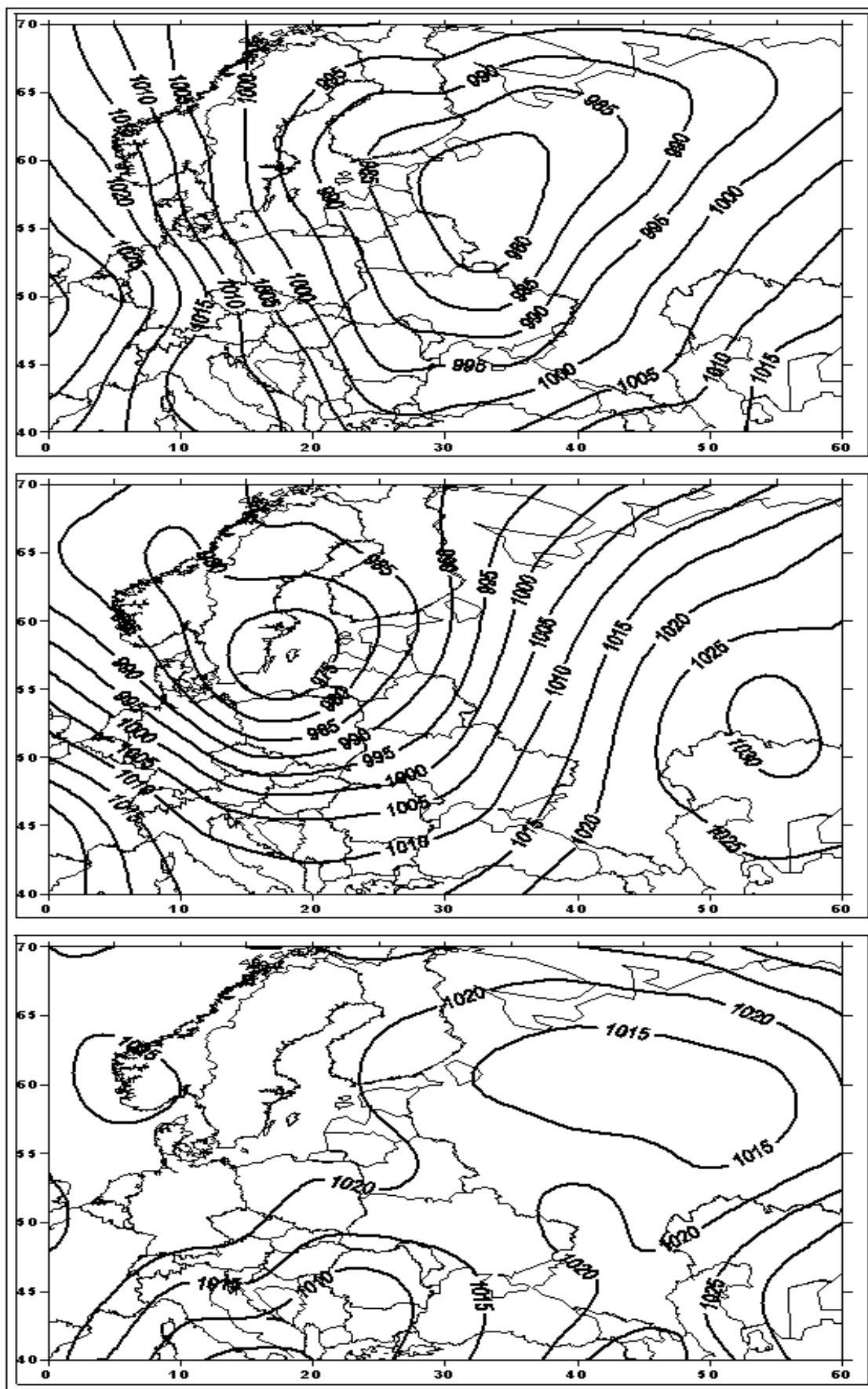


Рис. 1.4. Типи синоптичних процесів [8]

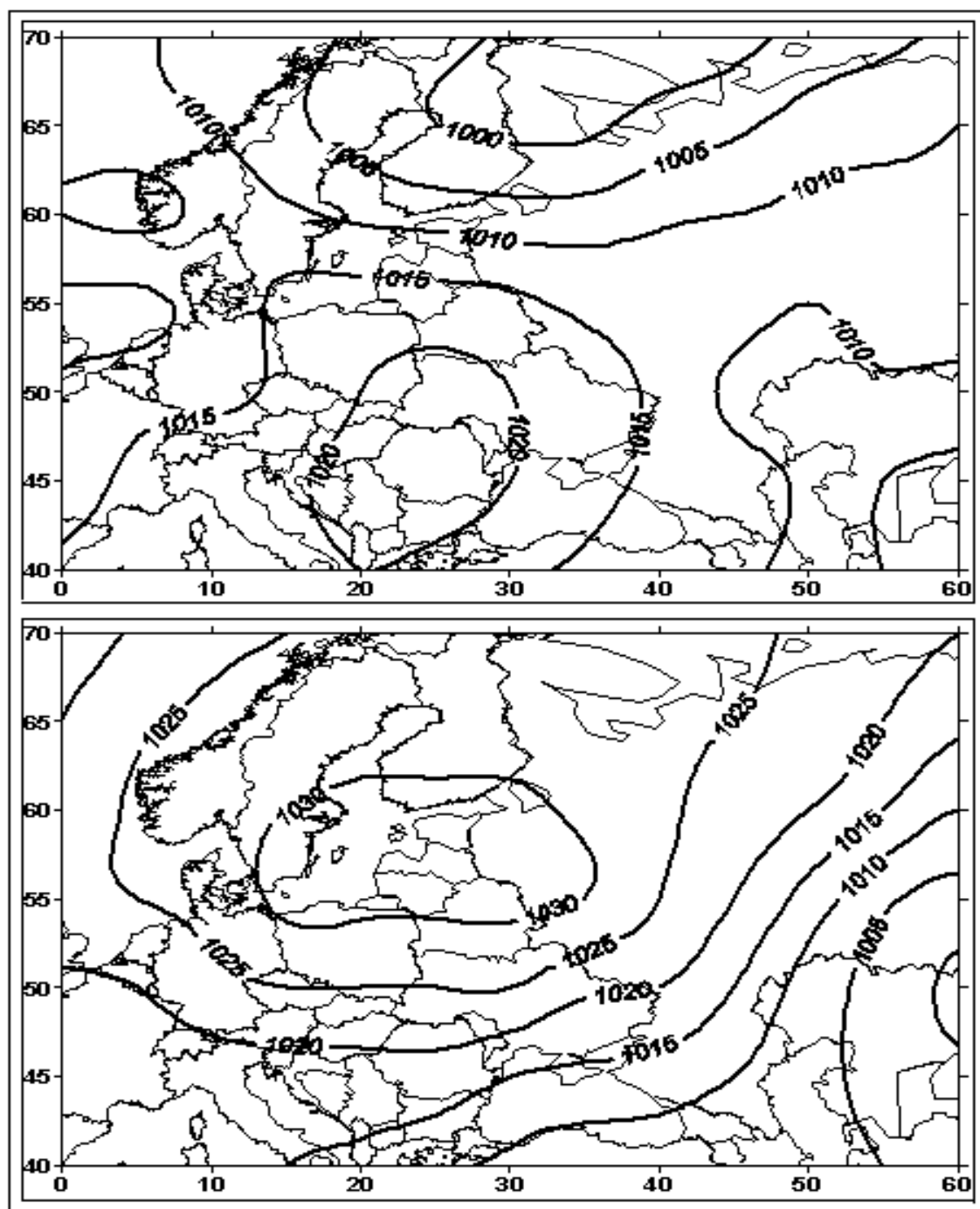


Рис. 1.5. Типи синоптичних процесів [8]

Кавказу, затримуються і заповнюються у районі Сочі – Сухумі або над Керченською протокою. Це також дуже активний синоптичний процес, проте він впливає на погоду лише півдня України. За таких синоптичних процесів існує ймовірність стаціонарування антициклону над південним сходом та розвиток висотного гребня. Найбільш інтенсивним та стійким він буває під час ультра полярних північно-західних вторгнень арктичного повітря або

внаслідок переміщення південних циклонів через акваторію Чорного моря. Стійкість цього процесу визначається структурою термічного та баричного гребнів. Інтенсивна адвекція теплого повітря вздовж західної периферії висотного гребня спричинює зростання тиску у середній тропосфері, і баричний гребінь посилюється на захід [7].

Навесні та на початку літа циклонічна діяльність помітно слабшає, але ближче до середини літа знову посилюється за рахунок циклонів, що переміщуються з районів Середземного та Чорного морів і приносять морське тропічне повітря.

Звичайно антициклональні умови погоди встановлюються в Україні внаслідок розвитку відрогів Азорського та Азіатського максимумів. Улітку, коли передаючого розвитку набуває відріг Азорського антициклону, на територію Європи надходить тропічне повітря з Атлантики. Але, внаслідок трансформації, над материком повітряні маси втрачають вологу, що обумовлює на Дніпропетровщині суху та жарку погоду.

В осінній період переважає антициклональний тип погоди з яким теж часто пов'язані посушливі явища. Середня тривалість циклонічних утворень над територією України збільшується від літа до зими (від 24 до 39 годин) і лише південні на південно-східні циклони мають найбільшу тривалість влітку (до 57 годин). Життя місцевих циклонів, тобто тих, що утворюються с межах України, нетривке – 15-18 годин. Антициклони існують над Україною від 30 до 66 годин. І лише місцеві антициклони, що утворюються під впливом підстильної поверхні, існують протягом доби.

## 2 СУЧАСНИЙ ВІТРОВИЙ РЕЖИМ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

### 2.1 Багаторічний вітровий режим району Південно-Східної України

Розподіл і сезонні зміни атмосферного тиску обумовлюють вітровий режим. Відносно часті зміни баричних систем різних знаків роблять характерними постійні зміни напрямку та швидкості вітру. Розподіл напрямків вітру в холодний період року обумовлюється на Дніпропетровщині активізацією смуги високого тиску, сформованої під впливом східного антициклону. На лівобережній частині території не тільки взимку, а й у першій половині весни та в другій половині осені переважають східні та південно-східні вітри. Північна та південна частини правобережної території мають дещо відмінний вітровий режим, як між собою, так і в порівнянні з лівобережною.

Зима у південній частині правобережжя характеризується східними вітрами, а у північній – переважають південні та південно-західні вітри. Навесні над правобережжям частішають північні та північно-східні вітри.

Влітку територія області підпадає під вплив вітрів північної чверті. У цілому за рік спостерігається незначне переважання вітрів південно-східного, північного та північно-західного напрямків.

Штильові умови частіше всього спостерігаються влітку та восени, а в добовому ході – в нічні години. Швидкість вітру визначається умовами циркуляції та величиною баричного градієнта.

На Дніпропетровщині найбільші баричні градієнти спостерігаються взимку – коли над півднем Східної Європи встановлюється область високого тиску, а над Чорним морем формується депресія. Значні баричні градієнти та рівнинний характер території обумовлюють над просторами області вітри з середньою швидкістю 4,5 – 5,5 м/с. Впродовж періоду 1961-1990 рр. найбільш часто відмічався вітер 3,5 – 4,5 м/с [8,9].

## 2.2 Статистичні характеристики вітрового режиму на станціях Дніпропетровської області

В якості вихідного матеріалу для розрахунку характеристик вітру використані дані метеорологічних спостережень за період 2009-2018 рр., що містять відомості про кількість випадків різних напрямків і швидкостей. Аналіз якості вихідних матеріалів і перевірка однорідності рядів здійснені за допомогою параметра Стьюдента. Неоднорідність найчастіше виникає через перенесення флюгера, зміни датчиків вимірювань, забудови поблизу станції житловими або промисловими об'єктами, вирубки дерев, близькості великих насаджень дерев, а також за зміни спостерігачів. Важливим також є положення самої станції [11].

Повторюваність різних напрямків вітру розрахована для кожного з восьми румбів за весь період років і виражена у відсотках до загальної кількості випадків вітру і штилів. Для опису швидкості вітру в конкретному районі необхідно знати такі параметри, як середня швидкість, повторюваність різних швидкостей по градаціях, максимальна швидкість. Стійкість цих характеристик залежить не тільки від довжини ряду, але і від числа градацій: чим більше кількість градацій, тим довше повинен бути ряд.

Для виконання даної роботи взяті метеорологічні спостереження за строки 00, 06, 12, 18 UTC над 9 станціями Дніпропетровської області за період 2009-2018 рр. та розраховані такі статистичні характеристики: середня швидкість ( $V_{\text{сер}}$ , м/с), середньоквадратичне відхилення ( $\sigma^2$ , м/с), асиметрія (А), ексцес (К), а також визначені мінімальні ( $V_{\text{min}}$ , м/с) та максимальні ( $V_{\text{max}}$ , м/с) значення. За цим величинам розраховано коефіцієнт варіації (С) [1, 17].

У цьому розділі наведені значення статистичних моментів для рядів швидкості вітру, отримані на дев'яти метеостанціях за період з 2009 по 2018 рік. (табл. 2.1). Аналізовані значення швидкості вітру біля поверхні землі мають статистичні похибки 0,1-0,3 м/с. Швидкість вітру найбільш мінлива на східних станціях, таких, як Губиниха та Чаплино та сягає найбільших значень у перехідні сезони. Значення  $\sigma$  в 1,5-2 рази менше середніх швидкостей вітру. Асиметрія розподілу швидкості вітру переважно на всіх

Таблиця 2.1 - Статистичні характеристики вітрового режиму  
Дніпропетровської області

<i>Місяці</i>												Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>Дніпро АМСЦ</b>												
<i>Коефіцієнт варіації(C)</i>												
0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Мінімальна(V<sub>min</sub>, м/с)</i>												
2,8	3,1	4,1	3,4	3	3,2	3	3,3	2,7	3,2	3,6	4,2	2,7
<i>Максимальна(V<sub>max</sub>, м/с)</i>												
5,7	5,9	5,2	4,7	4,2	4	4,3	4,6	5,0	4,4	4,7	5,3	5,9
<i>Коефіцієнт асиметрії (A)</i>												
0,0	0,5	0,6	-0,5	0,6	-0,2	1,2	0,2	0,0	0,1	0,5	1,4	0,4
<i>Коефіцієнт ексцесу (K)</i>												
-0,4	0,5	-1,2	0,1	0,4	-1,3	0,3	-1,5	-0,8	-1,7	-0,8	0,8	-0,5
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
0,9	0,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,5
<b>Губиниха</b>												
<i>Коефіцієнт варіації (C)</i>												
0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3
<i>Мінімальна(V<sub>min</sub>, м/с)</i>												
2,0	0,3	0,3	2,1	1,5	1,8	1,4	1,2	1,5	1,3	2,4	2,3	0,3
<i>Максимальна(V<sub>max</sub>, м/с)</i>												
6,5	4,1	5,1	4,0	3,2	3,2	3,7	3,4	4,6	4,3	3,9	4,3	6,5
<i>Коефіцієнт асиметрії (A)</i>												
0,9	-0,9	-0,4	0,6	0,3	1,8	0,4	0,1	0,8	0,5	-0,2	0,3	0,3
<i>Коефіцієнт ексцесу (K)</i>												
-0,1	-0,5	1,4	-0,8	-1,4	4,2	-0,3	0,5	-0,1	-0,8	-1,6	0,1	0,0
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
1,5	1,4	1,3	0,7	0,6	0,4	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	0,6	0,9



Продовження таблиці 2.1

<i>Максимальна (<math>V_{max}</math>, м/с)</i>												
5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0
<i>Коефіцієнт асиметрії (A)</i>												
1,0	0,3	0,1	-1,0	1,8	1,8	1,6	1,6	1,0	0,4	-0,1	0,2	0,7
<i>Коефіцієнт ексцесу (K)</i>												
0,5	-0,9	0,2	-1,2	1,4	1,4	0,7	0,7	-1,2	-0,3	1,5	-0,7	0,2
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
1,0	1,0	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,6
<b>Комісарівка</b>												
<i>Коефіцієнт варіації (C)</i>												
0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
<i>Мінімальна (<math>V_{min}</math>, м/с)</i>												
1,5	2,2	2,0	2,0	1,5	1,4	1,4	1,4	1,0	1,6	1,6	2,1	1,0
<i>Максимальна (<math>V_{max}</math>, м/с)</i>												
3,2	3,4	3,9	2,7	2,5	2,6	2,4	2,1	3,7	3,1	2,7	3,3	3,9
<i>Коефіцієнт асиметрії (A)</i>												
0,1	0,4	1,6	-0,4	0,1	0,6	0,9	-0,5	1,2	1,4	-0,3	0,8	0,5
<i>Коефіцієнт ексцесу (K)</i>												
-0,3	-1,8	1,8	-1,3	0,2	-0,6	-0,4	-1,1	2,0	3,0	-0,8	-1,2	0,0
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
0,5	0,5	0,6	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>Чаплине</b>												
<i>Коефіцієнт варіації (C)</i>												
0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
<i>Мінімальна (<math>V_{min}</math>, м/с)</i>												
1,1	2,4	2,1	1,6	1,6	1,2	1,1	1,1	1,3	1,5	1,6	2,2	1,1
<i>Максимальна (<math>V_{max}</math>, м/с)</i>												
5,2	6,1	5,7	4,1	2,0	2,7	1,9	4,2	2,3	3,2	3,6	4,8	6,1
<i>Коефіцієнт асиметрії (A)</i>												
0,6	1,9	1,8	0,7	-0,1	1,2	-0,2	2,1	0,2	0,8	0,9	1,0	0,9



Продовження таблиці 2.1

<i>Коефіцієнт ексцесу (К)</i>												
-0,3	3,6	3,7	0,0	-0,8	2,0	-1,1	5,0	-1,3	1,7	-0,8	-0,7	0,9
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
1,3	1,1	1,1	0,8	0,1	0,4	0,3	0,9	0,4	0,5	0,7	1,0	0,7
<b>Лошкарівка</b>												
<i>Коефіцієнт варіації(C)</i>												
0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2
<i>Мінімальна(<math>V_{min}</math>, м/с)</i>												
1,8	2,5	2,4	1,9	1,6	1,7	1,5	1,7	1,5	1,4	1,7	2,6	1,4
<i>Максимальна(<math>V_{max}</math>, м/с)</i>												
3,9	3,8	4,0	3,1	2,8	2,9	3,2	3,1	3,4	3,4	3,2	3,9	4,0
<i>Коефіцієнт асиметрії (А)</i>												
0,3	1,4	1,1	0,1	0,5	0,9	1,7	1,7	0,8	0,1	-1,6	1,7	0,7
<i>Коефіцієнт ексцесу (К)</i>												
-0,6	1,0	0,5	0,0	-1,2	0,7	2,2	3,2	-0,5	-1,6	2,8	2,7	0,8
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
0,7	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,7	0,8	0,4	0,4	0,5
<b>Кривий Ріг</b>												
<i>Коефіцієнт варіації(C)</i>												
0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Мінімальна(<math>V_{min}</math>, м/с)</i>												
3,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,3	3,0	3,2	3,2	3,8	3,6	4,3	3,0
<i>Максимальна(<math>V_{max}</math>, м/с)</i>												
5,9	5,7	5,7	5,0	4,2	4,1	4,4	4,6	4,3	4,8	4,6	5,5	5,9
<i>Коефіцієнт асиметрії (А)</i>												
-0,1	1,0	0,3	-0,9	0,3	0,1	0,5	-0,5	0,0	0,8	-0,3	1,1	0,2
<i>Коефіцієнт ексцесу (К)</i>												
0,7	0,2	-0,3	-0,4	-1,6	-1,2	-0,2	-0,3	-1,8	0,1	-1,5	0,5	-0,5
<i>Середнє квадратичне відхилення (<math>\sigma_x^2</math>, м/с)</i>												
0,8	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4

станціях змінюється від помірної до сильної, набуваючи критичних значень у літньо-осінній період.

Відомо [17], що умовно асиметрію прийнято вважати сильною та дуже сильною в тому випадку, коли  $A_s > 0,6-1,0$  та  $A_s > 1,0$ . На станції Чаплине коефіцієнт асиметрії найвищий - 2,1 що означає велику асиметричність відповідних розподілів. Цей результат слід було очікувати, так як станція Чаплине знаходиться на сході області і там переважають синоптичні процеси з дуже низькими показниками швидкості вітру. Також суттєвим є вплив пори року, у даному випадку у серпні дуже часто на східну частину області впливає антициклонічне поле, осередок якого знаходиться або над ЄТР або над Казахстаном і стаціонує там деякий час.

### 2.3 Режим швидкості вітру

Протягом останніх 30-ті років спостерігалось поступове послаблення вітру над територією України та більшість території Дніпропетровської області також не є винятком з цієї тенденції [4,5].

До дослідження сучасного вітрового режиму Дніпропетровщини залучені дані метеорологічних спостережень на 9 станціях області (Дніпро АМСЦ, Губиниха, Павлоград, Синельникове, Нікополь, Комісарівка, Чаплине, Лошкарівка, Кривий Ріг) та розраховувалися характеристики вітрового режиму останнє десятиріччя з 2009 по 2018 рр.

В табл. 2.2 представлені середньомісячні швидкості вітру за 2009-2018 рр. у порівнянні з попереднім кліматичним періодом (1961-1990 рр.). Так, на станції Дніпро АМСЦ середньорічне значення швидкості вітру зменшилося на 0,7 м/с, а саме від 4,7 до 4,0 м/с (рис.2.2). Також на 1 м/с зменшилася швидкість вітру над Павлоградом – з 3,4 до 2,4 м/с. Однак, на метеостанції Губиниха, також розташованої на північному сході області, зміни середнього значення швидкості вітру за досліджуваний період не значні - 0,5 м \ с. Вірогідніше за все, це можна пояснити відмінностями рельєфу місцевості двох станцій. На станціях Комісарівка (ПнЗ) та Чаплине (ПдС) послаблення вітру було значнішим – на 1,3 та 1,1 м/с, відповідно. На

південному заході області на станціях Лошкарівка і Кривий Ріг відзначалися незначні зміни середньої швидкості приземного вітру, а саме 0,8 і 0,1 м/с. Над станцією Синельникове відбувалося менш інтенсивне зменшення швидкості вітру, а саме 0,3 м/с, з 3,7 до 3,4 м/с. (рис. 2.1).

Таблиця 2.2 - Середньомісячна швидкість вітру над Дніпропетровською областю за 1961-1990 [9] та 2009-2018 рр.

Період	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>Дніпро АМСЦ</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	5,4	5,7	5,2	5,0	4,4	3,8	3,7	3,8	4,1	4,6	4,9	5,2	4,7
2009 -2018	4,4	4,5	4,5	4,1	3,5	3,6	3,5	3,9	3,8	3,9	4,1	4,6	4,0
<b>Губиниха</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	3,8	4,3	3,9	3,7	3,2	2,6	2,4	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,3
2009 -2018	3,6	2,7	3,0	2,9	2,4	2,2	2,4	2,3	2,7	2,8	3,2	3,3	2,8
<b>Павлоград</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	4,0	4,7	4,2	3,8	3,2	2,7	2,5	2,5	2,5	2,9	3,5	3,8	3,4
2009 -2018	3,0	3,2	3,0	2,5	2,0	1,8	1,9	1,9	2,1	2,1	2,5	3,3	2,4
<b>Синельникове</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	4,6	4,9	4,3	4,0	3,5	2,9	2,6	2,8	3,1	3,5	4,1	4,3	3,7
2009 -2018	3,8	3,8	4,1	3,5	3,0	2,8	2,6	2,6	3,2	3,2	3,7	4,3	3,4

Продовження таблиці 2.2													
<b>Нікополь</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	3,8	4,2	3,7	3,6	3,2	2,8	2,7	2,6	2,8	3,2	3,4	3,6	3,3
2009 -2018	3,2	3,2	2,8	2,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,7	2,9	2,9	2,6
<b>Комісарівка</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	4,0	4,4	4,1	3,9	3,4	2,9	2,8	2,8	2,9	3,1	3,6	3,7	3,5
2009 -2018	2,3	2,8	2,6	2,4	2,0	1,9	1,8	1,8	1,9	2,1	2,2	2,6	2,2
<b>Чаплине</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	4,2	4,9	4,2	3,9	3,3	2,8	2,6	2,6	2,8	3,3	3,5	3,8	3,5
2009 -2018	2,9	3,4	3,1	2,6	1,8	1,7	1,5	1,8	1,8	2,2	2,3	3,1	2,4
<b>Лошкарівка</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	3,9	4,3	4,0	3,7	3,2	2,7	2,5	2,6	2,8	3,0	3,4	3,5	3,3
2009 -2018	2,8	3,0	3,1	2,5	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7	3,0	2,5
<b>Кривий Ріг</b>													
Середнє значення													
1961 -1990	4,8	5,2	4,9	4,7	4,1	3,5	3,5	3,6	3,7	4,0	4,5	4,5	4,3
2009 -2018	4,6	4,7	4,7	4,5	3,8	3,7	3,6	4,0	3,8	4,2	4,2	4,8	4,2

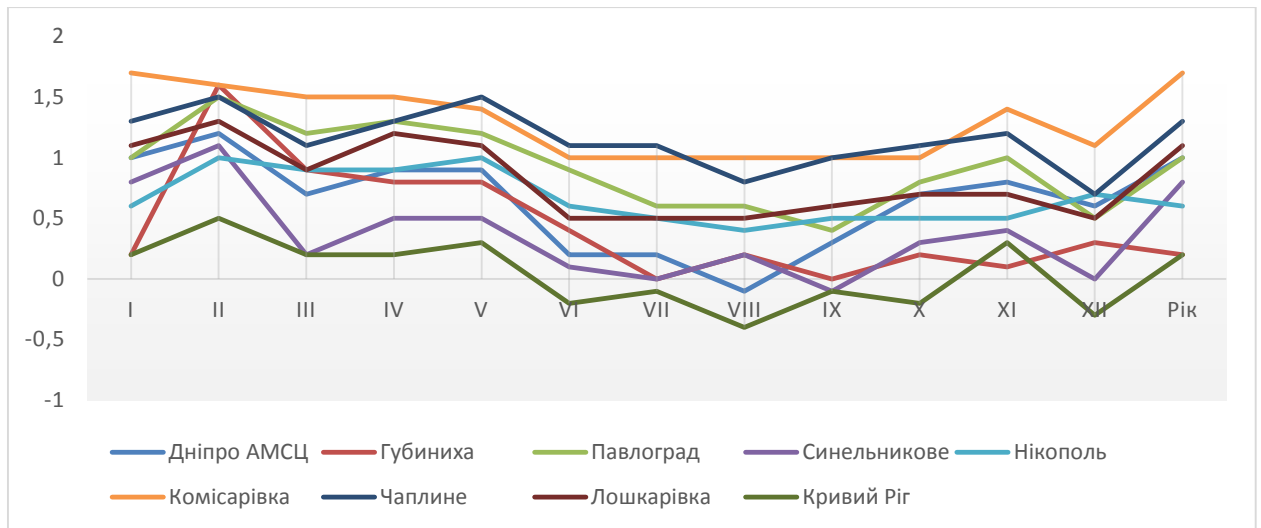


Рис. 2.1. Різниця середньомісячних швидкостей вітру за 1961-1990 [9] та 2009-2018 рр. над Дніпропетровською областю

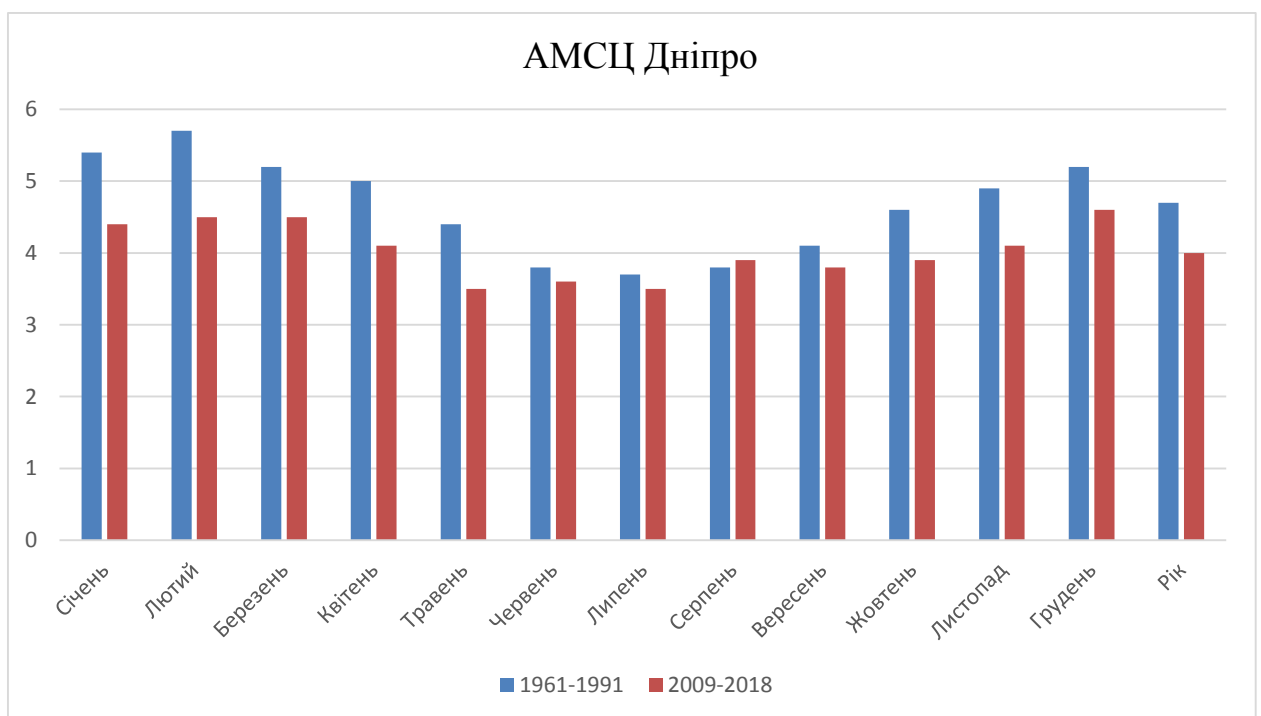


Рис.2.2. Середньомісячна швидкість вітру на станції АМСЦ Дніпро за 1961-1990 [9] та 2009-2018 рр.

Найбільше зниження інтенсивності вітрового режиму на трьох станціях регіону спостерігалось у лютому та у травні - 1,5 м/с в Павлограді і Чаплині, відповідно. Над Комісарівкою найсильніше вітер зменшувався у січні на 2,3 м/с .



Рис.2.3 Середньомісячна швидкість вітру по станціях за 1961-1990 [9] та 2009-2018 рр.

Посилення вітру не спостерігалось не на одній метеостанції області. Варто відзначити той факт, що максимальні швидкості вітру за період кліматичної норми (1961-1990 рр) на всіх станціях регіону фіксувалися в лютому місяці. За останнє десятиліття відбулося зміщення найбільшого

середньомісячного значення швидкості вітру на грудень і січень, за винятком метеорологічних станцій Комісарівка, Нікополь, Лошкарівка і Кривий Ріг. Даний факт можна пояснити тим, що ці станції розташовані в північно-західній і південно-західній частинах Дніпропетровської області, а зміни в загальній циркуляції атмосфери, що спостерігається в останні роки і призводить до більш раннього посилення вітру в цьому регіоні. В цілому над Дніпропетровщиною середня на рік швидкість вітру у 2009-2018 рр. становила від 2 до 3 м/с за винятком Дніпро АМСЦ (4,0 м/с) і Кривого Рогу (4,2 м/с), а також Синельниково, де середньорічна швидкість склала 3,4 (рис. 2.3). Як і над всієї території України, над Дніпропетровською областю простежується чіткий річний хід швидкості вітру – до найбільших величин вона зростає у січні-лютому, а найменших досягає у липні-серпні, але порівняння періодів 1961-1990 та 2009-2018 рр. виявило послаблення амплітуди річного ходу на 0,2-0,6 м/с (рис. 2.2). Над окремими станціями, наприклад над Дніпро АМСЦ, амплітуда не змінилася, а та над Кривим Рогом, Губинихою і Павлоградом зросла до 0,3-0,5 м/с.

Максимальна швидкість вітру на станції Дніпро АМСЦ спостерігалась в вересні 2014 р., а її значення складало 21 м/с. Для станції Павлоград значення максимальної швидкості вітру за період 2009-2018 рр. склало 18 м/с., ці значення спостерігалися в липні 2012 р. На станції Синельниково максимальна швидкість вітру фіксувалася 19 м/с у березні 2015 р. На станції Комісарівка максимальна швидкість вітру відзначалась в трьох випадках у лютому та серпні 2010 року і у квітні 2015 р. – 12 м/с. Максимальна швидкість вітру на станції Чаплине спостерігались у лютому та березні 2015 р., її значення складало 22 м/с. На станції Лошкарівка 16 березня 2009 року зафіксована швидкість приземного вітру 36 м/с. На метеостанції Кривий Ріг в квітні 2011 р. спостерігалась швидкість вітру 17 м/с. Амплітуда між мінімальною і максимальною середньою швидкістю приземного вітру склала 4,5-5,5 м \ с по всіх станціях регіону (табл. 2.2). Отже, в 2009-2018 рр. спостерігалось зменшення швидкості вітру над Дніпропетровською областю на всіх без винятку станціях.

## 2.4 Повторюваність вітру за напрямками

Територіальний розподіл пануючого вітру залежить від сполучення циркуляційних та фізико-географічних умов регіону. Район Дніпра (з точки зору загальної циркуляції) можна назвати районом, де переважають такі види циркуляційних процесів, як сідловини та мало градієнтні поля. Переважаючими вітрами являються північні, східні та західні вітри. На протязі року район Дніпра часто знаходиться в слабко вираженій сідловині баричного поля. Основний вплив на північно-західні та західні метеостанції (наприклад, Кривий Ріг) здійснюється за рахунок процесів з північного заходу, тобто західних циклонів, що надходять на територію області з Прибалтики та Скандинавії. Тому на даних станціях переважають північний та північно-східний напрямки вітру.

Навпроти, на метеостанції, що знаходяться на півдні області, такі як, Нікополь, суттєво впливають процеси, що пов'язані з діяльністю південних улоговин, що поглиблюються над акваторією Чорного моря.

За вказаними даними побудовані рози вітру над регіоном (рис. 2.4), за 1961-1990 [9] та 2009-2018 рр., з аналізу яких видно, пануючі вітри на станціях області суттєво не змінили свого напрямку, за винятком Синельниково та Губинихи, де збільшилась частка східного та південного вітру та розподіл за румбами став більш неоднорідним.

Також, варто відзначити розподіл румбів на станції Нікополь. У порівнянні з періодом 1960-1990 рр., де в останнє десятиліття значно (на 10%) зросла частка північних напрямків вітру, з 15 до 25%. Подібна тенденція спостерігається на всіх станціях Дніпропетровської області. Очевидно, даний факт свідчить про зміну великомасштабної циркуляції і збільшенні частки меридіонально спрямованих північних потоків в досліджуваному регіоні.

На станції Павлоград в період з 2009 по 2018 рр. чітко простежується панування західних і східних вітрів - 30 та 40%, відповідно, що в два рази більше в порівнянні з даними кліматичного Кадастру.

Таким чином, можна відзначити, що на південному сході, південному заході та в центральній частині Дніпропетровської області переважають вітри північного і південного напрямів. На північному сході області частіше



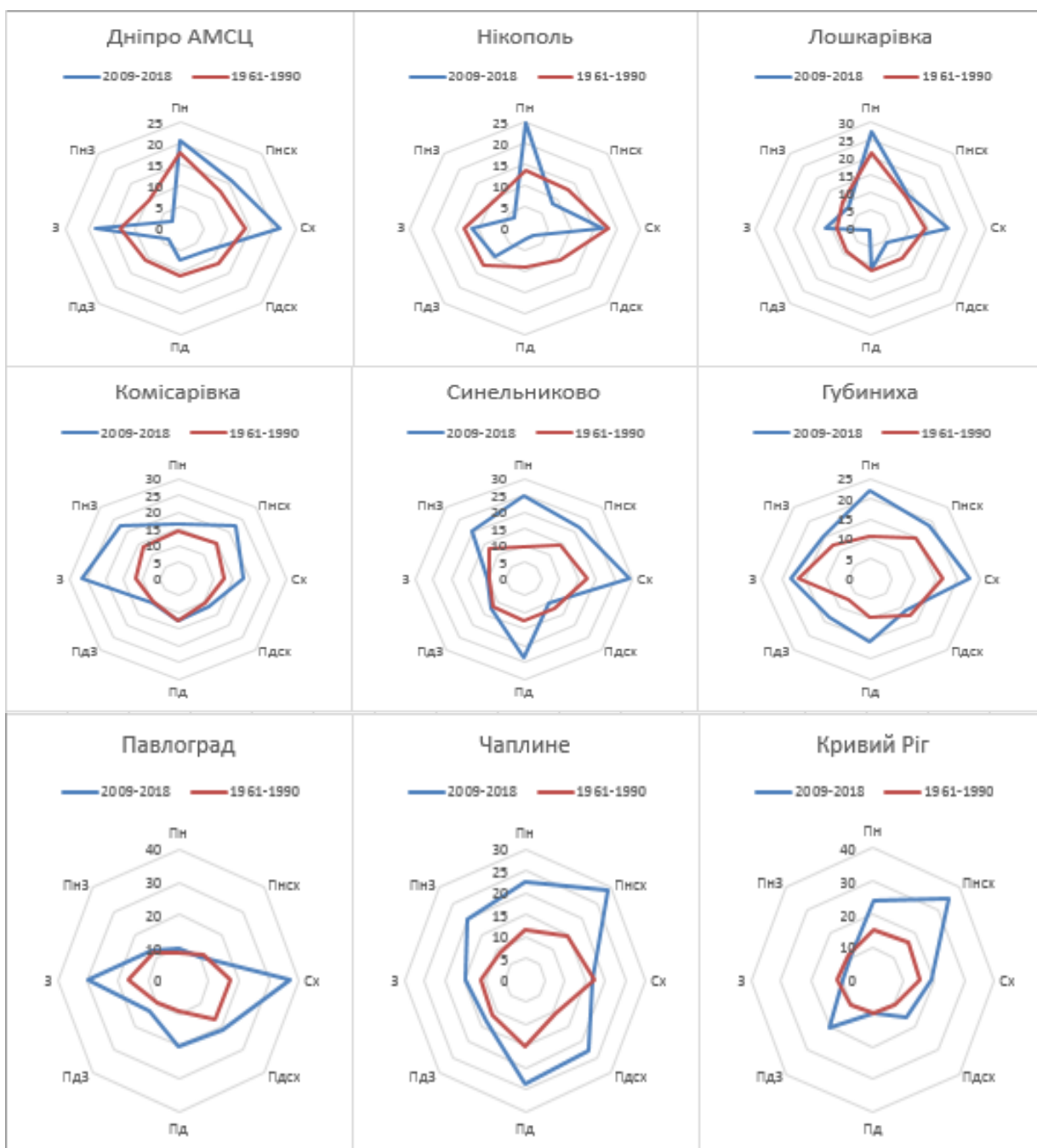


Рис 2.4. Розподіл вітру за напрямком над регіоном. 1961-1990 [9] та 2009-2018 рр

фіксуються вітри широтного напрямку, а саме західний і східний румби. У порівнянні з кліматичною нормою істотних змін у розподілі румбів не спостерігалось, однак відмічається збільшення на 10-15% частки північного, східного та західного напрямків вітру на більшій частині станцій досліджуваного регіону.

## 2.5 Розподіл середньомісячної швидкості вітру за градаціями над Південно-Східною Україною

Вплив підстильної поверхні на повітряний потік, зумовлений макроциркуляційними процесами, проявляється через силу тертя, яка пропорційна швидкості повітряного потоку і нерівностей - шорсткості поверхні землі. Однак вплив підстильної поверхні не обмежується суто динамічним впливом сили тертя. Деформація повітряного потоку біля поверхні землі залежить і від термічної стратифікації прикордонного шару. Відомо [3], що навіть порівняно невеликий перепад висот (порядку декількох десятків метрів) обумовлює стік холодного повітря в період радіаційного вихолоджування. Це призводить, в свою чергу, до формування інверсій температури, зменшення турбулентного перемішування, отже, до зменшення швидкості вітру, іноді до штилю.

Влітку в денні години, при адіабатичних градієнтах температури, турбулентне перемішування зростає в десятки разів у порівнянні з ніччю. У нічний час влітку, а взимку більшу частину доби, а іноді і всю добу, спостерігається інверсія температури і пов'язане з нею різке зменшення турбулентного перемішування, що призводить до зменшення швидкості вітру іноді до повного штилю. Встановлюється малохмарна погода і складаються сприятливі умови для утворення радіаційної інверсії. До ранку радіаційні інверсії, як правило, руйнуються у поверхні землі, переходять в підняті інверсії, а до 12 UTC зникають і багато підняті інверсії.

Для аналізу швидкості вітру вибирають нерівні градації швидкості вітру, які приймають з урахуванням точності спостережень. У даній роботі використовуються такі градації: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 м/с і більше. Підраховують число випадків швидкості вітру, що потрапили в кожен градацію, і так само виражають у відсотках від загального числа спостережень. Особливу увагу слід приділити слабкому вітру зі значенням 1 м/с, так як за рахунок таких значень швидкості спостерігачі часто збільшують або зменшують число штилів.

Аналіз багаторічних даних середньомісячної швидкості вітру виявив, що найбільша повторюваність швидкостей 5 м/с, яка складає 50-65 %,

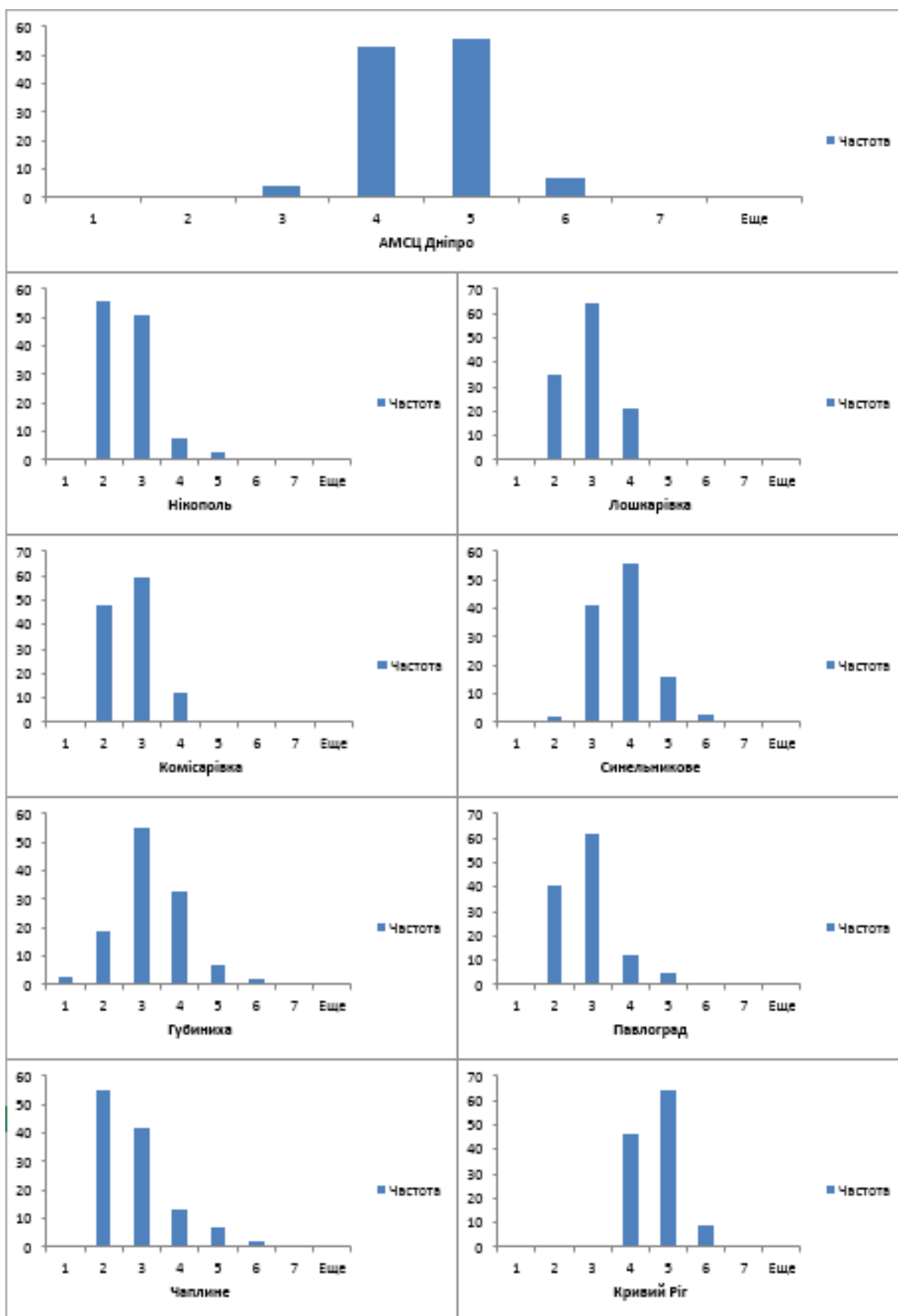


Рис. 2.5. Розподіл середньомісячної швидкості вітру за градаціями над Південно-Східною Україною за 2009-2018 рр.

спостерігається на станції АМСЦ Дніпро та Кривий Ріг (рис.2.5). Помірний вітер (6-8 м/с) фіксувався також на метеостанціях АМСЦ Дніпро, Нікополь, Губиниха, Чаплине і Синельникове. Однак його внесок в загальний відсоток градацій швидкостей вітру був не більшим - 3-5%. Найбільшу повторюваність на протязі всього року на всіх станціях Дніпропетровщини має слабкий вітер (1-4 м/с) - 50-70 % від загальної кількості випадків. Таким чином, на всій території області спостерігається фон понижених середньорічних швидкостей вітру.

## 2.6 Зміни швидкості вітру над Дніпром згідно сценаріям RCP-45 і RCP-85

Зміни клімату – сучасна та дуже актуальна проблема. Вона являє собою сукупність тенденцій у всіх кліматичних системах і включає в себе дослідження на основі розрахунків параметрів основних характеристик клімату в майбутньому. Клімат суттєво впливає на життя та діяльність людини [13,14], створюючи сприятливі або не сприятливі умови для існування, і так само є основою для виживання всіх біологічних видів на землі. Тому за останні десятиріччя вчені активно спостерігають за кліматичними системами і на основі результатів досліджень створюють різноманітні сценарії зміни клімату, що базуються на параметрах і приймають за основу різні складові кліматичної системи.

В роботі розглянуті два сценарії змін клімату в майбутньому (сфокусовані на складі атмосферного повітря, а саме на вмісту вуглекислого газу в ньому – із сімейства RCP (Representative Concentration Pathways)): RCP-45 та RCP-85 [21] і зроблений розрахунок середньої швидкості вітру для міста Дніпро в період з 2011 року до 2050 року та здійснений порівняльний аналіз отриманих результатів цих досліджень з фактичними показниками швидкості вітру для міста Дніпро за період 2011-2018 рр. Сценарії RCP – новий етап після сценаріїв сімейства SRES (Special Report on Emission Scenarios), використаних в міжнародному проекті порівняння кліматичних моделей CMIP3 і четвертого звіту Міжурядової групи експертів по змінах клімату (МГЕІК) [29]. Над м. Дніпро за сценаріями RCP-45 та RCP-85 прогнозується

Таблиця 2.3 - Середньомісячні значення швидкості вітру над Дніпром  
з 2011 по 2018 рр. згідно зі сценаріями RCP-45 і RCP-85 та  
метеорологічних спостережень.

Рік	Місяць												
	RCP-45												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2011	4,6	5,2	6,2	4,5	2,7	4,2	3,4	3,3	3,8	3,5	3,1	4,5	4,1
2012	3,8	3,7	5,0	4,9	4,0	3,3	2,8	3,1	4,1	3,6	3,8	4,6	3,9
2013	3,7	5,9	4,3	3,5	3,7	2,9	3,1	3,0	3,3	3,8	4,7	4,5	3,9
2014	4,4	3,7	4,2	3,4	2,9	3,6	3,3	4,2	4,0	3,4	4,0	5,1	3,9
2015	4,2	4,1	6,4	4,9	3,8	3,2	3,1	2,9	4,1	3,6	3,9	4,2	4,0
2016	3,8	4,5	4,0	4,6	4,5	2,6	4,0	3,5	4,0	3,4	3,6	4,1	3,9
2017	4,3	4,7	5,2	4,1	3,9	2,5	3,8	3,7	2,9	3,6	4,2	4,2	3,9
2018	4,0	4,7	5,1	3,8	3,3	4,3	3,5	3,4	3,6	3,7	3,7	4,9	4,0
RCP-85													
2011	4,1	3,6	4,4	3,4	3,6	3,0	3,1	3,1	3,6	4,3	2,7	4,6	3,6
2012	3,8	5,2	4,5	4,0	3,8	4,2	3,3	3,1	2,9	3,2	4,0	4,6	3,9
2013	4,4	4,3	4,7	4,0	4,9	2,8	4,5	3,3	3,4	3,3	3,4	4,6	4,0
2014	5,3	4,5	4,5	3,5	3,9	3,5	3,7	3,2	3,5	3,6	4,8	4,3	4,0
2015	5,0	4,2	3,5	4,7	3,6	3,8	3,3	3,0	3,6	2,6	3,6	4,5	3,8
2016	4,8	4,2	5,2	4,7	3,6	2,7	3,6	3,3	3,4	4,0	3,6	5,0	4,0
2017	4,8	4,6	4,6	3,9	3,4	3,0	3,4	3,4	3,1	3,5	3,0	4,3	3,8
2018	4,2	4,5	2,9	3,5	3,8	3,9	3,2	3,7	3,4	3,7	4,2	4,1	3,8
Фактичні дані													
2011	2,8	5,7	4,3	4,2	3,3	3,2	3,2	3,5	3,2	3,5	3,6	4,4	3,7
2012	4,8	4,5	4,4	3,8	3,9	3,8	4,3	4,6	2,7	3,7	3,7	5,3	4,1
2013	3,7	4,5	4,9	4,3	3,4	3,5	3,5	3,8	3,7	3,8	4,1	4,4	4,0
2014	5,7	3,9	5,2	4,2	3,4	3,9	4,3	3,3	5,0	4,4	4,7	4,5	4,4
2015	4,5	4,5	5,0	4,3	3,6	3,2	3,4	4,4	4,1	3,5	4,2	4,6	4,1
2016	3,6	3,9	4,4	4,6	3,5	3,4	3,2	4,3	3,2	4,4	4,2	4,3	3,9
2017	4,1	4,3	4,2	4,7	3,7	3,5	3,3	4,2	4,4	4,3	3,8	4,2	4,1
2018	4,9	4,4	4,7	4,1	4,2	4,0	3,2	3,6	4,3	3,6	4,7	4,4	4,2

зменшення швидкості вітру впродовж 2011-2050 рр., також можна виявити, що швидкість вітру значно зменшиться у порівнянні із попереднім кліматичним періодом 1961-1990 [9].

За вказаними сценаріями максимальна середньомісячна швидкість вітру буде спостерігатись у березні і складатиме 4,6 м/с, а мінімальна – у червні (3,3 м/с) (рис 2.6). Основна тенденція (найбільші швидкості спостерігаються у перехідні сезони, а найменші - влітку) залишиться незмінною.

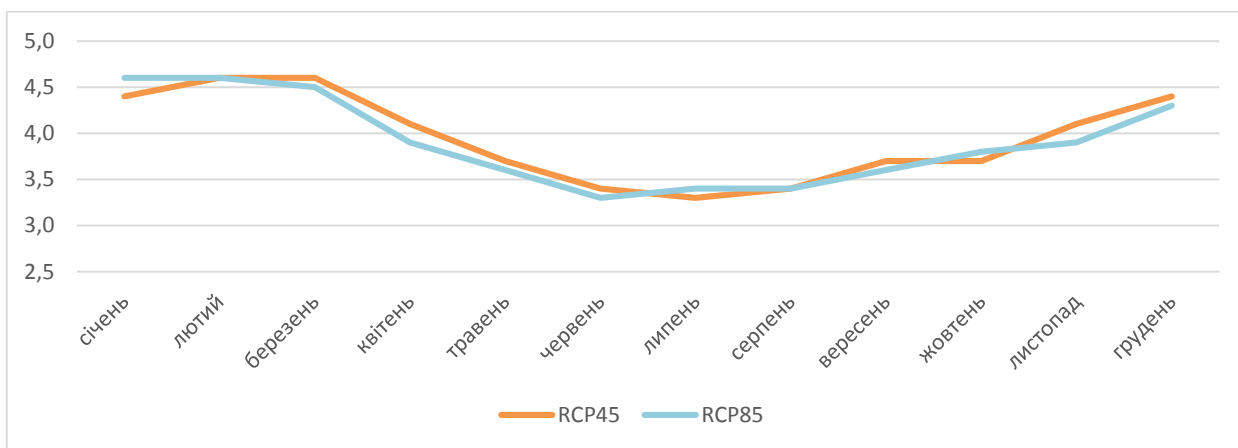


Рис. 2.6. Зміна середньомісячної швидкості вітру за сценарієм RCP-45 та RCP-85 у період 2011-2050 рр.

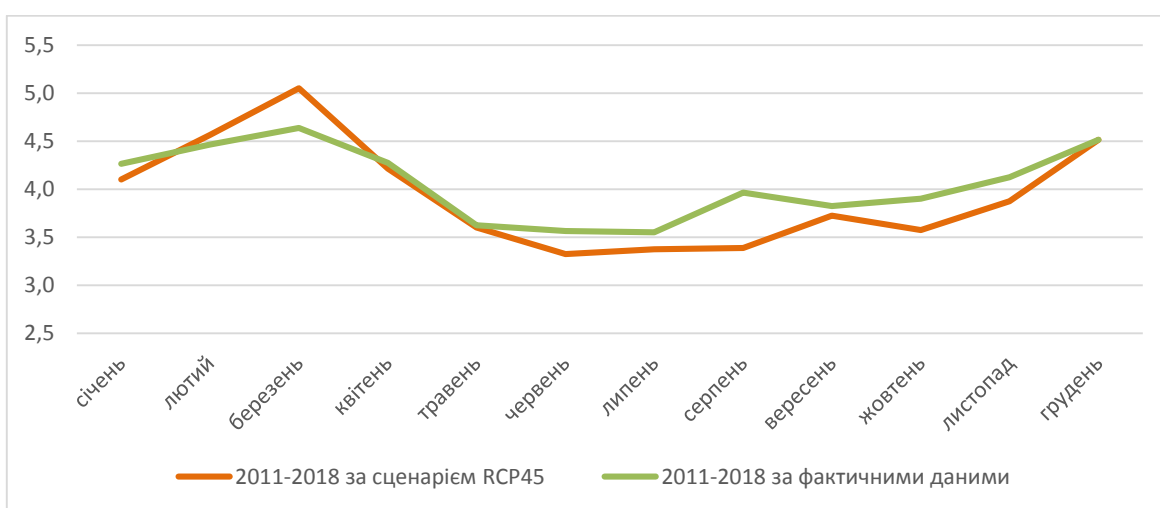


Рис 2.7. Порівняння зміни середньомісячної швидкості вітру за сценарієм RCP-45 з фактичними даними у період 2011-2018 рр.

Оскільки перший період починається з 2011 р., то вже можна оцінити точність сценаріїв RCP-45 і RCP-85, для чого в табл. 2.3 наведені

середньомісячні значення швидкості вітру над Дніпром з 2011 по 2018 рр. згідно зі сценаріями RCP-45 і RCP-85 та метеорологічних спостережень.

Для наочності представлення інформації на рис. 2.7 та 2.8 наведені середньорічні швидкості вітру над Дніпром з 2011 по 2018 рр. згідно зі сценаріями RCP-45 і RCP-85 та метеорологічних спостережень.

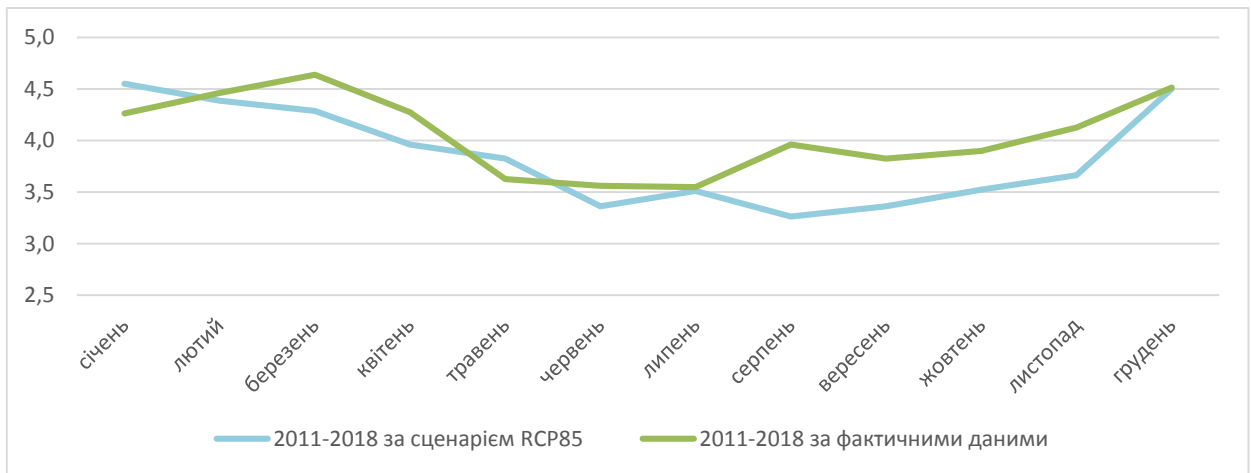


Рис. 2.8. Порівняння зміни середньомісячної швидкості вітру за сценарієм RCP 85з фактичними даними у період 2011-2018рр.

Сценарій RCP-85 у порівнянні з фактичними показниками дає неоднозначний результат. Максимум за цим сценарієм повинен був спостерігатись у січні, натомість фактичний максимум спостерігався у березні (4,6 м/с), а мінімум згідно з сценарієм повинен відмічатись у серпні, і скласти 3,3 м/с, натомість фактичні показники були вище на 0,3 м/с. За сценарієм RCP-45 максимум повинен був спостерігатись у березні і скласти 4,6 м/с, але фактичний показник був вищий і склав 5,1 м/с; мінімум повинен був скласти 3,5 м/с у липні, та він склав 3,4 м/с та спостерігався у червні.

У цілому, середньорічні швидкості вітру за сценаріями RCP-45 і RCP-85 суттєво не відрізняються один від одного, та майже не перевищують середньорічні швидкості вітру над Дніпром за даними метеорологічних спостережень (рис. 2.6), лише у березні за сценарієм RCP-45 швидкість вітру була перевищена на 0,4 м/с. Слід зазначити, що сценарій RCP-45 відображає результат, що більш точно описував тенденцію розподілу середньомісячної швидкості вітру, тому можна зробити висновок, що для міста Дніпро сценарій RCP-45 найбільш ймовірний у майбутньому.

## 3 СТИХІЙНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА ПОВ'ЯЗАНІ З ВІТРОМ

### 3.1 Повторюваність та умови утворення сильного вітру над Дніпропетровської областю

Економіка терпить істотні втрати при впливі несприятливих гідрометеорологічних і кліматичних явищ. Збиток, нанесений цими явищами залежить від інтенсивності і тривалості стихійних явищ, масштабу, завчасності передбачення, ефективності захисних заходів. Сильні вітри, шквали, урагани, смерчі мають великий руйнівний характер, створюють труднощі в різних галузях економіки і загрозу для життя і здоров'я громадян.

Відповідно до чинних нормативних документів вітер зі швидкістю 25 м/с більше відноситься до стихійних метеорологічних явищ (СМЯ II та III рівня небезпечності), які можуть завдати шкоди різним галузям господарства [12]. Іноді вітер завдає збитків при швидкості менше 25 м/с, в поєднанні з іншими небезпечними гідрометеорологічними явищами. Зокрема, з ожеледно-паморозевими явищами, які становлять небезпеку в першу чергу для енергетики, лісового господарства і транспорту [3].

Знання режиму стихійних метеорологічних явищ, умов виникнення, територіального розподілу, має велике значення для запобігання або ослаблення негативних наслідків його дії. За кількістю жертв с1947 по 1980 рр. чільну роль займають сильні вітри. За даними страхових компаній 75% застрахованих збитків пов'язані з бурями, а 23% з повеннями. Вивчення даного питання дає можливість спрогнозувати зміни кліматичної системи регіону, відпрацювати варіанти дії служб при нестандартних ситуаціях природного і техногенного характеру [15, 16].

У цьому розділі розглядається просторовий розподіл і повторюваність вітрів більше 25 м/с над районами Південно-Східної України. Вибірка днів з сильним вітром ґрунтується на штормових метеорологічних попередженнях, річних звітах про СМЯ, наводяться дані про тривалість, інтенсивність, максимального значення елементів і т.д. Був складений банк синоптичних ситуацій випадків СМЯ над Дніпропетровської областю на основі приземних



і висотних карт з архіву АРМсін. Якщо розглянути випадки спостереження стихійних метеорологічних явищ на Україні то на СМЯ, пов'язані з вітром (сильний вітер, шквал, смерч, сильні хуртовини) припадає 30% всіх випадків. А.Л. Козаков [11] вказує, що протягом 1999-2006 рр. зареєстровано число випадків з сильним вітром у Дніпропетровській області -22. За даними ЦГО [33] в період з 2006 по 2018 років кількість випадків СМЯ вітрового характеру в Дніпропетровській області склало 14 випадків. Максимальна кількість випадків СМЯ, пов'язаних зі швидкістю вітру більше 25 м/с в Дніпропетровській області зареєстровано на метеостанції Синельникове (3 випадків) Дніпропетровська область, АМСЦ Дніпропетровськ (2 випадки), на метеостанції Комісарівка (Дніпропетровська область) – 2 випадки та МС Чаплино – 2 випадки.

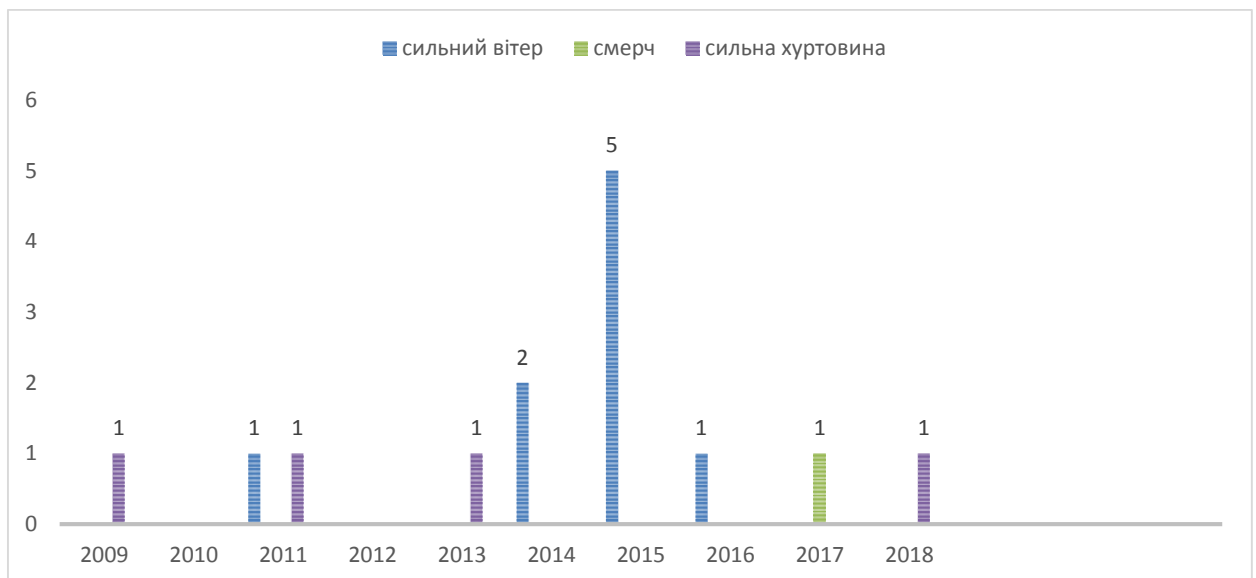


Рис. 3.1. Кількість випадків СМЯ, пов'язаних з вітром у Дніпропетровській області

Рис. 3.1 ілюструє кількість СМЯ, пов'язаних з сильним вітром, за період з 2009-2018 рр. на всіх метеостанціях Дніпропетровської області, згідно з архівом СМЯ. Пік активності спостерігався у 2015 році, кількість випадків сильного вітру складає 5. Очевидно простежується поступове зменшення зафіксованих випадків СМЯ вітрового характеру. Загальна кількість СМЯ пов'язаних з сильним вітром за 2009-2018 рр. відрізняється від кількості стихійних явищ за попереднє десятиріччя. (рис 3.2).

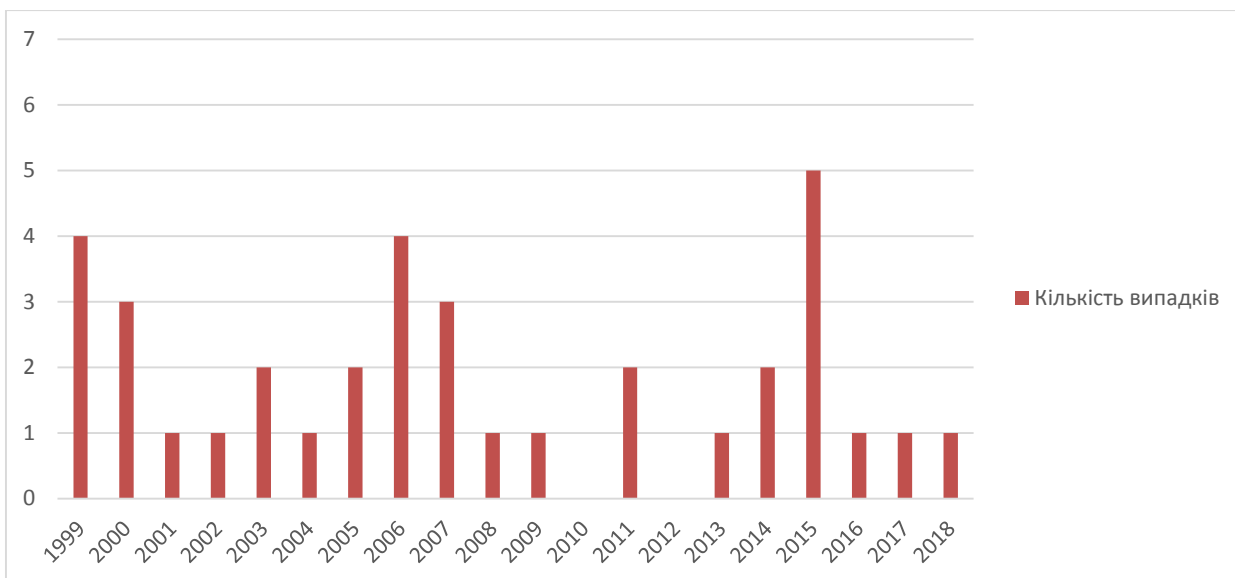


Рис. 3.2. Сучасна часова мінливість випадків СМЯ у Дніпропетровській області у порівнянні з попереднім десятиріччям [20]

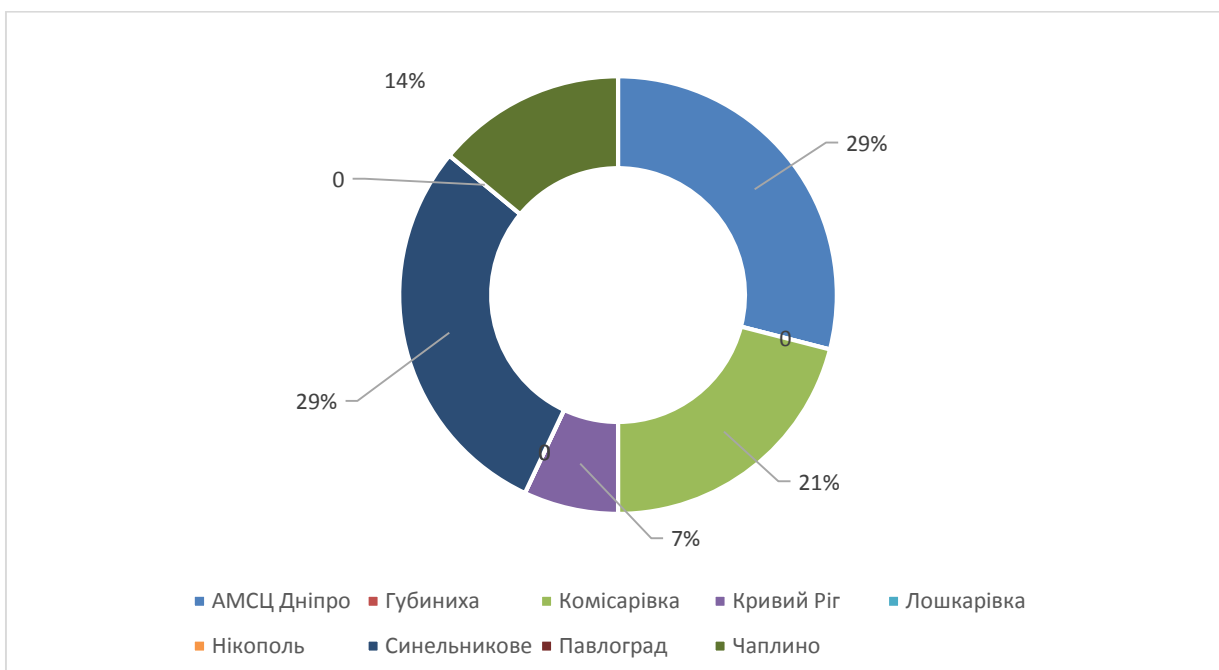


Рис.3.3. Повторюваність явищ, пов'язаних із сильним вітром на станціях Дніпропетровської області за 2009-2018 рр.

Найбільший відсоток випадків СМЯ, пов'язаних з вітром, за період 2009-2018 рр. був зафіксований на метеостанції Синельникове (29%) та АМСЦ Дніпро. 21% на станції Комісарівка, 14% та 7% відповідно Кривий Ріг та Чаплино. На станціях Лошкарівка, Павлоград, Нікополь та Губиниħа не

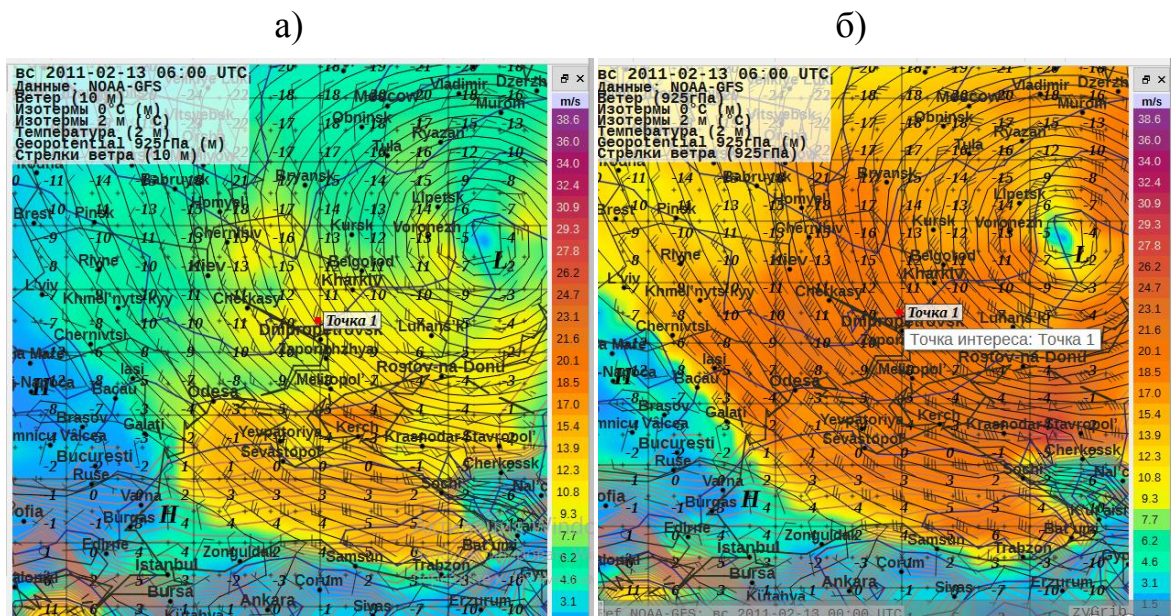
було зафіксовано жодного стихійного явища, але це не свідчить про відсутність інших небезпечних явищ погоди (рис. 3.3). Дані метеостанції розташовані у східній та південно-східній частині області, у степовій зоні із середньорічними швидкостями вітру менше, ніж на решті станцій приблизно на 1,5-2,0 м/с. Орографічні особливості цих метеостанцій суттєво впливають як на середньорічні показники швидкості вітру, так і на кількість СМЯ вітрового характеру.

Найбільша швидкість вітру, що спостерігалась за досліджуваний період, згідно з архівом стихійних явищ погоди на території Дніпропетровської області, складає 30 м/с (метеостанція Синельниково). За даними донесень з метеостанції внаслідок сильного вітру пошкоджено лінії електропередач, зв'язку, полумані дерева (20 випадків), пошкоджені кривлі будівель. В цілому по області було відключено від електропостачання 21 населений пункт - 8034 абонента.

### 3.2 Синоптична характеристика випадків сильного вітру у м. Дніпро

13.02.2011р.та 24.09.14р.сильний вітер спостерігався на метеостанції АМСЦ Дніпро, швидкість досягала 25м/с (табл. 3.1).Синоптична ситуація 13 березня 2011р. визначалася висотною фронтальною зоною, яка проходила через Балтійське море, Польщу, Західну Україну і квазімередіонально опускалась до акваторії Чорного моря. Глибока барична улоговина з північного сходу вміщувала в собі висотний циклон з центром над Харковом. Циклон простежувався на всіх висотах, тому можна зробити висновок про те, що він знаходився на останній стадії розвитку (оклюдування), проте у циклон заходили дві фронтальні гілки (полярного та арктичного фронту), це свідчить про подальше життя і розвиток циклону. У приземному полі тиску контраст температур у теплому секторі та за холодним фронтом складав 7° С. Мінімальний тиск у центрі циклону станом на 00:00 UTCскладав 819 гПа. За даними архіву стихійних явищ на території Дніпропетровської області, стихійний штормовий вітер на АМСЦ Дніпро почався о 6:41 місцевого часу. За даними об'єктивного аналізуGFS (Global Forecast System) [27] в

пограничному шарі сформувалась струменева течія нижнього рівня (СТНР) з максимальною швидкістю вітру на осі 25-30 м/с (рис. 3.4 а,б). У середній тропосфері також спостерігалася струменева течія, її вісь розташовувалася на північний захід від Дніпропетровської області, максимальна швидкість в регіоні складала 10-15 м/с, з поривами до 18 м/с.



в)

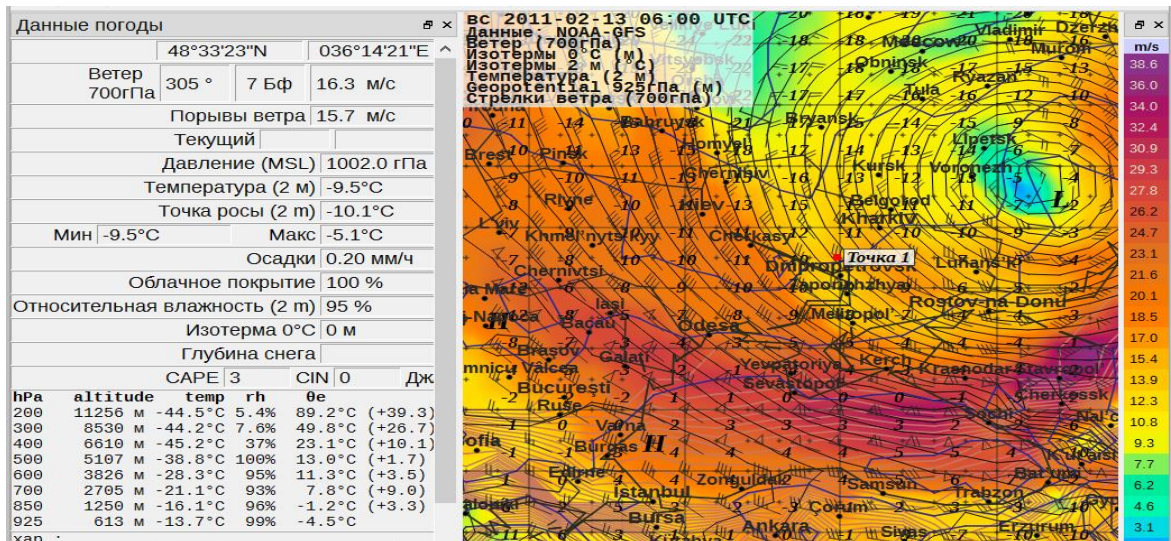
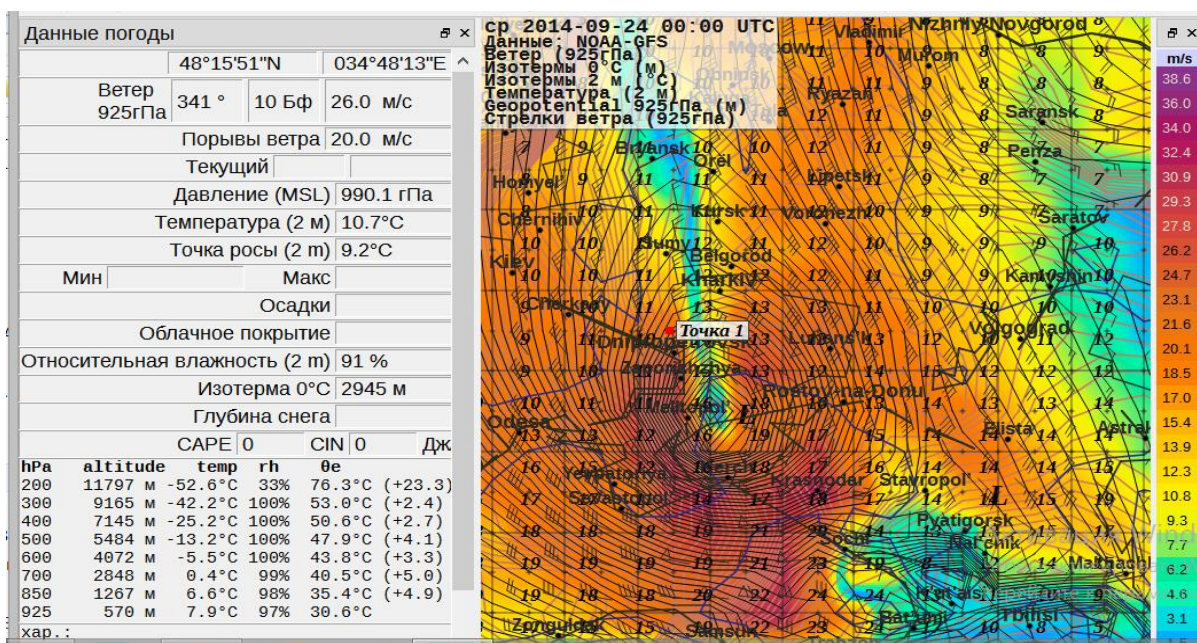


Рис. 3.4. Розподіл швидкості і напрямку вітру 13.02. 2011. 06.00UTC.  
Приземна карта (а), АТ-925 гПа(б) та АТ-700 гПа (в)

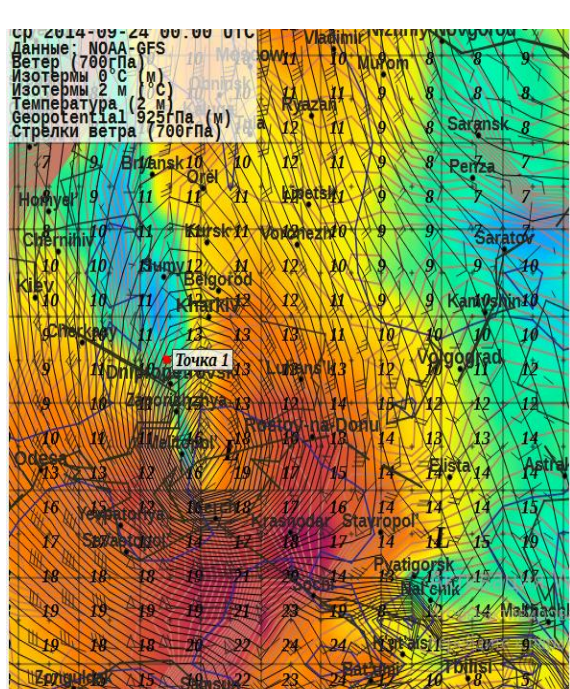
Синоптична ситуація 24 серпня 2014 року визначалась глибокою двоцентровою депресією, ВФЗ простягалась із північного-заходу на південний схід через Північне море, Польщу, Західну Україну та повертала

на схід до району західної Росії. Тиск у землі станом на 00:00 UTC складав 778 гПа (у точці оклюзії). Фронтальні розділи у землі проходили по лінії Полтава – Павлоград – Мелітополь. Через Луганськ до системи циклону заходила гілка теплового фронту. Контраст температур у теплому секторі та за холодним фронтом складав 5° С.

а)



б)



в)

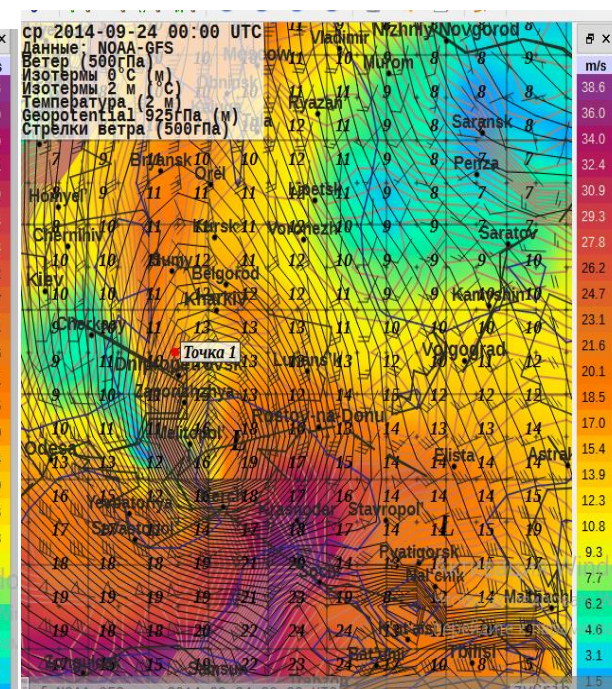
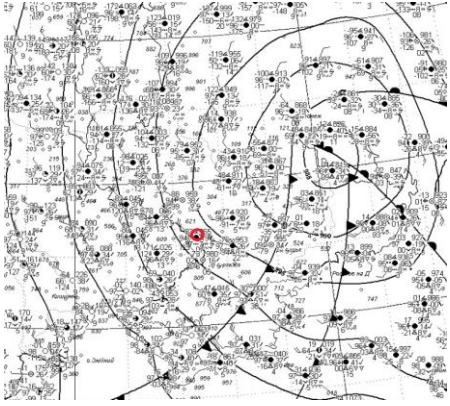
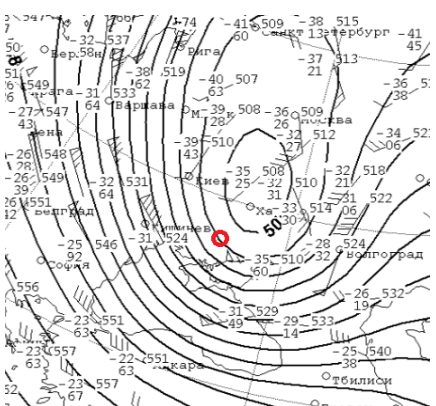
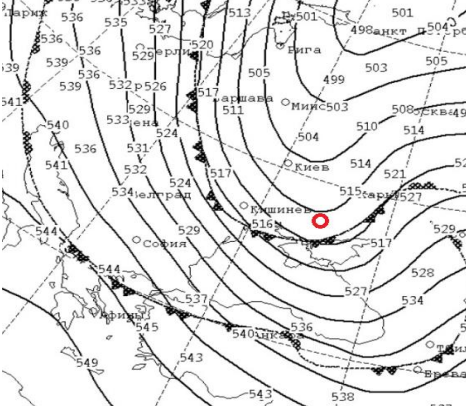
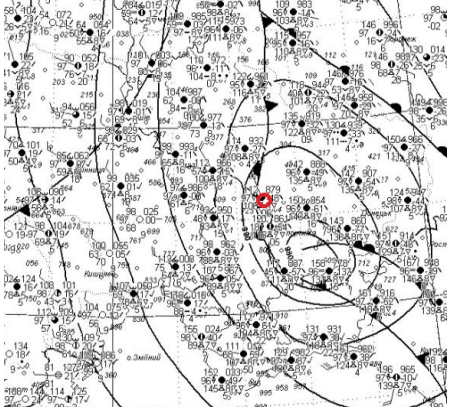
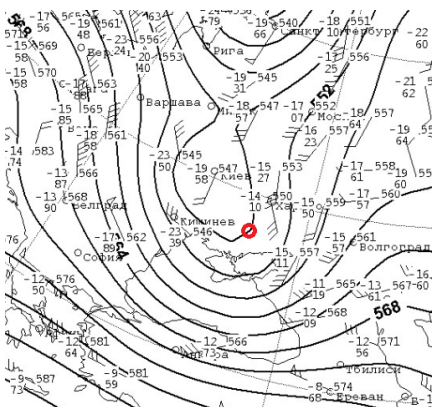
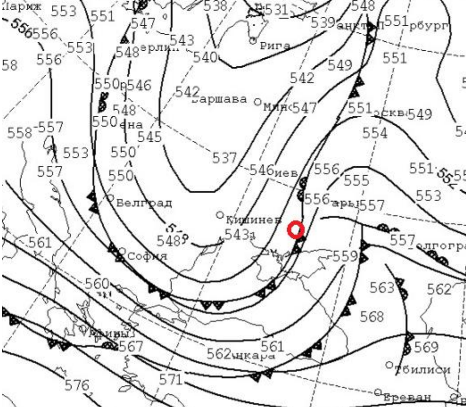


Рис. 3.5. Розподіл швидкості і напрямку вітру 24.09. 2014. 00.00UTC.

АТ-925 гПа (а) та АТ-700 гПа (б), АТ-500 гПа (в)

Таблиця 3.1 - Характерні особливості утворення сильного вітру на території Дніпропетровської області

Синоптичні умові	Особливості термобаричного поля	Приземне поле тиску	АТ - 500	ОТ 500 - 1000
Холодна повітряна маса після проходження фронту, орієнтованого з Пнхх на ПдЗ	Інтенсивна ВФЗ, тилова частина висотного циклону, улоговина холоду, інтенсивність поля тиску 24-28 дам/1000км	 <p style="text-align: center;">13.02.2011р</p>		
Хвиля на гілці теплового фронту	Квазіширотно спрямована ВФЗ (20 дам/ 1000 км)	 <p style="text-align: center;">24.09.14р</p>		

Дані об'єктивного аналізу GFStacko ж підтверджують наявність потужної струменевої течії в нижніх шарах атмосфери, зі швидкістю 25-30 м/с і зони сильного вітру в середній тропосфері. На висотах від 3 до 5 км спостерігався розрив в поле швидкості вітру, різниця на цих рівнях становила 11 м / с, 16,1 м / с відзначено на поверхні АТ-500 і 7,1 м / с на АТ-700 (рис 3.5).

### 3.3 Смерчі в Дніпропетровській області 2009-2018 рр.

Смерч є менш дослідженим стихійним явищем. За визначенням, смерч - це сильний вихор у вигляді стовпа або воронки у напрямку до поверхні землі або моря; за визначенням 2008 р.- сильний маломасштабний вихор у вигляді стовпа або воронки, спрямований від хмари до підстильної поверхні. Як правило [3], смерч утворюється під правою частиною купчасто-дощової хмари (у напрямку руху), яке формується на холодних фронтах, коли тепла повітряна маса є вологою і нестійкою. Контраст температур в зоні фронту біля поверхні землі перевищує 10° С. На Україні з 1960 по 2004 р зафіксовано 71 випадок смерчу [15]. В середньому, за рік, в світі відзначається від 1000 до 1500 смерчів, більша половина в США, на 20-30° пн.ш. (на алеї торнадо [31]) .

Найширший торнадо, з усіх зареєстрованих в США, а також і в світі - це торнадо категорії F-3, який утворився неподалік від міста Ель Ріно в штаті Оклахома 31 травня 2013 року (рис. 3.6). Він відомий ще й тим, що забрав 22 людських життя, в тому числі чотирьох ловців за ураганами - Тіма Самараса, Пола Самараса, Карла Йонга, і Річарда Хендерсона, які входили в команду "Твістекс". Це перший випадок за всі часи, коли ловець за ураганами став жертвою стихії. У 10:30 UTC Центр прогнозування штормів в Норманові (штат Оклахома) випустив попередження про надзвичайно небезпечні ситуації, пов'язані з ризиком торнадо для округів, розташованих уздовж автомагістралі I-44 (з південного заходу до північного сходу), де в якості первинних загроз вказали можливе виникнення кількох потужних торнадо, випадання граду діаметром до 4 дюймів (~ 10 см), а також вітер зі шквалами до 80 миль / год (~ 36 м / с) [31]. Між 11:00 і 11:45 UTC на заході від

Оклахома-Сіті в районі автомагістралі 81 сформувалася квазілінійна система гроз з трьох окремих суперкомірок, дві з яких згодом об'єдналися, сформувавши великий грозовий осередок, що швидко набрав силу.



Рис. 3.6. Формування торнадо 31.05.13 р. біля міста Ель Ріно [30]

Торнадо почав формуватися о 17:55 UTC, проіснував 54 хвилини, пронісся шляхом в 26,1 км, а його діаметр складав 4,2 км. Максимальна швидкість, що була зафіксована – 485 км/год, тобто 135 м/с (рис 3.7). Явище супроводжувалось сильною зливою та велетенським градом. Національна метеорологічна служба США, незважаючи на значну швидкість вітру і



грунтуючись лише на заподіяні стихією збитки, привласнила смерчу категорію F3 по поліпшеній шкалі Фудзіти [30].

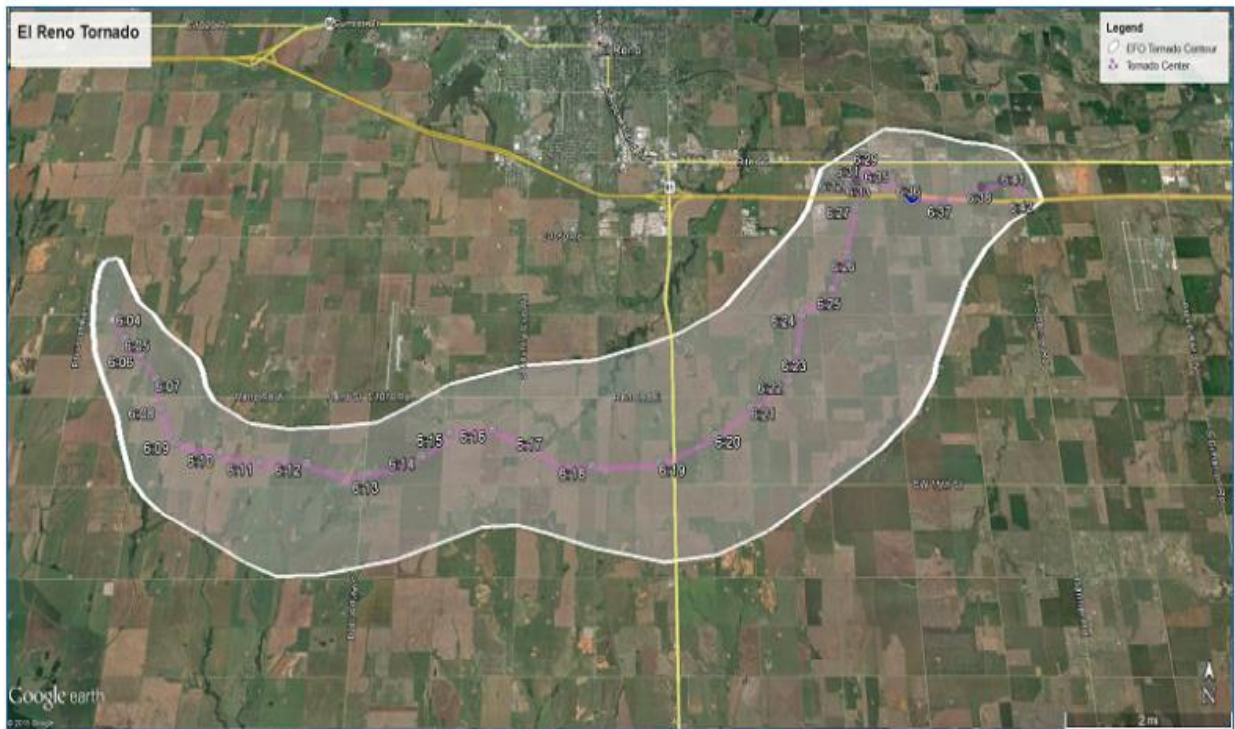


Рис 3.7. Шлях, пройдений торнадо 31.05.19 р. [32]

Смерчі у Дніпропетровській області трапляються дуже рідко і ніколи не отримують категорію вище ніж F2. Це пов'язано з тим, що вірогідність проходження смерчу по метеостанції дуже мала, і район його виникнення не має інфраструктурних конструкцій, тобто смерч, що утворюється, «живе» короткий час і майже не завдає збитків. Проте очевидцями за досліджуваний період у Дніпропетровській області було зафіксовано 7 випадків смерчеутворення [23]. Смерчі у Дніпропетровській області найчастіше утворюються у теплому секторі молодих циклонів перед холодним фронтом (рис 3.8), при наявності певного куту між течіями приземних вітрів та струменевих вітрів нижніх рівнів. Також суттєво на процес смерчеутворення впливає нестійкість атмосфери.

28 червня 2017 року у м. Кривий Ріг спостерігався смерч [24]. Очевидці зафіксували подію на камери та мобільні телефони. За попередніми даними пошкоджена інфраструктура 8-ми районів міста, пошкоджено десятки кілометрів дротів, повалено сотні дерев. Є постраждалі. Смерч

супроводжувався зливовими опадами та градом дуже великого діаметру (рис. 3.9).

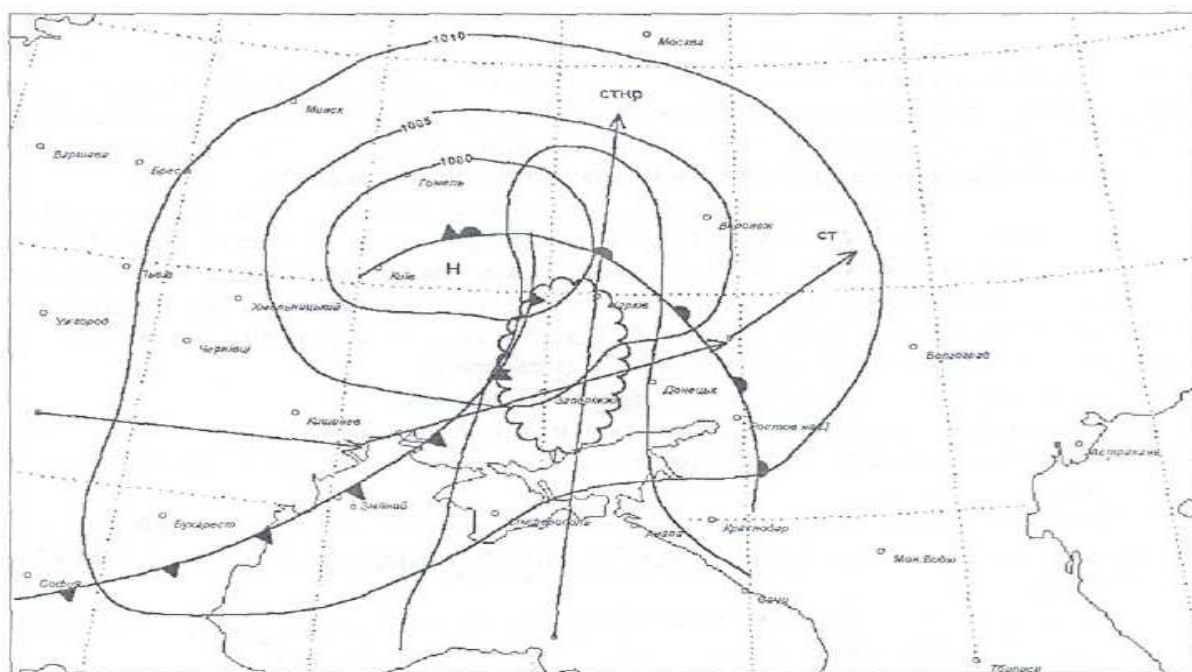


Рис. 3.8. Синоптична ситуація, при якій можливо виникнення смерчів над територією Дніпропетровської області [16]



Рис. 3.9. Смерч у м. Кривий Ріг 28.07.2017 р.[25]

Синоптична ситуація складалася таким чином: стійка гілка тропосферного полярного вихору розташована над Північно-Західною Європою. Цей витягнутий вихор був зосереджений між Ісландією та Шотландією і залишався нерухомим протягом доби. Висотна улоговина, розташована над північним заходом піднімається на північний схід і залишає позаду квазізональний режим потоку, що впливає на східну і центральну Європу. Південь Європи і Середземномор'я знаходився під впливом висотного гребня Азорського антициклону (рис. 3.10).

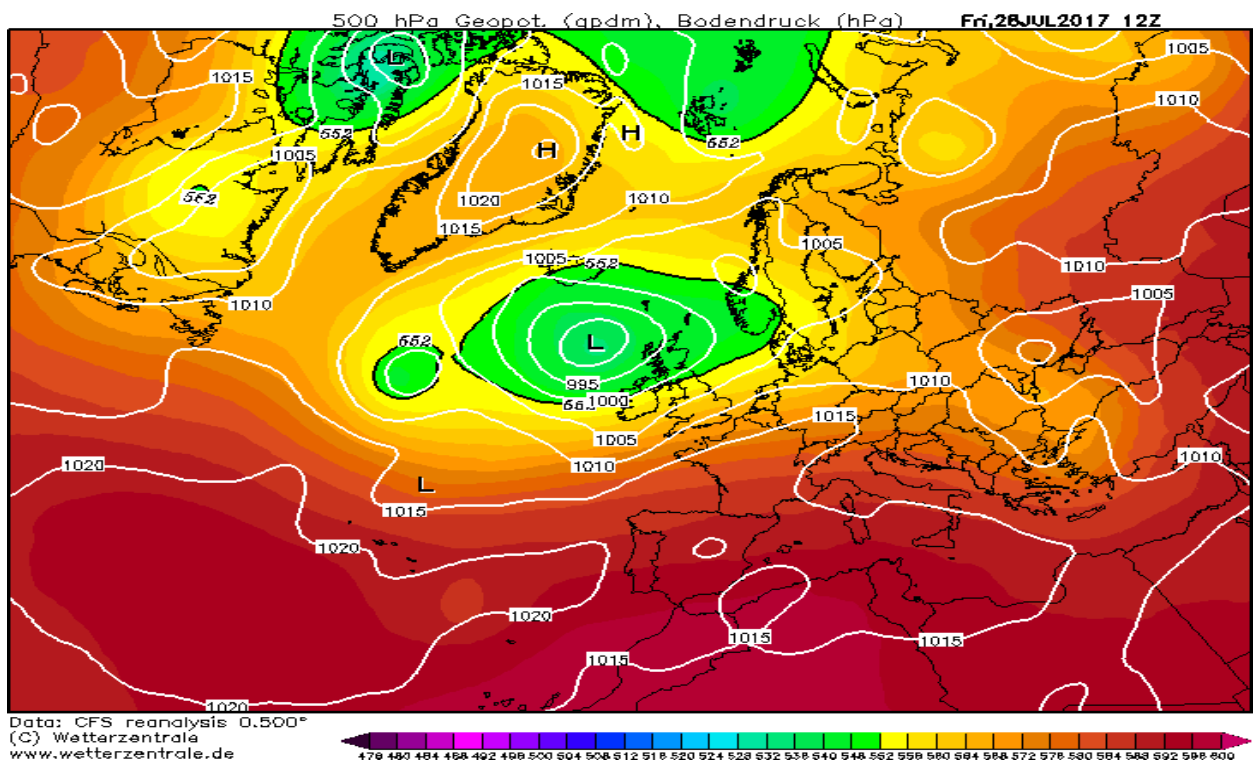


Рис. 3.10. Карта ВТ-500/1000 28.07.2017 р. 12.00 UTC [28]

Приземне баричне поле представлено улоговиною, розташованою над всією територією України, пов'язаною з глибоким циклоном, центр якого знаходився над сходом Туреччини. Тиск у центрі баричного утворення становив 997 гПа (рис.3.11). Територія Центральної і Південної Європи перебувала під впливом області підвищеного тиску, а на півночі європейського континенту спостерігалася активна циклонічна діяльність. Яскраво виражений теплий фронт над Західної-Україною відокремлює гарячу та вологу повітряну масу на сході від набагато прохолоднішої та більш сухої повітряної маси на заході. Холодний фронт, що рухається на

схід, являє собою інтенсивну зону конвергенції, пов'язану з висотною улоговиною, і яка є джерелом розвитку активної конвекції. Над Середземним морем переважають слабкі градієнти тиску. К 12.00UTC над територією Центральної України спостерігалось проходження холодного фронту, з інтенсивної зоною конвективної нестійкості (рис. 3.12).

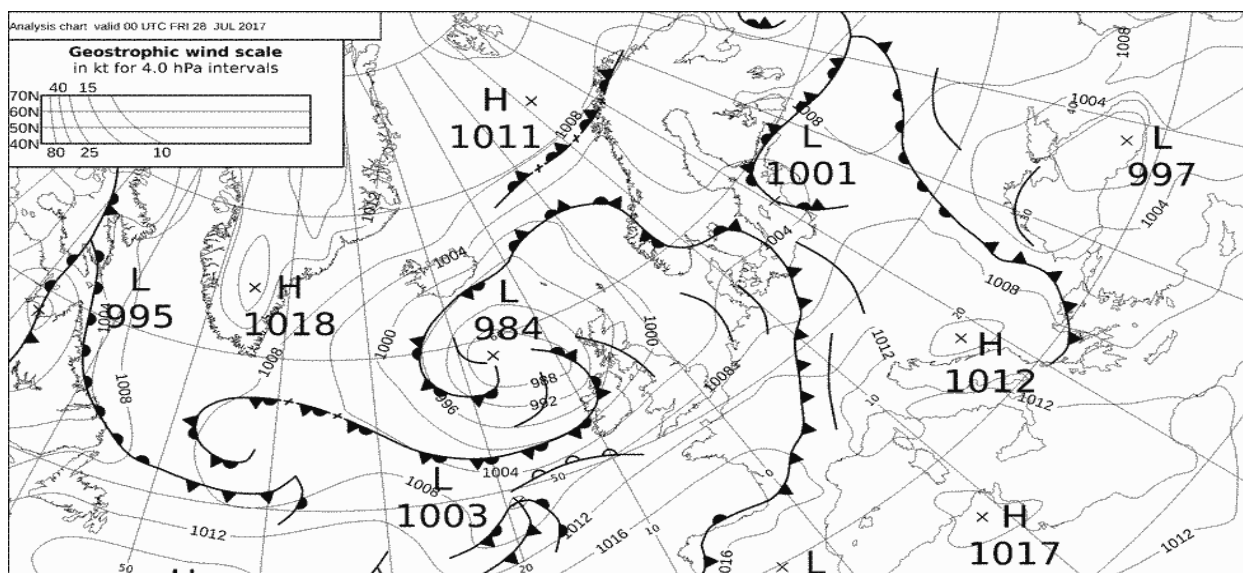


Рис. 3.11. Приземна карта. 28.07.2017 р. 00.00 UTC [28]

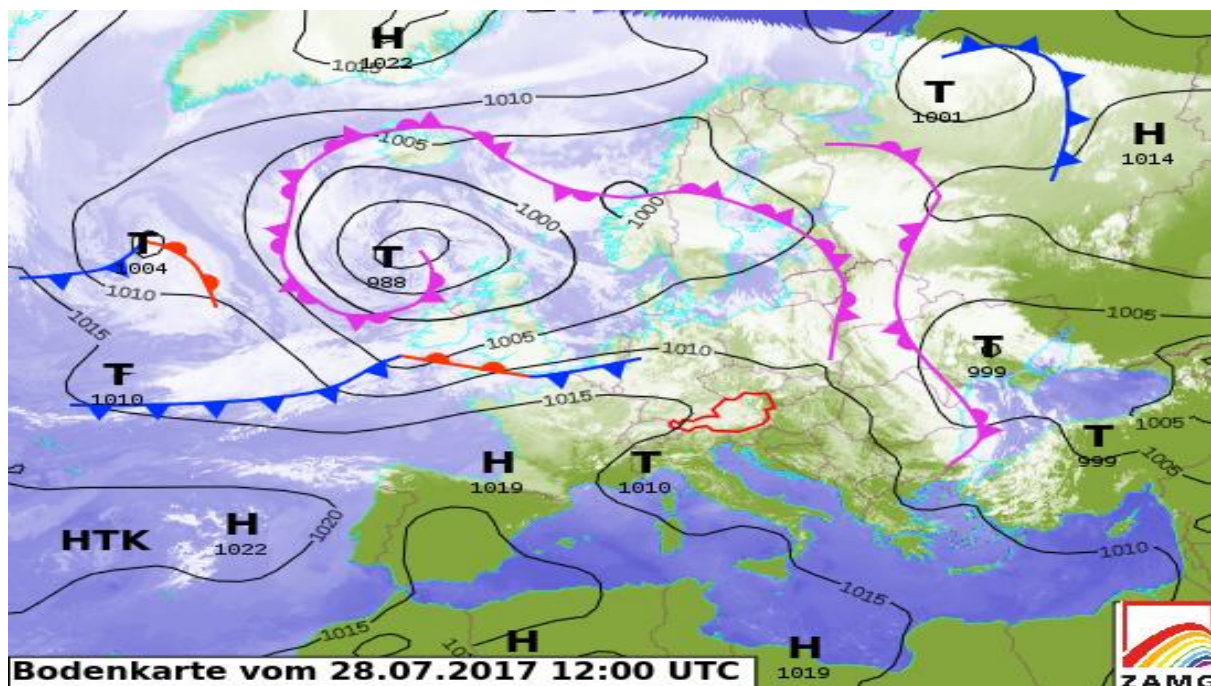


Рис. 3.12. Приземна карта. 28.07.2017 р. 00.00 UTC [28]

Повітряна маса на схід від теплового фронту відрізняється високим вмістом вологи, що призводить до отримання MLCAPE від 800 до 1500 Дж / кг. Індекс плавучості  $L_i$  досягає мінімальних значень над західною частиною Чорного моря (-8), а над центральною і східною частинами України коливається від -6 до -4 (рис.3.13). Такі критерії індексів нестійкості свідчать про високий потенціал розвитку глибокої конвекції вже в нічні терміни [18].

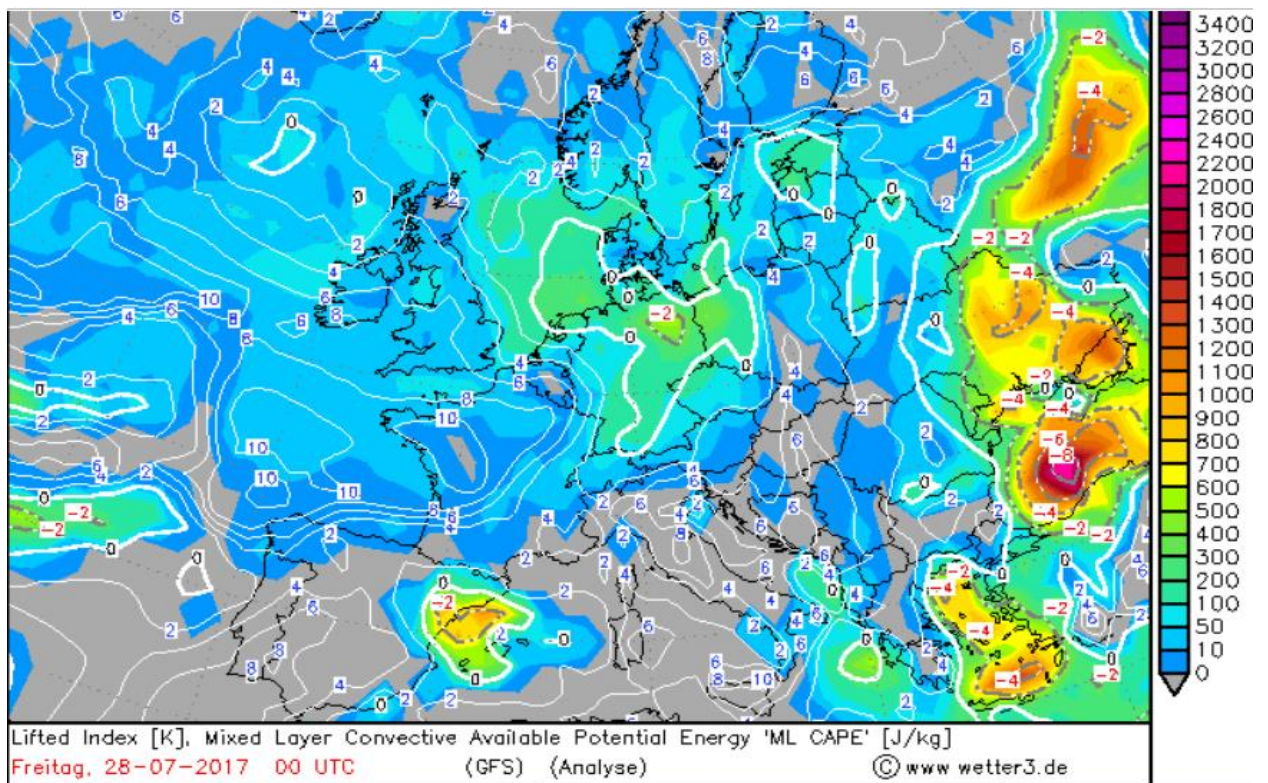


Рис. 3.13. Розподіл MLCAPE і  $L_i$ . 28.07.2017 р. 00.00 UTC [28]

Сильний струмінь середнього рівня вздовж узбережжя південно-західної частини Чорного моря перетинає теплий фронт і збільшує нахил в шарі 0-6 км до більш ніж 20-25 м/с. Поєднання інтенсивної верхньої дивергенції та адиабатичного нагріву підштовхує розвиток потужної конвекції і поширення грозових зон на схід. Таким чином, в денні терміни над територією Дніпропетровської області, спостерігалась активна конвективна зона, що сформувалася ще в нічні години в районі Чорного моря та посилилася за рахунок денного прогріву. Це здійснило швидке зростання численних великих грозових скупчень, а також посилює вірогідність випадіння

крупного або ізольовано дуже крупного граду та виникнення сильного смерчу в районі Кривого Рогу.

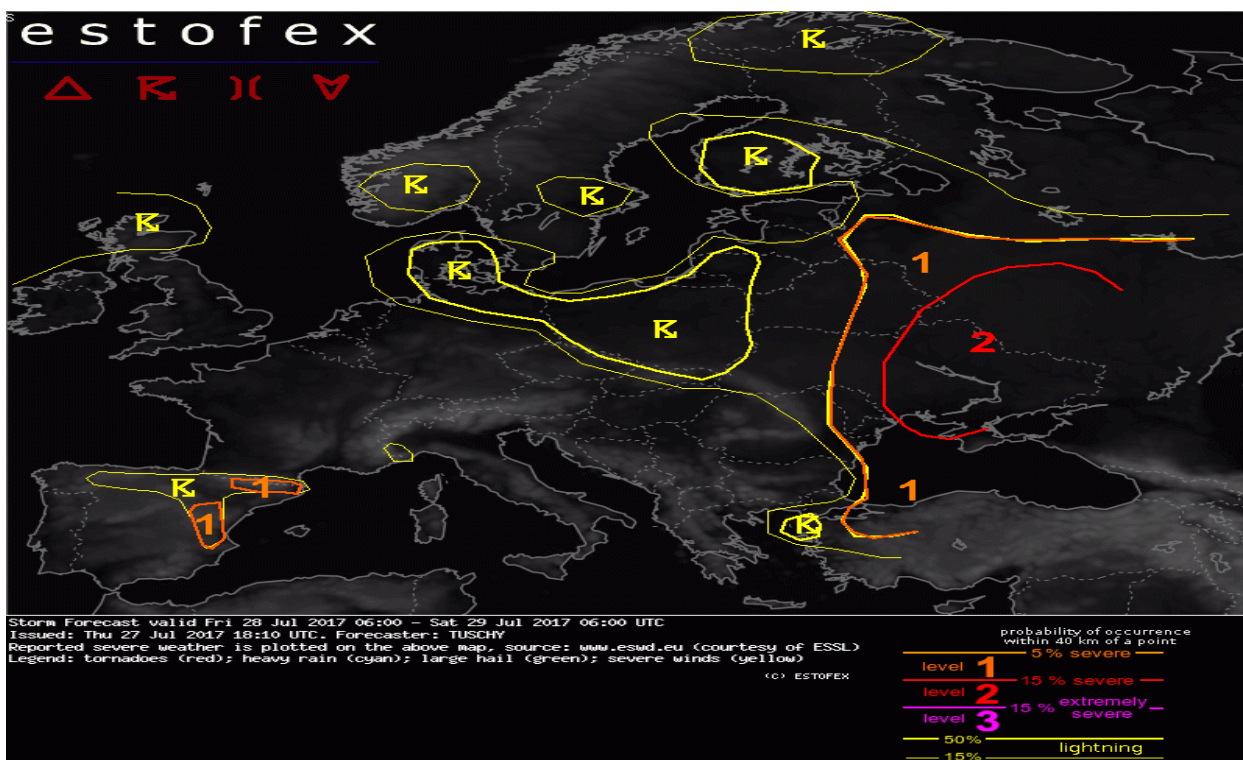


Рис. 3.14. Прогноз ESTOFEX [26]

Таким чином, 28 липня 2017 р. в післяполудневні години сформувалися сприятливі умови для розвитку сильних гроз та граду, а також смерчу. Такий висновок підтримується прогнозом ESTOFEX (European Storm Forecast Experiment,) [26], який повідомляв про високу ймовірність (2 рівень) виникнення сильного конвективного шторму в зазначеній зоні (рис. 3.14).

## ВИСНОВКИ

Для Дніпропетровської області, що розташована на південному сході України, характерний режим вітру, що формується впливом південних та північно-західних процесів. Географічне розташування та особливості орографії також суттєво впливають на вітровий режим. В результаті виконання дослідження отримані наступні висновки:

1. Над Дніпропетровською областю простежується чіткий річний хід швидкості вітру – до найбільших величин вона зростає у січні–лютому, а найменших досягає в серпні, порівняння середньомісячних швидкостей вітру на станціях Дніпро АМСЦ, Кривий Ріг, Губиниха, Синельниково, Лошкарівка, Комісарівка, Павлоград, Нікополь та Чаплино за 2009-2018 та 1961-1990 рр. [7] виявило послаблення швидкості вітру над всім регіоном.

2. Найбільша середньомісячна швидкість вітру за 2009-2018 рр. спостерігалась у містах Дніпро -4,0 м/с та Кривий Ріг- 4,2 м/с, що свідчить про орографічний вплив, а саме про вплив яружно-балочної мережі.

3. Встановлено, що у порівнянні з кліматичною нормою істотних змін у розподілі румбів не спостерігалось, однак відмічається збільшення на 10-15% частки північного, східного та західного напрямків вітру на більшій частині станцій досліджуваного регіону.

4. Розподіл швидкості вітру за градаціями у 2009-2018 рр. визначив панування над Південно-Східною Україною слабкого вітру, тобто градації 1-4 м/с. Найбільша повторюваність швидкостей 5 м/с та більше, яка складає 50-65 %, спостерігається на станції АМСЦ Дніпро та Кривий Ріг

5. Згідно сценаріїв RCP45 і RCP85 прогностичні криві розподілу середньомісячної швидкості вітру суттєво не відрізняються. Фактичні показники швидкостей вітру більш детально збігаються із сценарієм RCP45, лише у березні швидкість вітру була перевищена на 0,4 м/с. Для міста Дніпро сценарій RCP45 найбільш ймовірний у майбутньому.

6. Кількість випадків зафіксованих СМЯ, пов'язаних з вітром, за даними ЦГО в період з 2009-2018 рр. зменшилася на 60% (з 22 до 14). Однак, з огляду на те, що такі явища пов'язані з сильним вітром, як шквал і смерч носять локальний і короткочасний характер, можна припустити, що вони

просто не були зафіксовані метеостанціями і не увійшли в загальну кількість випадків. На території Дніпропетровської області, переважають сильні вітри (5 випадків у 2015 р). На трьох станціях області стихійні метеорологічні явища, пов'язані з вітром, не спостерігались. Найбільша кількість СМЯ вітрового характеру за період 2009-2018 рр спостерігались на метеостанціях Синельниково та АМСЦ Дніпро (29% від загального числа).

7. Причиною виникнення сильного вітру на метеостанції АМСЦ Дніпро13 лютого 2011 року виявилось формування потужної штормової зони в тилу циклону за холодним фронтом. 24 вересня 2014 р. сильний вітер виник в наслідок утворення глибокої депресії над досліджуваним регіоном, та формування зон з великими баричними градієнтами.

8. Смерч, який спостерігався у м. Кривий Ріг 28 червня 2017 року та супроводжувався зливовим дощем і крупним градом, виник на хвилі холодного фронту, де сформувалися сприятливі умови для розвитку сильного конвективного шторму.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агайар Э. В. Применение закона распределения Джонсона для выравнивания рядов скорости ветра у поверхности земли. Вісник Одеського Державного Екологічного Університету, 2013. Вип. 16. С. 83-90.
2. Алисов Б. П. Климат СССР. М.: Издательство Московского университета. 1956. 547 с.
3. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди. Одеса: ТЕС. 2012. 407 с.
4. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Зубкович С. А. Статистичні характеристики швидкості вітру над сходом України у січні на фоні кліматичних змін. Фізична географія та геоморфологія. К.: ВГЛ «Обрії». 2009. Вип. 57. С. 23-28.
5. Івус Г. П., Агайар Э.В. Фізико-статистичний аналіз і прогноз слабого вітру та інверсій температури над територією Північно-Західного Причорномор'я. Одеса: ТЕС. 2018. 201 с.
6. Климат Украины / Под ред. Г.Ф. Прихотько, А.В. Ткаченко, В.Н. Бабиченко.Л.: Гидрометеиздат. 1967. 413 с.
7. Клімат України. Під ред. Ліпінського В.М. К.: Видавництво Раєвського. 2003. 343 с.
8. Клімат Дніпропетровської області / Под ред. А.С. Горб, Н.М. Дук. 2006. с. 204.
9. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961–1990 рр.)/ Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ – ЦГО, Київ, 2006. [Електронний ресурс].
10. Климатическая характеристика аэродрома Днепропетровск/ Днепропетровск. 2003. с. 142.
11. Казаков А.Л. Об использовании различной информации по ветру в прикладных исследованиях // Метеорологія, гідрологія та кліматологія. 2005. Вып. 49. С. 190-203.
12. Настанова з метеорологічного прогнозування. УГМЦ. Київ. 2019. с. 36.
13. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату. Одеса. «ТЕС». 2013. с. 204.

14. Степаненко С.М., Польовий А.М. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. Одеса. «ТЕС». 2015. с. 251.
15. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) Ліпінський В.М., Бабіченко В.М. Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. 2006. 92 с.
16. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие.- Л.: Гидрометеозда., 1991.
17. Школьний Є. П., Лоева І. Д., Гончарова Л. Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. Одеса, 1999. 578 с.
18. Doswell C., Schutz D. On the use of indices and parameters in forecasting severe storms // Electronic J. Severe Storms Meteor. 2006. Vol. 1(3). P. 1-2
19. [http://dnepr-oblast.com.ua/dnepropetrovskaya\\_oblast\\_543582.html](http://dnepr-oblast.com.ua/dnepropetrovskaya_oblast_543582.html) (дата звернення 05.07.19р.)
20. <https://map.meta.ua/ru/dnepropetrovsk-sat/#zoom=13&lat=48.4634&lon=34.99525&base=0BB> (дата звернення 05.07.19р.)
21. <http://www.iiasa.ac.at/webapps/tnt/RcpDb> (дата звернення 18.11.19 р.)
22. <https://eswd.eu/cgi-bin/eswd.cgi>
23. Particularly Dangerous Situation (PDS) Tornado Watch 262. Storm Prediction Center, NOAA's National Weather Service (31 мая 2013) (дата звернення 29.10.19р.)
24. <https://1kr.ua/news-34809.html> (дата звернення 29.10.19р.)
25. <https://www.weather.gov/oun/events-20130531-elreno>
26. <http://lightningwizard.estofex.org/>
27. Dataset. [http://nomads.ncdc.noaa.gov/GFS/analysis\\_only/201608/20160813](http://nomads.ncdc.noaa.gov/GFS/analysis_only/201608/20160813) [Електронний ресурс]. (дата звернення 1.10.2019 р.)
28. <http://www.wetterzentrale.de/de/reanalysis.php?map=1&model=nws&var=> (дата звернення 1.10.2019 р.)
29. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom та New York, NY, USA, 1535 pp. (дата звернення 1.10.2019 р.)

30. A Multiscale Overview of the El Reno, Oklahoma, Tornadic Supercell of 31 May 2013 - School of Meteorology, University of Oklahoma, Norman, Oklahoma. (дата запыту 29.10.19)
31. Particularly Dangerous Situation (PDS) Tornado Watch 262. Storm Prediction Center, NOAA's National Weather Service (31 мая 2013) (дата запыту 29.10.19)
32. <https://www.weather.gov/oun/events-20130531-elreno>
33. <http://www.cgo.org.ua>

## Додаток А

## Довідка

кафедри метеорології та кліматології  
студентці 2 курсу гр. МНЗ-2М Смірної О.М.  
до кваліфікаційної магістерської роботи на тему

«Вітровий режим Дніпропетровської області»

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Агайар Е. В. за запитом Дніпропетровського РЦГМ, у зв'язку з актуальністю вивчення коливань сучасного вітрового режиму Дніпропетровської області на фоні кліматичних змін.

в. о. зав. кафедрою  
метеорології та кліматології

доц. Прокоф'єв О. М.

Додаток Б  
Таблиця Б.1 – Середньомісячна швидкість вітру на станціях  
Дніпропетровської області  
Дніпро АМСЦ

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	4,9	4,4	4,7	4,1	4,2	4,0	3,2	3,6	4,3	3,6	4,7	4,4
2017	4,1	4,3	4,2	4,7	3,7	3,5	3,3	4,2	4,4	4,3	3,8	4,2
2016	3,6	3,9	4,4	4,6	3,5	3,4	3,2	4,3	3,2	4,4	4,2	4,3
2015	4,5	4,5	5,0	4,3	3,6	3,2	3,4	4,4	4,1	3,5	4,2	4,6
2014	5,7	3,9	5,2	4,2	3,4	3,9	4,3	3,3	5,0	4,4	4,7	4,5
2013	3,7	4,5	4,9	4,3	3,4	3,5	3,5	3,8	3,7	3,8	4,1	4,4
2012	4,8	4,5	4,4	3,8	3,9	3,8	4,3	4,6	2,7	3,7	3,7	5,3
2011	2,8	5,7	4,3	4,2	3,3	3,2	3,2	3,5	3,2	3,5	3,6	4,4
2010	5,7	5,9	4,1	3,4	3,0	3,8	3,0	3,8	4,3	4,4	4,2	4,5
2009	4,1	3,1	4,1	3,8	3,2	3,7	3,6	3,3	3,4	3,2	3,8	5,3

Нікополь

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
2017	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0
2016	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	4,0	3,0	2,0
2015	3,0	3,0	4,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,9
2014	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	3,0			3,0	3,0	3,0	4,0
2013	3,0	4,0	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0
2012	5,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0
2011	2,0	5,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0
2010	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0
2009	3,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0

Лошкарівка

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	2,9	2,7	3,1	2,5	2,8	2,9	2,0	2,0	2,2	2,5	3,2	2,8
2017	2,7	2,6	2,8	2,8	1,9	1,9	1,8	2,3	3,4	3,3	3,0	3,1
2016	2,5	2,8	2,4	2,7	1,6	2,1	2,0	3,1	1,8	3,4	2,7	2,9
2015	2,7	2,8	4,0	2,5	1,7	2,1	1,8	1,7	2,9	1,9	2,7	2,8
2014	3,8	2,5	2,8	2,3	2,2	2,2	2,7	1,8	1,8	3,3	2,8	2,7

## Продовження таблиці Б.1

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2013	2,2	2,9	3,9	3,1	2,6	1,9	1,8	1,7	2,8	2,2	2,9	2,6
2012	3,4	2,9	2,9	2,2	2,6	1,9	3,2	2,3	1,5	2,5	3,0	3,4
2011	1,8	3,6	3,1	2,6	2,0	1,7	1,8	1,8	1,6	1,4	2,3	2,8
2010	3,9	3,8	2,8	2,2	1,8	2,4	1,7	2,2	2,1	1,4	3,1	2,9
2009	2,5	2,9	2,7	1,9	2,1	2,5	1,5	1,9	1,5	1,4	1,7	3,9

## Комісарівка

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	2,5	3,4	2,0	2,0	2,3	2,6	1,9	1,4	1,7	1,9	2,7	2,4
2017	2,4	2,3	2,0	2,5	1,5	1,4	1,4	2,1	3,7	3,1	2,3	2,1
2016	2,8	2,2	2,5	2,3	1,7	1,7	1,5	2,1	1,0	2,4	2,3	2,4
2015	1,8	2,5	3,9	2,6	1,9	1,6	1,4	1,9	1,9	1,6	2,2	2,4
2014	2,0	3,1	2,3	2,3	2,1	2,2	2,4	1,6	2,6	2,1	2,4	2,2
2013	2,1	2,6	3,4	2,6	2,0	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,7	3,3
2012	2,7	2,4	2,4	2,6	2,5	1,8	2,4	2,0	1,3	2,0	2,1	3,2
2011	1,5	3,2	2,5	2,7	2,0	1,6	1,4	1,7	1,1	1,7	1,6	2,4
2010	3,2	3,3	2,2	2,2	1,8	2,3	1,6	2,1	2,1	2,2	1,6	2,5
2009	2,2	2,5	2,3	2,0	2,1	2,1	1,8	1,6	1,9	2,0	1,9	3,2

## Синельникове

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	3,7	3,7	4,2	3,4	3,2	3,0	2,6	2,8	3,6	2,9	3,5	3,8
2017	3,5	3,8	4,2	3,7	3,3	2,3	2,3	3,4	3,4	3,9	3,0	4,6
2016	3,4	3,9	3,8	4,3	2,6	2,9	2,9	2,3	2,9	3,8	4,1	3,7
2015	4,0	3,6	4,6	3,6	2,8	2,0	2,4	2,7	3,1	2,5		
2014	4,7	3,4	4,6	3,3	2,5	2,8	2,5	2,2	4,0	3,0	3,5	3,7
2013	3,1	4,0	4,5	3,8	2,9	2,6	2,4	2,4	3,1	2,7	3,4	3,8
2012	3,6	4,1	2,7	3,9	3,5	2,8	2,8	2,4	1,9	3,2	3,7	5,4
2011	4,5	3,6	5,6	3,4	3,0	2,5	2,1	2,4	3,4	2,2	3,7	3,6
2010	3,6	4,5	3,3	3,0	3,2	3,8	3,4	3,5	4,0	4,2	4,4	4,6
2009	4,2	3,2	3,4	2,8	2,5	3,5	3,0	2,2	2,5	3,2	3,9	5,4

## Губиниха

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	3,6	4,1	2,8	3,1	3,2	3,2	2,8	1,9	2,3	2,2	2,4	2,8
2017	2,7	2,5	3,6	3,2	2,1	2,4	2,3	2,9	4,6	4,3	3,6	3,2
2016	2,5	2,8	2,2	4,0	1,9	2,0	2,3	3,4	2,2	4,3	3,7	2,3
2015	3,7	3,3	5,1	3,0	2,2	2,0	2,3	2,1	3,3	2,2	3,3	3,4
2014	6,5	3,9	3,5	2,4	3,2	2,4	2,8	2,1	3,2	3,6	3,8	4,3
2013	3,0	3,4	4,4	3,8	2,8	2,3	3,2	2,4	3,7	2,7	3,9	2,9
2012	5,8	0,3	0,3	2,5	2,9	2,2	3,7	2,9	1,9	2,9	2,6	2,9
2011	2,0	0,5	2,6	2,4	2,0	2,1	1,8	2,1	1,5	1,3	3,1	3,6
2010	4,4	4,0	2,7	2,3	2,0	2,0	1,4	2,2	2,2	2,1	3,0	3,3
2009	2,1	1,9	2,6	2,1	1,5	1,8	1,8	1,2	2,0	2,1	2,4	3,9

## Павлоград

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	2,7	2,7	2,9	2,3	2,1	1,9	1,5	1,4	2,4	1,5	2,6	5,0
2017	3,1	3,2	3,1	3,0	1,9	1,5	1,5	2,1	2,4	2,2	2,4	2,6
2016	3,9	2,7	2,9	3,2	1,7	1,6	1,8	2,3	1,8	3,0	2,9	3,0
2015	2,9	2,8	3,6	2,5	1,9	1,4	1,7	1,9	2,2	1,9	2,4	2,6
2014	3,4	2,8	3,4	2,7	2,2	1,9	2,2	1,6	2,7	2,2	2,9	2,5
2013	2,3	3,3	3,1	2,4	2,0	1,8	1,9	1,7	2,2	1,9	2,4	2,7
2012	3,3	2,6	2,8	2,3	1,9	1,9	2,3	2,1	1,3	2,0	2,2	4,2
2011	2,0	4,1	2,7	2,8	1,7	1,9	1,6	1,9	1,6	1,8	2,0	3,0
2010	4,1	4,6	2,7	1,9	2,1	2,2	2,0	2,1	2,3	2,6	2,6	3,0
2009	2,4	2,8	3,0	2,2	2,2	2,1	2,0	1,6	1,6	1,6	2,5	4,0

## Чаплине

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	2,5	3,2	2,7	2,3	1,6	1,4	1,1	1,1	1,7	1,5	2,2	2,5
2017	2,5	2,6	2,8	3,3	1,8	1,4	1,2	1,3	1,7	2,4	1,9	3,1
2016	1,7	2,9	2,3	4,1	2,0	1,5	1,8	1,7	1,5	3,2	3,6	2,5
2015	2,9	3,1	3,8	2,6	2,0	1,2	1,7	1,2	2,1	2,0	3,3	2,9
2014	4,3	2,4	3,7	2,4	1,9	2,0	1,7	1,3	2,3	2,3	2,1	2,3
2013	2,2	3,3	5,7	3,4	1,9	1,7	1,6	4,2	2,3	2,5	2,1	2,3
2012	4,1	3,0	2,9	2,5	1,7	1,8	1,9	2,1	1,3	2,3	1,8	4,7

## Продовження таблиці Б.1

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	1,1	4,6	2,1	1,6	1,7	2,0	1,5	1,2	1,4	1,9	1,6	3,9
2010	5,2	6,1	2,6	2,2	1,8	2,7	1,4	1,9	2,0	2,2	3,1	2,2
2009	2,6	2,9	2,5	1,8	1,8	1,7	1,3	2,3	1,7	1,8	1,7	4,8

## Кривий Ріг

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	4,6	4,4	4,8	4,6	4,1	3,9	3,2	3,8	4,0	4,2	4,1	4,3
2017	4,6	4,5	4,3	5,0	3,9	3,6	3,5	4,3	4,3	4,5	4,1	4,8
2016	4,1	4,4	4,8	4,8	3,5	3,3	3,4	4,6	3,2	4,8	4,6	4,7
2015	4,9	4,6	5,1	4,9	4,1	4,1	3,6	4,3	4,3	3,8	4,5	4,5
2014	5,9	4,1	5,5	4,2	3,7	3,9	4,2	3,5	3,5	4,3	4,6	4,7
2013	4,1	4,7	5,7	4,6	3,8	3,6	3,8	4,0	4,3	3,9	4,3	4,4
2012	4,8	4,8	4,5	4,5	4,2	4,1	4,4	4,4	3,2	4,1	3,8	5,5
2011	3,1	5,7	4,6	4,8	3,6	3,4	3,8	4,1	3,5	3,9	3,6	4,6
2010	5,4	5,7	4,3	3,9	3,5	3,7	3,0	3,8	4,0	4,3	4,6	4,7
2009	4,1	4,0	3,8	3,7	3,5	3,5	3,4	3,2	3,5	3,9	3,7	5,4

Таблиця Б.2 - Переважаючі румби на станціях Дніпропетровської області

## АМСЦ Дніпро

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пнсх	пнсх	пдсх	з	сх	пнсх	пнсх	пнсх	з	пнсх	пнсх	пнсх
2017	з	пдх	пдз	пдз	пнсх	пнз	пнз	пн	сх	з	пдсх	пд
2016	з	пд	пдз	з	пдсх	сх	пн	пн	пн	сх	з	пн
2015	сх	пн	Пдсх	з	сх	пн	пн	пн	сх	пн	з	з
2014	сх	з	сх	сх	сх	з	сх	пн	пнсх	сх	сх	пн
2013	пн	сх	пд	пдз	пдсх	пнсх	з	пн	з	пнсх	з	пд
2012	сх	з	пнз	пд	пн	пн	сх	пнсх	з	сх	пнсх	пдсх
2011	з	з	пнсх	сх	пн	пн	пнсх	сх	пн	пнсх	пд	пд
2010	пнсх	сх	сх	пн	пдсх	сх	сх	пнсх	пнсх	сх	з	пд
2009	з	пнсх	пдсх	пн	з	пд	пн	пн	пн	пн	пд	сх

## Нікополь

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пнс	пнс	пдс	з	пн	пн	пнс	сх	пнс	пдз	пнс	з
2017	пн	з	з	сх	пдз	пдз	з	пн	з	з	пдс	пдз



## Продовження таблиці Б.2

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2016	з	пдз	пд	пдз	пдз	сх	сх	сх	пнз	сх	сх	з
2015	з	з	сх	пдз	сх	пн	сх	сх	сх	з	пд	з
2014	пнсх	пд	з	з	сх	з	сх		з	пнсх	пнсх	пн
2013	пнсх	пн	пн	пдз	пдз	сх	пнз	пн	пдз	сх	пнз	сх
2012	сх	з	пдз	пдз	пн	пн	сх	з	пдз	з	сх	пн
2011	пн	пнсх	пд	пн	пн	пд	пн	з	пд	пн	пнз	пн
2010	з	пн	пн	з	пд	пн	пн	пд	пн	пн	пдсх	пдз
2009	пн	пн	з	пн	пн	пн	пдз	пнз	з	пн	пд	пдсх

## Лошкарівка

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пдсх	пн	пнсх	пд	сх	пн	пн	пнсх	сх	сх	пнсх	пнсх
2017	пн	пнсх	з	пд	пн	пн	пн	з	пнсх	пн	пнз	пдсх
2016	пн	сх	пд	пн	пн	пн	пн	сх	пд	сх	пн	з
2015	пн	пн	пдсх	пдз	сн	пнз	пн	пн	пн	пнсх	пнз	з
2014	сх	сх	пн	пд	сх	пнз	пнсх	пнсх	пнз	пнсх	сх	пн
2013	пнсх	пнсх	пн	пн	пд	пнз	з	пн	з	пд	сх	пнз
2012	пнсх	пнсх	пнз	пд	пн	пнз	пнсх	пд	пд	з	сх	сх
2011	сх	пнсх	з	сх	пн	пн	сх	пд	з	пн	з	пдсх
2010	сх	сх	пдсх	пд	з	сх	сх	пд	пн	пн	пд	пнз
2009	сх	сх	з	сх	з	пдсх	пн	пн	з	пн	пд	пдсх

## Комісарівка

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	з	пнсх	сх	з	пнсх	пнсх	пнсх	пнз	пн	пнз	пнсх	пнсх
2017	з	пнз	пд	пд	пд	пдз	пнз	з	пнсх	з	пдсх	пд
2016	пд	пд	пн	з	пнсх	пнсх	сх	пн	пнз	сх	з	з
2015	сх	пдсх	сх	з	сх	пн	пн	з	пн	з	пнсх	з
2014	пнсх	сх	пнз	сх	сх	пнз	пнсх	з	пнз	пнсх	пнсх	з
2013	пд	пнсх	пнсх	пдз	пдз	пнсх	пн	пн	пнз	пн	з	сх
2012	пнсх	з	пнз	пн	пнсх	пнсх	пнсх	сх	пд	пдз	пд	з
2011	пн	пнсх	пнз	пнсх	сх	сх	пнсх	пнсх	пнз	пнсх	з	з
2010	сх	сх	пдсх	пн	пнсх	сх	сх	сх	пнз	пдсх	пдсх	пд

## Продовження таблиці Б.2

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	пнсх	пнсх	з	сх	пнз	пнсх	пнз	пн	пнз	пнз	сх	пдсх

## Синельникове

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пдсх	пнсх	пнсх	пд	пнсх	пнсх	пн	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	сх
2017	пнсх	пд	пдз	пн	пнз	пдз	пнсх	пнсх	сх	пдз	сх	пд
2016	пдз	пд	пд	пн	пн	пн	пн	пн	пнз	сх	пдз	пдз
2015	сх	пдз	сх	пд	пн	пнз	пнз	пнсх	сх	сх		
2014	пд	сх	сх	сх	сх	пнз	пнсх	пнсз	пнсх	пнсх	пнсх	сх
2013	пд	сх	сх	сх	пнсх	пнсх	пнз	пнз	пнз	пд	пдз	пдсх
2012	сх	сх	пнз	пдсх	пнсх	пн	пнсх	пнз	пд	пд	сх	сх
2011	з	сх	сх	пд	пн	пдз	пнсх	сх	пнз	пн	з	пд
2010	сх	сх	пд	сх	сх	пн	пн	сх	пнсх	пн	пд	пд
2009	пд	пдсх	пдсх	пнсх	сх	сх	пнз	пн	сх	пд	пд	сх

## Губиниха

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пнсх	пнсх	пнсх	пдсх	пнсх	пнсх	пнсх	сх	пдз	з	пн	пдсх
2017	з	пдсх	з	пдз	пдз	з	з	з	сх	пдз	пдсх	пд
2016	з	пд	пд	з	пн	пнсх	пн	пнсх	пн	сх	сх	пд
2015	пдсх	сх	сх	з	сх	пн	сх	пн	сх	пн	пнсх	пнз
2014	сх	сх	з	сх	пн	з	пн	пд	пн	пн	пнсх	з
2013	сх	сх	пдсх	пн	пд	пн	пн	пн	пдз	пдсх	пдз	пдсх
2012	сх	з	пдз	пд	пнсх	пнсх	сх	пнз	пнсх	пнсх	сх	з
2011	пн	сх	пн	сх	пн	пд	з	пнсх	пн	пнсх	з	пд
2010	сх	сх	пдсх	пн	пдз	сх	сх	пнз	пнсх	пнз	з	пд
2009	пн	пнсх	пнз	сх	сх	пнсх	з	пнз	з	з	пд	пд

## Павлоград

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пдсх	сх	пдсх	з	сх	пнсх	з	сх	сх	сх	сх	пд
2017	з	пдз	пнз	пдсх	пнз	з	з	сх	сх	пдз	сх	пдз
2016	з	пдсх	пнзз	з	пнсх	з	сх	пнз	сх	пдз	з	сх
2015	сх	пн	пдсх	з	з	з	з	сх	сх	сх	з	з

## Продовження таблиці Б.2

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2014	сх	сх	сх	сх	сх	пн	пнсх	сх	сх	сх	сх	сх
2013	пдсх	сх	пдсх	сх	пдсх	сх	з	з	з	пдз	пдсх	пдз
2012	пдсх	пдсх	з	пдсх	пдсх	пнз	сх	з	пдсх	пдсх	сх	сх
2011	пдсх	сх	з	сх	з	з	сх	з	з	з	з	пдсх
2010	сх	сх	з	пн	пдсх	сх	сх	пдсх	сх	з	пдсх	пд
2009	сх	пдсх	сх	сх	з	пдсх	з	пнз	з	пдсх	з	сх

## Чаплине

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пдсх	пнсх	пнсх	пдз	пн	пнсх	пн	пн	сх	пн	пнсх	пдсх
2017	пдз	пдз	пнз	пнсх	пнсх	пнз	пн	пнсх	пнсх	пдз	пн	пд
2016	пд	пд	пд	пн	пд	пдз	пнсх	пнсх	пнз	пн	сх	з
2015	пд	пдсх	пдсх	пд	пн	пнсх	пнз	пн	пнсх	пн	з	з
2014	сх	пд	сх	сх	пд	пн	пнсх	пн	пн	пнсх	пнсх	з
2013	пд	сх	сх	сх	сх	пн	пн	пн	з	пд	пд	пд
2012	пнсх	пнсх	пнз	пд	пнсх	пн	пнсх	пнз	пнсх	пд	сх	пдсх
2011	пдз	сх	пд	пнсх	пнсх	пнз	пнсх	пнсх	пнз	пнсх	пдз	пд
2010	сх	пдсх	пдз	пнсх	пдз	сх	сх	пдз	пнсх	пнсх	пд	пд
2009	пдз	пдсх	пдсх	пнсх	з	сх	пнсх	пнсх	пнз	пнсх	пдз	пдсх

## Кривий Ріг АМСЦ

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018	пнсх	пнсх	пдсх	пдсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх
2017	пн	пн	пнсх	пд	пнсх	пнз	пнзх	пнсх	пнсх	сх	сх	пдз
2016	пн	пдсх	пнз	пдз	пнсх	пнсх	пн	пнсх	пн	пнсх	сх	з
2015	пдсх	пнсх	пнсх	з	пнсх	пн	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнз	пн
2014	пнсх	сх	пдсх	сх	сх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх	пнсх
2013	пнсх	пнсх	пдсх	пн	пд	пн	пн	пн	з	пдз	пдсх	пдз
2012	пн	пн	Пнз	пд	пнсх	пн	сх	пн	сх	пнз	пнсх	сх
2011	пд	сх	з	сх	пнсх	пн	сх	пн	пнз	пнсх	пн	пдз
2010	пнсх	сх	пн	пнсх	сх	сх	пнсх	пн	сх	пнсх	пд	пдз
2009	сх	сх	сх	пн	пнз	сх	пн	пн	пн	пд	пдсх	сх