

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Сучасні циркуляційні умови утворення сильного вітру у
Харківській області

Виконала студентка 2 курсу групи МЗМ-19
спеціальності 103 - «Науки про Землю»
Глушкова Анна Віталіївна

Керівник к. геогр. н., доцент
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

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

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

Зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

26 жовтня 2020 року

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

Глушківій Анні Віталіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Сучасні циркуляційні умови утворення сильного вітру у Харківській області
керівник роботи Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна к. геогр. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти № 124-С від 16 жовтня 2020 р.
- Строк подання студентом роботи 7 грудня 2020 року
- Вихідні дані до роботи 1. Дані восьми-строкових метеорологічних спостережень на метеостанціях Харківської області: ст. Богодухів, Харків, Красноград, Ізюм, Лозова з архіву тр5 на з 2005 по листопад 2020 рр. 2. Синоптичні карти з архіву АРМСин та ін. 4. Дані Кліматичного кадастру України. 5. Календар зміни ЕЦМ
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд літературних джерел за темою дослідження та аналіз багаторічного режиму формування вітру над Україною. 2. Аналіз повторюваності основних характеристик вітрового режиму на станціях Харківської області за 2005-2020 рр. 3. Оцінка повторюваності синоптичних умов утворення сильного вітру в Харківській області. 4. Встановлення особливості циркуляційних умов, формування сильного вітру в Харкові 16.04.2020 рр. 5. Визначення режиму утворення сильних поривів в Харківській області за 2005-2020 рр.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) Рис. 1.1-1.2 – карти регіону дослідження. Рис. 1.3-1.4 – карти розподілу середньомісячних та максимальних швидкостей вітру в Україні; Рис. 1.5 – супутниковий знімок та зображення природи європейських вітряних штормів. Рис. 2.1-2.5 – вітровий режим Харківщини. Рис. 3.1-3.3 – синоптичні карти. Рис. 3.4-3.5 – повторюваність максимальних поривів

вітру; Рис. 3.6-3.9 – Наслідки та синоптичні карти утворення сильного вітру 16.04.2020 р. Рис.3.10-3.15 – Синоптичні карти та відомості про шквал в Харкові 04.07.2011 р. Рис.3.16-3.17 - елементарні циркуляційні механізми. Рис.3.18-3.20 – підтипи синоптичних процесів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

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>	26 жовтня 2020 р.	95	відмінно
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
3.	<i>Визначення особливостей вітрового режиму над Харківською областю за період 2005-2020 рр.</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
4.	<i>Оцінка синоптичних умов формування вітрового режиму в Харківській області</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
5.	<i>Характеристика циркуляційних умов утворення сильного вітру над Харківською областю</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
6.	<i>Рубіжна атестація</i>	17.11.2020		
7.	<i>Визначення циркуляційних типів, сприятливих утворенню сильного вітру</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
8.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
9.	<i>Оформлення магістерської роботи.</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
10.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.</i>	грудень 2020	95	відмінно
11.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	8-10.12.2020		
12.	<i>Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.</i>	грудень 2020		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95	відмінно

Студент

Глушкова А.В.
(підпис)

Глушкова А.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Семергей-Чумаченко А.Б.
(підпис)

Семергей-Чумаченко А.Б.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Сучасні циркуляційні умови утворення сильного вітру у Харківській області»

Автор: Глушкова Анна Віталіївна

Актуальність визначається значним впливом сильного вітру на майже всі сфери суспільно та економічного життя людині через можливість виникнення сильних збитків комунальному господарству міст та селищ, руйнування житлових та промислових будівель, пошкодження ліній електропостачання та зв'язку, порушення роботи транспортної галузі, загибелі людей тощо.

Мета дослідження – визначення сучасного режиму утворення сильного вітру на території Харківської області, виявлення синоптичних та циркуляційних умов, які сприяли його утворенню та посиленню.

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

- визначені зміни режиму приземного вітру над територією Харківської області за періоди 1961-1990 рр. та 2005-2020 рр.;
- встановлення сучасного режиму сильного вітру та поривів сильного вітру;
- визначення сприятливих умов утворенню сильного вітру синоптичних умов та циркуляційних типів.

Об'єкт дослідження – швидкість та напрямок сильного вітру над Харківською областю.

Предмет дослідження – характеристики та умови режиму вітру над Харківською областю.

Методи дослідження –

- Просторово-часове узагальнення даних метеорологічної інформації
- Синоптичний аналіз

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі *вперше* для території Харківської області

- визначений сучасний вітровий режим над всієї територією Харківської області;
- встановлений характер змін швидкості та напрямку вітру над Харківщиною;
- виявлені особливості формування сильного вітру та максимальних поривів вітру за 2005-2020 рр. у Харківській області;
- виявлені синоптичні умови формування сильного вітру за 2005-2020 рр.;
- з'ясована можливість зв'язку формування сильного вітру над Харківською областю з типами елементарних циркуляційних механізмів Дзердзієвського Б.Л.

Практичне значення отриманих результатів. Врахування зв'язку сильного вітру з типами елементарних циркуляційних механізмів Дзердзієвського Б.Л. можна використовувати для вдосконалення прогнозу сильного вітру.

Магістерська робота в обсязі 78 сторінок складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 37 джерел, трьох додатків, містить 30 рисунків та 4 таблиці.

Ключові слова: сильний вітер, максимальний порив вітру, баричний градієнт, синоптична ситуація, елементарні циркуляційні механізми.

SUMMARY

Thesis Topic: „Modern circulating conditions of strong wind formation in Kharkiv region”

Author: Hlushkova Anna

The **relevance** is determined by the significant impact of strong winds on almost all spheres of social and economic life due to the possibility of severe damage to public functions in cities and towns, destruction of residential and industrial buildings, damage to power lines and communications, disruption of transport, deaths and more.

Aim of this Thesis is to determine the current regime of strong wind in the Kharkiv region, to identify synoptic and circulating conditions that contributed to its formation and intensification.

According to aim assigned **such tasks** are solved:

- determined the changes in the surface wind regime over the territory of Kharkiv region for the periods of 1961-1990 and 2005-2020 were;
- detected of the modern regime of strong winds and gusts of strong wind;
- determined of synoptic conditions and circulation types favorable for strong wind;

Object of scientific research - speed and direction of strong wind over Kharkiv region.

Subject of scientific research characteristics and conditions of the wind regime over the Kharkiv region.

Methods of scientific research is:

- spatiotemporal generalization of meteorological information,
- synoptic analysis.

Scientific novelty of results obtained.

In this study for the Kharkiv region for the *first time*

- determined the modern wind regime over the whole territory of Kharkiv region;
- established the character of changes in wind speed and direction over Kharkiv region;
- discovered peculiarities of strong wind formation and maximum wind gusts for 2005-2020 in Kharkiv region;
- revealed synoptic conditions of strong wind formation for 2005-2020 were;
- determined the possibility of relationship for formation of a strong wind over the Kharkiv region with types of elementary circulating mechanisms of Dzerdzievsky BL.

Practical importance of results obtained. The consideration of relationship strong wind and the types of elementary circulatory mechanisms Dzerdzievsky BL can be used to improve the forecast of strong winds.

The **master thesis** of 78 pages consists of free chapters, conclusions, bibliography of 37 sources, contains 30 figures and 4 tables.

Keywords: strong wind, maximum wind gusts, baric gradient, synoptic situation, elementary circulatory mechanisms.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Загальна характеристика регіону та теми дослідження	9
1.1 Фізико-географічне положення та клімат Харківської області	9
1.2 Режим вітру на території України	14
1.3 Деякі ознаки поля хмарності перед значним посиленням вітру	17
2 Сучасний вітровий режим Харківської області	20
2.1 Характеристика режиму швидкості вітру Харківської області у 2005-2020 рр. у порівнянні з попереднім кліматичним періодом	20
2.2 Повторюваність вітру за напрямками	24
2.3 Розподіл швидкості вітру за градаціями	27
3 Формування сильного вітру у Харківській області.....	30
3.1 Аналіз режиму та синоптичних умов утворення сильного вітру в районі дослідження	30
3.2 Аналіз синоптичних умов утворення сильного вітру 14-16 квітня 2020 року	34
3.3 Повторюваність утворення сильних поривів вітру над Харківською областю протягом 2005-2020 рр.....	39
3.4 Аналіз утворення надзвичайного шквалу в Харкові 4 липня 2011 р.....	44
3.5 Циркуляційні механізми, що сприяли посиленню вітру над Харківщиною у 2005-2020 рр.	49
Висновки.....	60
Перелік посилань	62
Додаток А	65
Додаток Б	67
Додаток В.....	69
Додаток Г	78

ВСТУП

Сильний вітер значно впливає на умови життя та господарську діяльність людини та суспільства, тому що він може завдавати збитки комунальному господарству міст та селищ, руйнувати будівлі, порушувати роботу зв'язку та транспорту, навіть призводити до загибелі людей.

Вітровий режим України зумовлюється макроциркуляційними процесами в атмосфері, положенням баричних центрів над континентом Євразії та Атлантикою і особливостями географічного розташування України, тому він характеризується значною мінливістю у часі та просторі. В окремих регіонах розподіл напрямку та швидкості вітру значно змінюється під впливом орографічних особливостей і залежить від орієнтації долин, наявності водойм, морів. Протягом року відбувається зміна переважного напрямку та швидкості вітру. Сезонне зміщення та інтенсивність окремих центрів дії атмосфери визначають річний хід характеристик вітру. Також вітер є важливим джерелом енергетичних ресурсів території.

З посиленням вітру пов'язані шквал, смерч, пилова буря, хуртовина, які є одними з найпоширеніших метеорологічних явищ I-III рівнів небезпечності на території України. До явищ I, II та III рівня небезпечності (НМЯ I, СМЯ II та СМЯ III) належать метеорологічні явища, які за своєю інтенсивністю та тривалістю досягли критеріїв вказаних в [18]. Вітер за критеріями I, II, III рівнів небезпечності та відповідним кольоровим позначенням підрозділяється на: НМЯ I (жовтий) вітер – якщо швидкість вітру 15-24 м/с; СМЯ II (помаранчевий) сильний вітер – 25-34 м/с; СМЯ III (червоний) надзвичайний вітер – більше 35 м/с, при будь-якій тривалості. У прогнозах погоди вказують напрям (звідки дме вітер) та швидкість вітру з інтервалом не більше 5 м/с. Вказувати швидкість вітру, переходячи межі рівнів небезпечності, не дозволяється.

На території України сильний вітер спостерігається головним чином в

холодний період року з максимумом в січні (23%), майже така ж його повторюваність ранньою весною (22%) і пізньою осінню (19%). До переліку вимірюваних характеристик вітру відносяться: середня швидкість вітру в строк, середній напрям вітру в строк, максимальна швидкість вітру (максимальний порив) в строк та напрямок максимальних швидкостей вітру.

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

Мета магістерської кваліфікаційної роботи - визначення сучасного режиму утворення сильного вітру на території Харківської області за 2005-2020 рр., циркуляційних процесів, що призводили до виникнення сильного вітру та синоптичних умов посилення вітру до критеріїв НМЯ I у Харківській області 16 квітня 2020 р. та утворення шквалу (СМЯ III) в Харкові 4 липня 2011 року.

Об'єкт дослідження: швидкість та напрямок сильного вітру над Харківською областю (ст. Богодухів, Харків, Красноград, Ізюм та Лозова).

Предмет дослідження – характеристики режиму вітру над Харківською областю.

Методи дослідження – просторово-часове узагальнення метеорологічної інформації, синоптичний аналіз.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку посилань.

У вступі формулюються мета та завдання роботи.

Перший розділ містить в собі загальну інформацію про регіон дослідження та формування вітрового режиму в Харківській області та в цілому по Україні.

Другий розділ присвячений характеристиці параметрів сучасного вітрового режиму Харківщини у порівнянні з даними попереднього кліматичного періоду.

Третій розділ складається з визначення сучасних умов утворення

сильного вітру над Харківською областю та випадки сильних поривів вітру за період дослідження, їх повторюваність та типізацію синоптичних процесів.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 37 літературних джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Семергей-Чумаченко А.Б. у рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр.) ДР № 0115U006532) та «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487).

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ТА ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Фізико-географічне положення та клімат Харківської області

Харківська область розташована на північному сході України на межі лісостепової і степової фізико-географічних зон, займає південно-західну окраїну Середньоруської височини (рис. 1.1).

За природно-кліматичними умовами територію області можна розділити на дві зони: лісостепову - це центральні, північні і західні райони і степову - південні і східні райони (рис 1.2) [12,22]

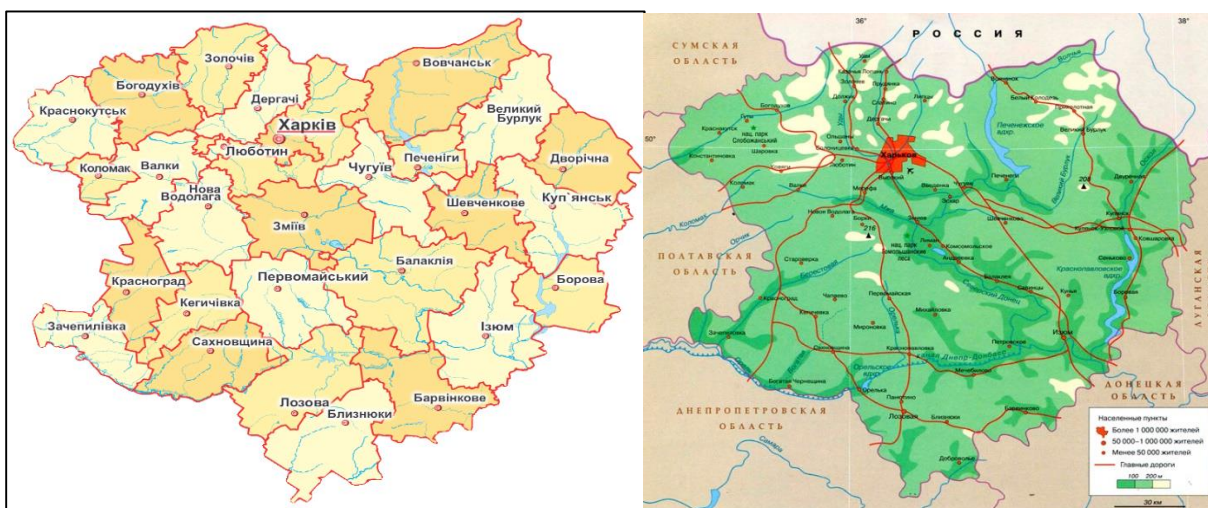


Рис. 1.1. Карта Харківської області [22]

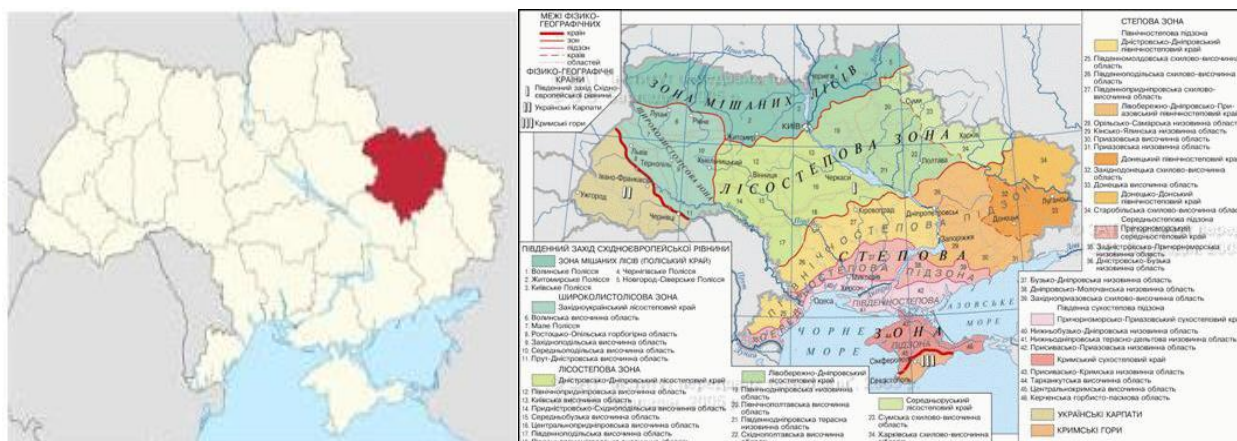


Рис. 1.2. Карта фізико - географічного районування України [22]

Харківська область межує з Луганською, Донецькою, Дніпропетровською, Полтавською і Сумською областями України, а також з Білгородською областю Росії. Загальна площа Харківської області складає 31,415 тис. км². Рельєф області хвилясто рівнинний з легким нахилом в південно-західному (до басейну Дніпра) і в південно-східному (до басейну Дона) напрямках. У північно-східну частину області заходить Середньоруська височина, в південну - відроги Донецького кряжу.

Найбільш піднесені ділянки розміщені в північній частині області, найбільш низькі ділянки знаходяться в долинах річок на лугових терасах. Перепад висот в області складає 177 м - від 59 м (у долині Сіверського Дінця на межі Харківської і Донецької областей) до 236 м (у відрогам Середньо - Російської піднесеності на північному заході від Золочева). В межах області налічується 36 озер загальною площею близько 2,5 тис. га. Найбільше їх в долині р. Сіверський Донець. Як правило, усі вони річкового походження, мають витягнуту форму і невеликі глибини (2-3 м). Найбільшим є озеро Лиман, розташоване біля поселення Лиман, Зміївського району. Воно має 7,5 км в довжину і 2,7 км. завширшки; середня глибина - 2 м. Озеро використовується як джерело водопостачання великої районної електростанції - Зміївською ГРЕС, а також служить природною базою створеного рибно - господарського комбінату. З інших озер слід зазначити озера, що вражають красою, Боровое і Біле. Окрім природних озер, на території області налічується 1910 ставків загальною площею більше 6 тис. га. 75 % водних ресурсів області припадає на басейн Дона. Головна водна артерія - Сіверський Донець - є правим притоком Дона [12].

Харківська область є однією з найбільших областей України по території, населенню і розвитку народногосподарського комплексу - це великий промисловий центр України, в якому представлені практично всі види економічної діяльності [12,22]

Клімат Харківщини має всі ознаки помірно-континентального і континентальність збільшується в напрямі з північного заходу на південний

схід. Клімат формується внаслідок взаємодії трьох основних кліматоутворюючих факторів - припливу сонячної радіації, циркуляції атмосфери та характеру підстильної поверхні.

Місто Харків лежить в одному кліматичному поясі з Москвою (в Харкові зазвичай тепліше) і Києвом (клімат в Харкові більш континентальний, зима холодніша, а літо спекотніше). Місто знаходиться майже на межі зон лісостепової і степової, випаровуваність перевищує опади, особливо влітку.

Головні чинники, що значно впливають на клімат міста це:

- Географічна широта. Харків має широту від 49° 53' (південна межа Основи) до 50° 05' (П'ятихатки), і таким чином, середню географічну широту Харкова приймають 50 півн. ш. Ця географічна широта відповідає помірному поясу (який має протяжність в середньому від 45 півн. ш до 65 півн. ш).

- Географічне положення. Поблизу Харкова немає значних водойм, що безпосередньо впливають на клімат. Проте, за наявності відповідних вітрів, місто можуть досягти вітри з Чорного, Середземного моря чи Атлантичного океану. Також місто відкрите для усіх вітрів, усіх напрямів. Тому річні коливання міста відрізняються значними значеннями.

Для кліматичних умов Харківщини характерне підвищення середньорічної і середньомісячної температур у напрямку з півночі на південь, але різниця між температурами окремих частин області незначна. Північно - східна частина області є найхолоднішою, а південно - східна - найбільш теплою. Річний режим температури повітря має чітко виражений континентальний тип. Про це свідчать приуроченість мінімуму середньомісячних температур повітря до січня, а максимуму - до липня, а також значні амплітуди екстремальних температур, які досягають 80°C (від - 40 до +40°C). Середня температура повітря в області в січні складає - 5... - 7 °C, липня +21 ... +22 °C.

Харків розташований на п'яти пагорбах і має перепад висот між верхньою і нижньою точками більше 115 метрів. Тому холодне повітря

взимку рухається з верхніх точок вниз, зазвичай в долини річок, і знижує там температуру. Окрім цього, взимку на декілька градусів тепліше в центрі міста, ніж на околицях - через щільну забудову, в південній частині міста зазвичай тепліше, ніж на півночі.

Уся територія Харківщини належить до регіону з достатнім зволоженням. У середньому на території області за рік випадає 450-500 мм опадів. Їх максимум доводиться на липень (70-75 мм), мінімум - на лютий (25-30 мм). Взимку переважають опади у твердому вигляді (сніг, крупа), однак нерідко випадають і дощі. Опади випадають досить рівномірно. Як і в усьому помірному поясі, найбільше опадів в літні місяці, пов'язано це головним чином з переміщенням Сонця по екліптиці, його високе становище над горизонтом стимулює випаровування вологи і формування дощів і гроз. Найвологіший місяць - липень, в нормі якого 61 мм опадів. Кліматичні дані Харкова приведені в табл. 1.1 [12,22].

Таблиця 1.1 – Середньомісячні і річні кліматичні дані м. Харкова [9,12].

Показник	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Температура повітря, °С	-7,0	-5,7	-0,3	8,9	15,6	19	20,4	19,5	14,1	7,3	1,3	-3,3	7,5
Відносна вологість повітря, %	84	83	81	68	60	64	66	64	70	77	86	87	74
Швидкість вітру, м/с	4,5	4,8	4,6	4,4	3,8	3,4	3,3	3,2	3,4	3,8	4,2	4,4	4,0
Кількість опадів, мм	44	33	28	36	48	58	61	50	41	35	45	46	525

Більшість в році днів в Харкові - хмарні. Хмарність значно залежить від пори року. Найменша хмарність спостерігається в серпні і вересні, а найбільша - в листопаді і грудні. Влітку похмура погода буває досить рідко і не має тривалого характеру. Пов'язано це багато в чому з активністю циклонів і антициклонів, тому хмарність в різні місяці сильно коливається з року в рік. У червні і липні ясні дні бувають рідше, у зв'язку з проходженням

сезону дощів. Туман може спостерігатися у будь-яку пору року, але найчастіше в осінньо-зимовий період. В середньому в Харкові спостерігається за рік 60 днів з туманом. Сильний туман відмічається практично завжди при зимовій відлизі і таненні снігу. Але іноді туман може спостерігатися при лютих морозах ("морозний туман"), необхідних для досягнення насичення пари в повітрі. Навесні і влітку туман досить рідко відмічається. Заметіль і поземок бувають з грудня по березень (рідко - листопад, дуже рідко - квітень і жовтень). Це не дуже часті явища, зазвичай вони виникають при сильному вітрі і при щойно випавшому снігу при арктичному вторгненні. Істинна ожеледь - явище рідкісне, і буває звичайно при різкому потеплінні після тривалого періоду холодів, і випаданні рідких або змішаних опадів при цьому, або за наявності холодного шару повітря під теплим. Ожеледиця ж буває досить часто, особливо при настанні зими або її закінченні. Часто також ожеледиця буває і в середині зими у періоди відлиги (рідше - восени в періоди сильних похолодань) після нічного замерзання снігу, що розтанув, або води. Ожеледиця є неприємним явищем, оскільки зберігатися може необмежено довго (дні і навіть тижні), до стійкого потепління або випадання нового снігу. Сильна ожеледь може обірвати лінії електропередач або нанести збиток будівлям, деревам.

Харківська область розділена приблизно порівну на два кліматичних підпояси помірної зони: лісостепова (північна половина) і степова (південна половина). Лісистість Харківської області складає всього 11 %. Лісів знаходяться в основному в гірлах річок і на їх правому березі. У посухи багато невеликих річок пересихають.

По території Харківської області уздовж лінії Харків-Кременчук проходить кліматична вісь Воейкова - смуга високого тиску, яка характерна для зимових місяців і впливає на характер вітрового режиму. На північ від неї переважають західні і південно-західні теплі і вологі вітри, на півдні - східні і південно-східні холодні і сухі вітри. У теплий період року ця вісь слабшає, оскільки внаслідок прогрівання суші Харківська область потрапляє

в зону зниженого тиску, а тому дують західні вітри [12].

1.2 Режим вітру на території України

Вітровий режим України зумовлюється макроциркуляційними процесами в атмосфері та положенням баричних центрів над континентом Євразії та Атлантикою. В окремих регіонах розподіл напрямку та швидкості вітру значно змінюється під впливом орографічних особливостей і залежить від орієнтації долин, наявності водойм, морів. Протягом року відбувається зміна переважного напрямку та швидкості вітру. Сезонне зміщення та інтенсивність окремих центрів дії атмосфери визначають річний хід характеристик вітру [13].

Важливою характеристикою вітрового режиму є швидкість вітру, яка визначається баричним градієнтом та умовами циркуляції атмосфери. Найбільша середня місячна швидкість вітру спостерігається майже на всій території України у лютому (50-55%), іноді цей максимум припадає на січень (рис. 1.3) [13].

Найменша швидкість вітру відмічається влітку, коли Україна перебуває під впливом Азорського антициклону, а циклонічна діяльність послаблена (рис. 1.3). Зазначимо, що в цю пору року швидкість вітру має добре виражений добовий хід. Максимальне її значення припадає на після – полуденні години (15 год.). Мінімальна швидкість відмічається у нічні години. Добова амплітуда швидкості вітру у липні коливається на території від 1,0 до 3,0 м/с. Взимку добовий хід має згладжений характер, добова амплітуда коливається в січні в межах від 0,2 до 1,0 м/с [13].

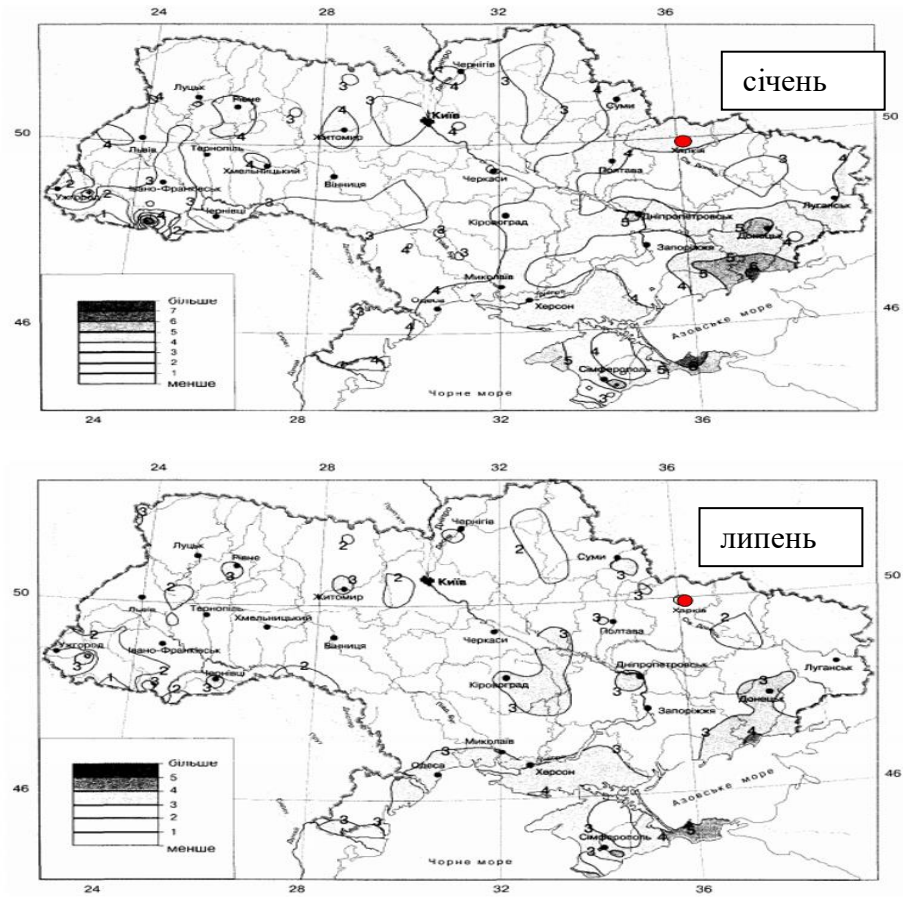


Рис. 1.3. Розподіл середьомісячної швидкості вітру (м/с) по території України у січні та липні [13]

За багаторічними даними, середньорічна швидкість вітру в Харкові становить 4,0 м/с. Але протягом року швидкість вітру неоднакова. Деякі грози супроводжуються сильними шквалами.

Швидкість вітру при таких шквалах може перевищувати 25 м/с, що може спричинити значні збитки. Іноді сильний вітер (і відповідно, найсильніші зливи) може принести тропічний циклон з Чорного і Середземного моря (це теж буває звичайно в літній період) [12, 13].

Мінливість числа днів з вітром понад 15 м/с зростає зі збільшенням повторюваності сильного вітру. На південному сході, в Українських Карпат та Кримських горах середнє квадратичне відхилення становить 15 днів. На Закарпатській низовині, де частота сильного вітру незначна, середнє квадратичне відхилення зменшується до 5 днів, а на решті території становить 10 днів. Значну цінність мають дані щодо максимальної швидкості

вітру. Просторовий розподіл максимальної швидкості вітру за рік має плямистий характер - виділяються окремі райони зі значною швидкістю вітру (понад 40 м/с): крайня північ, північний схід, на південь від лінії Гайворон - Лошкарівка - Дебальцеве (рис. 1.4).

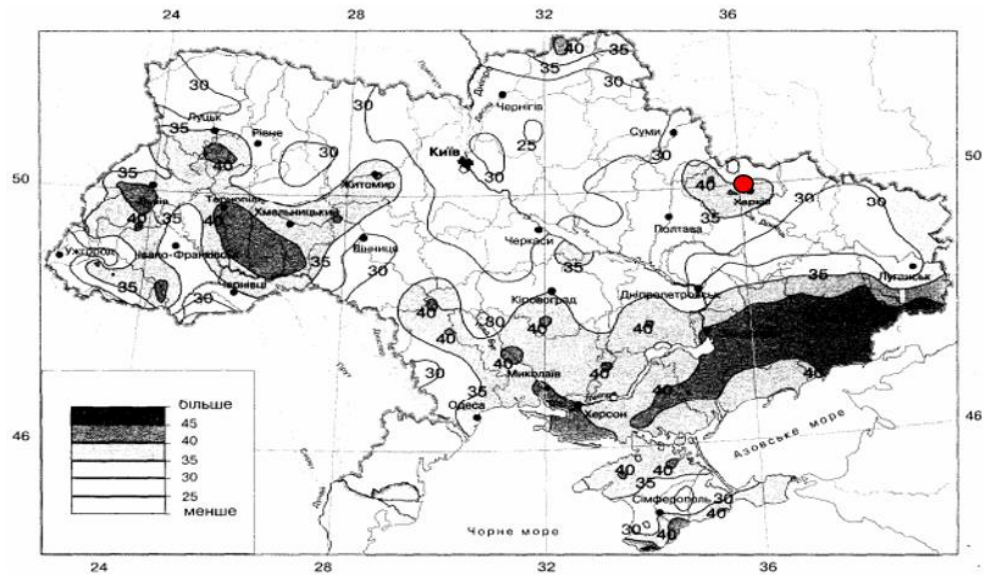


Рис. 1.4. Розподіл максимальної швидкості вітру по території України (м/с) за рік [13]

Така швидкість зафіксована також на Волинській та Подільській височинах та у Передкарпатті, дещо зменшується максимальна швидкість (до 30-35 м/с) у центральних районах, на крайньому півдні та північному заході. Особливий режим максимальної швидкості відмічається в Українських Карпатах та Кримських горах, де на відкритих підвищених ділянках зафіксовано максимальну швидкість вітру 45 м/с, а на Закарпатській низовині вона становить 20-25 м/с. Максимальна швидкість вітру на значній частині території характерна для холодного періоду року і лише на південному заході, а також в окремих районах вона відмічається у жовтні. Повторюваність такої швидкості у зимові місяці становить 10-20 %, у літні - 4-5 % і спостерігається під час проходження холодних фронтів та циклонів.

Інколи значна максимальна швидкість вітру відмічається на початок весни. Великі значення максимальної швидкості найрідше відмічаються у вересні. Значна повторюваність сильного вітру на південному сході, півдні та в Українських Карпатах і Кримських горах дає підставу розглядати вітер як можливе джерело дешевої енергії. Максимальна швидкість вітру за останній період збільшилась, а в окремих регіонах зафіксовано швидкість вітру, що перевищує 45 м/с [13].

1.3 Деякі ознаки поля хмарності перед значним посиленням вітру

«Стінг-джет» (з англійського «Sting Jet») - це метеорологічне явище, тип струменя низького рівня, пов'язаний з деякими значними збуреннями середньої широти. Термін «стінг-джет» (жаловий струмінь) описує надзвичайні, сильні вітри - бурі, які іноді досягають швидкості понад 160 км/год (44 м/с). Назва посилається на форму, яку приймають хмари, що видно на супутникових знімках. Обертаючись навколо центру області низького тиску, він набуває появи хвоста скорпіона (рис.1.5). Хоча найсильніші вітри трапляються лише на невеликий проміжок часу (3-4 год) на дуже невеликій території в межах лише 45 км, вони можуть завдати значної шкоди та ризику для життя [24].

«Стінг-джет» визначається як узгоджений повітряний потік, який спускається з середнього рівня всередині хмарної голови в область лобового перелому циклона Шапіро-Кейсера протягом декількох годин, що призводить до чіткої області сильних вітрів біля поверхні. Він лежить над поясом холодного конвеєра протягом певного етапу свого життя, але іноді, спускається, щоб досягти вершини граничного шару попереду холодного конвеєру [24,25].

Екстратропічні циклони розвиваються на фронтах, які відокремлюють тепле повітря від холодного повітря. У Північній півкулі циркуляція циклонів проти годинникової стрілки тягне тепле повітря на північ перед

бурею, а холодне повітря на південь - за нею. У Південній півкулі, де циклони обертаються за годинниковою стрілкою, тепле повітря, на цей раз з півночі (і на південь), все ще зустрічається попереду бурі з холодним повітрям з півдня за нею (йде на північ).

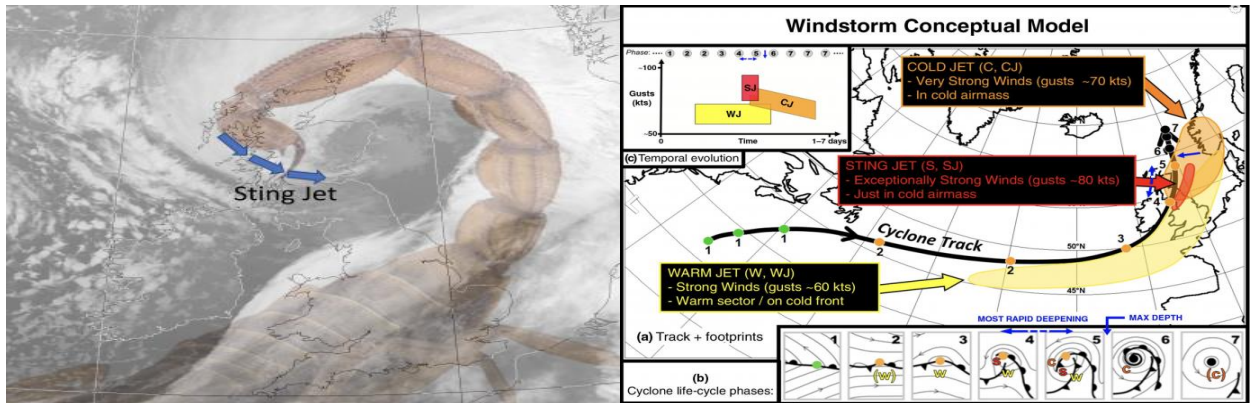


Рис. 1.5. Зовнішній вигляд хмар на супутниковому знімку – “«Sting Jet» на кінці хвоста скорпіона” та схематичне зображення природи та причини європейських вітряних штормів [23,24]

Екстратропічні циклони часто асоціюються з сильним вітром. Теплий потік повітря перед грозою метеорологам відомий як теплий конвеєрний пояс і може бути пов'язаний з концентрованими сильними південними вітрами - теплим струменем. І навпаки, потік холодного повітря називається струменем холодного конвеєра і також може бути пов'язаний з "холодним струменем". Швидкість вітру, що перевищує 93 км/год, може виникати на досить великій території з обома струменями. Хмарна зона чітко виявляється на супутникових знімках. Початковий фронт зображений лінією хмар. У міру розвитку циклону його циркуляція створює зону хмар на західній стороні фронту. Сильні циклони затягують сухе повітря з північчя на захід і створюють безхмарну суху область [24].

Дослідники з Університету Редінга під керівництвом професора Кіта Браунінга [24], повторно аналізуючи бурхливий екстратропічний шторм, який завдав значної шкоди Південній Англії в період з 1 по 16 жовтня 1987 року, визначили ще менший масштабний потік з найбільш руйнівними

вітрами в тому ж регіоні. Показано, що мезомасштабний потік витікає з кінця випаровуваної головки хмари на південному боці циклону. Зона сильних вітрів, що виникає з середини середньої тропосферної хмарної частини депресії, посилюється, коли «струмінь» опускається з неясних причин. Струмені вперше спостерігалися в океанічних бурях східної Північної Атлантики. Значні наслідки та руйнування, спричинені штормом у жовтні 1987 року, спонукали до детального вивчення цієї події та інших подібних циклонів (рис.1.5). Не було жодної фізичної причини, чому ці струмені не могли виникнути в інших регіонах, і справді вони були зафіксовані в Беринговому морі та інших місцях.

Явище «Стінг-джет» важко передбачити через порівняно невеликий розмір та розвиток кожної системи низького тиску. Однак у погодних моделях є показові знаки, які здатні помітити ядра дуже сильного вітру.

Можна також помітити «Sting Jet», що розвивається на супутникових знімках, оскільки кінець холодного конвеєра позначений хмарою з точкою на кінці. Існують також види супутникових знімків, які показують кількість водяної пари, складеної світлими і темними відтінками. Чим темніший відтінок, тим менше водяної пари. Навколо «Стінг-джет» часто простягаються темні полоси повітря, що свідчить про потопаюче повітря, яке може принести сильні вітри [24, 25].

2 СУЧАСНИЙ ВІТРОВИЙ РЕЖИМ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1 Характеристика режиму швидкості вітру Харківської області у 2005-2020 рр. у порівнянні з попереднім кліматичним періодом

Швидкість вітру залежить від рельєфу місцевості, шорсткості поверхні, наявності затінюючих елементів і абсолютної висоти місця розташування метеостанції над поверхнею землі. Оскільки ці умови на різних станціях Харківської області відрізняються, значення середніх швидкостей вітру приведені до порівнянних умов (відкрита рівна місцевість і висота 10 м від поверхні землі).

Основними показниками, які характеризують вітровий режим території служать: середня річна швидкість, повторюваність вітрів різних напрямів, максимальна швидкість, розподіл швидкостей вітру протягом доби і роки.

Як видно з [1-3, 11-13, 19] протягом останніх 30-ті років спостерігалось поступове послаблення вітру над територією України, територія Харківської області також не є винятком з цієї тенденції.

До дослідження сучасного вітрового режиму Харківщини залучені дані метеорологічних спостережень над 5 станціями Харківської області (Богодухів, Харків, Красноград, Ізюм та Лозова). Для порівняльного аналізу розглядалися дані, взяті з «Кліматичного кадастру України» [9] за періоди 1961-1990 рр. Розраховані характеристики вітрового режиму за період з 2005 по 2020 рр, а саме середньомісячні швидкості вітру за 2005-2020 рр. у порівнянні з кліматичною нормою (1961-1990 рр.) [9] представлені в Додатку Б (табл. Б.1).

Як і над всією територією України, над Харківською областю простежується чіткий річний хід швидкості вітру – до найбільших величин вона зростає у січні-лютому, а найменших досягає у серпні, але порівняння

періодів 1961-1990 та 2005-2020 рр. виявило послаблення амплітуди річного ходу на 0,2- 0,8 м/с (рис. 2.1), винятком стала станція Лозова, де амплітуда не змінилася. Над окремими станціями, наприклад над Богодуховом та Красноградом, амплітуда зменшилася до 0,8-0,7 м/с відповідно.

В цілому над Харківщиною середня на рік швидкість вітру у 2005-2020 рр. становила від 2 до 4 м/с за винятком Ізюму, де середньорічна швидкість не перевищувала 2 м/с і склала 1,7 м/с (рис. 2.1).

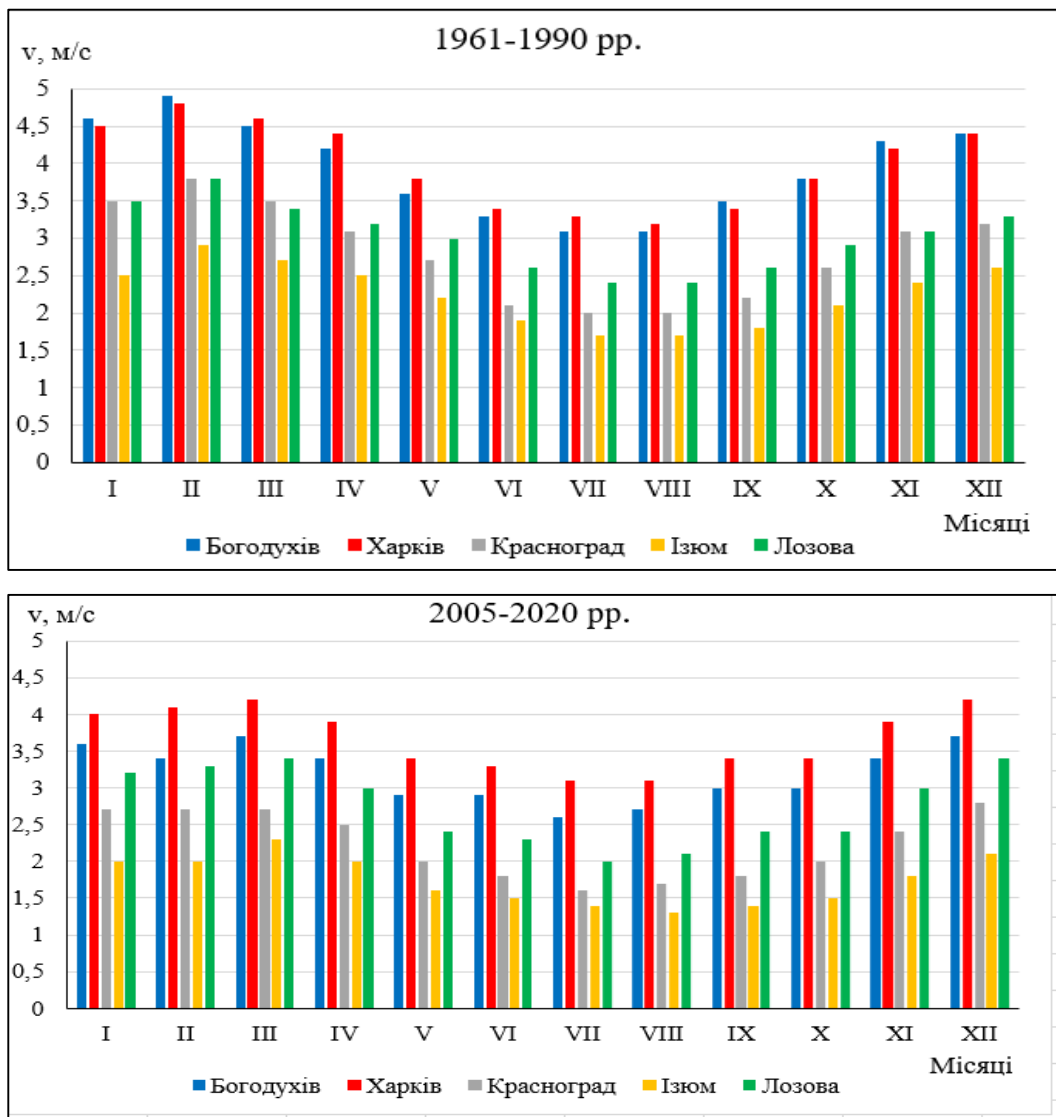


Рис. 2.1. Річний хід середньомісячних швидкостей вітру на п'яти станціях Харківської області за періоди: 1961 – 1990 рр. [9] та 2005-2020 рр.

На всіх станціях спостерігалось зменшення швидкості вітру в порівнянні з попереднім кліматичним періодом. Так, у Богодухові середньорічне значення швидкості вітру зменшилося на 0,8 м/с, а саме від 3,9 м/с до 3,1 м/с. На станціях Красноград та Ізюм швидкість вітру зменшилась на 0,6 м/с (з 2,8 м/с до 2,2 м/с) та 0,5 м/с (з 2,3 м/с до 1,8 м/с) відповідно. В Харкові та Лозовій послаблення віру незначне – на 0,4-0,3 м/с (рис. 2.2).

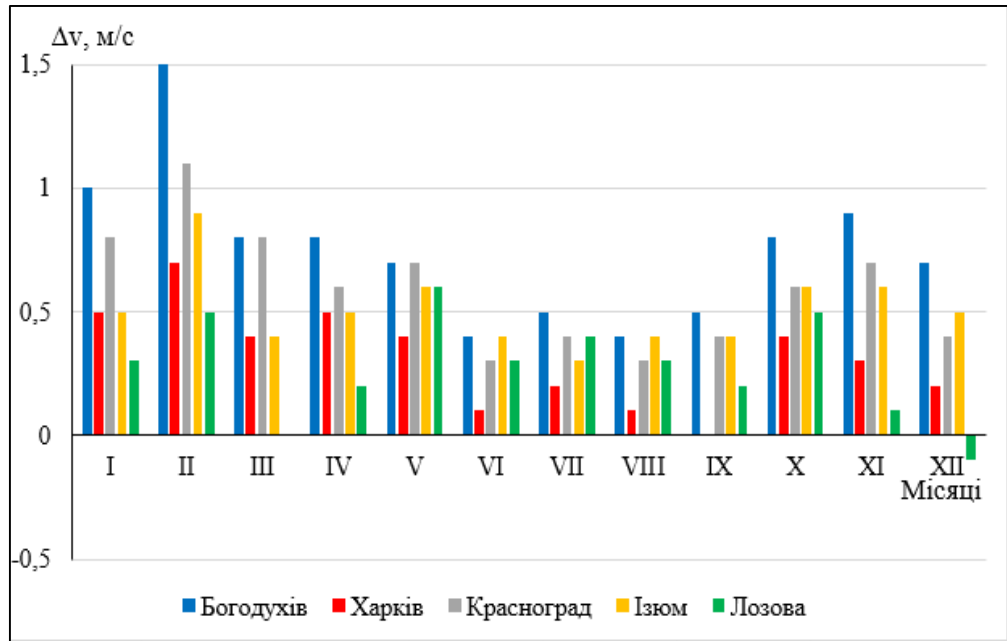


Рис. 2.2. Різниця середньомісячних швидкостей вітру за 1961-1990 [9] та 2005-2020 рр. над Харківською областю

Над усіма станціями регіону, за винятком Лозової, найбільше зниження швидкості вітру спостерігалось у лютому від 1,5 м/с у Богодухові до 0,7 м/с над Харковом. Над Лозовою найсильніше вітер зменшувався в травні. Вітер трохи посилювався в Лозовій в грудні на 0,1 м/с.

Отже, порівняння швидкості вітру з кліматичною нормою – періодом 1961-1990 рр. [9], виявило зменшення у 2005-2020 рр. середньомісячної швидкості вітру над станціями Харківської області, за винятком двох місяців на станції Лозової – березень (швидкість не змінилася) та грудень (швидкість незначно зросла).

Найбільша швидкість вітру на станції Богодухів за період 2005–2020 рр. спостерігалась в березні та листопаді 2008 р., а її значення складало 15 м/с, а протягом 1961-1990 рр. максимальна середня швидкість вітру становила 10,2 м/с (лютий 1969 р.). Для станції Харків значення максимальної швидкості вітру за період 2005-2020 рр. склало 15 м/с., ці значення спостерігалися в листопаді 2007 року, в квітні та січні 2012 року, протягом 1961-1990 рр. середнє значення максимальної швидкості вітру становило 9,3 м/с (лютий 1969 р.).

На станції Красноград найбільша швидкість вітру протягом 1961-1990 рр. спостерігалась у лютому та її значення складало 9,0 м/с (1969 р.), а за 2005-2020 рр. середнє значення максимальної швидкості вітру в Краснограді становила 11 м/с у листопаді 2008 року.

На станції Ізюм максимальна середня швидкість вітру протягом 1961-1990 рр. спостерігалась у лютому і її значення складало 6,1 м/с (1969 р.), а за 2005-2020 рр. середнє значення максимальної швидкості вітру становила 12 м/с у січні і лютому 2015 року та в лютому 2010 року.

Максимальна швидкість вітру на станції Лозова за 2005-2020 рр. становила 24 м/с і спостерігалась в березні 2015 р., максимальнє значення швидкості вітру в Лозовій протягом 1961-1990 рр. спостерігалась в лютому (1969 р.) і становило 8,3 м/с [9,11].

Отже, територія Харківської області не відрізняється особливо сильними швидкостями вітру, хоча бувають випадки з сильним та надзвичайним вітром. Процеси формування цих випадків описані в третьому розділі роботи.

2.2 Повторюваність вітру за напрямками

Напрямок вітру має велику просторово–часову мінливість навіть в межах невеликого регіону. Ця характеристика вітру визначається сукупністю місцевих фізико–географічних умов і циркуляційних факторів. Напрямок вітру є дуже важливим показником в метеорологічних прогнозах [3,7].

Для порівняльного аналізу напрямку вітру розглядалися дані, взяті з «Кліматичного кадастру України» [9] за періоди 1961-1990 рр. і дані восьмистрокових спостережень Харківської області (на прикладі п'яти станцій) за 2005-2020 рр.

Розглядаючи річні зміни напрямків вітру на станціях Харківської області видно, що влітку переважають вітри західних, північно-західних і північних напрямків, взимку спостерігаються вітри північно-східні, східні і південно-східні.

Харків - місто не ідеально рівномірне, але поряд немає значної височини, яка б суттєво впливала на розу вітрів в ньому. Найбільш часто спостерігаються східні вітри (18% від усіх вітрів) та західні вітри (16 %). Штиль – також є частим явищем, особливо в літні місяці. Район Харкова (з точки зору загальної циркуляції) можна назвати районом східного та західного переносу. Переважаючими вітрами є східні та західні. Пануючий напрямок вітру на території міста – східний. В місті взимку, після грудня, всі вітри мають майже рівномірну частоту. Навесні переважають східні та південно–східні вітри, а влітку – північно–західні. Восени і ранньою зимою переважають західні вітри.

В січні розвинута циклонічна діяльність, яка призводить до переважання західних, південно – західних напрямків вітру, послаблюється південно-східний, північний до 8,1%, та північно-східний до 9,8% напрямком вітру. В квітні відбувається перебудова баричних полів, яка призводить до посилення східних напрямків вітру на 6,3 %, повторюваність західних вітрів

зменшується з 15,8 до 12,1%, а північних збільшується. Влітку збільшується кількість штилів і вітрів невеликих швидкостей з північною складовою. Це відповідає антициклональній погоді, сформованій під дією постійно діючих баричних центрів атмосфери. В жовтні зберігаються вітри західних напрямків, але збільшується кількість випадків південно-східного та південного вітру, дещо послаблюються північні вітри на 5,6 % [3, 7, 12].

Повторюваність напрямків вітру над станціями Харківської області за 1961-1990 [9] та 2005-2020 рр. представлена в Додатку Б (табл. Б.2), за вказаними даними побудовані середньорічні рози вітру для всіх пунктів регіону дослідження. (рис. 2.3), з аналізу яких видно, що істотних змін у розподілі переважаючих напрямків вітру над районами Харківської області за розглянутий період не відбулося. На ст. Богодухів у сучасний період виділяються вітри східного напрямку, повторюваність яких зросла з 14,8 до 17,8%., значно зменшилася повторюваність південного напрямку вітру (з 14 до 8,9%) і незначно західного (з 12,9 до 10,4 %) напрямку вітру. На ст. Харків, переважають вітри східного та південно-східного напрямку, і спостерігається достатня частка румбів західної чверті. На ст. Красноград переважають вітри східного та південно-східного напрямку, а також відмічається західний напрямок вітру. На ст. Ізюм переважає східний і західний вітер. Зменшився внесок майже всіх напрямків вітру, але найбільше східного напрямку на 7,3 %, західного – на 6,3% і південно-західного на 5,6%, але спостерігається незначне збільшення вітрів північно-західного напрямку вітру на 0,9 %. На ст. Лозова в основному панує вітер східного, південного та північно-східного напрямків вітру. За останні роки збільшилась повторюваність північно-східного напрямку на 2,5% та південно-західного на 2,4%.



Рис. 2.3. Річний розподіл напрямку вітру на станціях регіону дослідження за періоди: 1961-1990 і 2005-2020 рр.

Отже, суттєвої перебудови розподілу переважаючих напрямків вітру над районами Харківської області у 2005-2020 рр. не виявилось, за винятком незначних змін на ст. Харків, Ізюм та Лозова.

2.3 Розподіл швидкості вітру за градаціями

Порівнюючи розподіл швидкості вітру за градаціями впродовж 1961-1990 рр. (рис. 2.4) та 2005-2020 рр. (рис. 2.5), можна виявити значне переважання над Харківською областю вітру градації 2-5 м/с для обох періодів. Частка цієї градації становила 71,1 % над Богодуховом, 68,7 % над Харковом, 61,7 % над Красноградом, 51,5 % над Ізюмом та 59,0 % над Лозовою. У порівнянні з даними кліматичної норми 1961-1990 рр. [9], період 2005-2020 рр. характеризувався збільшенням частки цієї градації від 12,9 % в Богодухові та 11,6 % в Харкові до 4,9 % в Лозовій.

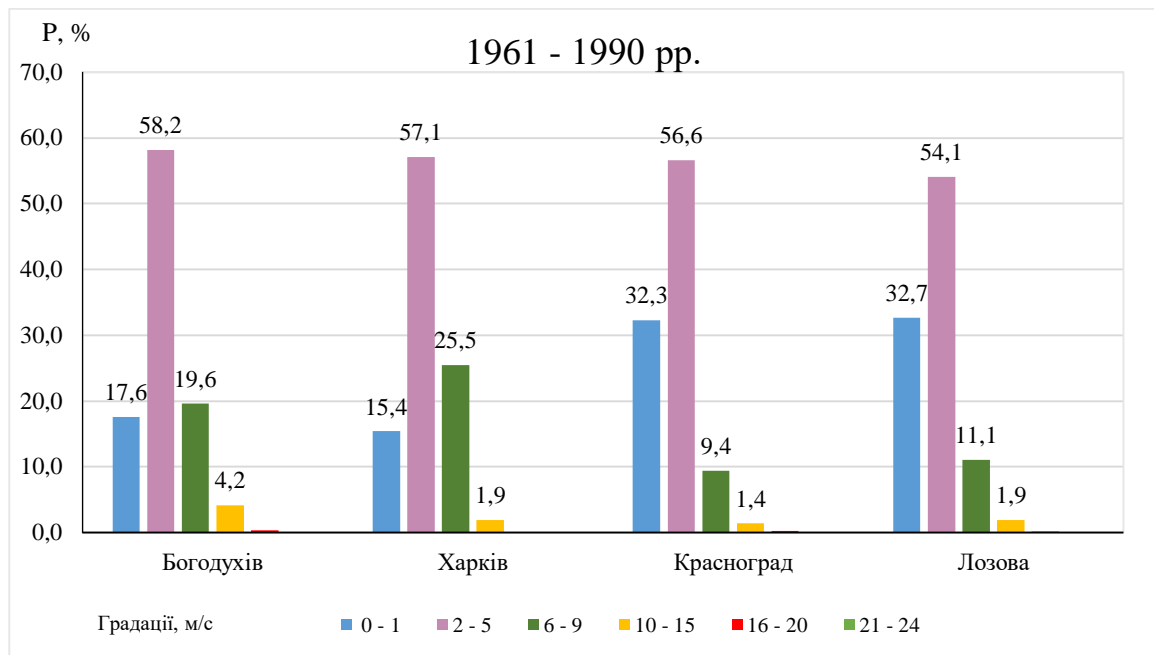


Рис. 2.4. Повторюваність (%) градацій швидкості вітру (м/с) над Харківською областю за кліматичну норму 1961-1990 рр. [9]

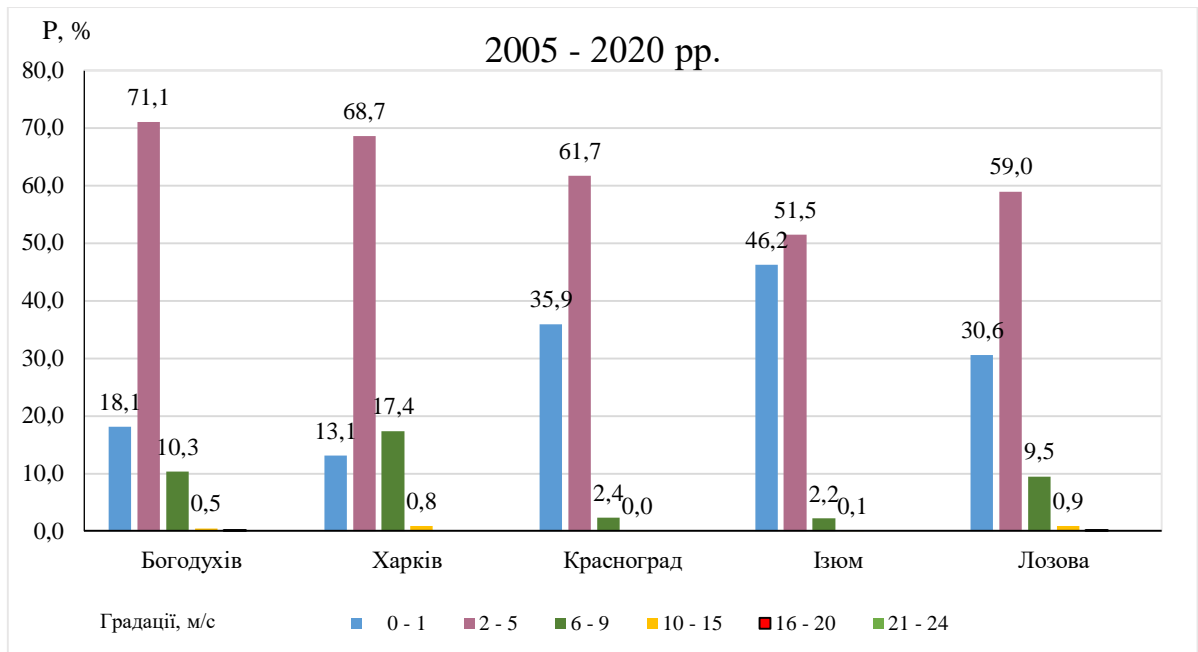


Рис. 2.5. Повторюваність (%) градацій швидкості вітру (м/с) над Харківською областю протягом 2005-2020 рр

Вітер зі швидкістю у градації 0-1 м/с відмічався на всіх станціях дослідження з меншою повторюваністю, ніж 2-5 м/с. Найбільша її повторюваність (46,3 %) спостерігалася на станції Ізюм, трохи менша (35,9 %) на станції Красноград, в Лозовій – 30,6 %. В Харкові та Богодухові частка цієї градації значно менша (13,1 % та 18,1 % відповідно). У порівнянні з періодом 1961-1990 рр. [9] сучасна повторюваність вітру у градації 0-1 м/с збільшилася на станціях Богодухів (на 0,5 %), Красноград (на 3,6 %) та Ізюм, а зменшилася в Харкові (на 2,3 %) та в Лозовій (на 2,1 %).

Повторюваність вітру зі швидкістю 6-9 м/с відносно невелика: найбільша її частка склала 17,4 % в Харкові, 10,3 % у Богодухові, 9,5 % в Лозовій, 2,4 % в Краснограді та 2,2 % в Ізюмі. У порівнянні з кліматичною нормою 1961-1990 рр. повторюваність цієї градації зменшилася на всіх станціях: в Богодухові на 9,3%, в Харкові на 8,1 %, в Краснограді на 7,0 %, а в Лозовій на 1,6 %.

Повторюваність більш інтенсивного вітру зі швидкістю 10-15 м/с незначна, з максимумом 0,9–0,8 % в Лозовій та Харкові відповідно (що на

1,0 % менше за кліматичну норму), 0,5 % відмічалось в Богодухові (що у порівнянні з нормою менше на 3,7 %) і тільки 0,1 % в Ізюмі, а в Краснограді зовсім не спостерігалось (за кліматичною нормою становило 1,4 %).

Повторюваність сильного вітру, а саме градації 16-20 м/с не перевищувала над Харківщиною 0,4 % у 1961-1990 рр. [9], а у 2005-2020 рр. вона взагалі не відмічалась на станціях, окрім станції Лозової, де склала 0,04 % (16 випадків за 15 років). Градація швидкостей більш ніж 21 м/с у 2005-2020 рр. відсутня на всіх станціях, окрім Лозової, де склала 0,003 % (1 випадок на 16 років).

Отже, у пунктах дослідження Харківської області у 2005-2020 рр. переважав вітер зі швидкістю 2–5 м/с при зростанні цієї градації на 5-13 % у порівнянні з 1961-1990 рр. Градації більш інтенсивних швидкостей вітру зменшилися у всіх пунктах, а градація 21-24 м/с збереглась лише на ст. Лозова (1 випадок на 16 років).

3 ФОРМУВАННЯ СИЛЬНОГО ВІТРУ У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

3.1 Аналіз режиму та синоптичних умов утворення сильного вітру в районі дослідження

Для оцінки режиму сильного вітру на території Харківської області використані дані п'яти метеорологічних станцій за період з 2005 по 2020 роки. Сильні швидкості вітру за період дослідження були зафіксовані лише на трьох метеорологічних станціях: Богодухів, Харків і Лозова (табл. 3.1). Випадки сильного вітру спостерігалися не щорічно – лише 13 епізодів за 16 років. Частіше за все вітер посилювався на ст. Лозова, менш за все – над Богодуховим, а над Красноградом та Ізюм вітер не перевищував 15 м/с.

Таблиця 3.1 – Дані про сильний вітер (≥ 15 м/с) в Харківській області

№ п/п	Станція	Дата	V_{\max} , м/с	dd, румб.	P_{\max} - P_{\min} , гПа	L, км	$\partial P / \partial n$, гПа / 100 км
1	Богодухів	25.03.2008 р.	15	Пд	48,0	3500	2,5
2		23.11.2008 р.	15	Пд-Сх	56,5	2600	6,6
3	Харків	11.11.2007 р.	15	Сх	49,7	2910	6,8
4		22.01.2012 р.	15	Сх	44,0	3743	4,2
5		19.04.2012 р.	15	Сх	28,0	3900	3,0
6		22.01.2018	15	Пн	23,0	4000	2,4
7	Лозова	22.03.2007 р.	15	Пд-Сх	38,6	3180	6,45
8		14.02.2005 р.	16	Пд	60,0	3740	6,25
9		12.12.2012 р.	16	Пн-Сх	46,7	3440	3,2
10		29.03.2015 р.	18	Сх	45,9	2900	6,3
11		07.04.2015 р.	18	Пн	32,4	2180	2,5
12		11.11.2007 р.	19	Пд	49,7	3000	6,8
13		28.03.2015 р.	24	Сх	41,4	3750	8,3

На приземних синоптичних картах за вказані дати сильний вітер був спричинений циклонічною циркуляцією з великими баричними градієнтами ($\partial P / \partial n \geq 2,5$ гПа/111 км). Аналіз приземних карт (рис. 3.1 та 3.2) виявив, що в більшості випадків, територія України знаходилась в перехідній зоні між циклоном на заході (північному-заході) та антициклоном на сході, що обумовлювало південний чи південно-східний перенос та формування області посилення вітру згідно з [8].

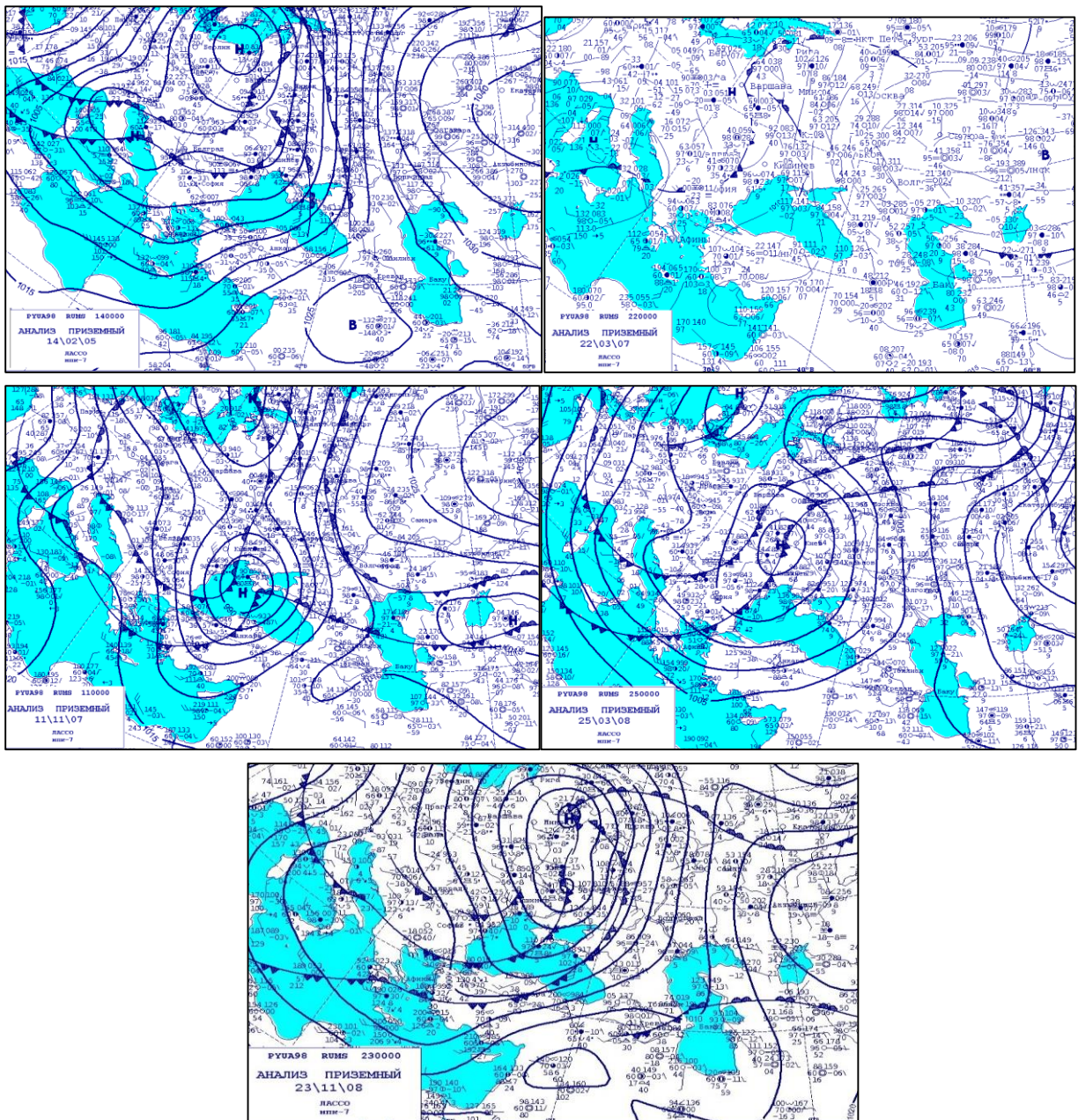


Рис. 3.1. Приземні карти погоди при сильному вітрі над Харківщиною, 2005-2008 рр.

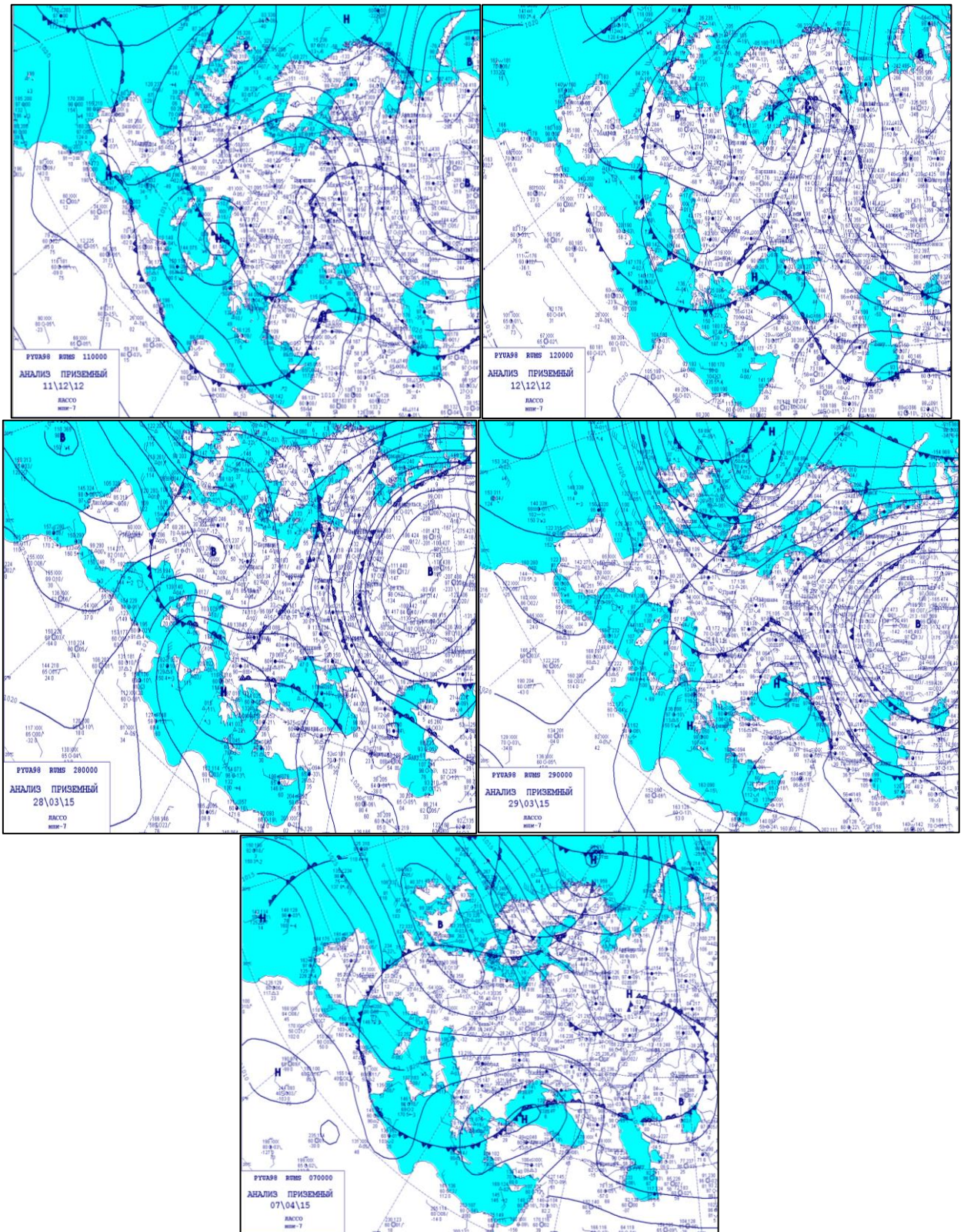


Рис. 3.2. Приземні карти погоди при сильному вітрі над Харківщиною, 2012-2015 рр.

Аналіз приземних синоптичних карт за 22.01.2012 р., 19.04.2012 р. та 22.01.2018 р. (рис.3.3), виявив іншу синоптичну ситуацію, яка спричинила сильний вітер в Харківській області, а саме, наявність над Атлантико-Європейським регіоном улоговини з фронтами, яка обумовлювала вітер різних напрямків в залежності від її орієнтації відносно району дослідження, згідно з [8].

Переважно сильний вітер був спричинений циклонічною циркуляцією з великими баричними градієнтами ($\partial P / \partial n \geq 2,5$ гПа/111 км) (табл. 3.1):

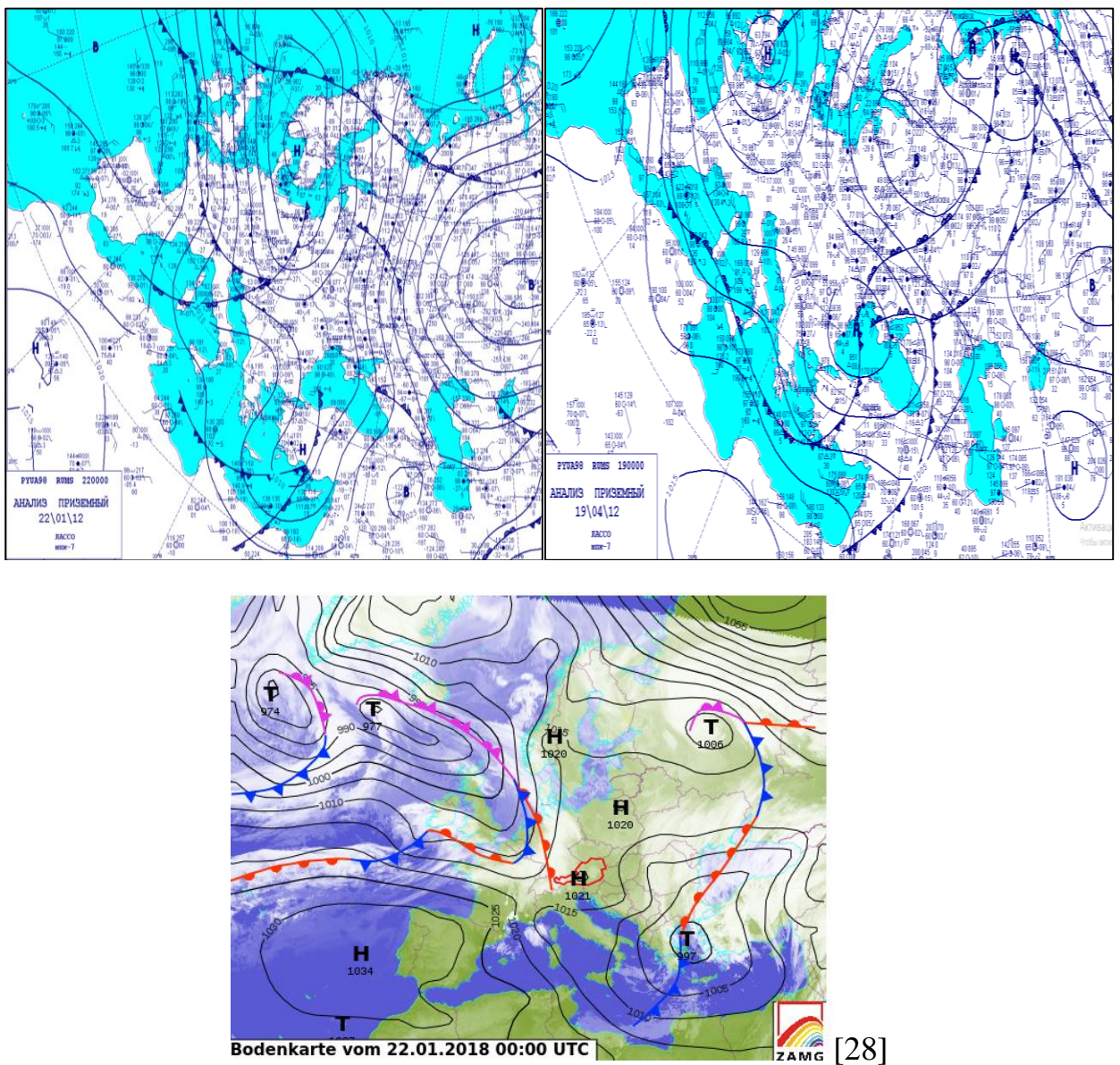


Рис. 3.3. Приземні карти погоди за строки: 22.01.2012., 19.04.2012 р. 22.01.2018 р.

Таким чином, сильний вітер переважно (83 %) утворювався у холодне півріччя, найчастіше у листопаді та березні – по 30 % всіх випадків. Влітку швидкість вітру не досягала 15 м/с жодного разу. Найчастіше (50 %) сильний вітер у Харківській області спостерігався над станцією Лозова, де максимальна швидкість вітру 28 березня 2015 р. становила 24 м/с зі східним напрямком вітру (рис.3.2).

Переважно швидкість вітру на території Харківщини посилювалась при східному напрямку (41 %), також значна частка припадала на південь та південний схід – по 25 %, та лише одного разу вітер посилювався при північному напрямі.

3.2 Аналіз синоптичних умов утворення сильного вітру 14-16 квітня 2020 року

Як приклад, розглянуто випадок формування сильного вітру в Харківській області в період з 14-16 квітня 2020 року, коли поблизу в Києві відмічалася пилова буря - в умовах штормового вітру значно погіршена видимість – до 1000 м (рис. 3.4). Причиною пилового забруднення атмосферного повітря було посилення швидкості вітру до 15–20 м/с, низьке зволоження підстільної поверхні центру та півночі України, значний дефіцит опадів в березні-квітні (також відсутність снігового покриву взимку), рихлий верхній шар ґрунту і відсутність щільного рослинного покриву, недавні масові пожежі (як додаткове джерело легких аерозольних частинок у вигляді пепла, сажі і залишків рослинності). Пилова буря, яка накрила Київ і область 16 квітня, утворилася через сильні пориви вітру, що переносили верхній шар ґрунту з полів на великі відстані. В Харківській області пройшов ураган, швидкість поривів вітру досягала 21 м/с.



Рис. 3.4. Погодні умови та наслідки сильного вітру в Україні 16 квітня 2020р. [29]

Погодні умови над територією України 14 квітня 2020 року в 00 UTC, згідно приземному аналізу (рис. 3.5), визначалися обширною баричною улоговиною з центром в районі Скандинавії, тиск над сходом України коливався від 1010 до 1012 гПа, за метеріалами ресурсів [27, 28].

Над територією Західної Європи розташовувалась зона конвергенції між антициклоном з центром над Великобританією та циклоном над Скандинавією, над центром Європи відмічався холодний фронт. Між зазначеними баричними утвореннями розташовувалась висотна фронтальна зона (ВФЗ). Північна її гілка меридіонально поширювалась Західною Європою, далі повертала по південній периферії висотної улоговини і зміщувалась на північний схід, посилюючи тим самим баричні градієнти над східною частиною України. В 12 UTC холодний фронт дістався території України, а також прослідковувався теплий фронт над північним сходом. Атмосферний тиск знизився до 1005 гПа. Висотне баричне поле представлене глибокою улоговиною орієнтованою з районів Скандинавії на південь і охоплювало територію Європи і частину України (рис. 3.6).

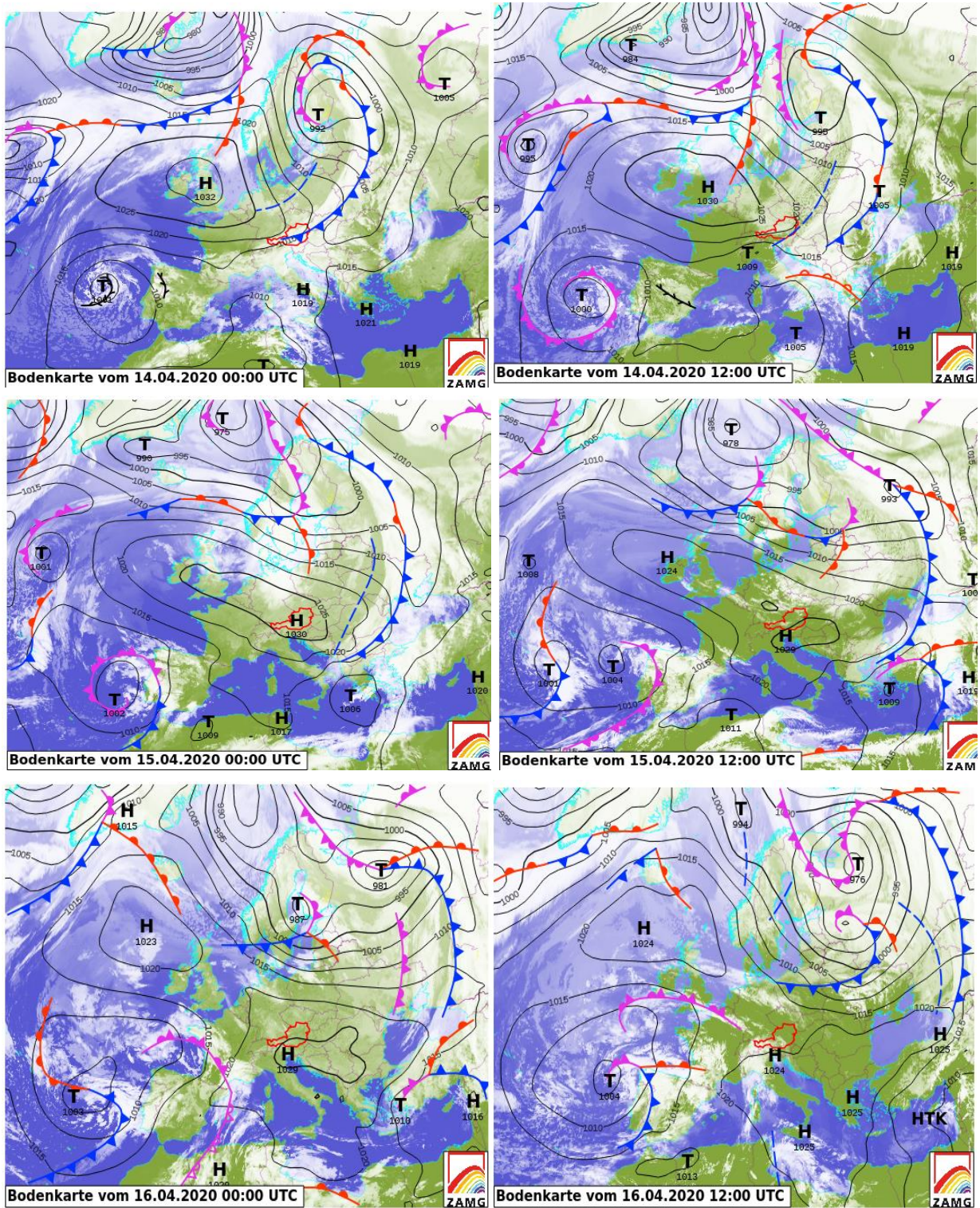


Рис. 3.5. Приземний аналіз карт за 00 і 12 UTC з 14 по 16.04.2020 р.

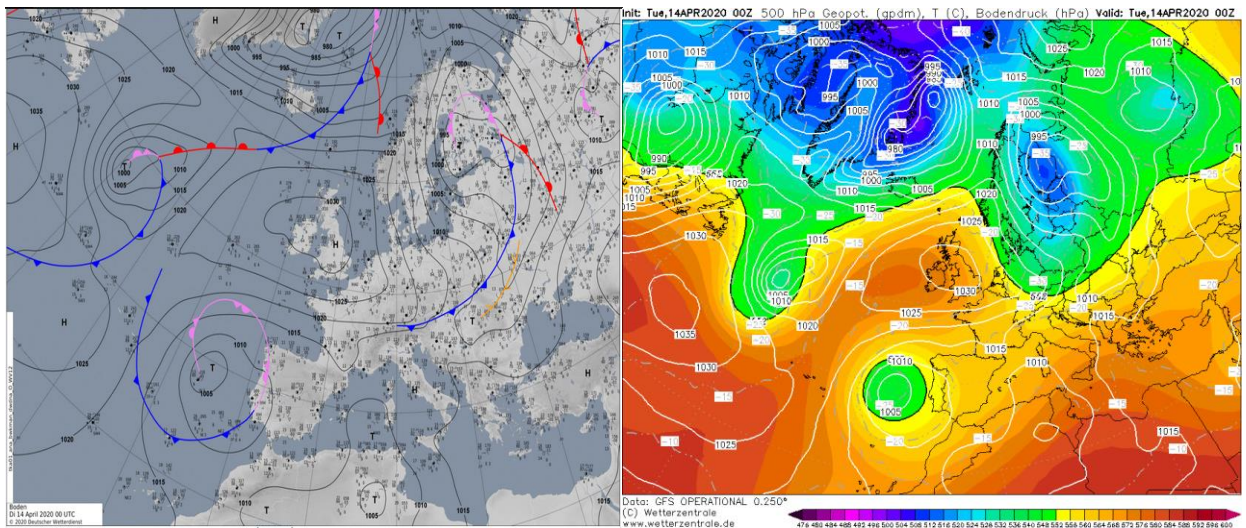


Рис. 3.6. Приземний аналіз, ВТ 500/100, АТ-500 за 00 UTC 14.04.2020 р.

Протягом доби 15 квітня в 00 UTC сталося посилення антициклону, розташованого над районами Великобританії та Західної Європи, та поширення його на схід, з центром над Австрією і тиском у центрі 1030 гПа, який витіснив баричну улоговину на північ. (рис. 3.5). Лінія конвергенції відмічалась над західною та центральною Україною. Холодний фронт дістався сходу України, спостерігалася адвекція холоду, за холодним фронтом надійшла холодна повітряна маса. В 12 UTC холодний фронт пройшов територію України, яка знаходилася в перехідній зоні між циклоном на півночі та антициклоном на південному заході. Згідно з АТ-500 територія України перебувала в зоні дії баричної улоговини з висотним холодним центром на півночі (рис. 3.7).

Наступної доби, 16 квітня в 00 UTC над сходом та півднем України спостерігався фронт оклюзії, в 12 UTC на північній Україні відмічався холодний фронт (рис. 3.7). На АТ-500 територія України також перебувала під дією баричної улоговини, яка поширювалась на південь (рис. 3.7).

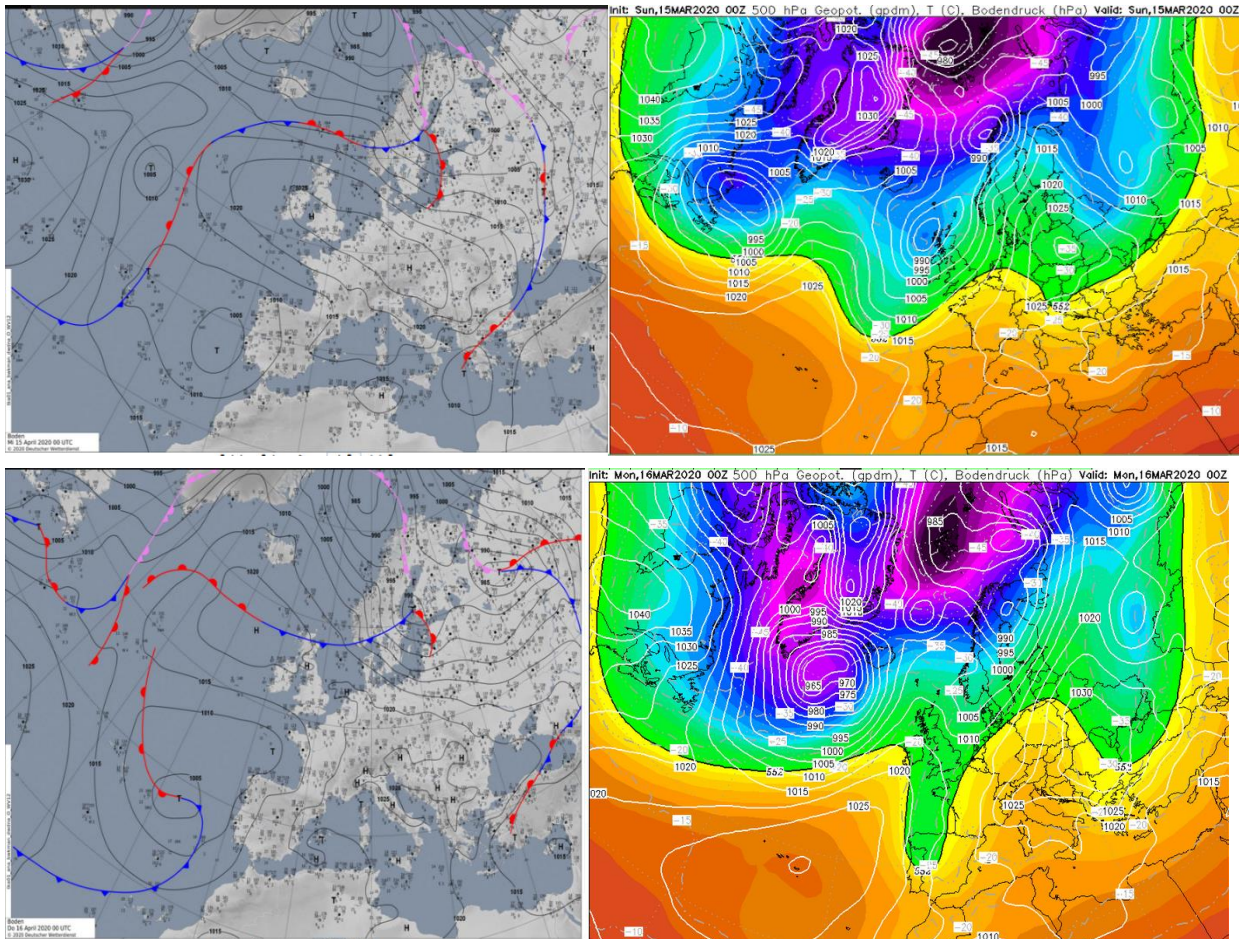


Рис. 3.7. Приземний аналіз, ВТ 500/100, АТ-500 за 00 UTC
15 та 16.04.2020 р.

Отже, посилення вітру 16 квітня 2020 р. спостерігалося завдяки розвитку антициклону над Західною Європою, активному просуванню його гребеню на схід та проходженням над центром та сходом України спочатку перехідної зони з великим градієнтами атмосферного тиску (2,4-2,6 гПа/100 км), далі вузької улоговини з холодною ділянкою полярного фронту на її вісі.

3.3 Повторюваність утворення сильних поривів вітру над Харківською областю протягом 2005-2020 рр.

Вітер біля поверхні землі рідко буває стійким. Він, як правило, характеризується чергуванням короточасних посилень (поривів) та послаблень, а також пульсаціями напрямків. Характеристики вітру відчують пульсації (пориви), викликані турбулентністю. Для оцінки поривів вітру біля Землі застосовують осереднення в декілька секунд, в той час як виділення основного повітряного потоку (середнього вітру) виконується великим часовим осередненням. Період осереднення параметрів вітру біля Землі стосовно задач метеорологічного оперативного забезпечення авіації - зліту та посадки повітряного судна для районів аеродрому складає 2 хвилини, а для цілей прогнозу погоди та кліматичних описів – період середнення 10 хвилин. Швидкість вітру на метеорологічних станціях більшості країн світу зазвичай вимірюють на висоті 10 м і осереднюють за 10 хвилин. Період осереднення має важливе значення, оскільки, наприклад, швидкість постійного вітру, виміряна за 1 хвилину, зазвичай на 14% вище значення, виміряного за 10 хвилин. Короткі періоди швидкого вітру досліджують окремо.

Пориви вітру – це короткі періоди швидкого вітру, за які швидкість вітру перевищує осереднену за 10 хвилин швидкість як мінімум на 5 м / с.

Сильні пориви вітру, урагани та шквали завдають значної шкоди. Небезпека для людей при таких природних явищах полягає в руйнуванні дорожніх і мостових покриттів, споруд, повітряних ліній електропередачі та зв'язку, наземних трубопроводів, а також ураженні людей уламками зруйнованих споруд, уламками скла, що летять з великою швидкістю. Крім того, люди можуть загинути і отримати травми в разі повного руйнування будівель. Саме тому дуже важливо вчасно повідомити про загрозу виникнення цих небезпечних або стихійних метеорологічних явищ погоди.

В роботі були використані такі параметри швидкості вітру:

ff - швидкість вітру на висоті 10-12 метрів над земною поверхнею, осредненная за 10-хвилинний період, що безпосередньо передував терміну спостереження (м/с);

ff_{10} - максимальне значення пориву вітру на висоті 10-12 метрів над земною поверхнею за 10-хвилинний період, що безпосередньо передував терміну спостереження (м/с);

ff_3 - максимальне значення пориву вітру на висоті 10-12 метрів над земною поверхнею за період між термінами спостереження (м/с) [18.22].

Для оцінки повторюваності поривів вітру зі швидкістю більше 15 м/с на території Харківської області використані дані п'яти метеорологічних станцій за період з 2005 по 2020 роки (Додаток В).

В період з лютого 2005 по жовтень 2020 рр. включно над Харківською областю сильні пориви вітру, що досягали 15 м/с і більше, спостерігалися 349 разів. Більше половини випадків сильних поривів вітру (66 % або 230 випадків) утворювалися над Харковом, менше чверті цих епізодів утворилися над Лозовою (16 % - 57 випадків), також в Богодухові відмічалось 38 випадків – 11 %. Над Красноградом та Ізюмом сильні пориви вітру відмічалися рідко, лише 5 % або 16 випадків у Краснограді та 2 % або 8 випадків у Ізюмі.

Відносно частіше сильні пориви вітру виникали у холодне півріччя (рис. 3.8), а саме у 52%. Найбільша повторюваність річного ходу сильних поривів вітру спостерігалася у березні та квітні (17 та 13% відповідно), тобто на ці два весняних місяця припадала третина всіх випадків поривів над областю. Також відносно значна кількість поривів спостерігалася у грудні (12% або 42 випадки), листопаді та лютому – по 10%. Виявилось, що у січні пориви виникали вкрай рідко у порівнянні з рештою зимових місяців – 3% або 10 випадків за 16 років. Менш за все пориви фіксувалися в жовтні – 1% або 4 випадки за 16 років.

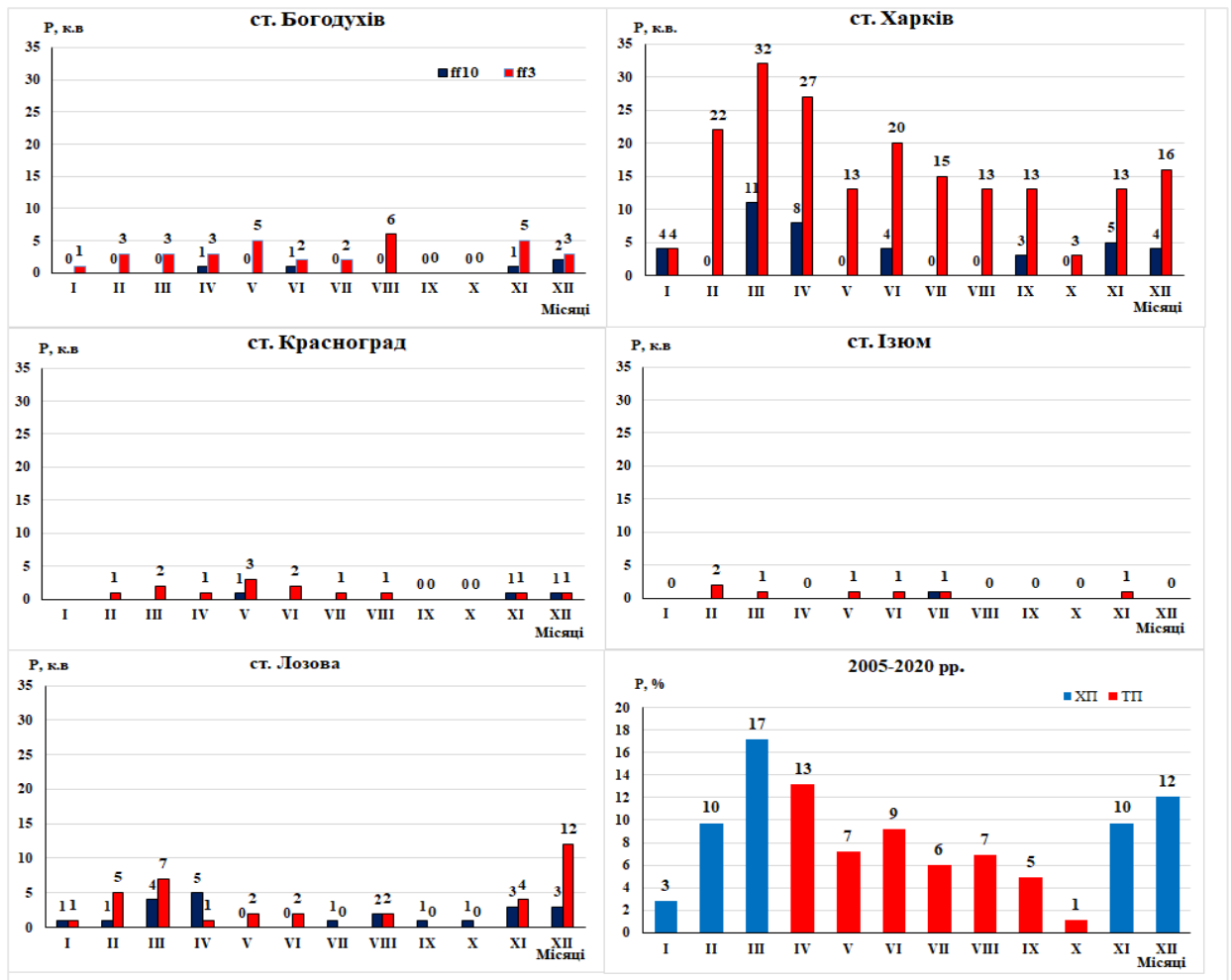


Рис. 3.8. Річний хід кількості випадків максимальних поривів вітру в Харківській області протягом 2005-2020 рр.

Аналізуючи річний хід утворення максимальних поривів, а саме ff10 та ff3 (рис. 3.8), можна відмітити, що за весь період дослідження на станції Богодухів сильні пориви вітру ff10 відмічалися 5 разів – в квітні (1), червні (1), листопаді (1) та грудні (2), тому найбільша повторюваність 0,6 % у грудні; сильні пориви ff3 - 33 випадки, з яких найбільша повторюваність в серпні – 1,7% або 6 випадків. На станції Харків сильні пориви вітру ff10 відмічалися 39 разів, найбільша повторюваність 3,2 % або 11 випадків у березні; сильні пориви ff3 - 191 випадок, з яких найбільша повторюваність також в березні – 9,2% - 32 випадки. На станції Красноград сильні пориви вітру ff10 відмічалися 3 рази – в травні, листопаді та грудні (0,3%); сильні пориви ff3 - 13 випадків, з яких найбільша повторюваність в травні – 0,9%. На станції Ізюм сильні пориви вітру ff10 відмічалися тільки в липні (0,3%); сильні пориви ff3 - 7 випадків, з яких найбільша повторюваність в лютому –

0,6% (2 випадки). На станції Лозова сильні пориви вітру ff10 відмічалися 22 рази, найбільша повторюваність 1,4% (5 випадків) в квітні; сильні пориви ff3 - 36 випадків, з яких найбільша повторюваність в грудні – 3,4% (12 випадків).

Отже, сильні пориви вітру в Харківській області протягом періоду дослідження утворювалися найчастіше на станціях Харків, Лозова, менше в Богодухові у холодне півріччя.

Міжрічна мінливість повторюваності сильних поривів вітру в Харківській області протягом 2005-2020 рр. наведена на рис. 3.9.

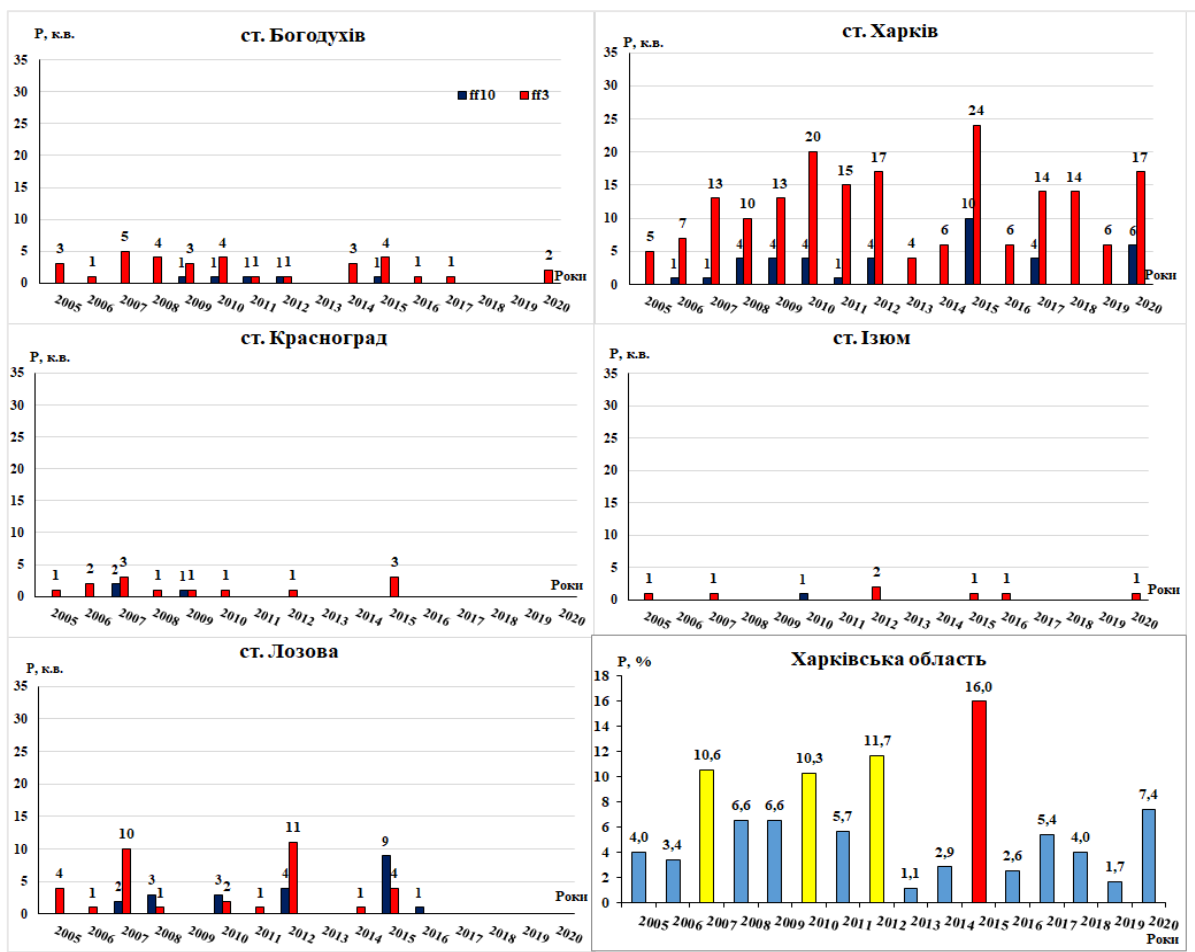


Рис. 3.9. Міжрічна мінливість максимальних поривів вітру в Харківській області протягом 2005-2020 рр.

Аналізуючи міжрічну мінливість сильних поривів вітру в Харківській області протягом періоду дослідження можна відмітити, що на ст. Богодухів максимальні пориви вітру ff10 відмічалися 5 разів – в 2009, 2010, 2011, 2012

та 2015 роках; а максимальні пориви вітру ff3 – 33 випадки, з яких найбільша кількість випадків 5 в 2007 році. На станції Харків сильні пориви вітру ff10 відмічалися 39 разів, найбільше випадків спостерігалось у 2015 році і становило 10; сильні пориви ff3 – 191 випадок, з яких найбільше випадків також в 2015 році - 24. На станції Красноград сильні пориви вітру ff10 відмічалися 3 рази – в 2007 році – 2 випадки та в 2009 році - 1; сильні пориви ff3 - 13 випадків, з яких найбільше 3 епізоди відмічалися в 2007 та 2015 роках. На станції Ізюм сильні пориви вітру ff10 відмічалися тільки в 2010 році (1); сильні пориви ff3 – загалом відмічалось 7 випадків, з яких найбільше в 2012 році - 2. На станції Лозова сильні пориви вітру ff10 відмічалися 22 рази, найбільше спостерігалось в 2015 році – 9 епізодів; сильні пориви ff3 – 35 випадків, з яких в 2012 році відмічалась найбільша кількість випадків сильних поривів вітру – 11.

В Харківській області протягом періоду дослідження найбільша повторюваність максимальних поривів вітру спостерігалась в 2015 році – 16 % (56 випадків), також значна повторюваність відмічалась в 2012 році – 11,7% (41 випадок), в 2007 та 2010 роках – 10,6% (37) та 10,3% (36 випадків) відповідно; найменша повторюваність відмічалась в 2013 році – 1,1% (4 випадки) (рис.3.9).

Проаналізувавши випадки з сильними поривами вітру протягом періоду дослідження для Харківської області (Додаток В), можна виділити, що вони всі відносяться до НМЯ I (жовтий) вітер – якщо швидкість вітру 15-24 м/с. Окремо на станціях Богодухів, Харків, Лозова відмічалися СМЯ II (помаранчевий) сильний вітер – 25-34 м/с, а саме в Богодухові: 12.07.2014 р., в Харкові: 11.11.2007 р., 19.07.2010 р., 28.06.2018 р. та в Лозовій: також 11.11.2007 р. Протягом періоду дослідження в Харкові 04.07.2011 р., відмічалось СМЯ III ((червоний) надзвичайний вітер – більше 35 м/с при будь-якій тривалості), коли відмічався шквал, швидкість поривів досягала 36 м/с.

3.4 Аналіз утворення надзвичайного шквалу в Харкові 4 липня 2011 р.

Шквал – це сильний вітер, який відрізняється від пориву вітру більшою тривалістю, іноді повторюється протягом короткого часу, це дуже різке посилення швидкості вітру, що супроводжується зміненням його напрямку. Зростання швидкості вітру відбувається протягом декількох секунд. Швидкість вітру при шквалі досягає 20-40 м/с, а іноді і більше. Триває шквал декілька хвилин, як правило, у вигляді поодинокого явища. Виникнення шквалу пов'язано з розвитком потужних Сб (купчасто-дощових хмар), що супроводжуються грозами та зливами, часто з градом. Лише в умовах великої сухості повітря можливі шквали без утворювання купчастих хмар. Перед шквалом відмічається швидке падіння тиску, при появі – різкий ріст тиску, а після припинення – знову падіння тиску. Повторюваність шквалів максимальна в літній період.

Шквали в більшості випадків пов'язані з купчасто-дощовими (грозовими) хмарами або місцевою конвекцією, і з холодним фронтом. У першому випадку шквали внутрішньо-масові, у другому – фронтальні [31].

В Харкові 4 липня 2011 р. був зафіксований шквал зі швидкістю вітру 21 м/с з поривами до 36 м/с, який завдав людських жертв та спричинив значні збитки комунальному господарству (рис.3.10). Максимальні збитки в Московському районі (дуже сильний дощ) - вода піднялася до 40-60 см, затопила метро, автомобілі; в Комінтернівському, Фрунзенському районах - шквал, град, дощ - побиті машини, видавлено скло вікон, вивернуте 850 дерев, обірвані дроти. Пошкоджені в аеропорту 2 прилади «Пеленг», щогла з приладом "Марк", метеорологічна будка. За декілька годин пролилося 43 мм опадів (місячна норма опадів в липні 61 мм) [9].



Рис. 3.10. Погодні умови та наслідки проходження шквалу в Харкові 4 липня 2011 р. [29]

Аналізуючи синоптичну ситуацію за матеріалами ресурсу [27], можна відмітити, що синоптичний процес, який зумовив шквал не обмежувався територією Харкова і характеризувався наявністю великого циклону, що визначав погоду Європи та Європейської території Росії (ЄТР) (рис. 3.11). Його центр розташовувався над районом Варшави, з мінімальним тиском в центрі 1004,0 гПа. Циклон був високим баричним утворенням і простежувався до висоти 11 км.

Висотна барична улоговина орієнтована меридіонально з районів Варшави на східну частину України. Територія України перебувала в передній частині улоговини (рис. 3.12). Південно-західними потоками на схід України виносило тепле Середземноморське повітря. Над заходом України розташовувалася улоговина холоду.

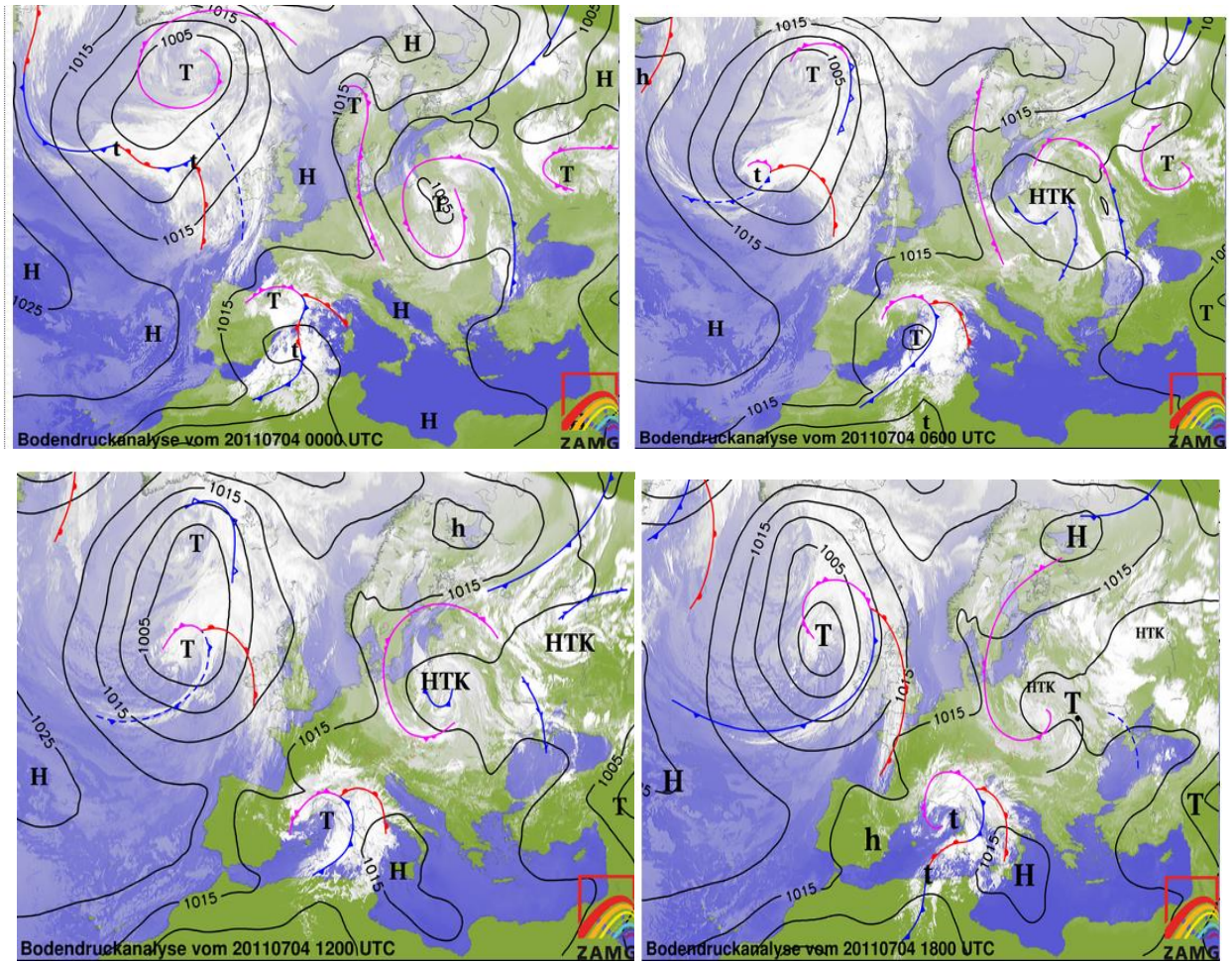


Рис. 3.11. Приземний аналіз за 4 липня 2011 р., 00, 06, 12, 18 UTC

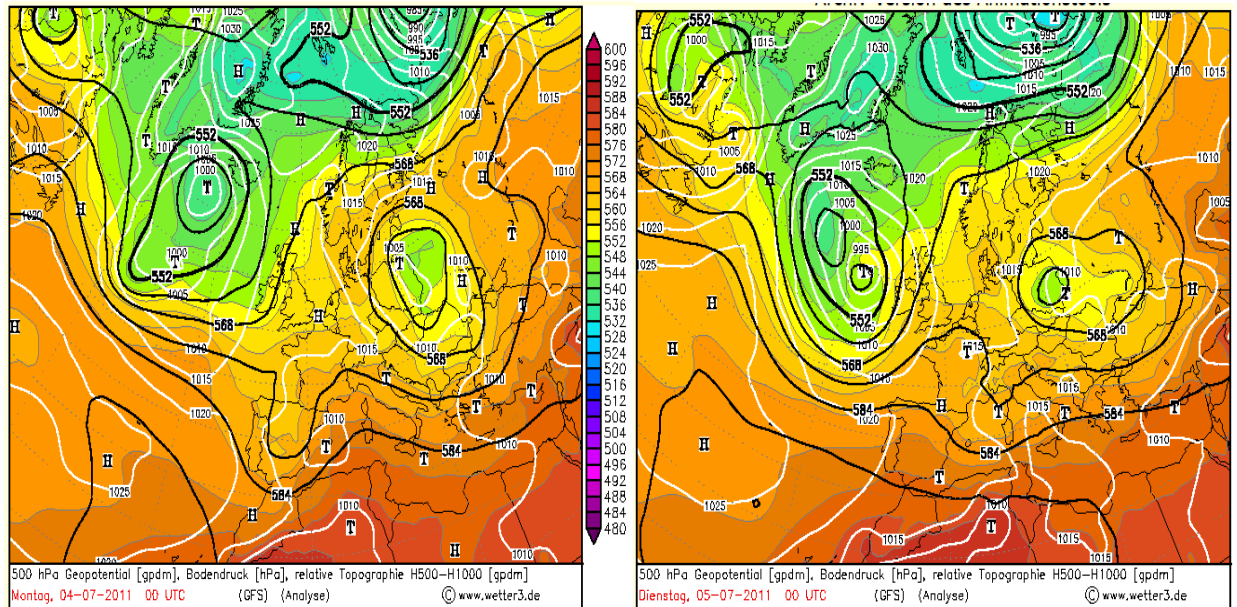


Рис. 3.12. Приземний аналіз, ВТ 500/100, АТ-500 за 00 UTC

04-05.07.2011р.

Осередок холоду згідно відносної топографії (рис. 3.12) та абсолютної на рівні 850 гПа (рис. 3.13) знаходився над районами Польщі та Білорусії. Контрасти температур в області висотної фронтальної зони над сходом України були досить значними: 11 °С/450 км на рівні 850 гПа (рис. 3.13) і 11 дам/1000 км (рис. 3.12).

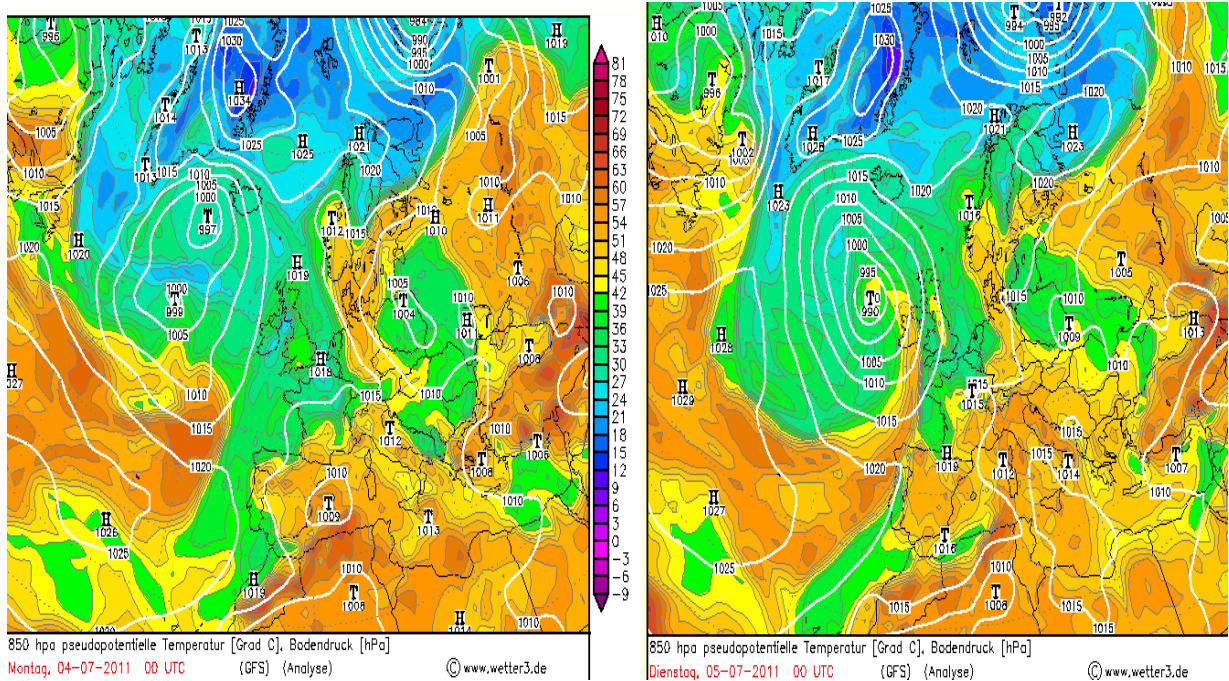


Рис. 3.13. Аналіз карти АТ-850 за 00 UTC 04-05.07.2011 р.

За даними мікрокільцевих карт 4 липня 2011 р. 00 (03) UTC біля поверхні землі активний холодний фронт з хвилями проходив по лінії Харків-Запоріжжя-Сімферополь і далі на південний захід Чорного моря. Швидкість руху даного фронту над Україною становила 30-35 км/год. До 09 (12) UTC 04 липня 2011 р. на хвилі утворився часний циклон з центром над Павлоградом і мінімальним тиском в центрі 1007,1 гПа. Холодний фронт з хвилями був активним, про що свідчить активна грозова діяльність у зоні даного фронту (рис. 3.14).

За даними радіозондування атмосфери отриманими за 00 UTC протягом 4 липня 2011 р. над Харковом дефіцит точки роси становив 0,4 до 7,0°C на рівнях 700 і 850 гПа (рис. 3.15), мінімальним значенням на рівні 850 гПа та

спостерігалася значна нестійкість атмосфери до висоти 11,5 км (Додаток Г).

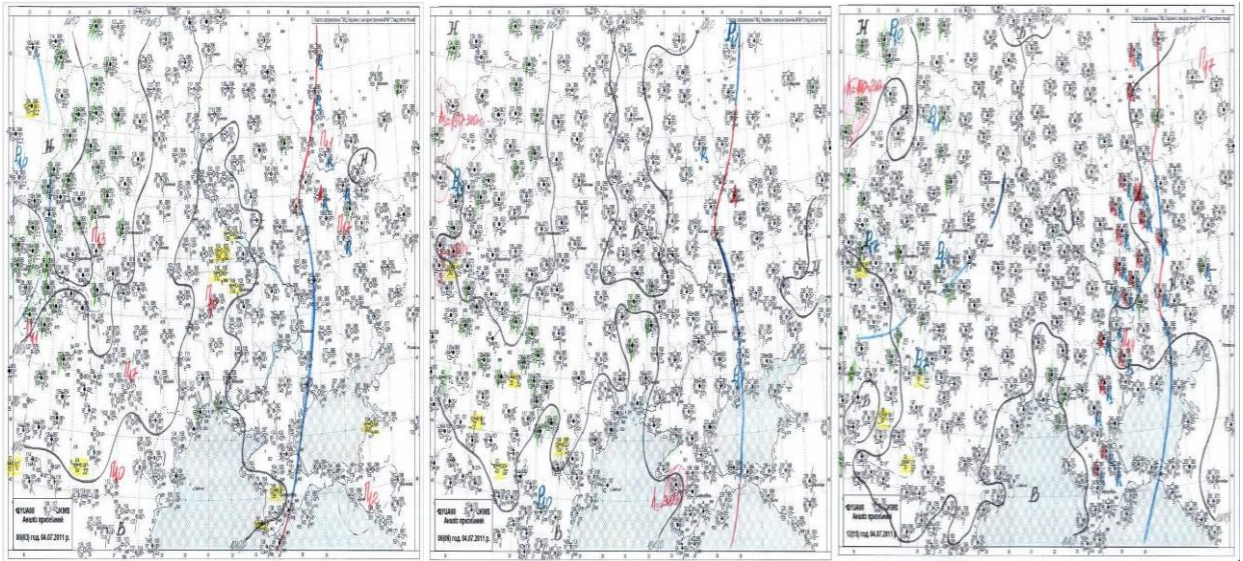


Рис.3.14. Мікротельцеві карти погоди за 4 липня 2011 р. в 00,06,12 UTC

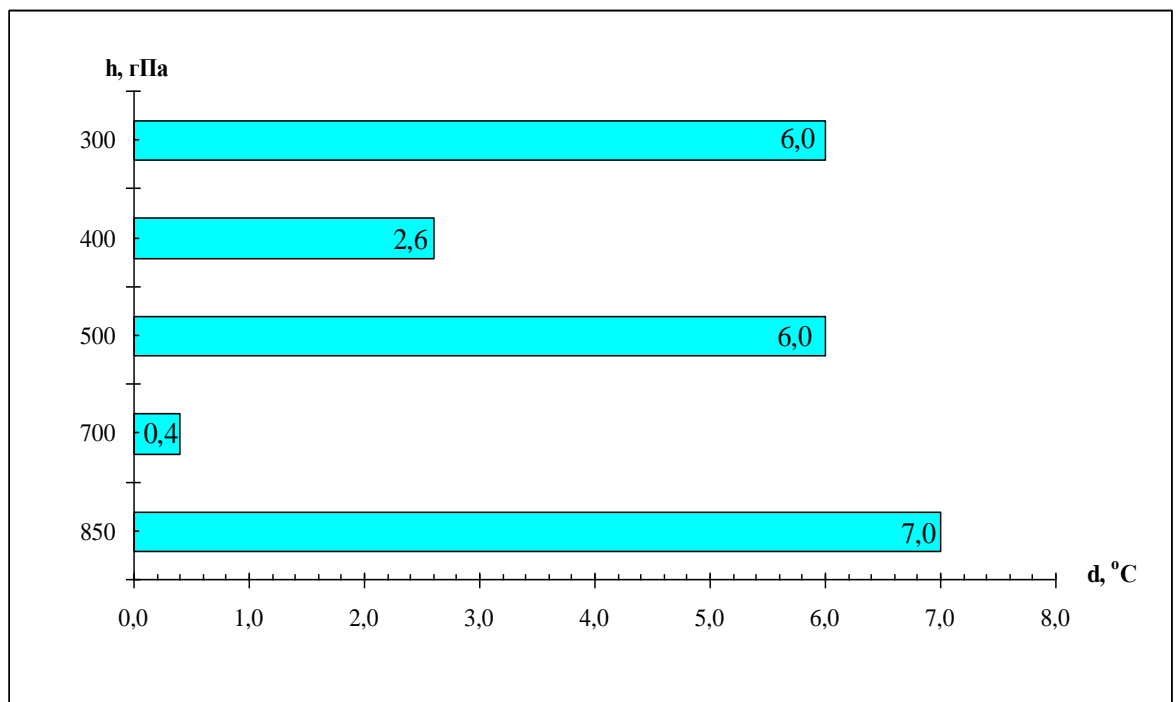


Рис. 3.15. Дефіцит точки роси 4 липня 2011 р., 00 UTC.

Найбільш сприятливими синоптичними положеннями влітку в другій половині дня для розвитку більшості шквалів є холодний фронт у районі вершини хвильового збурення, а також передня частина висотної баричної улоговини і передня частина термічної улоговини [5,6,10]. Для виникнення шквалу необхідні не тільки сприятливі синоптичні, але й сприятливі термодинамічні умови. Необхідна значна за величиною енергія нестійкості теплої повітряної маси. Саме таке синоптичне положення і такі умови спостерігалися 4 липня 2011 р. над районами Харківської області.

На виникнення шквалу в Харкові 4 липня 2011 р. і досягнення швидкості вітру при шквалі значень СМЯ-III (пориви до 36 м/с) вплинуло:

- проходження холодного фронту з хвилями;
- близькість хвилі до пункту прогнозу;
- шквал спостерігався в післяполуденні години - час максимального розвитку конвекції і загострення холодного фронту.

Основну роль зіграв розвиток суперосередку.

3.5 Циркуляційні механізми, що сприяли посиленню вітру над Харківщиною у 2005-2020 рр.

Перенесення повітряних мас на Україні відбуваються при різних циркуляційних процесах. Ці процеси відрізняються різноманіттям форм і складністю сезонних змін циркуляції.

Погодні умови України залежать як від великомасштабної циркуляції атмосфери над Північною півкулею, так і від регіональних особливостей відносно невеликої території. Схід України знаходиться на осі позатропічного максимуму [13, 16]. Ця вісь проходить через Україну з південного заходу на північний схід, приблизно від Кишинєва (відріг азорського антициклону) через Дніпропетровськ на Луганськ (відріг сибірського максимуму) і була вітророздільною лінією [3].

Однією з ознак сучасних кліматичних змін є помітне ослаблення швидкості вітру над Україною і прилеглих територій, а оскільки режим вітру формується під впливом макромасштабних циркуляції, то зміни простежуються і в переважаючих синоптичних процесах [3,4,6,7,15].

Перенесення повітряних мас на Україні відбуваються при різних циркуляційних процесах. Ці процеси відрізняються різноманіттям форм і складністю сезонних змін циркуляції.

Оскільки виникнення сильного вітру над Україною пов'язане з великомасштабними синоптичними процесами в помірних широтах Атлантико-Європейського регіону та із макроциркуляцією Північної півкулі, то слід виявити які типи атмосферної циркуляції створюють ці небезпечні погодні умови. Розуміння такого зв'язку буде корисним у вдосконаленні прогнозування небезпечних погодних умов.

Існує багато класифікацій великомасштабної циркуляції атмосфери Північної півкулі, серед яких найбільш відома синоптична класифікація великомасштабних атмосферних процесів Б.Л. Дзердзеєвського [26] і якій у 2021 р. буде 75 років. Всі ці класифікації схематизують циркуляцію атмосфери, відкидаючи дрібні деталі баричного поля, що спрощує опис синоптичних процесів. Частина типів і груп типів із синоптичної класифікації Дзердзеєвського спостерігається досить синхронно з типами із класифікації, побудованої за формальними алгоритмами розбиття на кластери спостережених баричних полів.

Основною ознакою, за якою проведена типізація є наявність або відсутність блокуючих процесів у півкулі, їх напрямок і кількість. В окрему групу були виділені процеси з циклонічною циркуляцією на полюсі. Всього виділено 4 групи циркуляції, 13 типів, 41 підтип, елементарний циркуляційний механізм (ЕЦМ), який і є основною одиницею типізації.

Позначення ЕЦМ включає число та букви. Число – це тип ЕЦМ. Першими бувами алфавіту (а,б,в,г або a, b, c, d) позначаються відмінності ЕЦМ в межах одного типу у напрямі арктичних вторгнень або виходу

південних циклонів Буквами «з» - зимовий і «л» - літній («w» - winter і «s» - summer) – сезонні відмінності ЕЦМ по знаку баричних полів над океанами та континентами. Але в типах 4, 9 і 10 зимові ЕЦМ (4а, 9б і 10а) обозначені першими буквами алфавіту.

В класифікації Дзердзеєвського тип великомасштабної атмосферної циркуляції для позатропічних широт Північної півкулі визначається положенням і характером основних синоптичних процесів у нижній тропосфері – переміщенням південних циклонів і траєкторій антициклонів, пов'язаних з арктичними вторгненнями. Ці процеси відображують відносно стійке у часі географічне положення висотних баричних улоговин і гребенів. Так звані елементарні циркуляційні механізми (ЕЦМ) розрізняються по числу та географічному положенню улоговин і гребенів у полі тиску середньої тропосфери і положенню траєкторій приземних баричних утворень. Число ЕЦМ, введених Дзердзеєвським, дорівнює 13. Незначні зміщення улоговин і гребенів у просторі і по сезонах доводить варіанти циркуляційних схем до 41. Цей набір дозволяє будь-який спостережений стан атмосфери віднести до конкретного типу циркуляції, так що зміни циркуляції в часі зводяться до зміни типів (протягом доби існує лише один тип).

Типи циркуляції утворюють 15 груп, що розрізняються на рівні АТ-500 по кількості та напрямку відхилень переважаючого повітряного потоку від чисто зонального. Групи не приурочені до сезонів року.

Типізація циркуляційних процесів Б.Л. Дзердзеєвського, може бути корисною в цілях середньострокового і довгострокового прогнозування погоди. Можна припустити зв'язок типів ЕЦМ з умовами придатними або не придатними для формування сильного та надзвичайного вітру [33].

На підставі запропонованої в [26,33] типізації був проведений аналіз синоптичних умов, які сприяли посиленню вітру над Харківською областю протягом періоду дослідження.

Вітер зі швидкістю 15 м/с і більше над Харківщиною у 2005-2020 рр. біля землі приймав напрямок від північного до південного через східну

частину горизонту (табл. 3.2). Західних румбів не спостерігалось взагалі.

Таблиця 3.2 – Типи ЕЦМ, при яких над Харківською областю спостерігався сильний вітер

№ п/п	Дата	Станції	Земля		АТ-500		Тип ЕЦМ
			Vmax, м/с	dd, град.	Vmax, м/с	dd, град.	
1	14.02.2005 р.	Лозова	16	Пд	20	Пд	8гз
2	11.11.2007 р.	Лозова	19	Пд	17	Пд	8а
3		Харків.	15	Сх	17	Пд- Сх	
4	22.03.2007 р.	Лозова	15	Пд- Сх	16	Пд- Сх	13л
5	25.03.2008 р.	Богодухів	15	Пд	23	Пд	13л
6	23.11.2008 р.	Богодухів	15	Пд- Сх	34	Пд- Сх	11в
7	22.01.2012 р.	Харків	15	Сх	21	Пд	8гз
8	19.04.2012 р.	Харків	15	Сх	21	Пд	12а
9	12.12.2012 р.	Лозова	16	Пн- Сх	23	Пд	13з
10	28.03.2015 р.	Лозова	24	Сх	31	Сх	13а
11	29.03.2015 р.	Лозова	18	Сх	20	Сх	8гз
12	07.04.2015 р.	Лозова	18	Пн	19	Сх	12бл
13	22.01.2018	Харків	15	Пн	25	Пн- Сх	12а

Напрямок переносу на рівні 500 гПа переважно був південним (46%), майже половина, також значна частка випадків сильного вітру утворювалася при східному та південно-східному напрямках переносу (по 23%). Лише один випадок посилення вітру спостерігався при північно-східному напрямку ізогіс на АТ-500 (8%). Якщо порівняти напрямок сильного вітру біля землі та на АТ-500, то виявиться відсутність повороту вітру з висотою або правий

поворот – адвекція тепла. Найбільш сильний поворот спостерігався на ст. Лозова 12.12.2012р., коли при приземному північно-східному вітрі спостерігався південний напрямок на висоті 5 км (ЕЦМ 13з).

Щодо швидкості на рівні 500 гПа, то вона коливалася від 16 до 34 м/с, а в середньому становила 22 м/с. Лише двічі швидкість на цьому рівні перевищувала 30 м/с, що вказує на опускання струменевої течії. Така ситуація спостерігалася у холодне півріччя (березень, листопад) при ЕЦМ 11в і 13а.

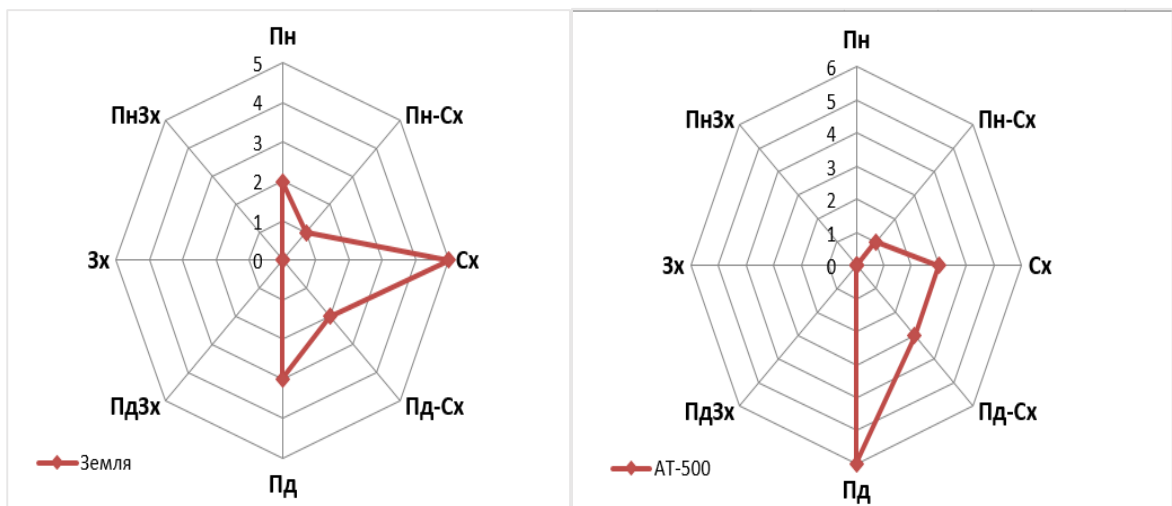
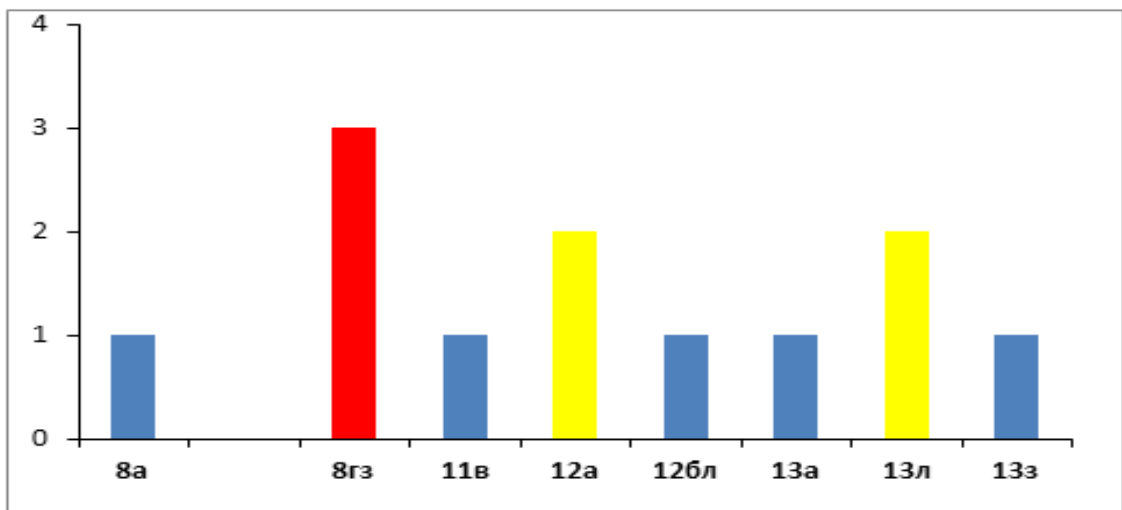


Рис. 3.16. Типи ЕЦМ та напрямок вітру над Харківщиною під час сильного вітру за період 2005 – 2020 рр.

Як видно з рис. 3.16, всі випадки сильного вітру виникали лише за умов меридіональної циркуляції, а найчастіше сильний вітер утворювався при встановленні та збереженні ЕЦМ 8гз (з січня по березень), при якому циклонічна діяльність на арктичному фронті та регенерація циклонів на полярному фронті створює між двома блокуючими процесами майже стаціонарну депресію (рис. 3.16).

Взимку при розвитку сибірського антициклону створюється зона великих баричних градієнтів між його гребенем та областю зниженого тиску, яка формується над Західною Європою через циклонічну діяльність на арктичному фронті та пересування над регіоном атлантичних та середземноморських циклонів (14.02.2005, 22.01.2012 та 29.03.2015 рр.).

По два випадки сильного вітру виявлено при збереженні типів ЕЦМ 12а та 13л. Перший тип утворюється протягом року, частіше у період переходу від холодного півріччя до теплого (19.04.2012, та 22.01.2018), коли арктичний антициклон досягає найбільшої потужності, а у південних широтах підстильна поверхня вже досить тепла, що сприяє циклогенезу.

Основною ознакою ЕЦМ 13 є циклонічність над Арктикою, яка визначається розвитком циклонічної діяльності на арктичному фронті, а особливо регенерацію на ньому оклюдованих циклонів, що пересуваються з півдня на північ протягом року, але влітку відносно частіше. При ЕЗМ 13л Азорський антициклон залишається в південних широтах Атлантичного океану; його гребінь витягнутий на Західну Європу [33,3-37].

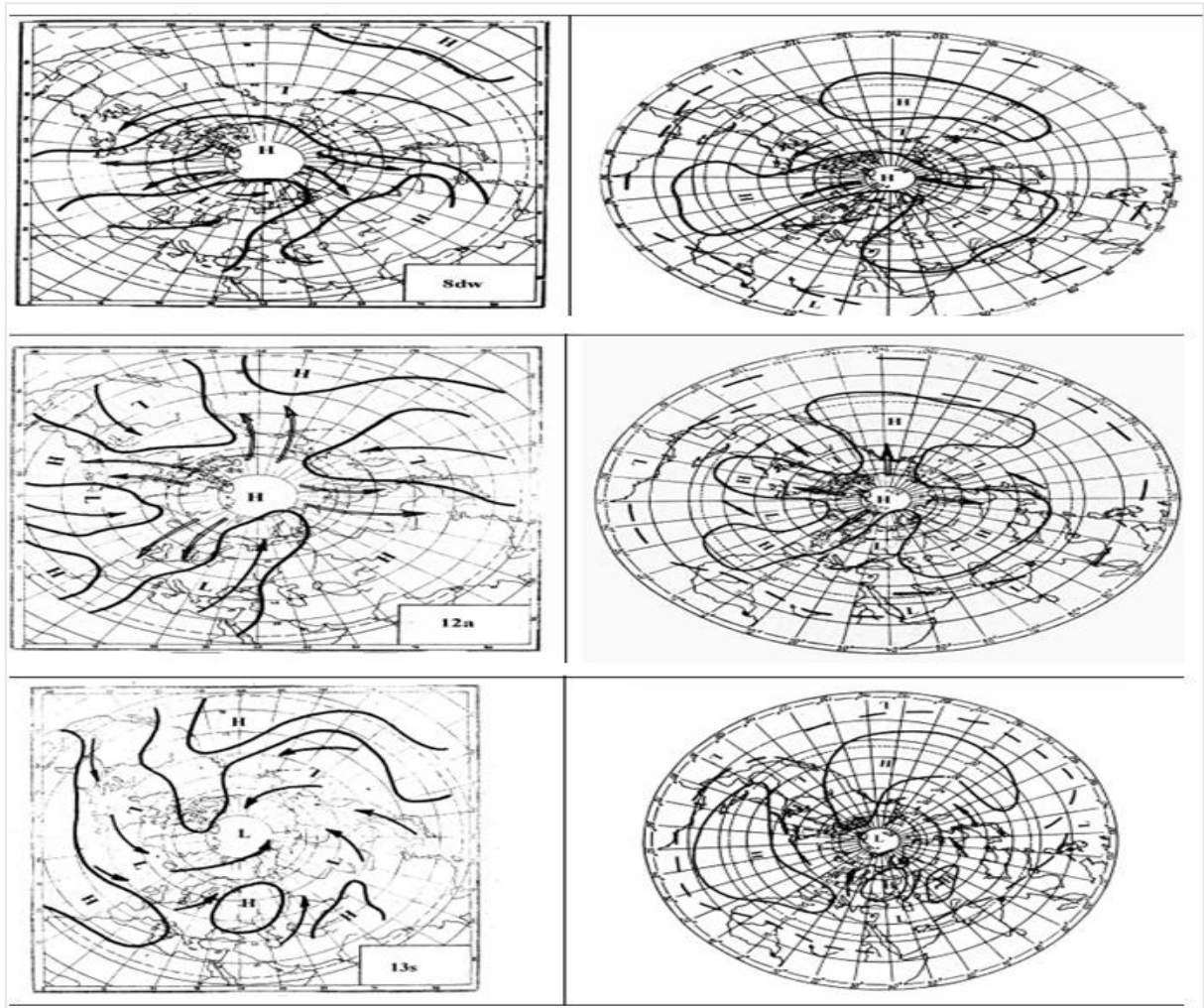


Рис. 3.17. Елементарні циркуляційні механізми 8 гз (dw), 12а та 13л (s) [26]

Циклонічна діяльність розвивалась в північній половині Атлантики (22.03.2007р. та 25.03.2008р.). Тривале збереження цього типу ЕЦМ 22-24.03.2007 року призвело до посилення вітру над південним сходом України до 20-25 м/с та виникненню стихійної пилової бурі.

Як відомо, рівнинний характер сходу України сприяє поширенню повітряних мас з Атлантичного океану, Середземного і Чорного морів і в той же час не перешкоджає вторгнення континентальних повітряних мас [3,7,12,13]. У разі переміщення циклону з заходу або південного заходу до периферії континентального антициклону активізуються атмосферні фронти з супутніми небезпечними явищами погоди [3,32,35-37].

Основними центрами дії атмосфери над сходом України є: сибірський зимовий антициклон з відрогами на захід і південний захід; ісландська

барична депресія, підсилюється взимку і слабшає влітку; арктичний антициклон; південні циклони; азорський антициклон, ядра і гребені якого активні влітку. Взаємодія цих центрів дії атмосфери обумовлюють адвекцію повітряних мас.

На підставі запропонованої в [8] типізації був проведений аналіз синоптичних умов, які сприяли посиленню вітру над Харківською областю.

Залежно від структури термобаричного поля нижньої тропосфери над Україною, траєкторій переміщення основних баричних утворень біля землі і особливостей перенесення повітряних мас виділено 6 типів і 17 підтипів атмосферних процесів, що визначають вітровий режим на заданій території.

В ході дослідження для кожного типу і підтипу підрахована кількість випадків сильного вітру, а потім визначена їх повторюваність від загальної кількості випадків сильного вітру при визначеному підтипі синоптичного процесу. Виявилось, що формуванню сильного вітру сприяли типи 5 та 6 (табл. 3.3 та рис. 3.18).

Отже, сильний вітер утворюється при синоптичних процесах, віднесених до 5 і 6 типу класифікації. Тип 5 – це периферійні атмосферні процеси з атмосферними фронтами (рис. 3.19). Підтип 5.1 – східний та північно-східний перенос по східній-південно-східній периферії антициклону.

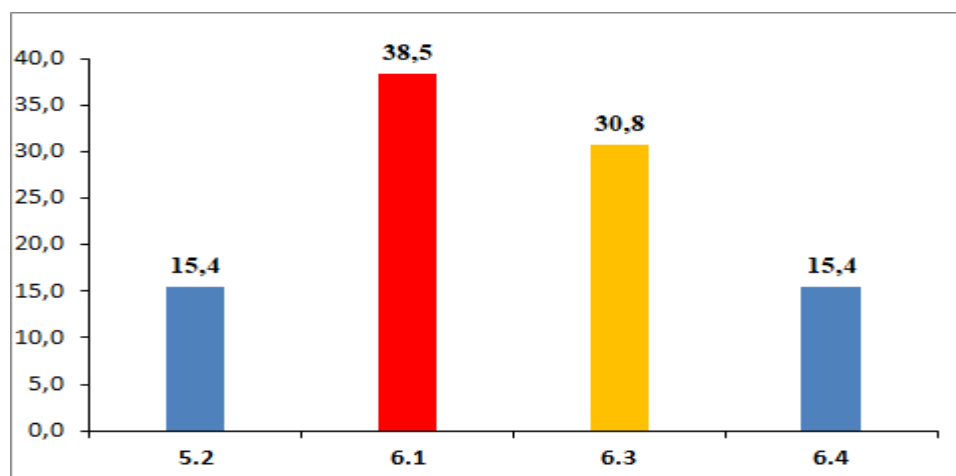


Рис. 3.18. Повторюваність (P, %) підтипів синоптичних процесів над Харківською областю за наявності сильного вітру у 2005-2020 рр.

Таблиця 3.3 - Кількість випадків сильного вітру ($\geq 15\text{ м/с}$) над Харківщиною за 2005-2020 рр. та характеристика умов його виникнення

№ п/п	Дата	Станції	V_{max} , м/с	dd, румб.	$\partial P / \partial n$, гПа / 100 км	Підтип син. сит.
1	14.02.2005 р.	Лозова	16	Пд	6,25	6.1
2	11.11.2007 р.	Лозова	19	Пд	6,8	6.3
3		Харків.	15	Сх	6,8	
4	22.03.2007 р.	Лозова	15	Пд-Сх	6,45	6.3
5	25.03.2008 р.	Богодухів	15	Пд	2,5	6.3
6	23.11.2008 р.	Богодухів	15	Пд-Сх	6,6	6.1
7	22.01.2012 р.	Харків	15	Сх	4,2	6.1
8	19.04.2012 р.	Харків	15	Сх	3,0	5.2
9	12.12.2012 р.	Лозова	16	Пн-Сх	3,2	6.4
10	28.03.2015 р.	Лозова	24	Сх	8,3	6.1
11	29.03.2015 р.	Лозова	18	Сх	6,3	6.1
12	07.04.2015 р.	Лозова	18	Пн	2,5	6.4
13	22.01.2018	Харків	15	Пн	2,4	5.2

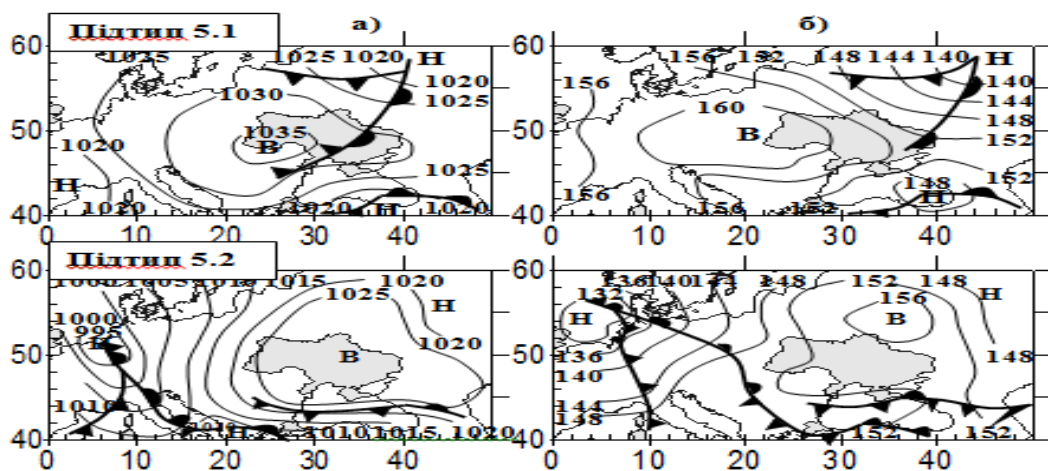


Рис. 3.19. Підтипи синоптичного типу 5. Карти-схеми: приземна (а) і AT_{850} (б)

Швидкість вітру зростає під впливом чорноморської депресії та штормової зони ($\partial P/\partial n \geq 3,5$ гПа/111 км) з фронтом. Підтип 5.2 – східний і південно-східний перенос відбувається по південній-південно-західній периферії антициклону при проходженні арктичного чи полярного фронтів; в зоні підвищених градієнтів тиску без фронтів або при наявності розмитого фронту [31].

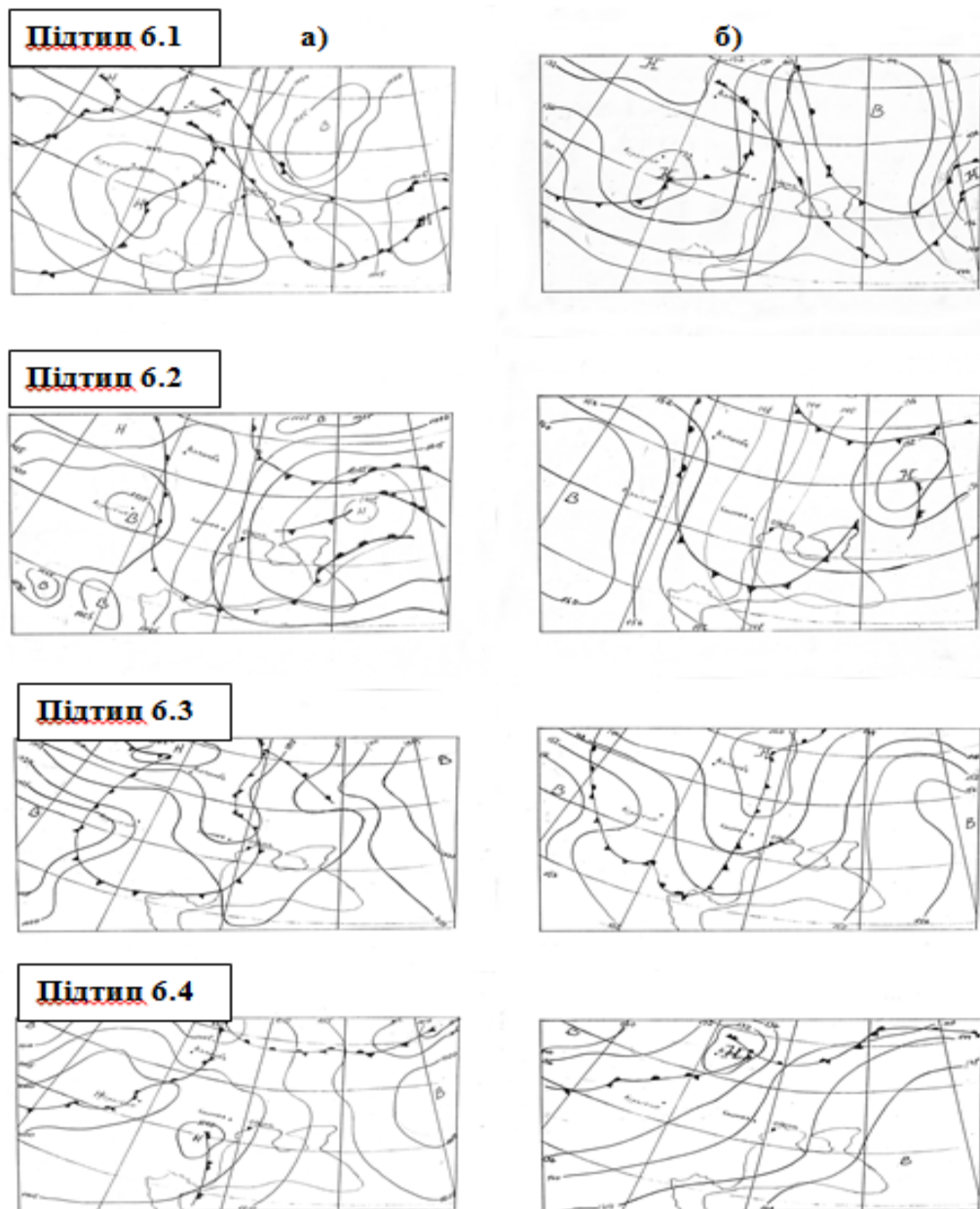


Рис. 3.20. Підтипи синоптичного типу 6.

Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б) [31]

Тип 6 – це циклонічні циркуляції з великими баричними градієнтами ($\partial P/\partial n \geq 2,5$ гПа/111 км). Підтип 6.1 (рис. 3.20) – східна частина циклону або штормова зона між циклоном на заході-північному заході та антициклоном на сході. Підтип 6.2 – тил циклону, що переміщується зі швидкістю ≥ 40 км·год⁻¹. Підтип 6.3 представляє улоговину з фронтами, а підтип 6.4 – південний циклон, що здійснює перенос повітряних мас з півдня. Проте у його північній частині може спостерігатися вітер північно- і південно-східних напрямків, а в центрі циклону (з фронтами) – всіх напрямків, включаючи північно-західний [31].

Синоптичний тип 6, тобто циклонічна циркуляція з великим баричними градієнтами (рис. 3.20) обумовлював переважну більшість випадків сильного вітру – 84,6 %, при чому відносна перевага припадала на підтип 6.1 та 6.3, а саме 38,5% та 30,8 %, відповідно. Найрідше вітер посилювався при підтипах 6.4. Також досить рідко відмічався підтип 5.2 – 15,4 %. Над різними станціями інтенсивність вітру збільшувалася по різному, так над Богодуховом вітер зростав при підтипах 6.1 та 6.3, над Харковом – при 5.2, 6.1, 6.3, над Лозовою – при підтипах 6.1, 6.3, 6.4.

Отже, над Харківською областю сильний вітер виникав над станціями Богодухів, Харків, Лозова в холодне півріччя при циклонічній циркуляції з великими баричними градієнтами (синоптичний тип 6) (84,6 %).

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи отримані наступні висновки:

1. Над Харківською областю простежується чіткий річний хід швидкості вітру – від найбільших величин взимку (січні–лютому), до найменших влітку (серпні). Середньорічна швидкість вітру у регіоні з 2005 по 2020 рр. становила від 2 до 4м/с за винятком Ізюму, де вона склала 1,8 м/с. В порівнянні з кліматичною нормою середньорічна швидкість вітру зменшилася по всіх пунктах на 0,3-0,6 м/с, з максимальним зниженням у Богодухові - на 0,8м/с. Істотних змін у розподілі переважаючих напрямків вітру над районами Харківської області за розглянутий період не відбулося.

2. Розподіл швидкості вітру за градаціями у 2005-2020 рр. визначив переважання над Харківською областю швидкості вітру градації 2 - 5 м/с. Сильний вітер зі швидкістю 15 м/с і більше переважно утворювався у холодне півріччя (83 %), найчастіше у листопаді та березні – по 30 % всіх випадків. Влітку швидкість вітру не досягала 15 м/с жодного разу. Найчастіше (50 %) сильний вітер у Харківській області спостерігався в над станцією Лозова. Такий вітер приймав напрямом від північного до південного через східну частину горизонту. Західних румбів сильного вітру не спостерігалось взагалі.

3. Посилення вітру (НМЯ-1) 16 квітня 2020 року зумовлено формуванням зони значних баричних градієнтів та впливом холодної гілки полярного фронту.

4. Сильні пориви вітру над Харківською областю протягом періоду дослідження спостерігалися 349 разів, найчастіше у холодне півріччя (52%) на станціях Харків, Лозова, менше в Богодухові. Менш за все сильні пориви фіксувалися в жовтні 1% або 4 випадки за 16 років. Найбільша повторюваність сильних поривів вітру спостерігалась в 2015 році – 16 %

(56 випадків).

5. Виникненню надзвичайного шквалу в Харкові у післяполудневі години 4 липня 2011 р. і досягнення швидкості вітру критеріїв СМЯ ІІІ (пориви до 36 м/с) сприяло проходження холодного фронту з хвилями, його загострення та близькість хвилі до пункту прогнозу.

6. Всі випадки сильного вітру виникали лише за умов меридіональної циркуляції, а найчастіше сильний вітер утворювався при встановленні та збереженні ЕЦМ 8гз (з січня по березень), при якому циклонічна діяльність на арктичному фронті та регенерація циклонів на полярному фронті створює між двома блокуючими процесами майже стаціонарну депресію. Сильний вітер переважно виникав над станціями Богодухів, Харків, Лозова в холодне півріччя при циклонічній циркуляції з великим баричними градієнтами (синоптичний тип б) (84,6%).



ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антонович В. Д., Литвякова Л. А. Особенности временных рядов скорости ветра // Труды ГГО, 1979. Вып. 425. С. 42-46
2. Гребенюк, Н.П. Про зміни температури повітря в містах України у процесі урбанізації // Труды УкрНИИГМИ. 2004. Вып. 253. С. 148-154.
3. Зубкович С.О. К проблеме типизации синоптических процессов востока Украины // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. Вып. № 11 (63) / том 3.
4. Ивус, Г. П., Агайар Э. В, А. Е. Ешану А. Е. Особенности температурно-ветрового режима в районе Одессы на рубеже XXI века // Причерноморський екологічний бюлетень. 2007. № 2 (24). С. 181-190.
5. Ивус, Г.П., Агайар Э.В, Мищенко Н.М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерноморья. 2006. № 67. С. 21-24.
6. Ивус, Г.П, Семергей-Чумаченко А.Б., Зубкович С.О. Статистичні характеристики швидкості вітру над сходом України у січні в епоху кліматичних змін // Фізична географія та геоморфологія. 2009. Вып. 57. С. 23-28.
7. Ивус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Зубкович С.А. Статистический анализ поля ветра над Восточной Украиной в условиях изменения климата // Глобальные и региональные изменения климата, 2011. Киев. Ника-Центр. С. 155-161.
8. Ивус, Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Агайар Е.В. До проблеми типізації синоптичних процесів над півднем України у сучасних умовах// Причерноморський екологічний бюллетень. 2009. №. 2 (24). С. 142-145.
9. Кліматичний кадастр України. Київ, 2002. 446 с.
10. Ивус Г.П., Агайар Е.В., Гурська Л.М., Семергей-Чумаченко А.Б. Циркуляційні умови виникнення сильного та стихійного вітру над південним заходом України// Український гідрометеорологічний журнал. – 2016. - № 17 С. 38-48.
11. Кобышева Н.В., Гольдберг М.А. Методические указания по

статистической обработке метеорологических рядов. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 86 с.

12. Климат Харькова / Под ред. В. Н. Бабиченко. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 216 с.

13. Клімат України. - К.: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.

14. Липінський В.М., Осадчий В.І., Бабиченко В.М. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.) // Київ: Ніка-Центр, 2006. С. 328.

15. Луц, Н.В. Многолетняя изменчивость скорости ветра в Восточном Приазовье // Метеорология и гидрология. 2001. №2. С. 98-102.

16. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К. Синоптические процессы, определяющие современный климат Украины // Фізична географія та геоморфологія. 2009. Вип. 57. С. 18-22.

17. Милевский В. Ю. Особенности ветрового режима северной полосы Европейской территории СССР // Труды ЛГМИ, 1961. Вып. 12. С. 98-116.

18. Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки. Керівний документ УкрГМЦ. КД 52.4.1.01-06. – 37 с.

19. Школьний Е.П., Гончарова Л.Д., Миротворська Н.К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. Одеса: 2000

20. Zubkovych S.A., Ivus G.P., Agayar E.V., Gurskaya L.M. To the question about typification of synoptic processes over the territory of Ukraine // International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences, April. 2015. Vol. 3. No. 01.

21. Школьний Е.П., Лосева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. Одеса. 1999

22. https://uk.wikipedia.org/wiki/Харківська_область (дата звернення 10.04.2020 р.).

23. http://rp5.ua/Погода_в_мире. (дата звернення 15.03.2020 р.)

24. https://www.skybrary.aero/index.php/Sting_Jet. (дата звернення 17.04.2020 р.)

25. <https://www.metoffice.gov.uk>. (дата звернення 17.03.2020 р.)

26. Календарь последовательной смены ЭЦМ по периодам

- [Электронный ресурс]. <http://atmospheric-circulation.ru> (дата звернення 20.04.20р.).
27. http://www2.wetter3.de/archiv_gfs_dt.html (дата звернення 01.03.2020р.)
28. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetterkarte?tag=26&monat=07&jahr=2017&utc=12> (дата звернення 01.05.2020 р.).
29. <https://www.obozrevatel.com/kiyany/life/sinoptik-nazval-prichinu-moschnoj-pyilevoj-buri-nakryivshej-kiev.htm> (дата звернення 25.04.2020 р.).
30. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – 525 с.
31. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди. Одеса: ТЕС, 2012. 407 с.
32. <http://kr.ua/daily/050711/288556>. (дата звернення 04.05.2020 р.).
33. <http://weather.uwo.edu/upperair/sounding.html> (дата звернення 01.05.2020 р.).
34. Глушкова А.В., Семергей-Чумаченко А. Б. Режим та циркуляційні умови посилення вітру у Харківській області // Матеріали ХІХ наук. конференції молодих вчених ОДЕКУ. 2020. С. 280-281.
35. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/asl.665> (дата звернення 01.05.2020 р.).
36. <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1377&context=etd> (дата звернення 01.05.2020 р.)
37. <http://uhmj.org.ua/index.php/journal/article/view/139/136> (дата звернення 01.05.2020 р.).

Додаток А

кафедри метеорології та кліматології
на магістерську роботу студентки гр. МЗМ–19
гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ

Глушкової Анни Віталіївни

Тема магістерської роботи
«Сучасні циркуляційні умови утворення сильного вітру
у Харківській області»

Кваліфікаційна магістерська робота виконана в рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр., ДР № 0115U006532) та «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487).

Зав. кафедрою

метеорології та кліматології

к.геогр.н., доц. Прокоф'єв О.М.

Таблиця А.1 – Список конференцій та публікацій

Вид наукової роботи (теми наукових робіт, автор, керівник роботи)	Кількість кредитів
Наукові статті	
Університетські конференції, семінари, гуртки	
1. Конференція молодих вчених ОДЕКУ 25-29 травня 2020 р. Тема доповіді: «Режим та циркуляційні умови посилення вітру у Харківській області»	0,25
2. Наукові гуртки та семінари 2019, 2020	0,25
Опубліковані тези конференцій:	
Глушкова А.В., Семергей-Чумаченко А. Б. Режим та циркуляційні умови посилення вітру у Харківській області // Матеріали ХІХ наук. конференції молодих вчених ОДЕКУ. 2020. С. 280-281.	0,25
Участь у виконанні НДР	
«Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр.) ДР № 0115U006532 - 2019 р.	0,20
«Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487 - 2020 р	0,20
Конкурсні роботи:	
Конкурс наукових робіт серед студентів ОДЕКУ за напрямком географічні науки (гідрометеорологія ОДЕКУ, м. Одеса: Утворення сильного вітру на території Харківської області (2019)	0,25
Циркуляційні умови утворення сильного вітру у Харківській області (2020)	0,25
ВСЬОГО	1,65

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 - Середньомісячна швидкість вітру над територією
Харківської області за 1961-1990 [9] та 2005-2020 рр.

Період	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Богодухів													
1961-1990	4,6	4,9	4,5	4,2	3,6	3,3	3,1	3,1	3,5	3,8	4,3	4,4	3,9
2005-2020	3,5	3,4	3,6	3,3	2,9	2,8	2,6	2,7	3,0	2,9	3,3	3,7	3,1
Харків													
1961-1990	4,5	4,8	4,6	4,4	3,8	3,4	3,3	3,2	3,4	3,8	4,2	4,4	4,0
2005-2020	4,0	4,1	4,2	3,9	3,4	3,3	3,1	3,1	3,3	3,4	3,8	4,3	3,6
Красноград													
1961-1990	3,5	3,8	3,5	3,1	2,7	2,1	2,0	2,0	2,2	2,6	3,1	3,2	2,8
2005-2020	2,7	2,7	2,7	2,4	1,9	1,8	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3	2,8	2,2
Ізюм													
1961-1990	2,5	2,9	2,7	2,5	2,2	1,9	1,7	1,7	1,8	2,1	2,4	2,6	2,3
2005-2020	2,0	2,1	2,3	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,4	1,5	1,8	2,1	1,8
Лозова													
1961-1990	3,5	3,8	3,4	3,2	3,0	2,6	2,4	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3	3,0
2005-2020	3,2	3,3	3,4	3,0	2,3	2,2	2,0	2,1	2,3	2,4	2,9	3,4	2,7

Таблиця Б.2 - Повторюваність (%) напрямків вітру над Харківською областю за 1961-1990 [9] та 2005-2020 рр.

Пункт	Румби								Штиль
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
Богодухів	1961-1990								
	10,8	11,2	14,8	11,8	14,0	13,2	12,9	11,3	7,8
	2005-2020								
	10,2	11,6	17,8	12,0	8,9	12,9	10,4	12,6	3,6
Харків	1961-1990								
	10,1	11,2	18,6	13,9	9,4	11,2	14,7	10,9	14,8
	2005-2020								
	11,5	10,9	13,8	15,6	8,1	9,4	11,2	12,9	6,7
Красноград	1961-1990								
	10,5	12,0	17,7	12,0	12,4	11,5	13,0	10,9	17,7
	2005-2020								
	10,5	12,2	15,7	11,2	11,0	10,5	10,9	9,3	8,6
Ізюм	1961-1990								
	9,9	11,7	15,6	12,6	11,5	13,1	14,8	10,8	23,3
	2005-2020								
	7,6	6,7	8,3	12,7	9,5	7,5	8,5	11,7	27,5
Лозова	1961-1990								
	9,1	14,3	16,7	10,7	14,1	11,2	12,8	11,1	15,6
	2005-2020								
	6,7	16,8	10,2	9,1	9,2	13,6	8,9	10,1	14,4

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Випадки сильних поривів вітру на ст. Богодухів за 2005-2020рр.

№ п/п	Дата	FF	FF10	FF3	Наявність шквалу	Тип СМЯ
1	28.08.2010 17:00	16				НМЯ І
2	23.11.2008 02:00	15		21		НМЯ І
3	25.03.2008 20:00	15				НМЯ І
4	25.03.2008 17:00	15				НМЯ І
5	07.08.2005 14:00	15				НМЯ І
6	04.12.2012 02:00	12	18			НМЯ І
7	14.06.2011 14:00	13	19			НМЯ І
8	24.11.2010 14:00	12	18			НМЯ І
9	29.12.2009 14:00	10	18			НМЯ І
10	19.04.2012 14:00	10		19		НМЯ І
11	18.12.2011 14:00	5		18		НМЯ І
12	05.11.2010 20:00	13		18		НМЯ І
13	28.08.2010 20:00	2		21		НМЯ І
14	12.08.2010 20:00	3		19		НМЯ І
15	26.06.2010 20:00	1		19		НМЯ І
16	29.12.2009 20:00	11		19		НМЯ І
17	29.12.2009 05:00	10		18		НМЯ І
18	23.05.2009 14:00	10		19		НМЯ І
19	23.11.2008 14:00	12		19		НМЯ І
20	23.11.2008 08:00	8		20		НМЯ І
21	22.11.2008 20:00	12		19		НМЯ І
22	22.08.2007 02:00	1		22		НМЯ І
23	14.08.2007 20:00	1		20		НМЯ І
24	30.05.2007 20:00	3		24		НМЯ І
25	03.05.2007 20:00	1		20		НМЯ І
26	21.02.2007 14:00	9		19		НМЯ І
27	30.08.2006 14:00	12		19		НМЯ І
28	02.08.2005 20:00	0		19		НМЯ І
29	09.05.2005 20:00	3		18		НМЯ І
30	14.02.2005 14:00	8		19		НМЯ І
31	09.04.2015 14:00	10	18			НМЯ І
32	11.02.2020 02:00	12		18		НМЯ І
33	30.01.2020 08:00	10		20		НМЯ І

34	22.04.2016 20:00	6		19		НМЯ І
35	16.04.2015 20:00	5		18		НМЯ І
36	29.03.2015 14:00	8		18		НМЯ І
37	29.03.2015 02:00	11		18		НМЯ І
38	28.03.2015 20:00	12		19		НМЯ І
39	18.07.2014 20:00	4		18		НМЯ І
40	12.07.2014 14:00	8		27		СМЯ ІІ
41	01.06.2014 17:00	5		18		НМЯ І
42	19.05.2014 20:00	0		24		НМЯ І

Таблиця В.2 – Випадки сильних поривів вітру на ст. Харків за 2005- 2020 рр.

№ п/п	Дата	FF	FF10	FF3	Наявність шквалу	Тип СМЯ
1	19.04.2012 11:00	15				
2	22.01.2012 20:00	15	19	19		НМЯ І
3	11.11.2007 17:00	15				
4	11.11.2007 11:00	15				
5	22.01.2018 17:00	15				
6	10.12.2012 20:00	12	18	18		НМЯ І
7	15.05.2012 14:00	12	22			НМЯ І
8	08.04.2011 08:00	9	18			НМЯ І
9	25.06.2010 14:00	13	18	18		НМЯ І
10	15.06.2010 14:00	11	18	25		НМЯ І
11	29.12.2009 14:00	11	18	20		НМЯ І
12	07.05.2009 14:00	13	18	18		НМЯ І
13	23.11.2008 02:00	13	19	21		НМЯ І
14	25.03.2008 20:00	13	18			НМЯ І
15	25.03.2008 14:00	13	19			НМЯ І
16	11.11.2007 14:00	14	19			НМЯ І
17	02.03.2006 08:00	10	18			НМЯ І
18	30.09.2020 14:00	13	18	20		НМЯ І
19	25.04.2020 14:00	12	19	19		НМЯ І
20	16.04.2020 14:00	12	18	18		НМЯ І
21	12.11.2017 20:00	12	18	18		НМЯ І
22	16.04.2017 14:00	14	19	19		НМЯ І
23	29.03.2015 08:00	14	18	20		НМЯ І
24	29.03.2015 02:00	12	18	22		НМЯ І
25	28.03.2015 20:00	14	18	21		НМЯ І
26	28.03.2015 14:00	14	18	20		НМЯ І
27	31.01.2015 20:00	14	18	19		НМЯ І
28	27.06.2013 20:00	3		21		НМЯ І
29	26.06.2013 14:00	8		19		НМЯ І

30	24.05.2013 20:00	7		18		НМЯ I
31	16.05.2013 20:00	2		19		НМЯ I
32	10.12.2012 20:00	12	18	18		НМЯ I
33	04.12.2012 02:00	9		20		НМЯ I
34	03.12.2012 20:00	7		18		НМЯ I
35	03.12.2012 14:00	10		18		НМЯ I
36	08.08.2012 20:00	4		21		НМЯ I
37	08.08.2012 14:00	5		21		НМЯ I
38	03.08.2012 20:00	4		20		НМЯ I
39	16.07.2012 20:00	6		18		НМЯ I
40	15.05.2012 20:00	7		22		НМЯ I
41	19.04.2012 20:00	6		20		НМЯ I
42	19.04.2012 14:00	13		21		НМЯ I
43	23.03.2012 20:00	10		20		НМЯ I
44	20.03.2012 14:00	10		18		НМЯ I
45	14.03.2012 14:00	7		18		НМЯ I
46	14.03.2012 08:00	8		18		НМЯ I
47	18.12.2011 14:00	6		20		НМЯ I
48	01.09.2011 20:00	4		21		НМЯ I
49	17.07.2011 20:00	3		19		НМЯ I
50	04.07.2011 20:00	3		36	+	СМЯ III
51	24.06.2011 20:00	10		20		НМЯ I
52	29.04.2011 20:00	2		18		НМЯ I
53	04.04.2011 14:00	11		18		НМЯ I
54	04.04.2011 02:00	9		18		НМЯ I
55	03.04.2011 14:00	13		18		НМЯ I
56	24.03.2011 20:00	5		20		НМЯ I
57	13.02.2011 14:00	10		18		НМЯ I
58	09.02.2011 14:00	10		19		НМЯ I
59	06.02.2011 20:00	6		18		НМЯ I
60	06.02.2011 14:00	9		19		НМЯ I
61	06.02.2011 08:00	9		22		НМЯ I
62	30.11.2010 08:00	9		19		НМЯ I
63	24.11.2010 14:00	9		19		НМЯ I
64	06.11.2010 02:00	6		19		НМЯ I
65	01.09.2010 20:00	2		19		НМЯ I
66	28.08.2010 20:00	7		25		НМЯ I
67	28.08.2010 14:00	9		19		НМЯ I
68	04.08.2010 14:00	6		25		НМЯ I
69	19.07.2010 14:00	3		27		СМЯ II
70	13.07.2010 20:00	3		18		НМЯ I
71	25.06.2010 20:00	4		18		НМЯ I
72	25.06.2010 14:00	13	18	18		НМЯ I

73	15.06.2010 20:00	0		25		НМЯ I
74	15.06.2010 14:00	11	18	25		НМЯ I
75	22.02.2010 14:00	10		18		НМЯ I
76	12.02.2010 20:00	12		19		НМЯ I
77	12.02.2010 14:00	12		18		НМЯ I
78	12.02.2010 08:00	13		18		НМЯ I
79	12.02.2010 02:00	12		18		НМЯ I
80	30.12.2009 08:00	7		18		НМЯ I
81	30.12.2009 02:00	9		18		НМЯ I
82	29.12.2009 20:00	9		18		НМЯ I
83	29.12.2009 14:00	11	18	20		НМЯ I
84	29.12.2009 08:00	9		19		НМЯ I
85	17.12.2009 14:00	9		19		НМЯ I
86	09.08.2009 14:00	7		19		НМЯ I
87	25.06.2009 20:00	3		19		НМЯ I
88	23.05.2009 20:00	1		20		НМЯ I
89	07.05.2009 14:00	13	18	18		НМЯ I
90	18.04.2009 20:00	2		19		НМЯ I
91	23.11.2008 14:00	8		19		НМЯ I
92	23.11.2008 08:00	10		22		НМЯ I
93	23.11.2008 02:00	13	19	21		НМЯ I
94	22.09.2008 02:00	9		19		НМЯ I
95	05.08.2008 20:00	1		20		НМЯ I
96	05.07.2008 20:00	3		18		НМЯ I
97	16.06.2008 20:00	0		25		НМЯ I
98	28.04.2008 08:00	9		18		НМЯ I
99	16.04.2008 14:00	9		18		НМЯ I
100	11.11.2007 20:00	11		26		СМЯ II
101	11.11.2007 08:00	11		19		НМЯ I
102	14.08.2007 20:00	2		19		НМЯ I
103	25.07.2007 20:00	5		20		НМЯ I
104	19.06.2007 20:00	0		18		НМЯ I
105	30.05.2007 20:00	4		22		НМЯ I
106	12.05.2007 14:00	9		18		НМЯ I
107	10.05.2007 14:00	8		18		НМЯ I
108	03.05.2007 14:00	10		18		НМЯ I
109	01.05.2007 14:00	11		18		НМЯ I
110	23.03.2007 14:00	12		18		НМЯ I
111	21.02.2007 20:00	9		21		НМЯ I
112	21.02.2007 14:00	9		20		НМЯ I
113	31.08.2006 14:00	4		18		НМЯ I
114	16.07.2006 02:00	3		18		НМЯ I
115	14.07.2006 20:00	2		25		НМЯ I

116	14.06.2006 20:00	6		20		НМЯ I
117	31.05.2006 14:00	10		18		НМЯ I
118	12.03.2006 08:00	4		18		НМЯ I
119	02.03.2006 14:00	10		19		НМЯ I
120	11.06.2005 20:00	3		21		НМЯ I
121	10.06.2005 20:00	5		21		НМЯ I
122	09.05.2005 20:00	3		18		НМЯ I
123	14.02.2005 14:00	13		18		НМЯ I
124	14.02.2005 08:00	12		18		НМЯ I
125	01.10.2020 14:00	10		18		НМЯ I
126	01.10.2020 02:00	7		22		НМЯ I
127	30.09.2020 20:00	11		18		НМЯ I
128	30.09.2020 14:00	13	18	20		НМЯ I
129	25.04.2020 20:00	6		19		НМЯ I
130	25.04.2020 14:00	12	19	19		НМЯ I
131	16.04.2020 20:00	10		21		НМЯ I
132	16.04.2020 14:00	12	18	18		НМЯ I
133	15.03.2020 20:00	5		18		НМЯ I
134	14.03.2020 20:00	7		23		НМЯ I
135	12.03.2020 08:00	8		20		НМЯ I
136	25.02.2020 02:00	8		18		НМЯ I
137	11.02.2020 08:00	10		19		НМЯ I
138	30.01.2020 14:00	10		18		НМЯ I
139	18.09.2019 20:00	6		18		НМЯ I
140	05.09.2019 20:00	8		18		НМЯ I
141	09.05.2019 20:00	6		18		НМЯ I
142	22.03.2019 20:00	8		20		НМЯ I
143	12.03.2019 02:00	7		19		НМЯ I
144	10.03.2019 20:00	7		19		НМЯ I
145	25.12.2018 14:00	8		19		НМЯ I
146	04.10.2018 20:00	6		18		НМЯ I
147	09.09.2018 20:00	6		18		НМЯ I
148	08.09.2018 14:00	9		18		НМЯ I
149	07.09.2018 14:00	11		18		НМЯ I
150	06.09.2018 14:00	9		19		НМЯ I
151	28.06.2018 20:00	5		27		СМЯ II
152	13.05.2018 14:00	11		18		НМЯ I
153	08.05.2018 14:00	11		18		НМЯ I
154	22.04.2018 08:00	7		18		НМЯ I
155	16.04.2018 14:00	9		21		НМЯ I
156	01.03.2018 14:00	11		20		НМЯ I
157	01.03.2018 08:00	13		19		НМЯ I
158	28.02.2018 02:00	8		18		НМЯ I

159	24.12.2017 20:00	7		19		НМЯ I
160	11.12.2017 08:00	8		18		НМЯ I
161	13.11.2017 02:00	5		18		НМЯ I
162	12.11.2017 20:00	12	18	18		НМЯ I
163	22.09.2017 20:00	10		19		НМЯ I
164	22.08.2017 20:00	3		19		НМЯ I
165	29.07.2017 14:00	5		18		НМЯ I
166	28.07.2017 02:00	2		23		НМЯ I
167	08.06.2017 20:00	3		20		НМЯ I
168	16.04.2017 20:00	7		21		НМЯ I
169	16.04.2017 14:00	14	19	19		НМЯ I
170	28.03.2017 20:00	9		21		НМЯ I
171	18.07.2016 20:00	8		18		НМЯ I
172	28.06.2016 14:00	4		19		НМЯ I
173	29.05.2016 14:00	5		22		НМЯ I
174	22.04.2016 20:00	9		18		НМЯ I
175	02.04.2016 08:00	8		18		НМЯ I
176	11.02.2016 20:00	11		18		НМЯ I
177	28.07.2015 20:00	4		21		НМЯ I
178	06.07.2015 20:00	2		20		НМЯ I
179	15.05.2015 14:00	9		19		НМЯ I
180	16.04.2015 20:00	7		24		НМЯ I
181	09.04.2015 20:00	2		19		НМЯ I
182	09.04.2015 14:00	7		18		НМЯ I
183	08.04.2015 02:00	10		18		НМЯ I
184	30.03.2015 02:00	8		18		НМЯ I
185	29.03.2015 20:00	9		20		НМЯ I
186	29.03.2015 14:00	12		18		НМЯ I
187	29.03.2015 08:00	14	18	20		НМЯ I
188	29.03.2015 02:00	12	18	22		НМЯ I
189	28.03.2015 20:00	14	18	21		НМЯ I
190	28.03.2015 14:00	14	18	20		НМЯ I
191	28.03.2015 08:00	11		18		НМЯ I
192	02.02.2015 08:00	5		20		НМЯ I
193	02.02.2015 02:00	11		18		НМЯ I
194	01.02.2015 02:00	6		19		НМЯ I
195	31.01.2015 20:00	14	18	19		НМЯ I
196	30.12.2014 02:00	8		18		НМЯ I
197	11.08.2014 08:00	8		18		НМЯ I
198	19.05.2014 20:00	3		21		НМЯ I
199	28.04.2014 14:00	9		20		НМЯ I
200	21.03.2014 02:00	5		18		НМЯ I
201	16.03.2014 02:00	7		18		НМЯ I

Таблиця В.3 – Випадки сильних поривів вітру на ст. Красноград за 2005- 2020рр.

№ п/п	Дата	FF	FF3	FF10	Наявність шквалу	Тип СМЯ
1	29.12.2009 02:00	10	18			НМЯ І
2	11.11.2007 14:00	10	18			НМЯ І
3	03.05.2007 14:00	9	18			НМЯ І
4	04.12.2012 02:00	7		18		НМЯ І
5	29.06.2010 20:00	2		20		НМЯ І
6	13.07.2009 20:00	3		19		НМЯ І
7	23.11.2008 02:00	10		19		НМЯ І
8	26.05.2007 20:00	1		18		НМЯ І
9	03.05.2007 20:00	3		18		НМЯ І
10	03.05.2007 17:00	5		18		НМЯ І
11	31.08.2006 14:00	1		18		НМЯ І
12	24.06.2006 20:00	2		19		НМЯ І
13	14.02.2005 08:00	10		18		НМЯ І
14	16.04.2015 20:00	3		18		НМЯ І
15	28.03.2015 20:00	8		18		НМЯ І
16	28.03.2015 14:00	9		18		НМЯ І

Таблиця В.4 – Випадки сильних поривів вітру на ст. Ізюм за 2005- 2020 рр.

№ п/п	Дата	FF	FF3	FF10	Наявність шквалу	Тип СМЯ
1	11.07.2010 20:00	2	22			НМЯ І
2	05.07.2012 20:00	2		18		НМЯ І
3	23.03.2012 20:00	10		18		НМЯ І
4	11.11.2007 20:00	8		19		НМЯ І
5	28.02.2005 20:00	9		18		НМЯ І
6	25.02.2020 08:00	4		18		НМЯ І
7	02.04.2016 14:00	5		18		НМЯ І
8	17.05.2015 20:00	4		18		НМЯ І

Таблиця В.5 – Випадки сильних поривів вітру на ст. Лозова за 2005- 2020 рр.

№ п/п	Дата	FF	FF3	FF10	Наявність шквалу	Тип СМЯ
1	12.12.2012 08:00	16		18		НМЯ І
2	12.12.2012 05:00	16				НМЯ І
3	12.12.2012 02:00	16	19			НМЯ І
4	11.12.2012 23:00	15				НМЯ І
5	23.11.2008 05:00	15				НМЯ І
6	11.11.2007 20:00	17		26		СМЯ ІІ
7	11.11.2007 17:00	19				НМЯ І
8	11.11.2007 14:00	15		24		НМЯ І
9	11.11.2007 11:00	15				НМЯ І
10	22.03.2007 14:00	15				НМЯ І
11	22.03.2007 11:00	15				НМЯ І
12	14.02.2005 14:00	16		23		НМЯ І
13	14.02.2005 11:00	16				НМЯ І
14	07.04.2015 20:00	18	20			НМЯ І
15	29.03.2015 11:00	16				НМЯ І
16	29.03.2015 08:00	18		24		НМЯ І
17	29.03.2015 05:00	16				НМЯ І
18	29.03.2015 02:00	18	24			НМЯ І
19	28.03.2015 23:00	18				НМЯ І
20	28.03.2015 20:00	24	30			НМЯ І
21	28.03.2015 17:00	18				НМЯ І
22	28.03.2015 14:00	18	24			НМЯ І
23	28.03.2015 11:00	16				НМЯ І
24	20.12.2012 08:00	10	18			НМЯ І
25	19.12.2012 23:00	9	18			НМЯ І
27	31.10.2012 08:00	8	18			НМЯ І
28	30.11.2010 23:00	13	18			НМЯ І
29	30.09.2010 20:00	10	18			НМЯ І
30	28.08.2010 14:00	12	18			НМЯ І
31	23.11.2008 08:00	9	22			НМЯ І
32	23.11.2008 02:00	14	19			НМЯ І
33	26.07.2008 14:00	2	19			НМЯ І
34	21.08.2007 14:00	13	22			НМЯ І
35	19.01.2007 14:00	12	18			НМЯ І
36	20.12.2012 14:00	8		18		НМЯ І
37	12.12.2012 14:00	7		18		НМЯ І
38	11.12.2012 20:00	14		18		НМЯ І
39	11.12.2012 14:00	9		18		НМЯ І
40	11.12.2012 08:00	8		18		НМЯ І

41	11.12.2012 02:00	8		18		НМЯ I
42	10.12.2012 20:00	8		18		НМЯ I
43	10.12.2012 14:00	7		18		НМЯ I
44	03.12.2012 20:00	14		18		НМЯ I
45	27.08.2012 20:00	2		18		НМЯ I
46	18.12.2011 11:00	8		18		НМЯ I
47	03.04.2011 14:00	13		18		НМЯ I
48	01.12.2010 02:00	11		18		НМЯ I
49	28.08.2010 20:00	9		19		НМЯ I
50	25.03.2008 14:00	13		19		НМЯ I
51	12.11.2007 02:00	9		18		НМЯ I
52	11.11.2007 08:00	12		18		НМЯ I
53	12.06.2007 02:00	0		18		НМЯ I
54	30.05.2007 20:00	1		23		НМЯ I
55	03.05.2007 20:00	2		18		НМЯ I
56	21.03.2007 20:00	9		19		НМЯ I
57	21.03.2007 14:00	12		24		НМЯ I
58	21.02.2007 20:00	13		19		НМЯ I
59	12.03.2006 02:00	10		18		НМЯ I
60	01.06.2005 20:00	6		19		НМЯ I
61	14.02.2005 20:00	13		19		НМЯ I
62	14.02.2005 08:00	11		18		НМЯ I
63	22.04.2016 23:00	10	18			НМЯ I
64	09.04.2015 14:00	14	20			НМЯ I
65	07.04.2015 20:00	18	20			НМЯ I
66	07.04.2015 14:00	14	18			НМЯ I
67	29.03.2015 14:00	12	18			НМЯ I
68	16.02.2015 20:00	14	20			НМЯ I
69	17.03.2015 20:00	6		18		НМЯ I
70	16.03.2015 20:00	8		18		НМЯ I
71	02.02.2015 02:00	14		20		НМЯ I
72	29.01.2014 20:00	13		18		НМЯ I

ДОДАТОК Г

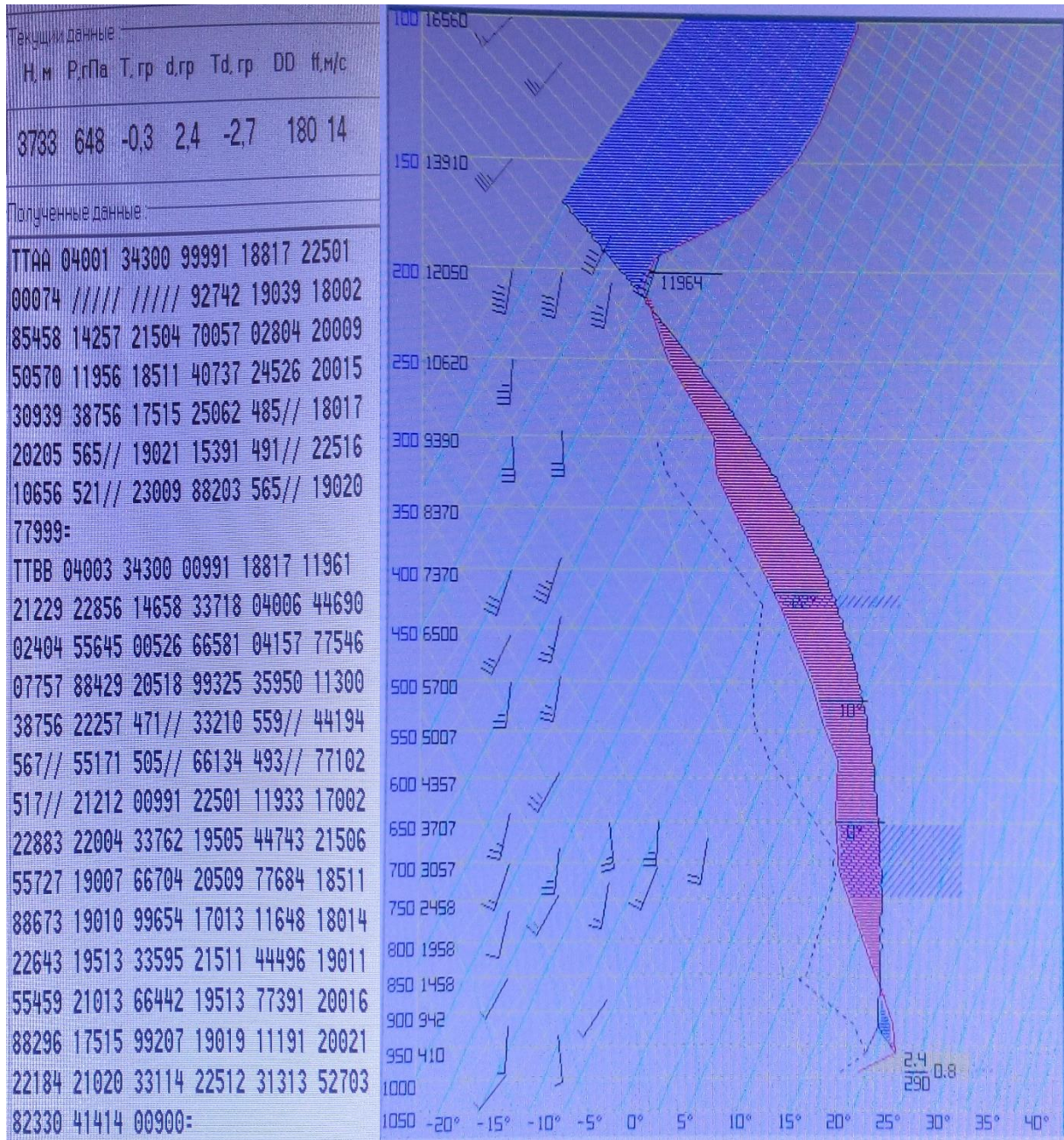


Рис. Г.1. Аерологічна діаграма над Харковом 4 липня 2011 р. 00 UTC