

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
Гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: Умови виникнення сильного вітру та поривів над Одещиною

Виконав студент 2 курсу групи МЗМ-20
Спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітня програма
«Метеорологія і кліматологія»
Панченко Єлизавета Андріївна

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

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

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
метеорології та кліматології
Прокоф'єв О.М.
“28” жовтня 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Панченко Єлизаветі Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Умови виникнення сильного вітру та поривів над Одещиною
керівник роботи к.геогр.н., доц. Агайар Елліна Вікторівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти 18 жовтня 2021 року № 216-С

2. Строк подання студентом роботи 13 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Дані восьми-строкових метеорологічних спостережень та METAR на метеостанціях Одеської області. 2. Дані Кліматичного кадастру України. 3. Дані кліматичних сценаріїв RCP-4.5 та RCP-2.6 щодо максимального вітру 4. Добові аномалії тиску та температури повітря за даними архіву NCEP / NCAR

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд літературних джерел за темою дослідження. 2. Характеристика вітрового режиму Одещині 3. Визначення особливостей сучасного режиму та циркуляційних умов утворення сильного вітру над Одеською областю. 4. Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеською областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6. 5. Виявлення умов формування поривів вітру в залежності від змін аномалій температури повітря та тиску.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) Рис. 1.1–1.2, 3.1 – Карти регіону дослідження; Рис. 2.1–2.5 – Повторюваність та циркуляційні умови утворення сильного вітру над Одещиною у 2005-2020 рр.; Рис. 2.6-2.7 – Середньорічна швидкість максимального вітру за даними кліматичних сценаріїв; Рис. 3.2–3.5 – Характеристика режиму поривів вітру; Рис. 3.6-3.13 – Кореляція між швидкістю поривів вітру та добовими аномаліями тиску та температури повітря за період 2005-2020 рр.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
	Отримання завдання	28.10		
1.	<i>Вивчення літературних джерел за темою дослідження</i>	29.10-05.11.2021	90	відмінно
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	05.11-15.11.2021	90	відмінно
3.	<i>Характеристика режиму та циркуляційних умов утворення сильного вітру на території Одеської області з 2005 по 2020 рр.</i>	15-21.11.2021	90	відмінно
4.	Рубіжна атестація	22-26.11.2021	90	відмінно
5.	<i>Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6.</i>	27.11-01.12.2021	90	відмінно
6.	<i>Виявлення умов формування поривів вітру в залежності від змін аномалій температури повітря та тиску за доступний період спостережень</i>	02-09.12.2021	90	відмінно
7.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	10-12.12.2021	90	відмінно
8.	Оформлення і надання керівникові роботи для складання висновку і перевірки на антиплагіат	13.12.2021	90	відмінно
9.	Перевірка на антиплагіат, складання протоколу	14-16.2021	90	відмінно
10.	Складання висновку та підписання авторського договору	17-20.2021	90	відмінно
11.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту бакалаврської роботи.</i>	21-25.12.2021	90	відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	відмінно

Студент

_____ Панченко Є. А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Агайар Е.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Умови виникнення сильного вітру та поривів над Одещиною»

Автор: Панченко Єлизавета Андріївна

Актуальність: Сильний вітер значно впливає на умови життя всього господарського комплексу країни. З посиленням вітру пов'язані шквал, смерч, пилова буря, хуртовина, які є одними з найпоширеніших метеорологічних явищ I-III рівнів небезпечності в Україні. Актуальність проблеми визначається руйнівними наслідками посилення вітру до небезпечної інтенсивності.

Метою даної роботи є виявлення комплексу синоптичних та метеорологічних умов, які сприяли виникненню сильного вітру та поривів над Одещиною у період з 2005 по 2020 рр.

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

- визначені зміни режиму сильного вітру над територією Одеської області за період з 2005 по 2020 рр.;
- проведено аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6;
- виявлені умови формування сильного вітру та поривів в залежності від змін аномалій температури повітря та тиску за доступний період спостережень.

Об'єкт дослідження – швидкість та пориви вітру над територією Одеської області.

Предмет дослідження – характеристики режиму сильного вітру та поривів над Одеської областю.

Методи дослідження:

- просторово-часове узагальнення метеорологічної інформації;
- синоптичний аналіз;
- статистичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі *вперше* для території Одеської області:

- створена власна база даних максимальних швидкостей вітру та поривів, за період з 2005-2020 рр., яка дозволяє у подальшому провести об'єктивне узагальнення.
- визначена динаміка режиму сильного вітру над територією Одеської області, та виявлено тенденції її зміни згідно з кліматичними сценаріями RCP- 4.5 та RCP- 2.6
- виявлені умови формування поривів вітру за період 2005-2020 рр.

Практичне значення отриманих результатів. Врахування сучасних змін вітрового режиму та умов формування сильного вітру та поривів сприятиме вдосконаленню прогнозу погоди.

Магістерська робота в обсязі 45 сторінок складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 23 джерела, 1 додатку, містить 22 рисунків та 2 таблиці.

Ключові слова: сильний вітер, порив, аномалія тиску, аномалія температури повітря, циркуляційні умови.

Abstract

Thesis Topic: " Conditions for the occurrence of a strong wind and gust over the Odessa region "

Author: Panchenko Yelyzaveta Andreevna

Relevance: A strong wind has a significant impact on the living conditions of the entire economic complex of the country. A squall, tornado, dust storm, blizzard, which are one of the most common meteorological phenomena of I-III hazard levels in Ukraine, are associated with increased wind. The urgency of the problem is determined by the destructive consequences of wind intensification to a dangerous intensity.

Aim of the Thesis: to identify a complex of synoptic and meteorological conditions that contributed to the occurrence of strong winds and gusts over the Odessa region in the period from 2005 to 2020.

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

- the changes in the regime of strong wind over the territory of the Odessa region for the period from 2005 to 2020 are determined.;
- the analysis of changes in the maximum wind speed over the Odessa region according to the scenarios RCP 4.5 and RCP 2.6 are carried out.
- the conditions for the formation of strong winds and gusts depending on changes in air temperature and pressure anomalies over the available observation period are revealed .

The object of the research is the wind speed and gusts over the territory of the Odessa region.

The subject of research - the characteristics of strong winds and gusts over Odessa region.

Research methods:

- spatio-temporal generalization of meteorological information;
- synoptic analysis;
- statistical analysis.

Scientific Novelty of the Obtained Results

In this thesis, for *the first time* for the territory of Odessa Region:

- the own database of maximum wind speeds and gusts for the period from 2005-2020 is created. This database allows for further objective generalization.
- the dynamics of the strong wind regime over the territory of the Odessa region are determined, and the tendencies of its change according to the climatic scenarios RCP-4.5 and RCP-2.6 are revealed;
- the conditions for the formation of wind gusts for the period 2005-2020 are identified.

Practical Significance of the Obtained Results. Taking into account current of changes in the wind regime and the conditions of strong wind and gusts formation will help to improve the weather forecast.

The master's thesis in the volume of 45 the page consists of 3 sections, conclusions, a list of references 23 sources, 1 appendices, which contain 22 figures and 2 tables.

Keywords: strong wind, speed, gust, pressure anomaly, temperature anomaly, circulation conditions.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Загальні відомості про формування вітрового режиму.....	8
1.1 Короткий опис регіону дослідження.....	8
1.2 Кліматичний режим швидкості вітру в Одеській області.....	11
2 Утворення сильного вітру в Одеській області.....	12
2.1 Повторюваність та географічний розподіл утворення сильного вітру над Одещиною.....	12
2.2 Синоптичні умови утворення сильного вітру.....	14
2.3 Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6.....	20
3 Повторюваність та метеорологічні умови виникнення поривів вітру на території Одеської області	25
3.1 Повторюваність утворення поривів вітру над Одещиною.....	25
3.2 Залежність виникнення поривів вітру від аномалій тиску та температури повітря.....	31
Висновки.....	40
Перелік посилань.....	42
Додаток А.....	44

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. З посиленням вітру пов'язані шквал, смерч, пилова буря, хуртовина, град які є одними з найпоширеніших метеорологічних явищ I-III рівнів небезпечності в Україні [1, 2, 10, 13]. Актуальність проблеми визначається руйнівними наслідками посилення вітру до небезпечної інтенсивності.

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 [6]. 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.

Метою цієї роботи є виявлення комплексу синоптичних та метеорологічних умов, які сприяли виникненню сильного вітру та поривів над Одещиною у період з 2005 по 2020 рр.

Основними джерелами інформації є восьми-строкові спостереження за швидкістю і напрямком вітру на метеорологічних станціях Одеса-ГМО, Одеса-АМСЦ, Чорноморськ, Роздільна, Любашівка, Сербка, Затишшя, Балта, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл) з 2005 по 2020 р. у вигляді інтерактивної бази даних гр.5 [20], дані METAR, дані кліматичних сценаріїв RCP-4.5 та RCP-2.6 (Representative Concentration Pathways) [21, 22] та дані архіву NCEP / NCAR Reanalysis 1 за цей період [23].

Об'єкт дослідження – швидкість та пориви вітру над територією Одеської області.

Предмет дослідження – характеристики режиму сильного вітру та поривів над Одеської областю.

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

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

У вступі формується мета та завдання роботи.

Перший розділ присвячений загальній інформації про регіон дослідження та формування вітрового режиму та циркуляційних особливостей над Північно-Західним Причорномор'ям.

Другий розділ складається з визначення сучасних умов утворення сильного вітру над Одеською областю, типізації синоптичних процесів та аналізу змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6.

У третьому розділі вивчаються умови формування поривів вітру в регіоні.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 23 літературних джерел.

Кваліфікаційна робота магістра виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к. геогр. н., доц. Агайар Е.В. у рамках науково-дослідної роботи «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною», № ДР 0120U100487 (2020-2024 рр.).

1 РЕЖИМ УТВОРЕННЯ СИЛЬНОГО ВІТРУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

1.1 Короткий опис регіону дослідження

Одеська область є найбільшою за територією областю України, яка знаходиться на південному заході країни. На північ та схід від неї розташовані Вінницька, Кіровоградська та Миколаївська області, на південь та захід – Румунія та Молдова, а південний захід Одещини є узбережжям Чорного моря, (рис. 1.1), також до складу області входить острів Зміїний [8].



Рисунок 1.1 – Географічне розташування карта Одеської області

Одеську область було утворено 27 лютого 1932 року, коли ЦВК СРСР затвердив постанову IV позачергової сесії ВУЦВК від 9 лютого 1932 року про створення на території України п'яти областей. У 1954 році до її складу увійшла територія колишньої Ізмаїльської області (територія від Дністровського лиману до річки Дунай).

На півночі Одеська область межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході — з Миколаївською областями, на заході — з Молдовою, а на південному заході — з Румунією. Всього в межах області пролягає 1362

кілометри державного кордону України. Площа Одеської області становить 5,5 % території України.

Геополітичне розташування Одещини обумовлене як вигідним транспортно-географічним розміщенням, так і зростаючою активізацією її участі у великих європейських міжрегіональних організаціях — Асамблеї європейських регіонів і Робітничої співдружності придунайських країн. Будучи частиною морського фасаду країни, Одеська область значною мірою сприяє активній участі України в роботі країн-членів Чорноморського економічного співробітництва.

Клімат Одеської області, особливо південної частини, посушливий, тому тут майже 10% оброблюваних земель зрошуються. Тепле море, лікувальні грязі, мінеральні води, морські пляжі створюють винятково високий рекреаційний потенціал Одещини. У пониззі великих річок (Дунай, Дністер) і лиманів, на морських узбережжях і в шельфовій зоні розташовані високо цінні й унікальні природні комплекси, водно-болотні угіддя, екосистеми, що формують високий біосферний потенціал регіону, який має національне і міжнародне, глобальне значення.

Північна частина області розташована у лісостеповій зоні України, середня і південна – у степовій. У ґрунтовому покриві переважають звичайні і південні чорноземи. Лісів мало, більш-менш площі займають вони в лісостеповій зоні. Клімат переважно теплий і посушливий. Середньорічна температура тут коливається від $+7,7^{\circ}$ – на півночі області до $+11,1^{\circ}$ – на півдні. Безморозний період триває від 170 до 210 діб. Річна кількість опадів – від 350 мм на півдні до 460 мм на півночі. Природні умови сприятливі для вирощування найцінніших сільськогосподарських культур: озимої пшениці, кукурудзи, ячменю, проса, соняшнику. В північній і центральній частинах області добре ростуть цукрові буряки, в південній частині широко розвинуто виноградарство.

Обласним центром є місто Одеса, яке розташоване на південно-західній околиці Причорноморської низовини, що обривається уступом до берегів Чорного моря (рис.1.1). Середня висота степового плато складає близько 40–50 м [8]. Місто широкою смугою простягнулося вздовж узбережжя Одеського заливу на відстані 50 км від селища Котовського, що розташоване на півночі,

до селища Чорноморки (Люсдорф) на півдні, площа міста приблизно складає 150 км².



Рисунок 1.2 – Географічне розташування та супутниковий знімок м. Одеса

В межах прибережної зони спостерігається невелике зменшення висот плато в напрямку на південь і на південний захід. В північно-західному напрямленні висота плато підвищується від Одеси до ст. Дачної приблизно вдвічі. Таким чином в напрямку на північний захід висота плато збільшується в середньому на 2 м на кожний кілометр.

Рівнинний характер плато порушується ярами і балками, направленими своїми гирлами до моря, до долини Хаджибейського лиману. Найбільші балки – Аркадійська, Середньо-Фонтанська, Більше-Фонтанська, Чорноморська, Безіменний яр, Ковалевська; в північній частині міста на правому схилі Хаджибейського лиману – Водяна, Крива, Усатовська, Нерубайська.

Найнижчі відмітки в Одесі зареєстровані в районі Пересипі – території стародавніх гирлових і заплавних частин лиманів, яка відділяє Хаджибейський та Куяльницький лимани від Чорного моря. Прибережні ділянки плато знаходяться в зоні інтенсивних зсувних процесів.

В результаті активних зсувних зрушень майже по всьому узбережжю виникла зсувна тераса, ширина якої від 8 до 280 м.

1.2 Кліматичний режим швидкості вітру в Одеській області

Одеса та Одеська область за умовами циркуляції та географічного розташування відносяться до регіону з підвищеним фоном швидкостей вітру [4, 7, 9], тому штили в Одесі у всі сезони року відмічаються порівняно рідко через вплив моря, яке підтримує постійний контраст температури і градієнт тиску. В Одесі, як і в інших районах північно-західного узбережжя Чорного моря, широко розповсюджені бризи, тобто місцеві періодичні вітри, які спостерігаються на берегах великих водоймищ. Вдень у поверхні землі ці вітри дмуть з моря на сушу. Вище спостерігається переніс повітря в зворотному напрямку (антибриз). Вночі нижній потік направлений з суші на море, а верхній або відсутній, або направлений з моря на сушу. Денні бризи називаються морськими, а нічні – береговими [8].

Протягом року на ст. Одеса-ГМО у 1961-1990 рр. найчастіше відмічався вітер швидкістю 4–5 м/с. В річному ході максимальні середньомісячні швидкості вітру майже на всіх метеостанціях окіл Одеси приходяться на грудень–січень (5,0–6,7 м/с), а мінімальні – на літні місяці. В межах міста найбільша швидкість вітру спостерігається на узбережжі, вона зменшується до центру на 1,0–1,5 м/с взимку і на 0,7 м/с – влітку. З жовтня по лютий великими швидкостями (8–9 м/с) характеризувався вітри східного і північно-східного напрямків. Влітку середні швидкості вітру незалежно від напрямку не перевищували 5 м/с [5].

2 УТВОРЕННЯ СИЛЬНОГО ВІТРУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

2.1 Повторюваність та географічний розподіл утворення сильного вітру над Одещиною

В період з лютого 2005 по квітень 2020 рр. включно над Одеською областю швидкість вітру дорівнювала або перевищувала 15 м/с у 321 випадку, отже повторюваність сильного вітру (15-21 м/с) не досягала 0,1 % за винятком трьох станцій: Чорноморськ і Одеса-АМСЦ по 0,1-0,14 % та Білгород-Дністровський – 0,29 %. Сильний вітер зі швидкістю вище 21 м/с у 2005-2020 рр. не спостерігався взагалі над крім Чорноморська.

Практично половина випадків сильного вітру (46,1 % або 148 випадків) утворювалася над Білгород-Дністровським (рис. 2.1), чверть цих епізодів відбувалася над Чорноморськом (24,3 %), також помітний внесок надавала Одеса-АМСЦ (13,4 %). Над Одесою-ГМО сильний вітер спостерігався лише у 4,0 % або 13 випадків.

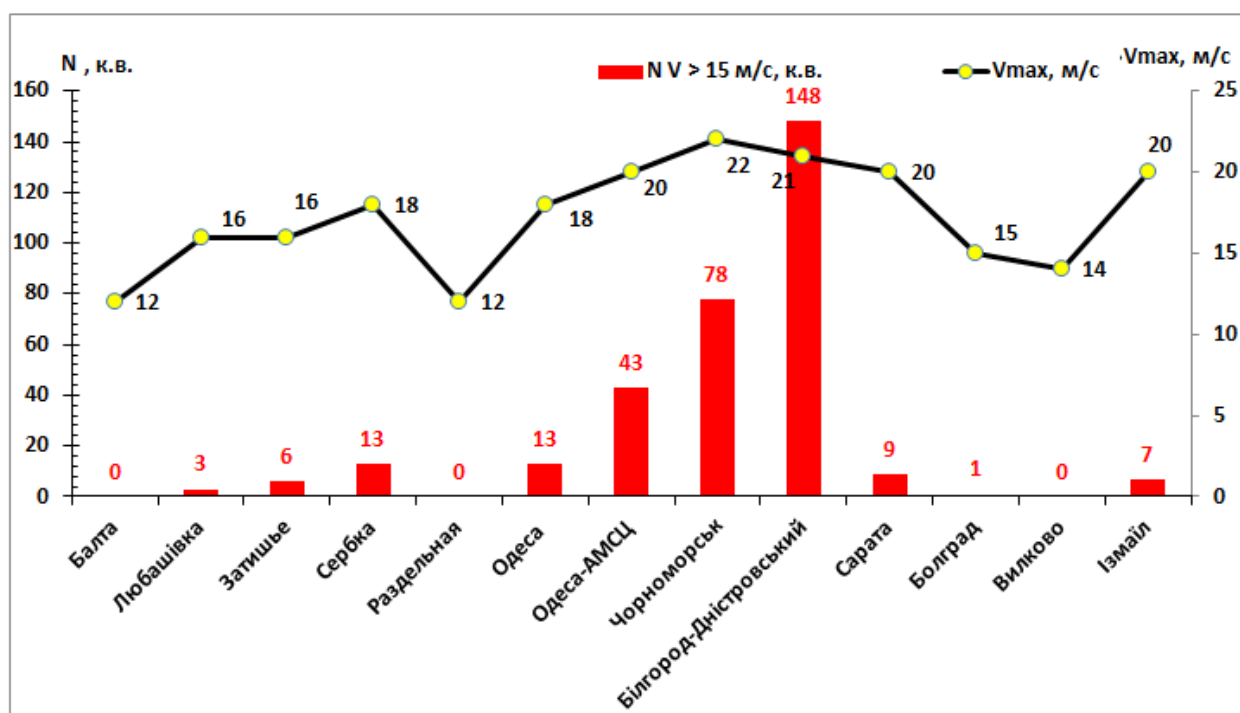


Рисунок 2.1 – Максимальна швидкість та кількість випадків сильного вітру ($V > 15$ м/с) на території Одеської області

Найбільших значень швидкість вітру досягала (20-22 м/с) в районі Одеси (Чорноморськ та Одеса-АМСЦ), але безпосередньо над Одеса-ГМО вітер посилювався лише до 18 м/с, можливо внаслідок забудови навколо ст. Одеса-обсерваторія (Одеса-ГМО).

В Білгород-Дністровському вітер тричі зростав до 21 м/с, а у 9 випадках швидкість вітру досягала 20 м/с.

На півдні Одещини найбільша швидкість фіксувалася над Ізмаїлом та Саратою – по 20 м/с, але кількість випадків сильного вітру у цієї частині регіону невелика – 7 та 9 випадків. Одного разу вітер посилювався до 15 м/с над Болградом, над Вилкове максимальна швидкість не перевищувала 14 м/с.

На півночі області найчастіше сильний вітер утворювався над Сербкою – 13 випадків з максимумом 18 м/с. Поодинокі випадки зі швидкістю більш 15 м/с виявилися над Затишшям та Любашівкою – 6 та 3 строки спостережень. На ст. Балта та Роздільна максимальна швидкість не перевищувала 12 м/с.

Найчастіше сильний вітер виникав у холодне півріччя. Так, над Чорноморськом максимум річного ходу посилення вітру виявився у січні та грудні, а на ст. Одеса-АМСЦ – у грудні та жовтні (рис. 2.2) через посилення циклонічної діяльності у регіоні.

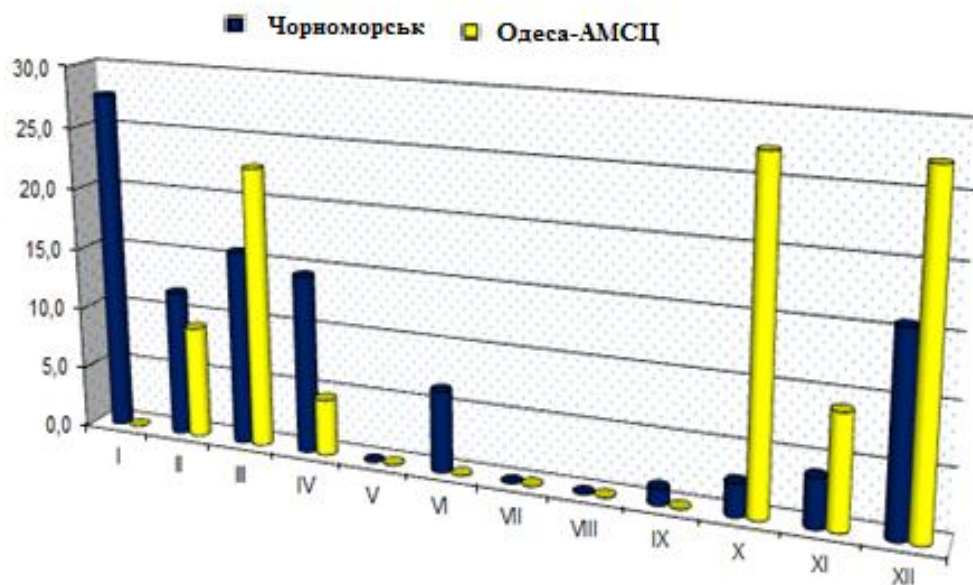


Рисунок 2.2 – Річний хід (%)кількості випадків сильного вітру на Чорноморськ та ст.Одеса-АМСЦ

Отже, найчастіше сильний вітер на Одещині утворювався на станціях Одеса-АМСЦ, Чорноморськ та Білгород-Дністровський у холодне півріччя.

2.2 Синоптичні умови утворення сильного вітру

На півдні України вітер із значними швидкостями пов'язаний, головним чином, із зимовими синоптичними процесами. Вітер швидкістю 15 м/с і більше виникає при наявності стаціонарного антициклону над центром Європейської частини Росії (ЄЧР) і малорухомої депресії над Чорним морем, при проходженні улоговини на фоні сильного західного переносу, у глибоких циклонах, що переміщуються з півдня і північного заходу. На території України посилення південно-східного вітру відбувається на західній і південно-західній периферії стаціонарного антициклону або відрогу, який орієнтований зі сходу, при виході в район Карпат циклонів з південного-заходу [3,4].

Стійкі сильні вітри східної складової спостерігаються в південних областях України при наявності стаціонарного антициклону над центром ЄЧР і малорухливої депресії над Чорним морем, при проходженні улоговин на фоні сильного західного переносу, в глибоких циклонах, що переміщуються з півдня і північного заходу.

Сильні південно-західні та західні вітри на території півдня України відмічаються при переміщенні з заходу глибоких улоговин циклонів, які проходять по півночі ЄЧР в широтному напрямку. Сильний південно-західний вітер з переходом на північно-західний і північний, спостерігається при переміщенні «пірнаючих» циклонів і улоговин з північного-заходу. По мірі їх переміщення сильний вітер розповсюджується з північного-заходу на всю територію України. Вихід циклонів з південного-заходу або півдня іноді обумовлюють посилення вітру по всій території України. Значну роль в процесі посилення вітру відіграють рельєф місцевості, висота станції, її захищеність по відношенню до переважаючого потоку повітря.

Слід зазначити, що під впливом штормових вітрів перебувають виключно південні райони області, особливо станції, що знаходяться на

узбережжі моря та лиманів (Білгород-Дністровський, Усть-Дунайськ, порт Південний, Паромна Переправа) [3].

Досить нерівномірно розподіляються сильні вітри від сезону до сезону за роками. Найбільш часто сильний вітер дме з північного сходу, півночі та північного заходу. Ці напрямки характерні для переміщення циклонічних вихорів з південного заходу, коли в зоні впливу теплового фронту посилюється вітер північно-східний, а після проходження холодного фронту – північно-західний та північний [2].

На противагу цим напрямкам сильні вітри південні, південно-західні та західні спостерігаються рідше. Дуже сильні вітри 12.10.2016 р. мав східний напрямок ($30 \text{ м}\backslash\text{с}$). Сильний вітер над півднем України в основному відмічається при меридіональному типі циркуляції атмосфери (77,2%), на зональний тип циркуляції доводиться 22,8% від загальної кількості. Меридіональний тип циркуляції, в свою чергу, здебільшого представлений змішаною (24,6%) та західною (22,8%) формами. Дещо рідше спостерігалась центральна форма циркуляції (17,5%) та східна (12,3%). Всі випадки посилення вітру до $25 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ та більше пов'язані виключно з меридіональною циркуляцією різних форм [2]. Число індексу А.Л. Каца [2] коливається від 0,76 до 2,11. Таким чином можна вважати, що меридіональний характер циркуляції атмосфери створює сприятливі умови для посилень вітру у Північно-Західному Причорномор'ї до критерію сильного та дуже сильного.

Досліджуючи вплив баричних об'єктів на формування сильного та дуже сильного вітру, виділено основні типи синоптичних ситуацій, які спричиняли штормові умови у Північному Причорномор'ї. Посилення вітру до $15 \text{ м}\backslash\text{с}$ та більше протягом холодних сезонів пов'язано з виходом південних циклонів та в зоні взаємодії між антициклонами і циклонами. Загальною ознакою механізму виникнення південних циклонів є меридіональний характер макроциркуляційних процесів, які впливають на формування сприятливих для місцевого циклогенезу термодинамічних умов [3].

Для дослідження циркуляційних умов утворення вітру над Одесою обраний період 2005–2020 рр., та у якості вихідних даних використані восьми строкові метеорологічні спостереження на 13 станціях Північно-Західного Причорномор'я (табл. 2.1): Одеса-ГМО, Одеса-АМСЦ, Чорноморськ

Таблиця 2.1 - Кількість випадків сильного вітру (≥ 15 м/с) над Одешиною за 2005-2020 рр. та характеристика умов його виникнення

Пункт	Кількість випадків	V_{\max} , м/с	dd, румб.	dP/dn, гПа / 100 км	Підтип син. сит./к.в.
Ізмаїл	7	20	Пн-Зх	3,6	5.1 – 4 6.1 – 1 6.2 - 2
Болград	1	15	Пн-Зх	3,5	6.2 - 1
Сарата	9	20	Пн-Зх	3,3	6.2 – 6 6.1 – 3
Білгород-Дністровський	148	22	Пн, Пн-Зх	3,5	1.2 - 3 2.1 - 3 2.2 - 1 5.1 – 16 5.2 – 2 6.1 – 49 6.2 – 52 6.3 – 10 6.4 – 12
Чорноморськ	78	27	Пн-Зх	3,3	1.2 – 5 1.3 - 2 2.1 - 1 5.1 – 12 5.2 – 8 6.1 – 11 6.2 – 26 6.3 – 3 6.4 – 10
Одеса-ГМО	13	18	ПнСх	3,2	6.4 – 11 5.1 – 2
Одеса-АМСЦ	43	27	Пн, Пн-Зх	3,4	5.1 – 1 5.2 – 2 6.1 – 13 6.2 – 20 6.4 – 7
Сербка	13	18	Пн-Зх	4,1	6.1 – 4 6.2 – 6 6.4 - 3
Любашівка	3	16	Пд-Зх	4,1	5.1 – 1 6.1 – 2
Затишся	6	20	Пн-Зх	4,7	6.4 – 3 6.2 - 3
Всього	321	22	Пн-Зх	3,4	6.2 – 92

(Іллічівськ), Роздільна, Любашівка, Сербка, Затишся, Балта, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Дунайська ГМО (Ізмаїл) та Вилкове.

В період дослідження у Одеській області швидкість вітру дорівнювала або перевищувала 15 м/с у 321 випадку, отже повторюваність сильного вітру (15-20 м/с) не досягала 0,1 % за винятком трьох станцій: Чорноморськ і Одеса-АМСЦ та Білгород-Дністровський.

Найчастіше в період дослідження сильний вітер мав північно-західний напрямок, та середні значення горизонтального баричного градієнту становила 3,4 гПа/100 км. Величина градієнту тиску розраховувалася за кільцевими картами погоди з електронного архіву АРМСин для кожного строку спостережень, коли швидкість вітру досягала або перевищувала 15 м/с.

Для аналізу синоптичних умов, які сприяють посиленню вітру над регіоном, використовувалась типізація синоптичних процесів, яка розроблена для південного заходу України [2]. 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 жодного разу сильний вітер не виникав при у розмитих баричних полях (тип 4), отже, формуванню сильного вітру майже завжди (93 %) сприяли типи 5 та 6 (табл. 2.1, рис.2.3).

Отже, сильний вітер утворюється при синоптичних процесах, віднесених до 5 і 6 типу класифікації. Тип 5 – це периферійні атмосферні процеси з атмосферними фронтами (рис. 2.4). Підтип 5.1 – східний та північно-східний перенос по східній-південно-східній периферії антициклону.

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.

Тип 6 – це циклонічні циркуляції з великими баричними градієнтами ($\partial P/\partial n \geq 2,5$ гПа/111 км). Підтип 6.1 (рис. 2.5) – східна частина циклону або

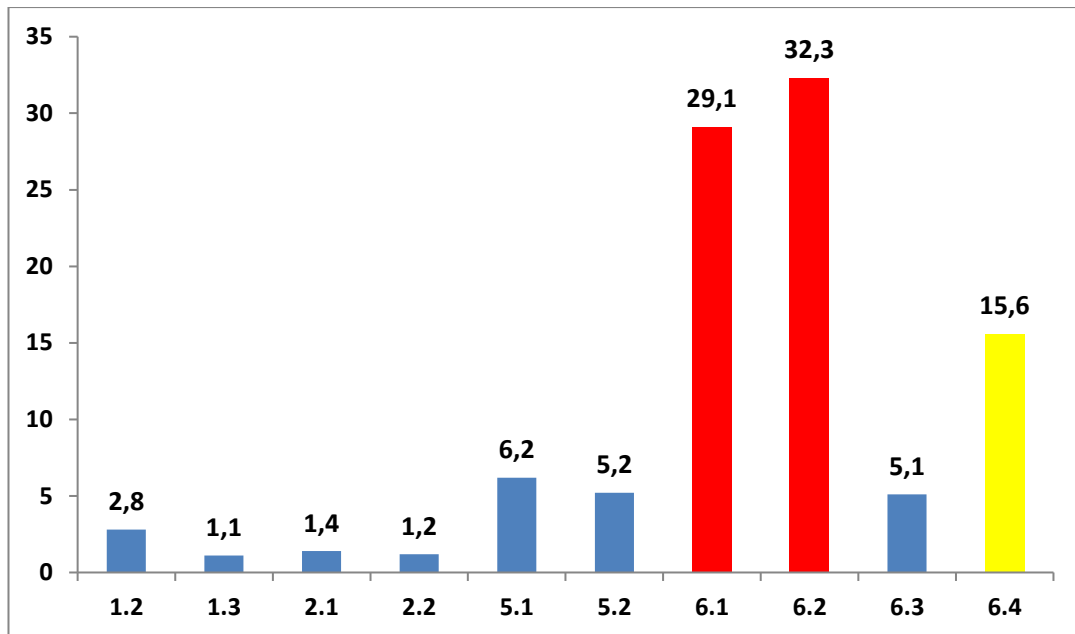


Рисунок 2.3 – Повторюваність (P, %) підтипів синоптичних процесів над Північно-Західним Причорномор'ям за наявності сильного вітру у 2005-2020 рр.

4

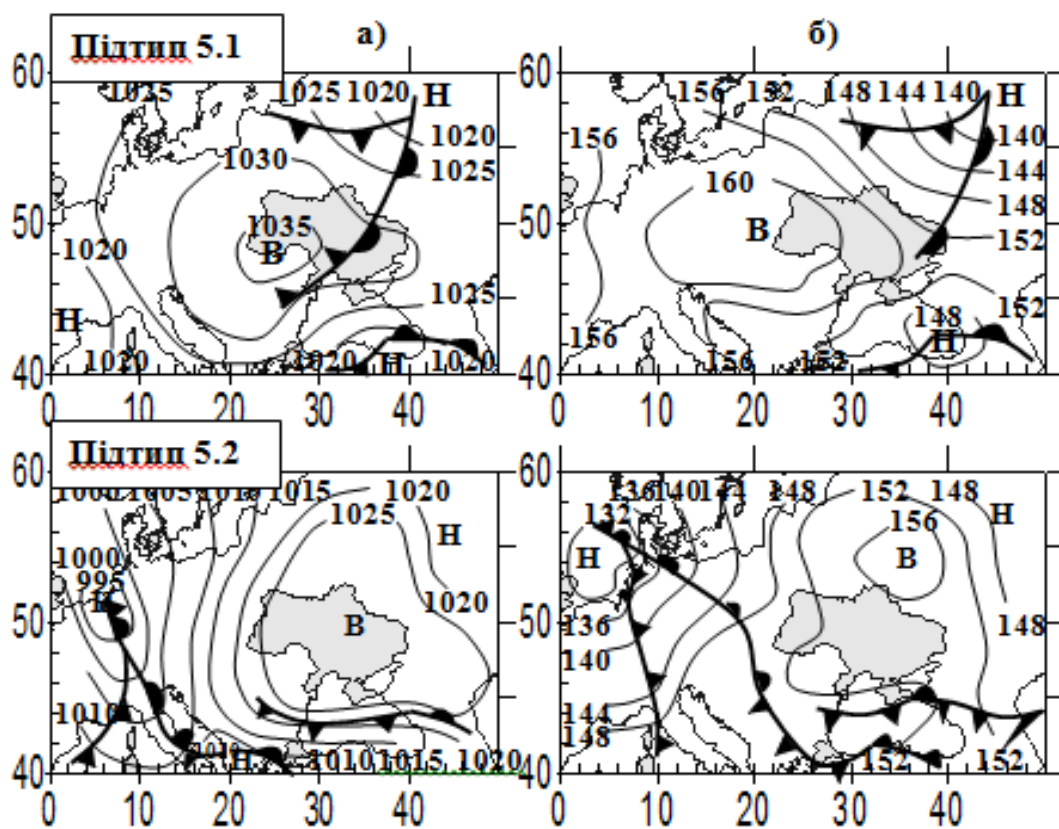


Рисунок 2.4 – Підтипи синоптичного типу 5.

Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б)

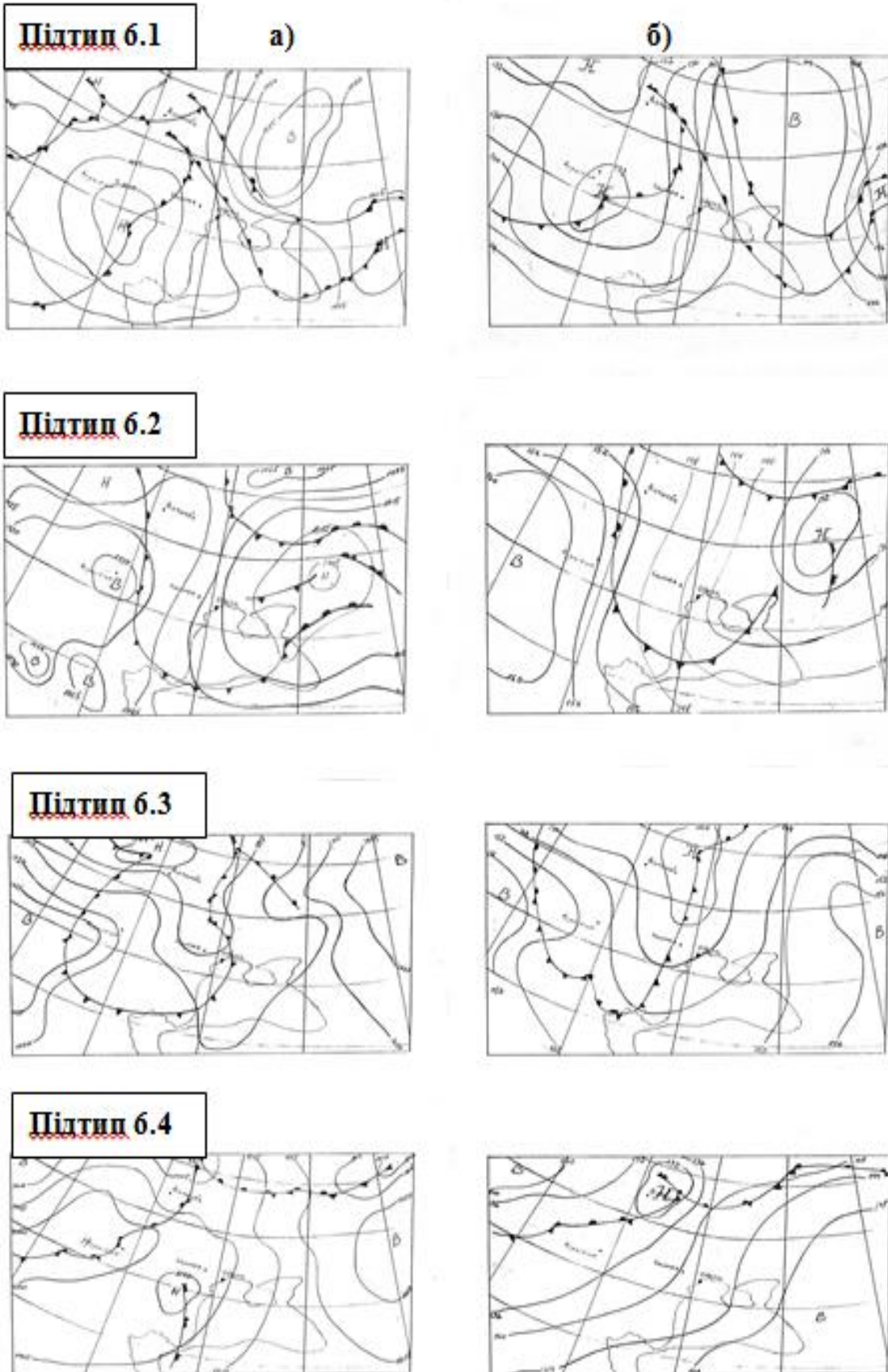


Рисунок 2.5 – Підтипи синоптичного типу 6.

Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б)

штормова зона між циклоном на заході-північному заході та антициклоном на сході. Підтип 6.2 – тил циклону, що переміщується зі швидкістю $\geq 40 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$. 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.

Синоптичний тип 6, тобто циклонічна циркуляція з великим баричними градієнтами (рис. 2.4) обумовлював переважну більшість випадків сильного вітру – 82,1 %, при чому відносна перевага припадала на підтип 6.2 та 6.1, а саме 29,1 та 32,3 %, відповідно. Найрідше вітер посилювався при підтипі 6.3 – 5,1 %. Над різними станціями інтенсивність вітру збільшувалася по

різному, так над Білгород-Дністровським вітер зростав при підтипах 6.1 та 6.2, а над Одесою-ГМО – при 6.3, над Одесою-АМСЦ та Чорноморськом – при підтипі 6.2. Над рештою станцій сильний вітер спостерігався при 6 типі.

Розглядаючи тип 5 (периферійні процеси з проходженням атмосферних фронтів) можна помітити, що даний тип синоптичних процесів (рис. 2.4) не характерний для південного заходу України, але при ньому утворювалося 15,5 % посилень вітру, з відносною перевагою підтипу 5.1 – 6,2 %.

На решту підтипів (1.2, 1.3, 2.1, 2.2) припадало лише 6,5 % від загальної кількості випадків сильного вітру при середньому значенні баричного градієнту $2,3 \text{ гПа}/100 \text{ км}$.

Отже, над Одеською областю сильний вітер виникав переважно над Білгород-Дністровським, Чорноморськом та Одеса-АМСЦ при циклонічній циркуляції з великим баричними градієнтами (82,1 %).

2.3 Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6

Можливі кліматичні зміни вітрового режиму України досліджуються на основі результатів моделювання клімату за сценаріями RCP 4.5 і RCP 2.6 [21, 22], кожна модель містить дані про середньодобову максимальну швидкість

вітру (період 2021-2050 рр.). Для кращого аналізу отримані результати порівнювалися з відповідними характеристиками вітру на чотирьох станціях Одеської області за період рр. 2005-2020 рр.

Для аналізу було вибрано два сценарію (RCP 4.5 і RCP 2.6.) та три симуляції - CLMcom4, MPI-CSC2, SMHI5 для розрахунку значень середньої максимальної швидкості вітру на чотирьох станціях Одеської області – Любашівка, Сербка, Одеса АМСЦ та Ізмаїл.

Наукові дослідження показують, що клімат Землі істотно змінюється, що призводить до збільшення кількості небезпечних і стихійних явищ погоди [10, 11, 19]. Повною мірою ці зміни стосуються як території України в цілому, так і окремих її регіонів. Можливі кліматичні зміни вітрового режиму Одеської області досліджуються на основі результатів моделювання клімату за сценаріями RCP 4.5 і RCP 2.6, кожна модель містить дані про середньодобову максимальну швидкість вітру (період 2021-2050 рр.). Для кращого аналізу отримані результати порівнювалися з відповідними характеристиками вітру на чотирьох станціях Одеської області за період рр. 2005-2020 рр.

Сценарій RCP 4.5 - це сценарій стабілізації, який означає, що рівень радіаційного впливу стабілізується на рівні 4,5 Вт / м² до 2100 року завдяки використанню ряду технологій та стратегій для скорочення викидів парникових газів.

Над територією Одеської області за сценаріями RCP 4.5 і RCP 2.6 прогнозується збільшення середньої добової максимальної швидкості вітру. За вказаними сценаріями на чотирьох станціях регіону ці показники швидкості вітру будуть зростати на 0,5-1,6 м/с (табл. 2.2).

Для наочності представлення інформації на рис. 2.6-2.7 наведені середньорічна швидкість вітру над Одесою з 2005 по 2020 рр. згідно зі сценаріями RCP 4.5 і RCP 2.6 та метеорологічних спостережень та різниця між значенням середньомісячної швидкості вітру та кліматичними сценаріями.

Середньорічні максимальні швидкості вітру за сценаріями RCP 4.5 і RCP 2.6 суттєво не відрізняються один від одного та в обох випадках перевищують середньорічні швидкості вітру над Одесою за даними метеорологічних спостережень на 0,2-1,2 м/с (рис. 2.6-2.7).

Таблиця 2.2 - Середньорічна швидкість максимального вітру (м/с)

№	Станції	Середньорічна швидкість максимального вітру, м/с						
		2005-2020	RCP 2.6			RCP 4.5		
			CLMcom4	MPI-CSC2	SMHI5	CLMcom4	MPI-CSC2	SMHI5
1	Любашівка	5,1	6,2	5,7	6,3	5,9	5,6	6,4
2	Сербка	4,9	6,0	5,8	6,0	6,2	5,7	6,0
3	Одеса АМСЦ	5,5	5,8	5,5	6,0	6,0	5,5	6,2
4	Ізмаїл	4,8	5,4	5,0	5,7	5,6	5,1	5,8

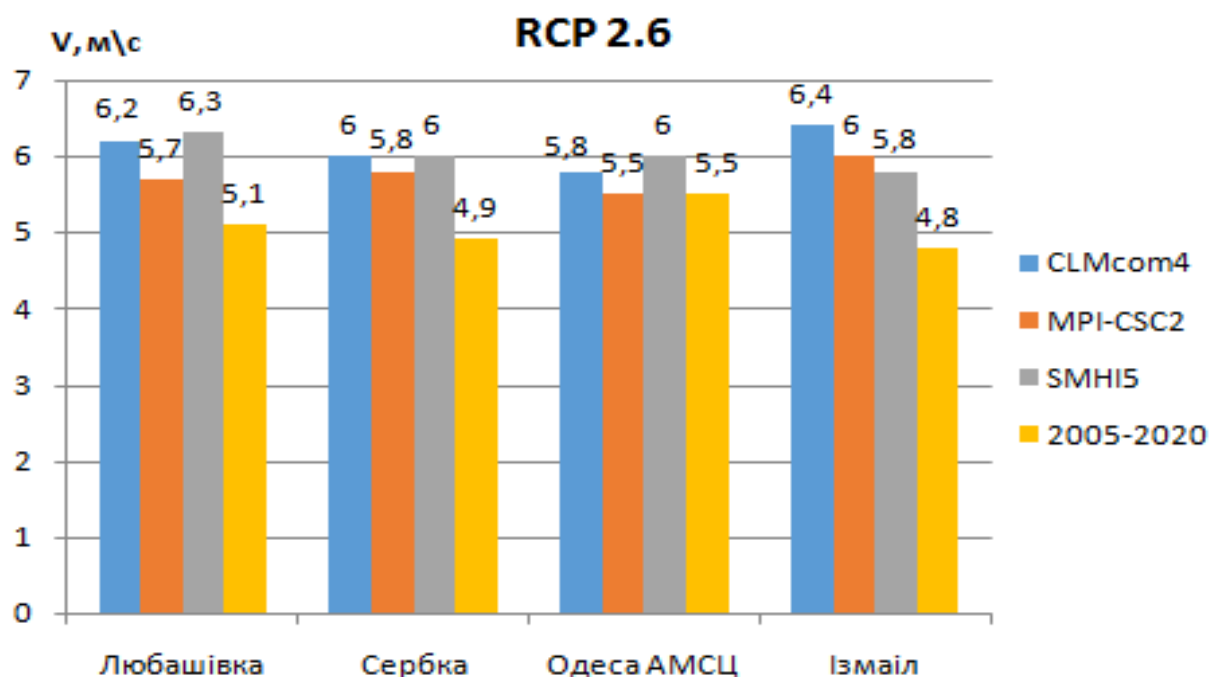


Рисунок 2.6 – Середньорічна швидкість максимального вітру (м/с) на станціях Одеської області

Так на станції Любашівка, розташованій на півночі Одеської області найбільше перевищення середньої максимальної швидкості вітру спостерігається за сценарієм RCP 2.6 за моделлю SMHI5 -1,2 м/с, за моделлю CLMcom4 – 1,0 м/с, а MPI-CSC2-0,6 м/с. За сценарієм RCP 4.5 за різними

моделями середня швидкість максимального вітру коливається від 0,5 до 1,3 м/с.

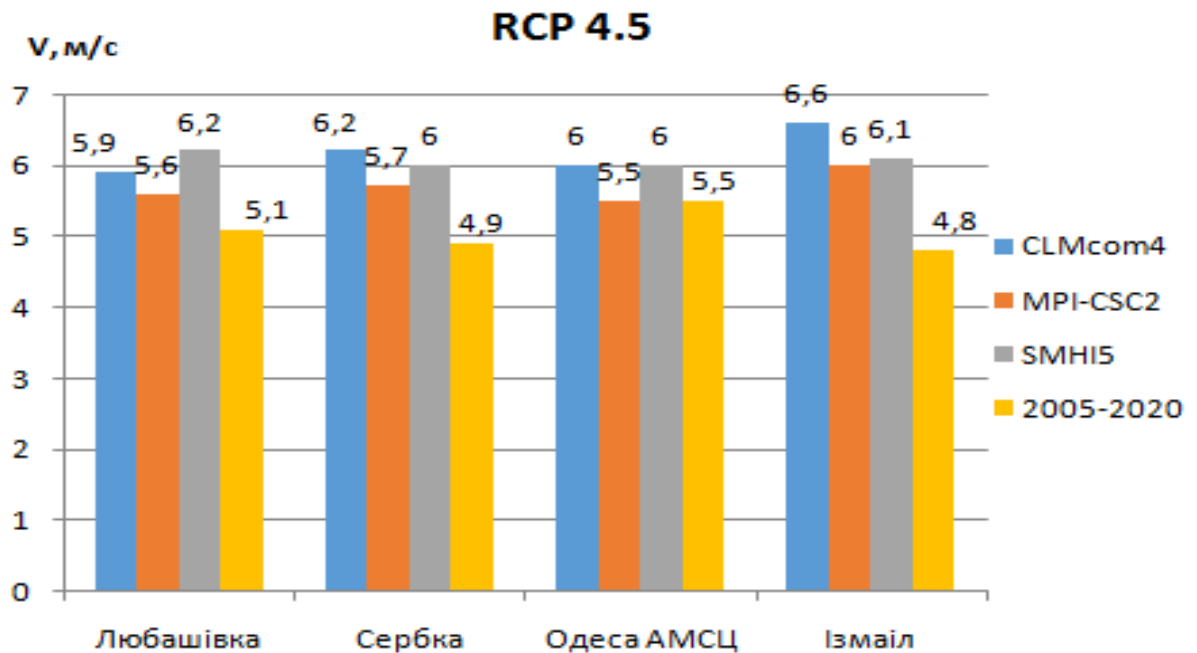


Рисунок 2.7 – Середньорічна швидкість максимального вітру (м/с) на станціях Одеської області

На станції Сербка максимальні відхилення швидкості вітру від фактичної спостережуваною відзначається за сценарієм RCP 4.5, за моделлю CLM com4 -1,3 м/с, а мінімальне за MPI-CSC2-0,8 м/с. За сценарієм RCP 2.6 швидкість середнього максимального вітру більше фактичної на 0,9-1,1 м/с, в залежності від обраної моделі.

На метеорологічній станції Одеса - аеропорт спостерігається найбільша швидкість середнього максимального вітру по області- 5,5 м/с. За прогностичним сценаріями RCP 2.6 та RCP 4.5 швидкість вітру збільшується на 0,3-0,5 м/с (RCP 2.6, за моделлю CLMcom4 та SMHI5) і на 0,5-0,7 м/с (RCP 4.5 за моделлю CLMcom4 та SMHI5). Варто відзначити, що за моделлю MPI-CSC2 по обома сценаріям середня швидкість максимального вітру співпадала з фактично спостережуваним значенням швидкості за період з 2005 по 2020 рр. – 5,5 м/с.

На станції Ізмаїл середня швидкість максимального вітру за останні десятиліття склала 4,8 м/с. За прогностичним сценарієм RCP 2.6 відхилення

середньої максимальної швидкості вітру варіювали від 0,9 (SMHI5) до 0,2 (MPI-CSC2) м/с. За сценарієм RCP 4.5 від 0,3 (MPI-CSC2) до 1,0 (SMHI5) м/с.

Отже, в порівнянні з фактичною швидкістю вітру, за сценарієм RCP 4.5 на всіх розглянутих станціях Одеської області (крім Любашівки) швидкість середнього максимального вітру більше, ніж за сценарієм RCP 2.6. Найкращий результат показала модель MPI-CSC2 по обома сценаріям. Відхилення прогнозованих швидкостей максимального вітру не перевищували у середньому 0,5 м/с, а на станції Одеса АМСГ - співпадали з фактично спостережуваними. Варто зазначити, що дослідження носить попередній характер і вимагає подальшої перевірки на значно більшому ряді спостережень.

Виявлено, що за сценарієм RCP 4.5 на всіх розглянутих станціях Одеської області (крім Любашівки) швидкість середнього максимального вітру більше, ніж за сценарієм RCP 2.6. Найкращий результат показала модель MPI-CSC2 за двома сценаріям. Відхилення прогнозованих швидкостей максимального вітру не перевищували у середньому 0,5 м/с, а на станції Одеса АМСГ - співпадали з фактично спостережуваними.

3 ПОВТОРЮВАНІСТЬ ТА МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ПОРИВІВ ВІТРУ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Повторюваність утворення поривів вітру над Одещиною

Порив вітру - це різке короткочасне посилення вітру, при швидкостях близько 20 м/с і вище, що супроводжуються руйнівною дією [12].

Поривчастість вітру - це наявність у повітряному потоці значних коливань (пульсацій) за швидкістю та напрямком з часовими інтервалами не більше кількох секунд, причому спостерігаються значні короткочасні відхилення від середніх величин. У разі сильної поривчастості вітру говорять про шквалистість вітру.

Поривчастість вітру пов'язана з турбулентністю, яка характерна для повітряних течій. Вона особливо яскраво виражена в холодних повітряних масах з нестійкою стратифікацією і, отже, зі збільшеною турбулентністю; вона збільшується також під час проходження фронтів, особливо холодних. Пульсації швидкості та напрямки зазвичай відбуваються з напівперіодом від 2 до 15 с. З зростанням термодинамічної нестійкості атмосфери амплітуда пульсації збільшується, а період зменшується. Значні пульсації виникають вранці при руйнуванні приземної інверсії. У нижньому шарі атмосфери добовий хід поривчастості вітру добре виражений, досягає максимуму вдень та мінімуму вночі.

При теоретичних дослідженнях поривчастість вітру характеризують за допомогою середніх квадратів пульсації складових швидкості вітру ($\bar{U}'^2, \bar{V}'^2, \bar{W}'^2$) та стандартних відхилень. Структурна функція є мірою середньої зміни поривчастості в часі та просторі. Поривчастість вітру реєструється спеціальними приладами.

У навколишньому середовищі спостерігаються два види поривів вітру: погодинні та добові пориви вітру. Погодинний порив вітру визначається як раптове збільшення швидкості вітру, що відбувається протягом 10-хвилинного періоду на початок спостереження, зі швидкістю щонайменше 28 км/год (15 вузлів). Добовий пік вітру, найвищий миттєвий вітер, що перевищує 28 км/ч

(15 вузлів), виміряний протягом всього 24-годинного періоду. Записи швидкості поривів вітру може бути одними з найскладніших для інтерпретації з низки причин. Анемометри зазвичай обслуговуються і калібруються для середньої або усередненої швидкості вітру, у той час як період усереднення, що використовується при вимірах поривів вітру, більше залежить від перехідної характеристики анемометра та його самописця під час короткочасних поривів вітру (наприклад, тривалістю 1-3 с) [14-17].

Варіації фактичних періодів усереднення, представлені вимірами, серйозно обмежують узгодженість та точність даних про пориви вітру [18]. З іншого боку, вимірювання поривів вітру менш чутливі до впливу анемометра та майданчика, ніж дані про вітри, отримані з використанням більш тривалих періодів усереднення, і можуть бути більш просторово узгодженими та репрезентативними для кліматології вітру на більшій території.

Для аналізу виникнення поривів вітру на території Одеської області було відібрано дані трьох станцій, розташованих у різних частинах області. А саме, Одеса АМСЦ, Балта – I район, Ізмаїл- II район (рис. 3.1). В якості вихідного матеріалу в роботі використані дані з телеграм METAR сайту метеорологічного сервісу гр. 5 [20] щодо поривів вітру на ст. Одеса-АМСЦ, та даних стандартних спостережень за період з січня 2005 по грудень 2020 рр. З них було обрано максимальні значення поривів вітру за кожен рік.

Значення швидкості поривів вітру відбиралися починаючи з 10 м/с, для врахування поривів при слабкому та помірному вітрі (при середній швидкості фактичного вітру до 5-8 м/с). Особлива увага приділялася пороговим значенням поривів вітру, які були обрані відповідно до критеріїв чинної Настанови з метеорологічного прогнозування [6].

Окрім метеорологічних спостережень, для статистичного аналізу щоденних аномалій температури повітря та тиску використовувалися дані архіву NCEP/NCAR Reanalysis за період 2005-2020 рр [23].

Середньорічна швидкість поривів за період із 2005 по 2020 роки по всій Одеській області представлена на рис. 3.2. Очевидно, що за весь п'ятнадцятирічний період суттєвих коливань швидкості поривів вітру на Одещині не відзначалося. У середньому, амплітуда швидкості поривів коливається в діапазоні 16,1-17,5 м/с. Зменшення значень швидкості поривів вітру до 13,7, 13, 8 та 13,9 м/с спостерігалося у 2006, 2009 та 2010 роках,

відповідно. Максимальна швидкість поривів вітру зафіксована у 2019 році – 17,9 м/с.



Рисунок 3.1 – Карта-схема районів Одеської області

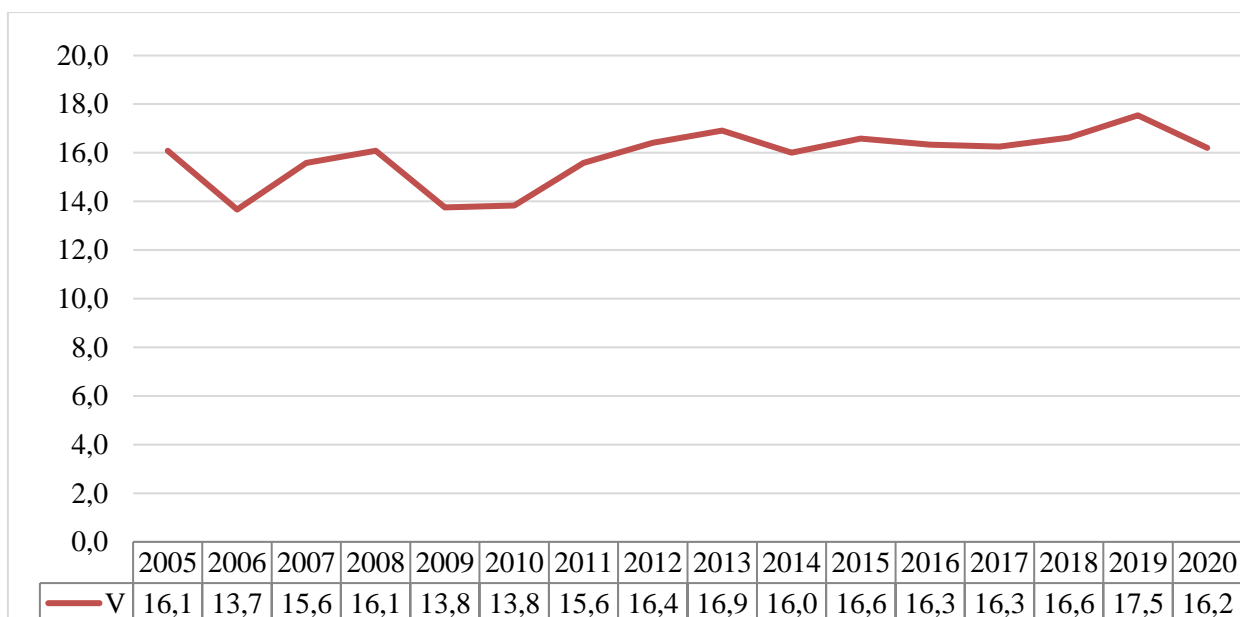


Рисунок 3.2 – Середньорічна швидкість поривів за період із 2005 по 2020 рр. у Одеській області

Динаміка зміни швидкості поривів вітру за сезонами показує деяке збільшення середньої швидкості поривів у зимовий період (грудень, січень - 17,1 -16,8 м/с) та у перехідні сезони (рис. 3.3). Так, у березні швидкість поривів, у середньому за досліджуваний період становила 17,5 м/с (що є максимальним значенням протягом року), а жовтні - 16,5 м/с. У літні місяці

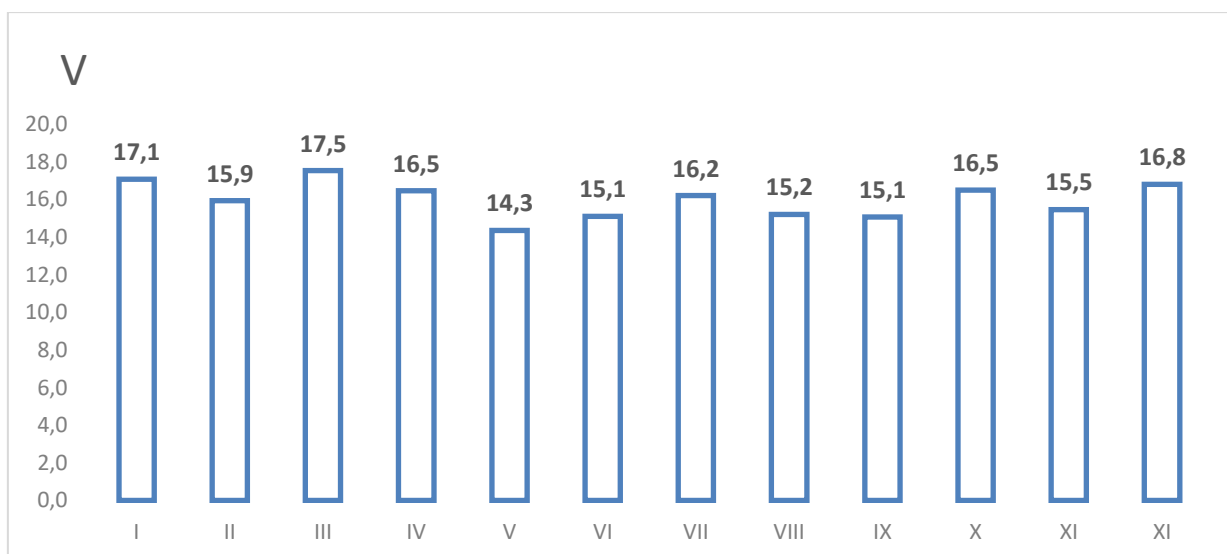


Рисунок 3.3 – Середньомісячна швидкість поривів за період із 2005 по 2020 рр. у Одеській області

максимальна середня швидкість поривів вітру на території Одеської області відзначається у липні місяці -16,5 м/с.

Такий розподіл швидкостей поривів за сезонами обумовлений синоптичними умовами їх виникнення. Так формування поривів вітру взимку пов'язано, переважно, з великомасштабними процесами - проходженням атмосферних фронтів, особливо холодних. У перехідний період - з перебудовою баричного поля з теплого сезону на холодний, а в літні місяці сильні пориви вітру найчастіше виникають у конвективно нестійких повітряних масах, що супроводжуються цілою низкою небезпечних явищ (град, шквал, смерч). При цьому в літній період конвективна нестійкість може виникати як при проходженні атмосферних фронтів, так і при внутрішньомасових процесах.

Якщо розглянути розподіл швидкості поривів вітру за градаціями впродовж 2005-2020 рр., то можна спостерігати значне переважання на станції Одеса АМСЦ градації 13-15 м/с – 103 випадка. (рис. 3.4). Також досить часто відзначалися пориви вітру зі швидкістю 17-18 м/с – 75 випадків.

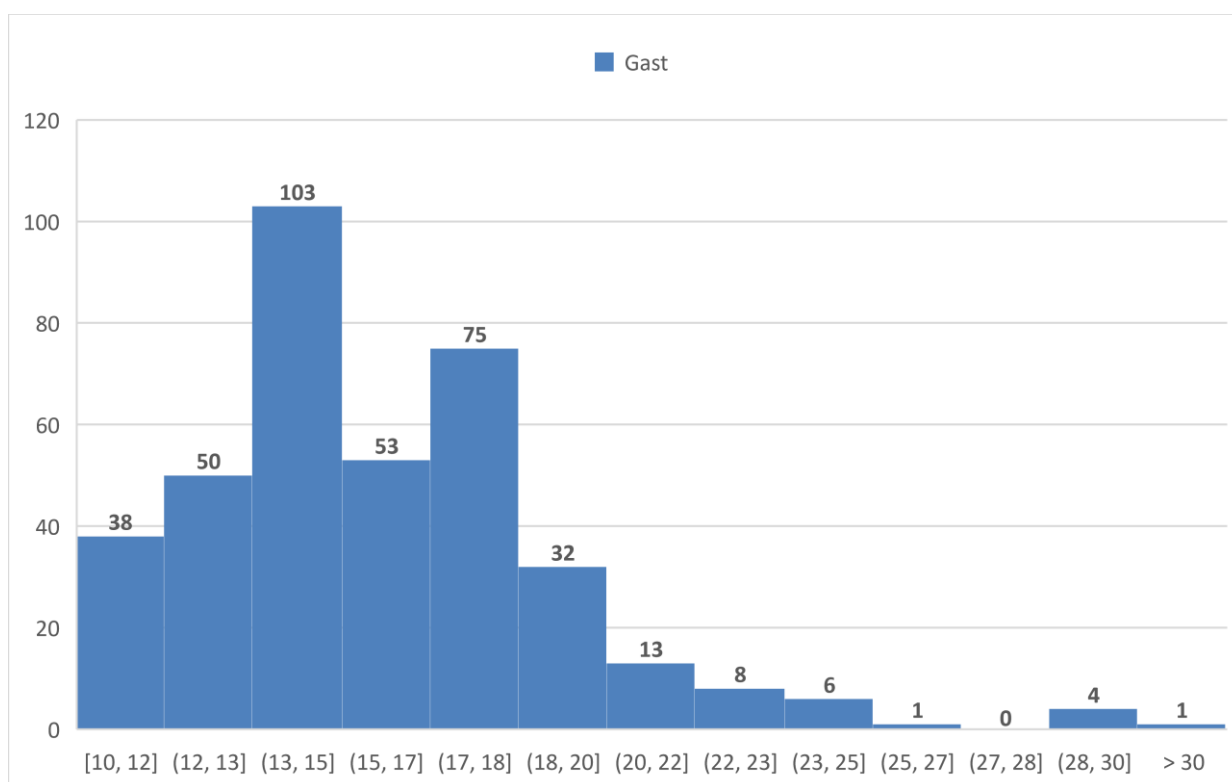


Рисунок 3.4 – Повторюваність поривів (к/вип.)вітру на станції Одеса АМСЦ за період 2005-2020 рр.

За весь досліджуваний період пориви вітру в діапазоні швидкостей від 28 до 30 м/с зафіксовані 4 рази. Максимальну швидкість пориву вітру на станції Одеса АСМЦ відмічене 24 лютого 2020 року о 12.30 за місцевим часом - 31 м/с, при сильній хуртовини, обумовленої виходом південного циклону на територію Одеської області.

На півночі Одеської області (метеостанція Балта) за період дослідження (з 2005 по 2020 рр.) переважали швидкості поривів вітру в градаціях 15-17 м/с – 38 випадків та 13-15 м/с – 34 випадка (рис.3.5). Пориви вітру зі значеннями швидкості вище 23 м/с не спостерігалися.

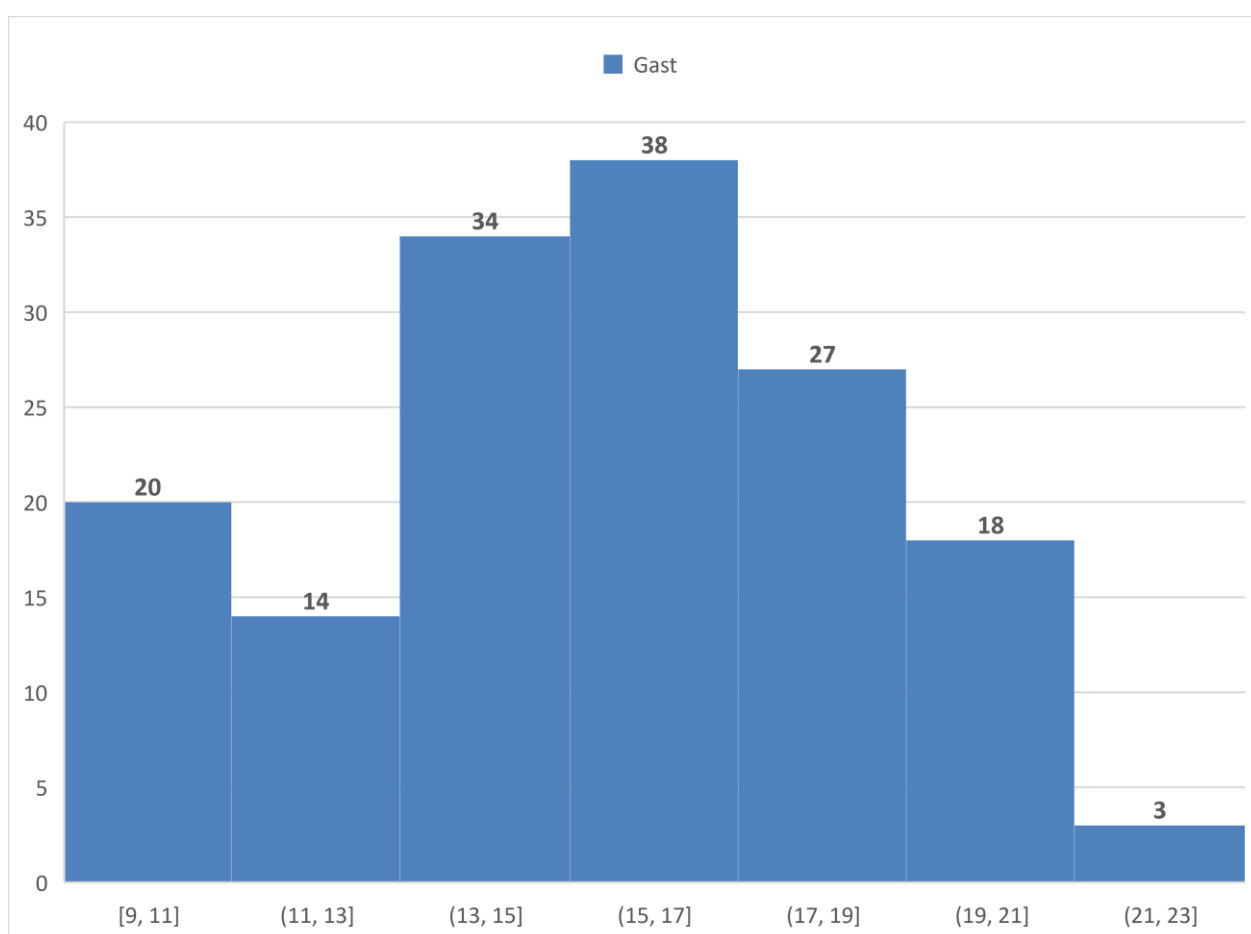


Рисунок 3.5 – Повторюваність поривів вітру (к/вип.) на станції Балта за період 2005-2020 рр.

Отже, можна відзначити, що на збільшення швидкості вітру під час поривів на території Одеської області, а саме в її південній прибережній частині, значний вплив має рельєф місцевості та наявність межі суша-море.

3.2 Залежність виникнення поривів вітру від аномалій тиску та температури повітря

Результати аналізу тренду поривів вітру за швидкістю поривів в залежності від кліматичних добових аномалій температури та тиску за період з 2005 по 2020 роки, представлені на рис. 3.6-3.13.

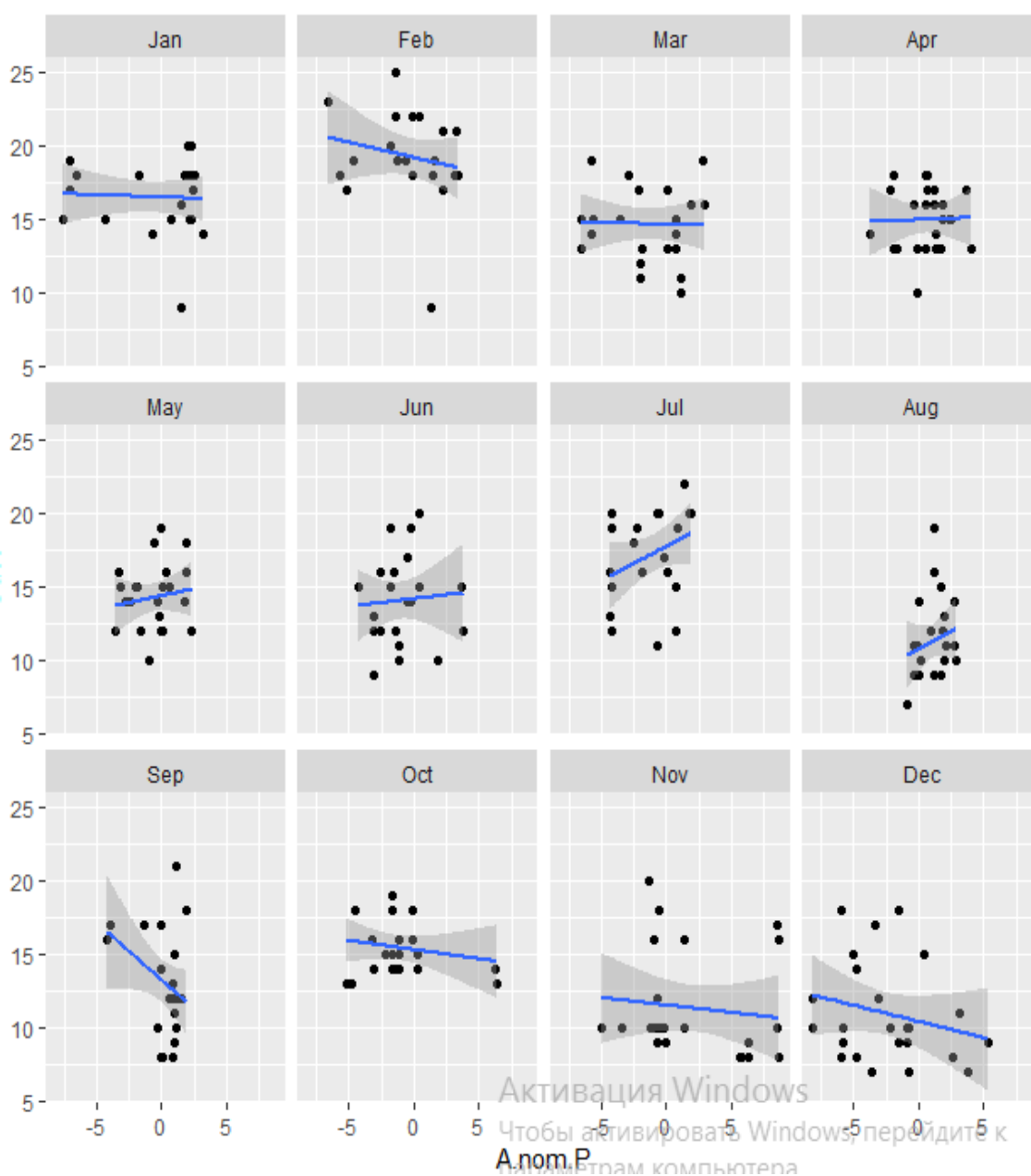


Рисунок 3.6 – Кореляція між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м/с та добовими аномаліями тиску за період 2005-2020, Балта

Так, у північній частині Одеської області, за даними метеостанції Балта, зимою кількість поривів вітру збільшувалася переважно при негативній аномалії тиску (-10 до +2 гПа). При цьому швидкість поривів вітру змінювалася від 15 до 25 м/с (рис. 3.6). У весняні місяці з березня по травень спостерігалось зміщення значень аномалії тиску у бік позитивних значень, вони варіювали від -2,5 до +2,5 г Па, пориви вітру відзначалися в діапазоні 13-18 м/с. У літній період пориви вітру на станції Балта спостерігалися в діапазоні від 12 до 22 м/с, при цьому максимальних значень швидкість вітру досягала вже за позитивної аномалії тиску в липні - 25 м/с (аномалія тиску + 2,5 гПа). Однак, більшість поривів формувалося при негативних аномаліях тиску, як у червні так і у липні. У вересні місяці пориви вітру (13-20 м/с) відзначалися при слабкій позитивній аномалії тиску, з жовтня по грудень найбільша кількість поривів на метеостанції Балта зафіксована при аномалії тиску від 0 до -8 г Па.

На півдні Одеської області (станція Ізмаїл) та метеостанція Одеса АМСЦ більшість щоденних поривів залежно від сезону змінювалися як за позитивної, так і за негативної аномалією тиску (рис. 3.7-3.8).

У зимові місяці щоденні аномалії тиску коливались в широкому діапазоні від - 8 гПа до + 10 гПа, при цьому максимальні пориви вітру відзначалися при невеликих негативних значеннях аномалії (- 2,5 гПа) - 31 м/с 24 лютого 2020 р. З квітня по жовтень діапазон зміни значень аномалій тиску на станції Одеса АМСЦ поступово зменшувався до - 2,5 - +2,5 гПа. Максимальні пориви вітру 25-28 м/с відзначалися при слабкій негативній аномалії тиску - 2 гПа, і лише у серпні місяці зафіксований порив вітру, що досяг 25 м/с при невеликій позитивній аномалії тиску (0-+2 гПа). Восени спостерігається тенденція формування максимальних поривів вітру, переважно при негативних значеннях аномалій тиску.

У районі метеостанції Ізмаїл максимальні пориви швидкості вітру відзначалися за негативної аномалії тиску в усі сезони. У зимовий період пориви спостерігалися від 18 до 31 м/с . Як виняток, у грудні пориви вітру на станції Ізмаїл частіше формувалися при аномалії тиску від 0 до + 5 гПа. У теплий період з березня до жовтня амплітуда коливання швидкості поривів становила 15-25 м/с, а в окремі місяці (березень, квітень, травень - 28-30 м/с), при аномалії тиску від 0 до -2,5 гПа.

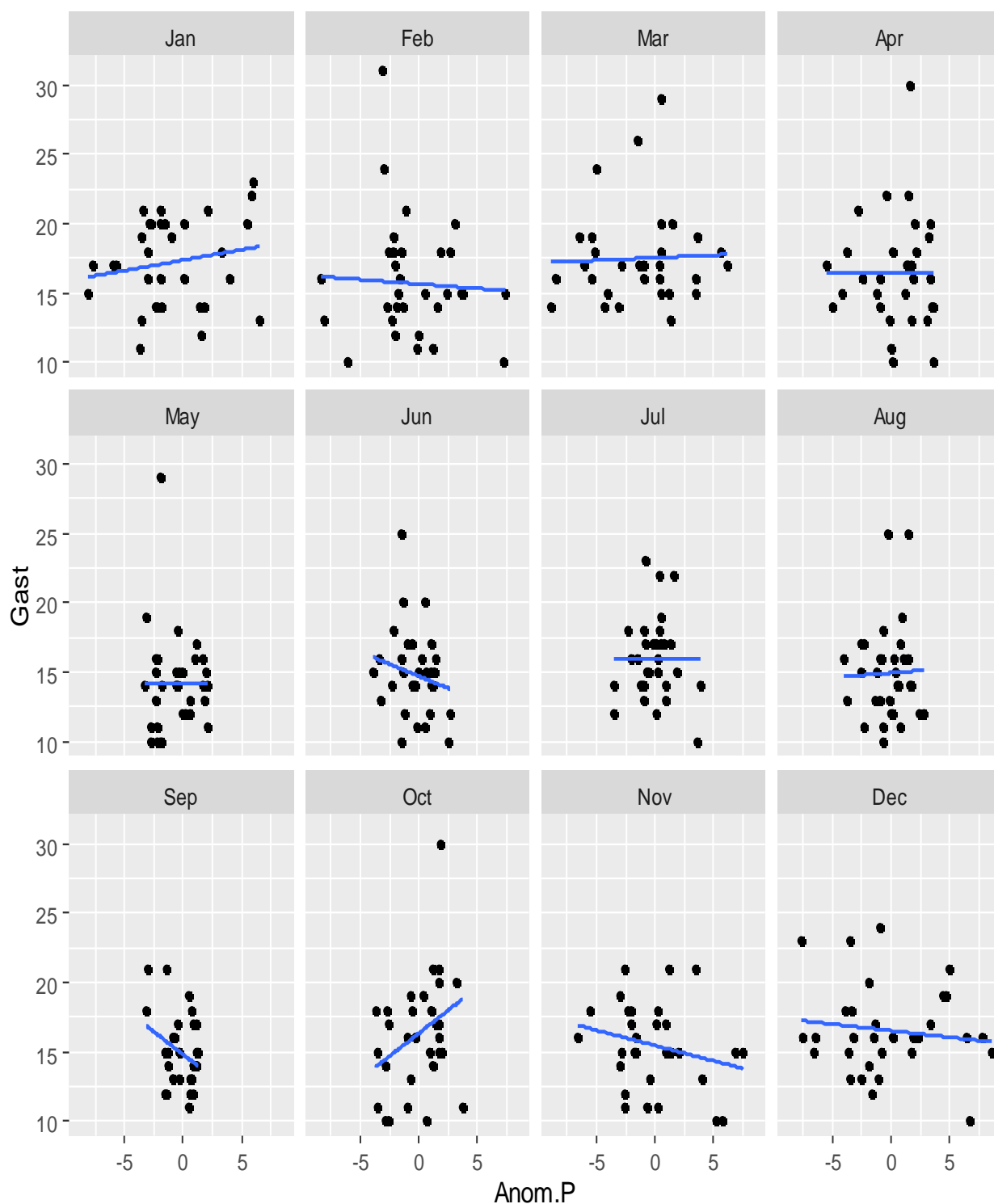


Рисунок 3.7 – Кореляція між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м/с та добовими аномаліями тиску за період 2005-2020, Одеса АМСЦ

Отже, виявлено, що швидкість поривів вітру на півдні Одеської області за збільшується при зменшенні значень добових аномалій тиску у всі сезони, а у північній частині області у літній сезон при зростанні добової аномалії тиску.

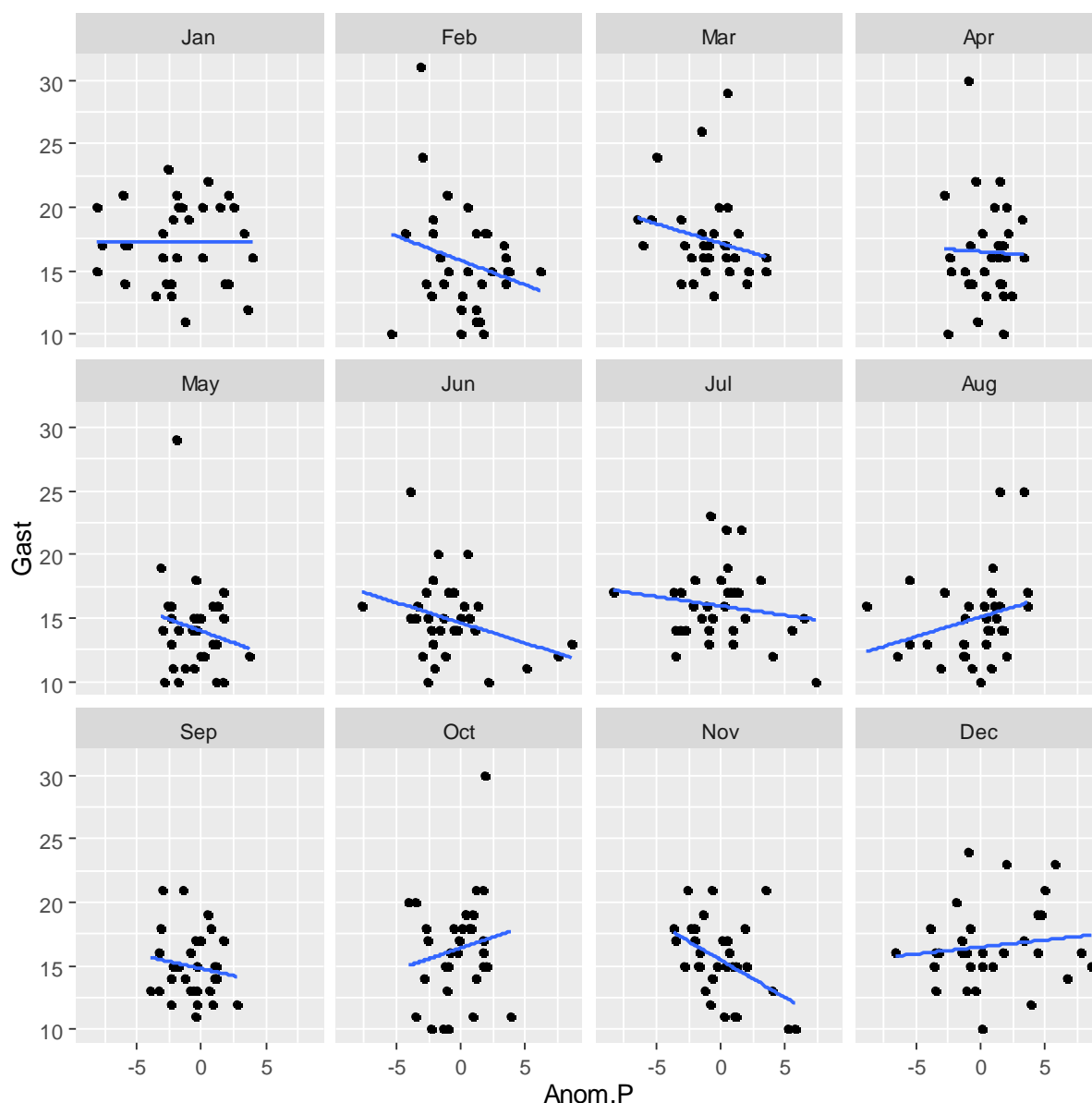


Рисунок 3.8 – Кореляція між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м/с та добовими аномаліями тиску за період 2005-2020, Ізмаїл

Залежність виникнення поривів вітру від добової аномалії температури повітря на станціях Одеської області представлена на рисунках 3.9-3.11.

Так, на станції Одеса АМСЦ найбільша кількість епізодів з посиленням вітру спостерігалася за позитивної аномалії температури у всі сезони року. Амплітуда добової аномалії температури повітря змінювалася від 2,5 до 5,0 $^{\circ}\text{C}$. При цьому максимальні значення швидкості поривів відзначалися при температурній аномалії близько 2,0-2,5 $^{\circ}\text{C}$. Пориви досягали 25-30 м/с, як у холодне, так і в тепле півріччя (рис. 3.9).

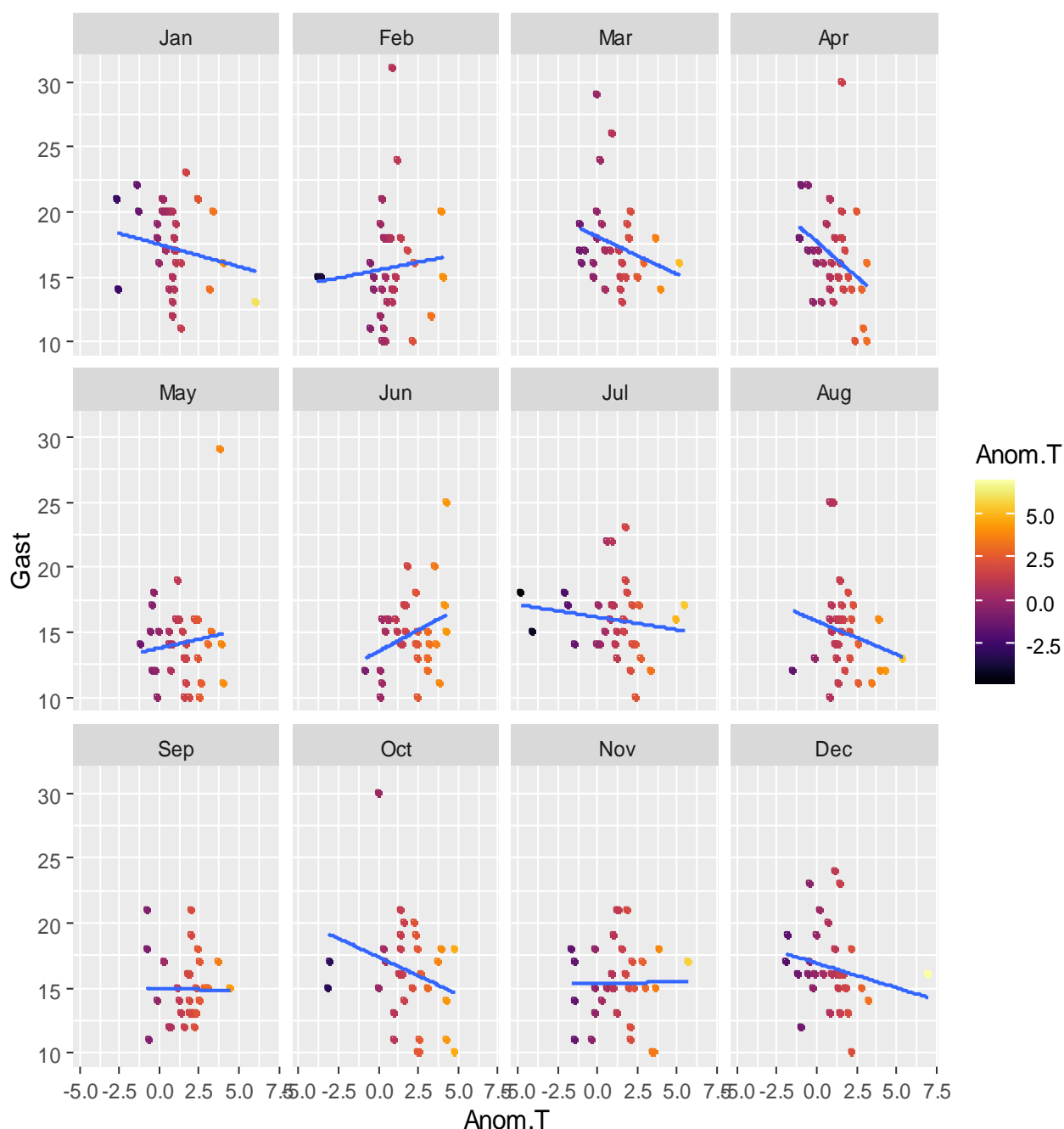


Рисунок 3.9 – Кореляція між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м/с та добовими аномаліями температури повітря за період 2005-2020, Одеса АМСЦ

На станції Ізмаїл картина розподілу кореляції поривів вітру в залежності від аномалії температури повітря дещо схожа, на аналогічні дані станції Одеса АМСЦ. Здебільшого, пориви виникають при позитивній аномалії температури, і тільки в січні, грудні та листопаді спостерігалися окремі епізоди посилення вітру при незначній негативній аномалії температури повітря в діапазоні від 0,0 до $-2,5$ °C (рис. 3.10).

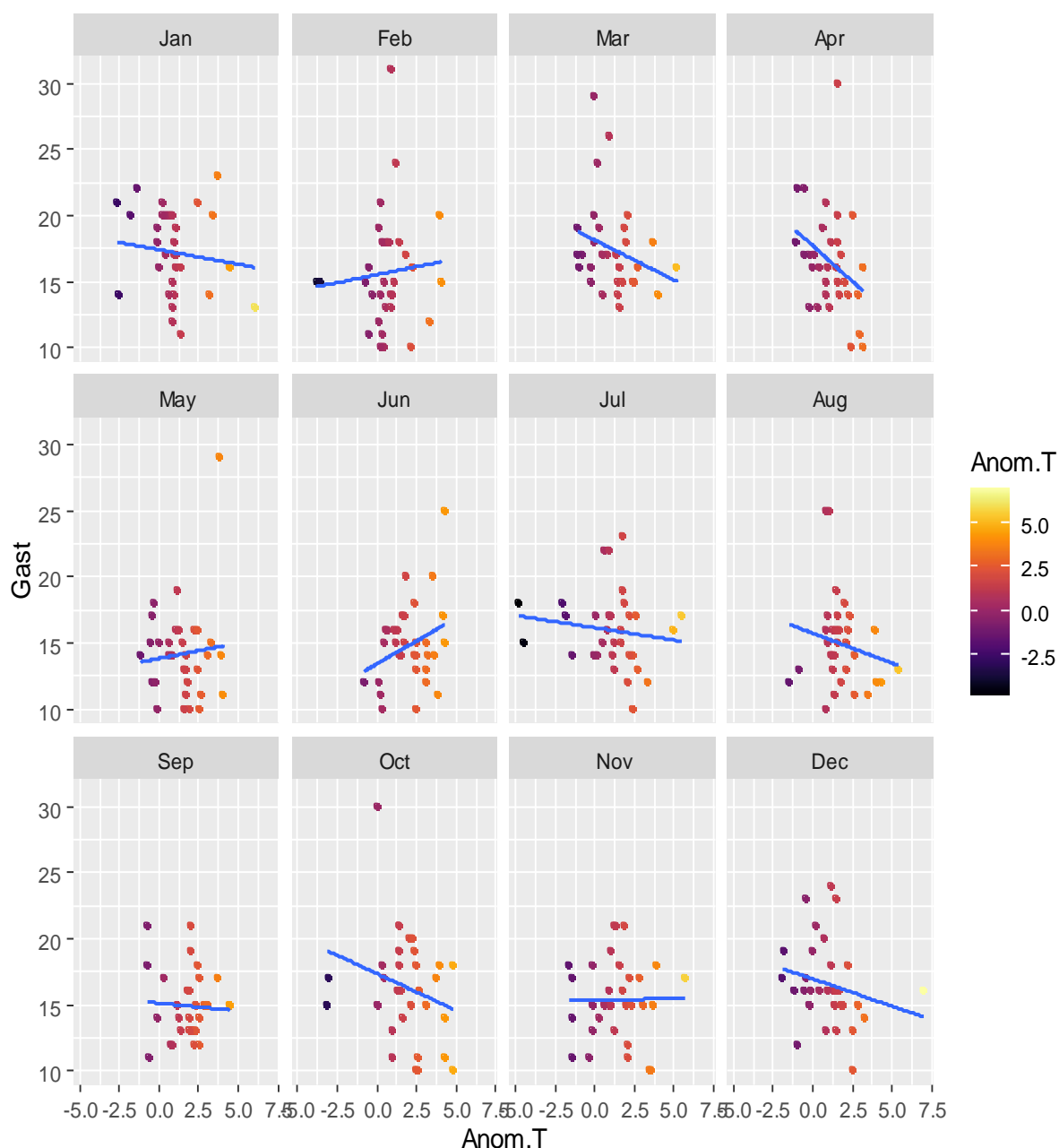


Рисунок 3.10 – Кореляція між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м/с та добовими аномаліями температури повітря за період 2005-2020, Ізмаїл

На метеостанції Балта, відзначалася схожа тенденція, тобто формування поривів вітру за позитивної добової аномалії температури повітря протягом усього року, крім січня місяця. У січні більшість випадків з поривами вітру спостерігалася при аномалії температури близько 2,0-2,5 °С, швидкості поривів досягали 18 -20 м/с. Однак, пориви вітру зі швидкістю вище 25 м/с фіксувалися виключно при позитивних аномаліях температури повітря (рис. 3.11).

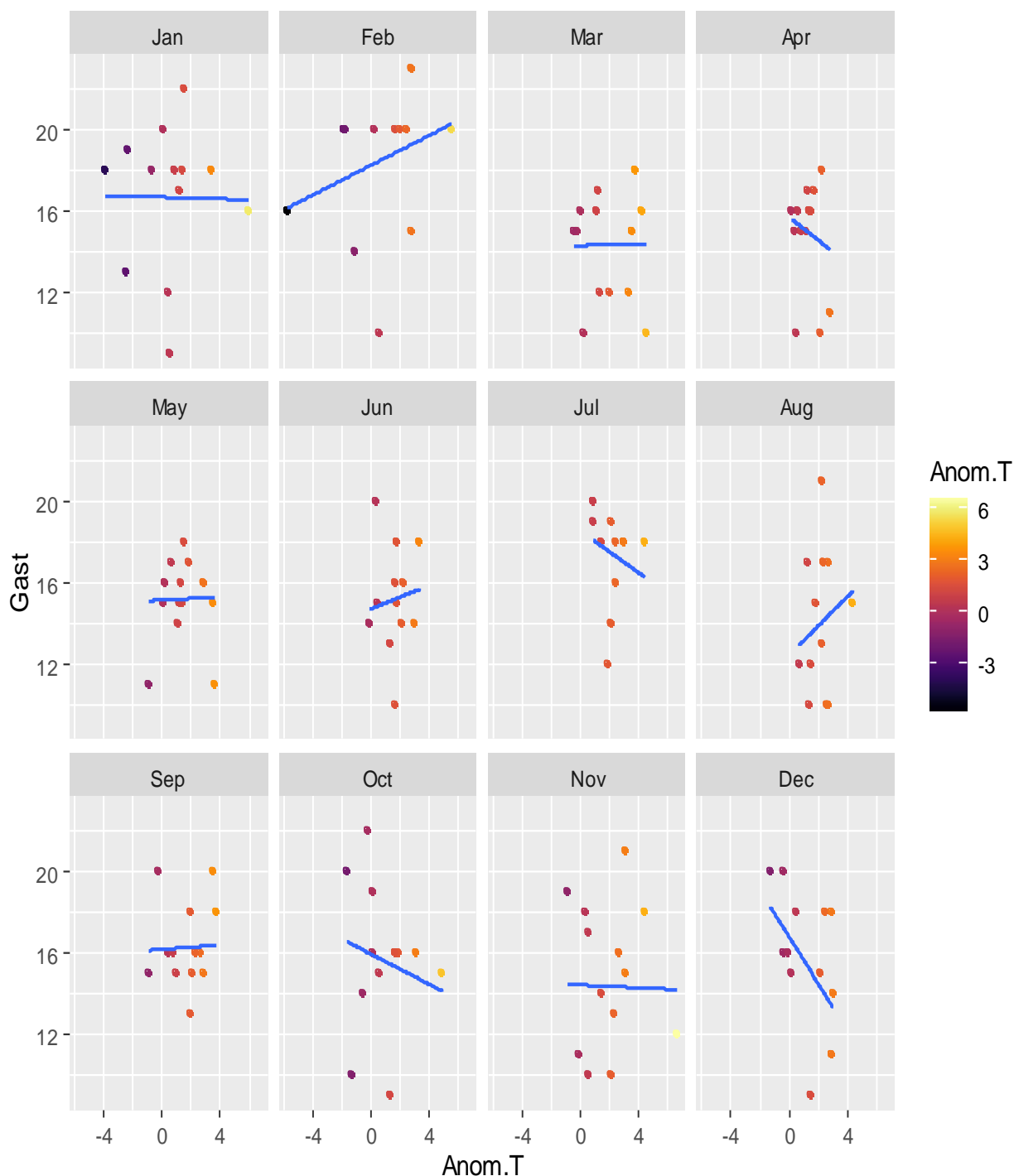


Рисунок 3.11 – Кореляція між швидкістю поривів вітру ≥ 10 м/с та добовими аномаліями температури повітря за період 2005-2020, Балта

Таким чином, виявлено, що швидкість поривів вітру в Одеської області за останні 15 років в більшості випадків збільшується зі збільшенням добової аномалії температури (від 0,0 до 5,0 $^{\circ}\text{C}$) та зменшенням добової аномалії тиску (від 0 до -7,0 гПа).

Графіки співвідношення добової аномалії температури повітря та тиску для швидкості пориву 15-18 м/с на станціях Одеса АМСЦ та Балта проілюстровані на рисунках 3.12-3.13.

На метеостанції Одеса АМСЦ у зимовий та літній періоди пориви вітру від 15 до 17 формувалися при негативній аномалії тиску та позитивній аномалії температури повітря у 65% випадків. Перехідні сезони пов'язані з негативними аномаліями добової температури та негативними аномаліями добового тиску (близько 30% випадків) (рис. 3.12).

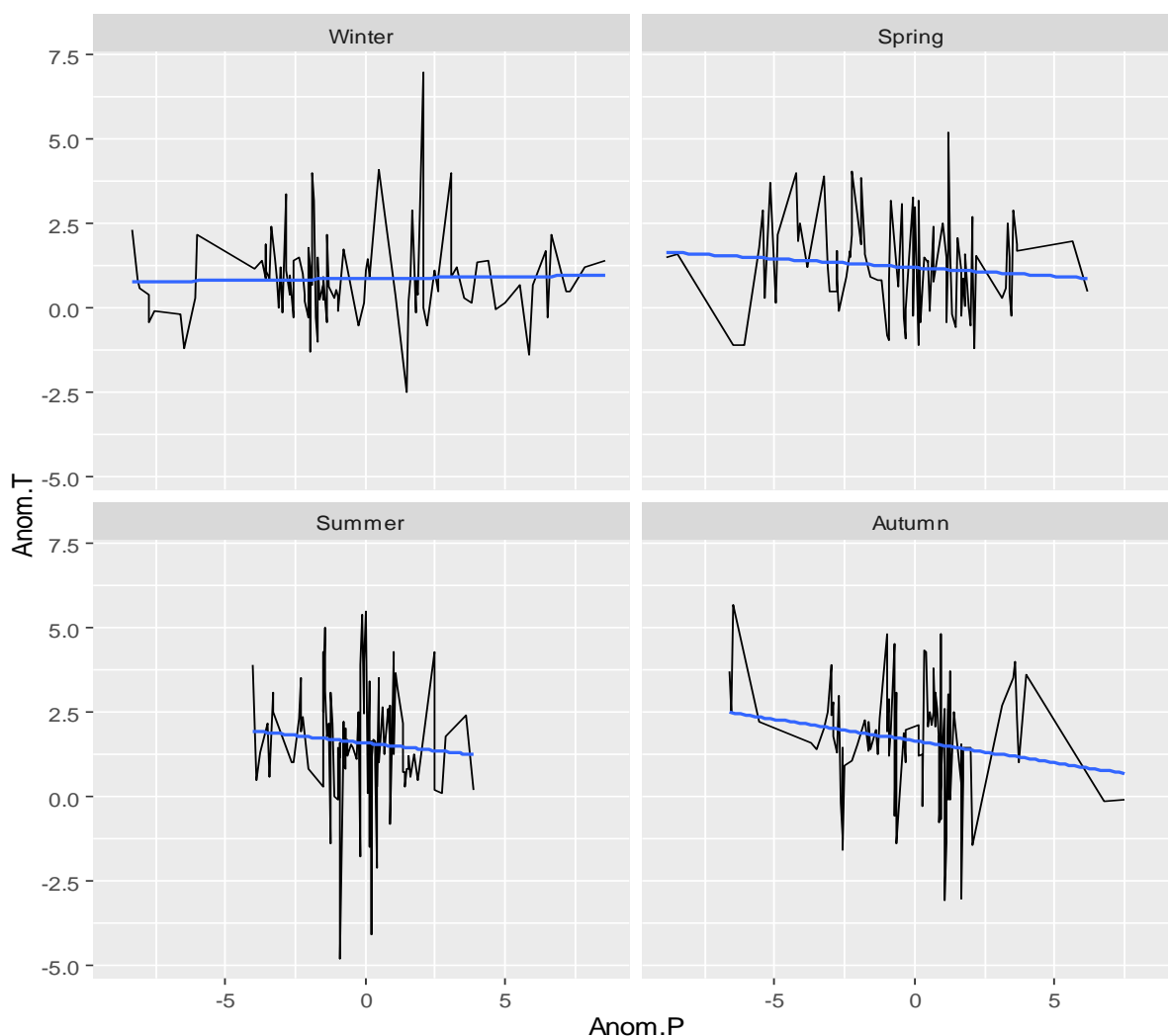


Рисунок 3.12 – Співвідношення добової аномалії температури повітря та тиску для швидкості пориву 15-18 м/с на станції Одеса АМСЦ

На станції Балта відзначається схожа тенденція залежності збільшення кількості випадків поривів вітру при позитивній аномалії температури та негативній аномалії тиску. При цьому у весняний період також можна

відзначити і епізоди позитивної аномалії тиску, коли кількість поривів збільшувалася (рис. 3.13).

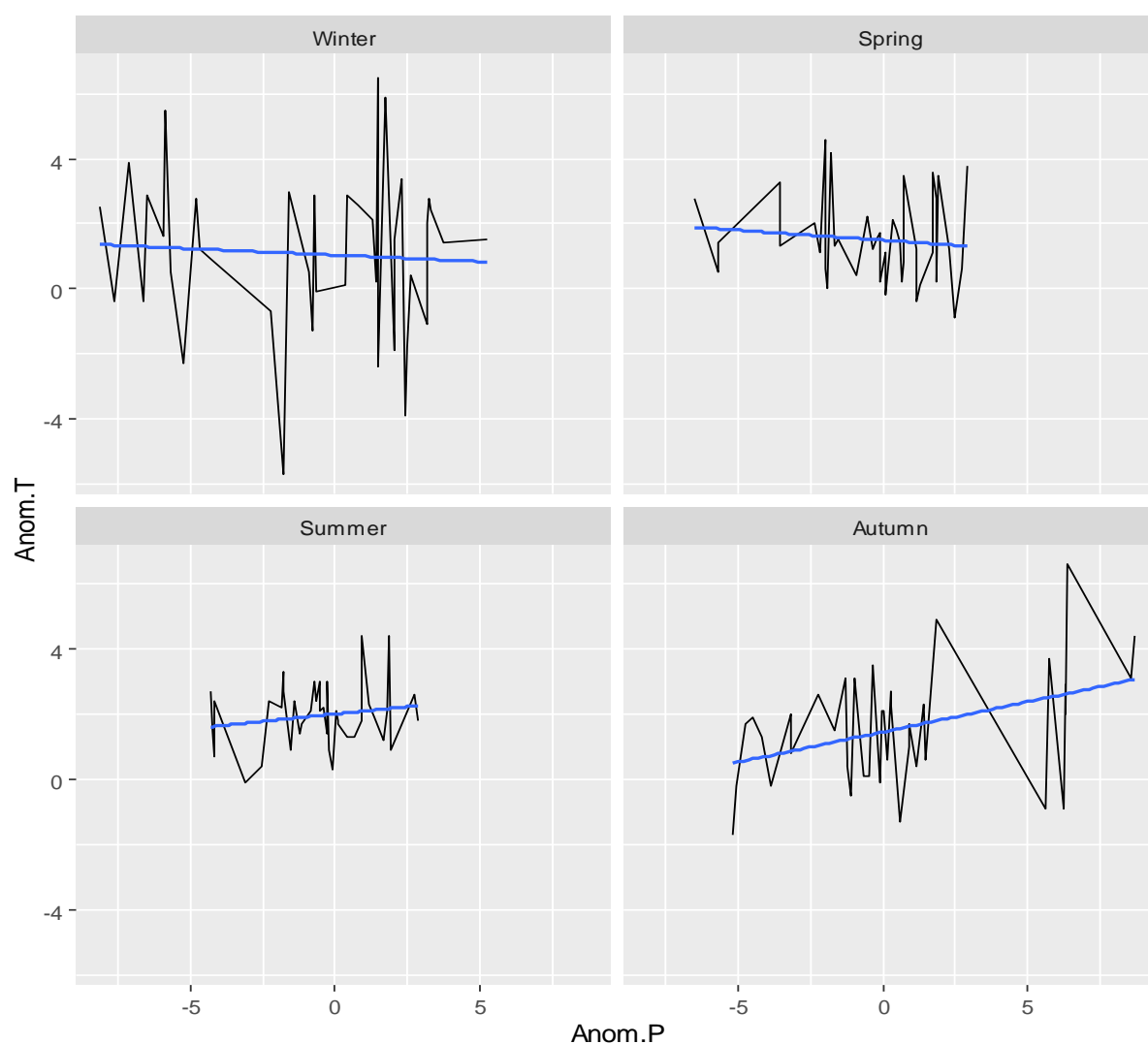


Рисунок 3.13 – Співвідношення добової аномалії температури повітря та тиску для швидкості пориву 15-18 м/с на станції Балта

На основі одержаних результатів можна припустити можливість збільшення частоти майбутніх поривів вітру на території Одеської області. За даними кліматичних моделей майбутні температури можуть бути вищими, а майбутній тиск може бути нижчим, ніж минулі та поточні умови. Крім того, взаємозв'язок між температурою, тиском і явищами поривів вітру, ймовірно, буде аналогічним у майбутньому, теплішому кліматі, оскільки погодні умови, які в даний час сприяють виникненню поривів вітру, будуть спостерігатися і в найближчі роки.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи отримані наступні результати:

1. На території Одеської області частка сильного вітру (≥ 15 м/с) у період з лютого 2005 по квітень 2020 рр. у середньому становила 0,05 % з максимумом над Білгород-Дністровським – 0,29 %. Також сильний вітер відносно часто утворювався над Одесою-АМСЦ та Чорноморськом – 0,14 та 0,10 %. Найчастіше сильний вітер на Одещині утворювався на станціях Одеса-АМСЦ, Чорноморськ та Білгород-Дністровський у холодне півріччя приймаючи північно-західний напрям.

2. Над Одеською областю сильний вітер виникав переважно над Білгород-Дністровським, Чорноморськом та Одеса-АМСЦ при циклонічній циркуляції з великим баричними градієнтами (82,1 %).

3. Виявлено, що за сценарієм RCP 4.5 на всіх розглянутих станціях Одеської області (крім Любашівки) швидкість середнього максимального вітру більше, ніж за сценарієм RCP 2.6. Найкращий результат показала модель MPI-CSC2 за двома сценаріями. Відхилення прогнозованих швидкостей максимального вітру не перевищували у середньому 0,5 м/с, а на станції Одеса АМСГ - співпадали з фактично спостережуваними.

4. Визначено за період 2005-2020 рр., значне переважання на станції Одеса АМСЦ поривів вітру в градації 13-15 м/с – 103 випадка. Також досить часто відзначалися пориви зі швидкістю 17-18 м/с – 75 випадків. За весь досліджуваний період на ст. Одеса АМСЦ пориви вітру в діапазоні швидкостей від 28 до 30 м/с зафіксовані 4 рази. На півночі Одеської області (метеостанція Балта) переважали швидкості поривів вітру в градаціях 15-17 м/с – 38 випадків. Пориви вітру зі значеннями швидкості вище 23 м/с на ст. Балта не спостерігалися.

5. Виявлено, що швидкість поривів вітру в Одеської області за останні 15 років в більшості випадків збільшується зі збільшенням добової аномалії температури (від 0,0 до 5,0 °С) та зменшенням добової аномалії тиску (від 0 до -7,0 гПа).

6. На основі одержаних результатів можна припустити можливість збільшення частоти майбутніх поривів вітру на території Одеської області. За

даними кліматичних моделей майбутні температури можуть бути вищими, а майбутній тиск може бути нижчим, ніж минулі та поточні умови. Крім того, взаємозв'язок між температурою, тиском і явищами поривів вітру, ймовірно, буде аналогічним у майбутньому, теплішому кліматі, оскільки погодні умови, які в даний час сприяють виникненню поривів вітру, будуть спостерігатися і в найближчі роки. Варто зазначити, що дослідження носить попередній характер і вимагає подальшої перевірки на значно більшому ряді спостережень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агайар, Е.В. Спеціалізовані прогнози небезпечних явищ погоди: навч. посібник. / Одеський державний екологічний університет. Одеса: 2021. 143 с. URL: <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/9400>
2. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди. Одеса: ТЕС, 2012. 407 с.
3. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Агайар Е.В. До проблеми типізації синоптичних процесів над півднем України у сучасних умовах /Причорноморський екологічний бюлетень. 2009. №. 2 (24). С. 142-145.
4. Клімат України. Під ред. Ліпінського В.М. К.: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
5. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961–1990 рр.)/ Державна гідрометеорологічна служба та ін. – УНДГМІ – ЦГО. Київ, 2006. [Електронний ресурс].
6. Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки. - Керівний документ УкрГМЦ. - КД 52.4.1.01-06. 37 с.
7. Панченко Є. А., (наук. кер. к.г.н. Агайар Е.В.) Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6 Збірник статей за матеріалами XX наукової конференції молодих вчених 26-30 квітня 2021 р.. ОДЕКУ.2021. С. 186-187. URL: <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/8866>
8. Смекалова Л.К., Швер Ц.А. Клімат Одессы. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 174 с.
9. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В.М.Ліпінського, В.І.Осадчого, В.М. Бабіченко. К.: Ніка-Центр, 2006. 312 с.
10. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія] / колектив авт.: С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Н.С. Лобода [та ін.]; за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. Одеса: Вид. „ТЕС”, 2015. 520 с.
11. П’яте Національне повідомлення України з питань зміни клімату URL: https://ucn.org.ua/upl/ukr_nc5rev.pdf (дата звернення 15.03.2021 р.).

12. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1963. 619 с.
13. Agayar, EV, Semerhei-Chumachenko, AB, Zubkovych, SO. Applying prediction models for short-term hail forecasting in southern Ukraine. *Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина, Серия «Геология. География. Экология»*. 2020. V.53. Pp. 71-81. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-05>
14. Cvitan, L. Determining wind gusts using mean hourly speed. *Geofizika*. 2003. V. 20. Pp. 63 -74.
15. Cheng C. S., Li G., and Li Q. Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions over Ontario, Canada. *Journal of Climate*. 2012. V. 25. Pp.3390-3408. doi: 10.1175/jcli-d-11-00198.1
16. Graybeal, D. Y. Relationships among daily mean and maximum wind speeds, with application to data quality assurance. *Int. J. Climatol.*, 2006. V. 26. Pp. 29 - 43.
17. Jungo, P., S. Goyette, and M. Beniston. Daily wind gust speed probabilities over Switzerland according to three types of synoptic circulation. *Int. J. Climatol*. 2002. V. 22. Pp. 485 - 499.
18. Sanabria, L. A., and R. P. Cechet. Severe wind hazard using dynamically downscaled climate simulations. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2010. 11, 012021, doi:10.1088/1755-1315/11/1/ 012021
19. State of Climate in 2021: Extreme events and major impacts. *Press Release Number: 31102021*. 2021. Retrieved from <https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>
20. URL: [http://rp5.ua/Погода в мире](http://rp5.ua/Погода_в_мире) (дата звернення 05.05.2021 р.).
21. URL: <https://eca.knmi.nl//indicesextremes/indicesdictionary.php> (дата звернення 10.04.2021 р.)
22. URL: <https://sos.noaa.gov/datasets/climate-model-temperature-change-rcp-85-2006-2100/> (дата звернення 20.03.2021 р.).
23. URL: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/NCEP-NCAR/.CDAS-1/.DAILY/Diagnostic> (дата звернення 10.10.2021 р.)

ДОДАТОК А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
студентки 2 курсу гр. МЗМ-20 Панченко Є. А.
до кваліфікаційної роботи магістра на тему:

«Умови виникнення сильного вітру та поривів над Одещиною»

Кваліфікаційна робота магістра виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Агайар Е. В. у рамках науково-дослідної роботи «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною», № ДР 0120U100487 (2020-2024 рр.).

Зав. кафедрою
метеорології та кліматології

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. XX Конференція молодих вчених ОДЕКУ 26-30 квітня 2021 р. Тема доповіді: Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6.	0,75
2. Наукові гуртки та семінари 2021 р.	0,25
Опубліковані тези конференцій:	
1. Панченко Є. А., (наук. кер. к.г.н. Агайар Е.В.) Аналіз змін максимальної швидкості повітря над Одеської областю згідно сценаріям RCP 4.5 і RCP 2.6 Збірник статей за матеріалами XX наукової конференції молодих вчених 26-30 квітня 2021 р.. ОДЕКУ.2021. С. 186-187. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/8866	0,25
Участь у виконанні НДР	
1. «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною», № ДР 0120U100487 (2020-2024 рр.).	0,20
Конкурсні роботи:	
ВСЬОГО	1,45