

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: "Специфіка вітрового режиму в районі Одеси (2011-2015 р.)"

Виконав студент 1 курсу групи МСА- 51а
спеціальності 103 – Науки про Землю
спеціалізація Метеорологія та кліматологія
Топор Ігор Олегович

Керівник к. геогр. н.
Агайар Елліна Вікторівна

Рецензент к. ф.-м. н. доц.
Рубан Ігор Георгійович

Одеса 2017 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет, відділення	Гідрометеорологічний інститут
Кафедра, циклова комісія	Кафедра метеорології та кліматології
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Спеціаліст
Спеціальність	103 - Науки про Землю
Спеціалізація	Метеорологія та кліматологія (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Івус Г.П.
“ 10 ” березня _____ 2017 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

Топор Ігор Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Специфіка вітрового режиму в районі Одеси (2011-2015р.р.)

Керівник проекту : к. геогр. н. Агайар Елліна Вікторівна

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” грудня 2016р.
№372с

2. Строк подання студентом проекту 1 червня 2017 р.

3. Вихідні дані до проекту: 1. Дані восьмиistroкових метеорологічних спостережень за швидкістю та напрямком вітру у середні місяці сезонів на ст. Одеса-ГМО за період з 2011 по 2015 рр.; 2. Дані радіозондування на ст. Одеса-ГМО у 00 UTC за тепле півріччя з 2001 по 2010 рр. 3. Комплект синоптичних карт з 2001-2015 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд сучасних літературних джерел за темою дипломного проекту та аналіз багаторічного режиму формування вітру над півднем України; 2. Аналіз повторюваності основних характеристик вітрового режиму на ст. Одеса-ГМО в 2011-2015 рр. 3. Визначення найбільш ймовірних синоптичних процесів, що формують вітровий режим на Південно-Західної Україні. 4. Оцінка прогностичних можливостей методики короткострокового прогнозу слабкого вітру при наявності мезоструменів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Рис. 1.1-1.2 Схема розміщення пунктів дослідження в районі Одеси;
Рис. 2.1-2.7 аналіз швидкості та напрямку вітру; Рис. 2.8 Повторюваність
(%) типів синоптичних процесів; 3.1 Схема структурних параметрів
низькотропосферних течій.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання 10 березня 2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Оцінка виконання етапу	
			У %	За 4-х бальною шкалою
1.	<i>Огляд новітніх літературних джерел за темою дипломного проекту</i>	10.03.17 – 17.03.17	85	добре
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	18.03.17- 26.03.17	85	добре
3.	<i>Аналіз режиму напрямку та швидкості вітру на ст. Одеса-ГМО за період 2011-2015 рр.на території півдняУкраїни</i>	27.03.17- 07.04.17	85	добре
	Атестація	03-08.04.17	85	добре
4.	<i>Визначення синоптичних умов формування вітрового режиму в Північно-Західному Причорномор'ї</i>	08.04.17- 23.04.17	85	добре
5.	<i>Характеристика повторюваності та структури низьких струменів у тепле півріччя 2001-2010 рр. над Одесою</i>	24.04.17- 06.05.17	85	добре
	Атестація	03-06.05.17	85	добре
6.	<i>Оцінка прогностичних можливостей методу прогнозу слабого вітру при наявності мезоструменів</i>	07.05.17- 15.05.17	85	добре
7.	<i>Складання висновків та додатків та підготовка рукопису до друку.</i>	16.05.17- 25.05.17	85	добре
8.	<i>Оформлення дипломного проекту</i>	26.05.17- 05.06.17	85	добре
9.	<i>Розробка тексту доповіді та підготовка до захисту дипломного проекту</i>	06.06.17- 15.06.17	85	добре
10.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації</i>	16 - 19.06.17	85	добре
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		85	добре

Студент _____ Топор І. О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ к.геогр.н. Агайар Е.В
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Фізико-географічна та кліматична характеристика території м. Одеса	6
1.1 Фізико-географічний опис району дослідження	7
1.2 Коротка кліматична довідка ст. Одеса-ГМО	9
2 Синоптико-статистичні характеристики поля вітру на ст. Одеса-ГМО за період 2011-2015 рр.....	11
2.1 Фактори, що впливають на формування вітрового режиму.....	11
2.2 Режим вітру в районі Одеси	13
2.3 Просторово-часова мінливість напрямку вітру.....	21
2.4 Місцеві вітри.....	26
2.5 Особливості вітрового режиму на станціях Одеської області	29
2.6 Синоптичні умови формування вітрового режиму в Північно-Західному Причорномор'ї	31
3 Прогноз слабкого вітру при наявності низько-тропосферних струминних течій для південних областей України.....	38
3.1 Циркуляційні умови на півдні України при формуванні низьких струминних течій	38
3.2 Оцінка прогностичних можливостей методики короткострокового прогнозу слабкого вітру при наявності мезоструменів	39
Висновки.....	47
Перелік посилань.....	49
Додаток А. Довідка	52
Додаток Б.	53
Додаток В.	56
Додаток Г.	60

ВСТУП

Вітровий режим є важливою характеристикою клімату території. Для формування приземного режиму вітру дуже велике значення мають місцеві чинники (вплив шорсткості підстильної поверхні, орієнтації основних перепон вітрового переносу, місцева циркуляція, термічним), що обумовлюють зміну швидкості і напрямку вітру.

Прогностична інформація про вітер необхідна практично всім галузями господарства: енергетики, зв'язку, сільському господарству, транспорту, а особливо авіації. Формуванню високих рівнів забруднення атмосферного повітря сприяють слабкі (0-1 м/с) і «небезпечні» (4-7 м/с) швидкості вітру, приземні і низькі (з нижньою межею менше 500 м) підняті інверсії або з'єднання перерахованих умов зі струминними течіями нижніх рівнів.

Метою дипломного проекту є дослідження сучасного режиму формування вітру в районі станції Одеса-ГМО в середні місяці сезонів за період 2011 по 2015 р., а також оцінка прогностичних можливостей методу короткострокового прогнозу слабого вітру при наявності низькотропосферних струменевих течій.

В якості характеристик вітрового режиму розглядалися повторюваності напрямків по восьми румбах, штилів і швидкостей вітру різних градацій, [37]. Для перевірки методики прогнозу слабого вітру при наявності мезоструменів, в якості незалежної вибірки використані дані за тепле півріччя 2001-2010 рр. Для уточнення конкретних синоптичних ситуацій долучались також синоптичні карти усіх рівнів (кільцева, приземна, АТ-925, АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ-500/1000) з архіву АРМсин кафедри за цей період.

Дипломний проект складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

Перший розділ містить в собі загальну інформацію про фізико-географічну та кліматичну характеристику станції Одеса-ГМО.

Другий розділ складається з оцінки режиму швидкості та напрямку вітру за період 2011-2015 рр. та інформації про синоптичні умови

формування вітрового режиму в Північно-Західному Причорномор'ї з урахуванням місцевих чинників.

У третьому розділі проведено апробацію на незалежному матеріалі методики прогнозу слабого вітру для південних областей України, при наявності низькотропосферних струменевих течій, а також представлена оцінка прогностичних можливостей цього методу.

У висновках представлені результати виконаної роботи. Перелік посилань складається з 39 літературних джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Дипломний проект виконаний на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к. геогр. н. Агайар Е. В.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ М. ОДЕСА

1.1 Фізико-географічний опис району дослідження

Велика частина території північного узбережжя Чорного моря – Чорноморська низовина. Місто Одеса розташоване на північно-західному узбережжі Чорного моря, що омиває південно-західну околицю Причорноморської низовини. Перехід від суші до моря уступоподібний, середня висота степового плато становить 40-50 м. Місто широкою смугою, орієнтованої приблизно з півночі на південь, простягнувся майже на 50 км від житлового масиву Котовського до селища Чорноморка. Площа міста 150 км² [16]. У напрямку півдня і південного заходу в межах прибережної зони спостерігається відносне зменшення висоти плато. У північно-західному напрямку висота плато зростає в середньому на 2 м на кожен кілометр. Рівнинний характер плато порушується ярами і балками, які регулюють стік атмосферних опадів. До найбільших балок відносяться Аркадійська, Середньо-Фонтанська, Велико-Фонтанська, Чорноморська, Безіменний яр, Ковалевська; в північній частині міста - Водяна, Крива, Усатівська і Нерубайська балки. У північному та північно-західному напрямках від Одеси розташовані Куяльницький і Хаджибейський лимани, на півдні і південно-західному – Сухий і Білгород-Дністровський. Найнижчі позначки в Одесі зареєстровані в районі Пересипу, яка відокремлює Куяльницький і Хаджибейський лимани від Чорного моря.

Відповідно до ландшафтної класифікації кліматів Л.С. Берга клімат Одеси належить до клімату степів, для якого опади характерні переважно влітку, відзначаються відносно тепла зима і спекотне літо [17, 18]. За класифікацією М.І. Будико, заснованої на взаємозв'язку теплового і водного балансів підстильної поверхні, клімат Одеси також віднесений до степової зони. За агрокліматичному районуванню клімат Одеси віднесений до помірно-теплого з недостатнім зволоженням.

На формування клімату основний вплив має Чорне море [26], а саме його найбільш мілководна і опріснена північно-західна частина, в яку

впадають Дунай, Дністер, Південний Буг і Дніпро. Тут низька солоність, значна стійкість шарів води і, на відміну від глибоководних районів, розвиток льодових явищ. Біля узбережжя Одеси температура морської води змінюється від 0,4°C в лютому до 20,2°C в липні. Поверхнева температура води сильно коливається під впливом сгінно-нагінних явищ, при цьому різниця температур при сгоні в тепле півріччя може досягати 10°C.

Найкращий пункт спостережень в Одесі розташований в районі мису Малий Фонтан – це Одеська геофізична обсерваторія, регулярні спостереження на якій розпочато 1 січня 1866 року і тривають донині. Станція Одеса-обсерваторія (Одеська ГМО) розташована на невеликому мисі (3,5 км в ширину і 0,5 км в глибину), який омивається морем з півночі, сходу і півдня (рис.1.1). Метеорологічний майданчик знаходиться на верхній терасі крутого морського берега, висотою 42 м над рівнем моря, відстань до берега 20-40 м, до краю води – 100 м. Основний напрямок вуличних магістралей орієнтований в радіусі близько 3 км з північного заходу на південь-схід. Найближче оточення метеорологічної майданчика: в 5-15 м на північний захід розташований великий ботанічний сад, найближчі дерева мають висоту 5-7 м; в 16-38 м на схід – вежа висотою 14 м; в 70 м на південь – основна будівля обсерваторії висотою 14 м.



Рис. 1.1. Схема розміщення пунктів дослідження в районі Одеси

У 100 м на південний захід від метеорологічної майданчика в березні 1976 р. закінчено будівництво 9-ти поверхового будинку висотою 35 м.



Рис. 1.2 Супутниковий знімок метеомайданчика Одеса-ГМО

Інших змін у районі метеорологічної майданчика не було.

1.2 Коротка кліматична довідка ст. Одеса-ГМО

Клімат міста формується у результаті взаємодії атмосферних процесів і локальних особливостей самого міста. Відмінності погодних умов міста та замиської території зумовлені властивостями підстильної поверхні та фізичним станом атмосфери (теплофізичні та гідродинамічні контрасти). Чим більша різниця характеристик підстильної поверхні у місті та за його межами, тим сильніше проявляються мікрокліматичні неоднорідності. Найбільші розбіжності кількісних характеристик окремих метеорологічних величин у місті, а також між містом та прилеглою місцевістю спостерігаються за умови антициклональної погоди.

Характеристики полів вітру мають значну просторово-часову мінливість навіть у межах невеликого регіону. Тому що вона визначається сполученням

циркуляційних процесів та місцевих фізико-географічних умов. Найкращі ці залежності висвітлюються через режим напрямку вітру.

Протягом року в Одесі найбільш часто відзначається вітер зі швидкістю 4-5 м/с. У річному ході найбільші середні швидкості вітру майже повсюдно відносяться на грудень-січень (5,0-6,7 м/с), а мінімальні – на літні місяці. Найбільша швидкість вітру спостерігається на узбережжі, вона зменшується до центру на 1,0-1,5 м/с взимку, на 0,7 м/с – влітку [17]. Менші розходження в літній період, пов'язані зі збільшенням швидкості вітру в центральній частині міста за рахунок термічної конвекції, що збільшує турбулентність атмосфери.

Штилі в Одесі в усі сезони року відзначаються порівняно рідко, що пояснюється впливом моря, яке підтримує постійний контраст температури й градієнт тиску. Середня сумарна тривалість штилів за рік коливається від 121 години (район обсерваторії) до 621 годин (район агрометеостанції).

Циклонічна діяльність в Україні особливо активно проявляється у зимово-весняний сезони, що призводить до сильного вітру різних напрямів. Урахування кліматологічної інформації стосовно вітру значної швидкості важливе для багатьох галузей економіки.

Вітер зі швидкістю понад 10 м/с призводить до хвилеутворення на водосховищах і морях і є небезпечним для залізничного та інших видів транспорту. У середньому за рік така швидкість вітру на значній частині території України відмічається від 90 до 150 днів, у горах і на узбережжях Чорного та Азовського морів їх кількість зростає до 200-250 днів.

Вітер зі швидкістю понад 15 м/с на значній території України у середньому за рік відмічається від 5 до 30 днів. Істотну роль у процесі формування сильних вітрів відіграє рельєф місцевості, висота, відкритість відносно вітрового потоку та інші чинники. У середньому в Одесі за рік спостерігається 34-38 днів зі швидкістю вітру більше 15 м/с, і пов'язані вони звичайно з виходом південних циклонів із Чорного й Середземного морів.

2 СИНОПТИКО-СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯ ВІТРУ НА СТ. ОДЕСА-ГМО ЗА ПЕРІОД 2011-2015 Р.Р.

2.1 Фактори, що впливають на формування вітрового режиму

Прогноз напрямку та швидкості вітру складають на основі прогнозу полів тиску (приземного та на висотах). Поле тиску тісно пов'язане з полем вітру. Це обумовлено тим, що єдина активна сила, яка призводить до переміщення повітря (вітру) – це горизонтальна складова градієнту тиску. У практиці синоптичного аналізу використовується геострофічна модель зв'язку цих двох полів. Звичайно розглядають карти майбутнього положення баричних утворень та атмосферних фронтів з ретельним контролем швидкості їх переміщення та еволюції. Протягом року відбувається зміна переважного напрямку та швидкості вітру. Сезонне зміщення та інтенсивність окремих центрів дії атмосфери визначають річний хід характеристик вітру.

Властивості повітряної маси і характеристики потоку повітря підлягають постійним змінам під впливом, перш за все, захищеності місцевості і шорсткості підстильної поверхні. Підстильна поверхня, над якою постійно формуються й рухаються повітряні маси, вкрай різноманітна й неоднорідна за своїми географічними характеристиками і фізичними властивостями. Сукупність різних форм і властивостей земної поверхні й утворюють орографію.

Орографія значно деформує повітряні потоки, з чим пов'язані багаточисельні місцеві вітри. В окремих регіонах розподіл напрямку та швидкості вітру значно змінюється під впливом орографічних особливостей і залежить від орієнтації долин, наявності водойм, морів. Фізико-географічні неоднорідності суші роблять складний по своєму фізичному механізму вплив також на температуру, вологість повітря. Цей вплив найбільш великий у шарі, що безпосередньо прилягає до підстильної поверхні.

Великі внутрішні водоймища (моря, озера, водосховища) створюють не тільки свої мікроклімати, але й впливають на прилеглі до них райони суші,

причому, чим більші і глибші водоймища, тим сильніший його вплив на метеорологічні величини та їх характеристики.

Як стверджується в [17] у районах великих міст формуються свої мікроклімати. Цьому сприяє своєрідність підстильної поверхні з переважанням каменю, асфальту, металу. Наявність різко пересіченого рельєфу міста з цілою мережею вулиць, площ, парків призводить до зміни швидкості і напрямку вітру. Таким чином, у містах, в порівнянні з оточуючими його околицями, відмічається відмінність режимів багатьох метеорологічних величин.

Суттєвий вплив на формування вітрового режиму чинять температурні показники. Добова амплітуда швидкості вітру біля земної поверхні прямо пропорційна добовій амплітуді температури повітря. При амплітуді температури повітря 15°C і більше швидкість вітру (при тих самих баричних градієнтах протягом доби) від ночі до середини дня нерідко може збільшуватися на 10 м/с і більше.

Так на материку влітку при безхмарній погоді, особливо в південній і західній частинах антициклону, спостерігається різко виражений добовий хід швидкості вітру. При цьому баричні градієнти можуть бути досить незначними і не зазнавати істотних змін від ночі до дня. Максимальне значення температури повітря спостерігається у післяполуденні години і припадає на 15 год. Мінімальна швидкість відмічається у нічні години. Добова амплітуда швидкості вітру у липні коливається від $1,0$ до $3,0\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Взимку добовий хід має згладжений характер, добова амплітуда коливається у січні у межах від $0,2$ до $1,0\text{ м/с}$. У гірських районах, де добова амплітуда не перевищує $1,0\text{ м/с}$, швидкість вітру протягом року має такий же згладжений хід, як і взимку.

Взимку й весною, коли приземні інверсії мають більшу вертикальну протяжність або переходять безпосередньо в інверсію осідання і майже не руйнуються в денний час, швидкість вітру, як уночі, так і вдень приблизно в два рази менше градієнтної швидкості. Добова амплітуда швидкості вітру мінімальна, коли є підінверсійна хмарність і внаслідок цього добовий хід температури виявляється досить малим. У циклоні при наявності хмарності й більш значних баричних градієнтах, ніж в антициклоні, добовий хід швидкості вітру важко виявити й при розрахунках його можна не

враховувати. При невеликих баричних градієнтах і значних розривах хмарності добовий хід швидкості вітру збільшується і повинен враховуватися при розрахунках.

2.2 Режим швидкості вітру в районі Одеси

Важливою характеристикою вітрового режиму є швидкість вітру, яка визначається баричним градієнтом та умовами циркуляції атмосфери. Сьогодні одним з проявів сучасної зміни клімату є видима зміна полів швидкості вітру у різних куточках світу. Швидкість вітру біля поверхні землі за останні 20 років значно знизилася над більшою частиною Східної Європи, в тому числі і над Україною і, безпосередньо, над Одесою.

В якості вихідного матеріалу для розрахунку характеристик вітру використані дані метеорологічних спостережень, що містять відомості про кількість випадків різних напрямків і швидкостей вітру і числі штилів.

Для опису швидкості вітру в конкретному районі необхідно знати такі параметри, як середня швидкість, повторюваність різних швидкостей по градаціях, максимальна швидкість [20, 27]. Стійкість цих характеристик залежить не тільки від довжини ряду, але і від числа градацій: чим більше кількість градацій, тим довше повинен бути ряд.

Аналіз режиму вітру на станції Одеса-обсерваторія говорить про те, що тренд зміни вітрової активності негативний за періоди 1961-1980, 1981-1990 і 1991-2000 рр. на північному узбережжі Чорного моря протягом усього року (Дод. Б, рис. Б.1) [3-7]. Середньомісячні показники швидкості вітру (Дод. Б, табл. Б.1) зменшилися [3, 6, 22], отже, збільшилася і повторюваність слабого вітру на узбережжі. До 60-х років ХХ століття [16, 17] в Одесі найбільш часто спостерігався вітер швидкістю 4-5 м/с. У річному ході найбільші середні швидкості вітру практично скрізь припадали на грудень-січень (5,0-6,7 м/с), а мінімальні - на літні місяці. Однак, в 1981-2000 рр. середньорічна швидкість вітру становила 3,0 м/с і зменшилася на 2,4 м/с на станції Одеса-ГМО, а в січні - 6,2 і 3,1 м/с, відповідно, тобто, в цьому місяці зниження

склало 3,1 м/с. Протягом періоду з 2001-2010 рр. середньорічна швидкість на станції Одеса-ГМО зменшилася незначно з 3,0 до 2,9 м/с.

Як відомо [5, 7, 14], добовий хід швидкості вітру добре виражений по всій території України. Причому протягом усього року найбільша швидкість вітру відзначалася в полуденний час, що видно на прикладі (Дод. Б, рис. Б.2) розподілу швидкості вітру за термінами в січні місяці за період 2001-2010 рр. по станції Одеса-ГМО. Як показують дані табл. Б.2 (Дод. Б), мінімальні значення середньостроковій швидкості вітру спостерігалися з 03 по 09 UTC, незначно коливаючись протягом 10-річного періоду.

Для січня в районі ст. Одеса-ГМО, характерний невеликий добовий хід: швидкість вітру змінюється в межах від 2,9 до 3,2 м/с в 06 і 12 UTC. Це можна пояснити, як буде показано далі, домінуванням циклонічної циркуляції взимку над північним узбережжям Чорного моря.

Розподіл швидкості вітру по градаціях (Дод. Б, табл. Б.3) демонструє переважання слабких швидкостей вітру - 72% від загального числа випадків. Найбільша кількість випадків зі слабким вітром відзначено в 2003 р. (81%), а найменше в 2005 р. (62%).

У порівнянні з попередніми періодами спостерігається зростання кількості слабкий вітер в січні на 5-10% і зменшення кількості штилів, повторюваність яких в період з 1981 по 1990 рр. дорівнювала в середньому 10-12% від повторюваності слабкий вітер.

Повторюваність помірних швидкостей (5-10 м/с) вітру склала 24%, а сильного вітру (більше м/с) в зазначений період пошукові роботи не зафіксовано.

В останню п'ятирічку (2011-2015 рр.) за отриманими даними середньорічна швидкість вітру в районі Одеси також змінилася незначно, в межах 0,1-0,4 м/с (табл. 2.1).

Так, в порівнянні з попереднім періодом (2001-2010 рр.), середня швидкість приземного вітру в січні склала 3,2 м/с, що на 0,1 м/с більше ніж в минуле десятиліття - 3,1 м/с відповідно.

У квітні і липні простежується така ж тенденція до невеликого відхилення середньоперіодних швидкостей вітру, в межах 0,1 м/с. І тільки в жовтні цей показник збільшується на 0,4 м/с.

Таблиця 2.1 – Середньомісячна і річна швидкість вітру на станції Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

Роки	Місяць				
	I	IV	VII	X	$\bar{V}_{\text{год}}$
2011	2,5	2,9	1,9	2,5	2,4
2012	3,7	2,4	2,1	2,7	2,7
2013	3,0	3,0	2,2	3,0	2,8
2014	4,0	3,1	2,3	4,4	3,4
2015	3,0	3,1	2,0	4,0	3,0
2011-2015	3,2	2,9	2,1	3,3	2,9

Для станції Одеса-ГМО, за період з 2011-2015 рр. складена табл. 2.2 повторюваності градацій різної швидкості вітру для центральних місяців сезонів і різних термінів та років.

Найбільшу повторюваність має слабкий вітер: в січні 75,2%, квітні 85,4%, липні 93% і жовтні 74% (табл. 2.2). У окремі роки (липень 2015 р.) показник досяг 96 %. Зі збільшенням швидкості вітру внесок кожної градації зменшується. Так, градація 5-7 м/с спостерігається від 4,8% (липень) до 14% (січень і жовтень). Швидкість 8-10 і 11-15 м/с частіше відзначаються в холодний період року або в перехідні сезони. Вітер зі швидкістю понад 15 м/с не фіксувався.

Таблиця 2.2 – Середньорічна повторюваність (Р, %) швидкостей вітру по градаціях на ст. Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

Місяць	Рік	Градації швидкості вітру, м/с					
		0	0-4	5-7	7-10	11-15	>15
Січень	2015	2,0	81,0	15,0	2,0	0,0	0,0
	2014	2,0	62,0	19,0	15,0	2,0	0,0
	2013	6,0	76,0	14,0	4,0	0,0	0,0
	2012	2,0	73,0	8,0	10,0	7,0	0,0
	2011	2,0	84,0	14,0	0,0	0,0	0,0
Квітень	2015	0,5	87,0	8,0	2,5	2,0	0,0
	2014	2,0	82,0	15,0	2,0	0,0	0,0

Продовження таблиці 2.2

	2013	0,5	86,0	12,0	1,0	0,5	0,0
	2012	3,0	92,0	5,0	0,0	0,0	0,0
	2011	4,0	80,0	13,0	3,0	0,0	0,0
Липень	2015	2,0	96,0	2,0	0,0	0,0	0,0
	2014	4,0	89,0	7,0	0,0	0,0	0,0
	2013	1,0	92,0	7,0	0,0	0,0	0,0
	2012	2,0	93,0	5,0	0,0	0,0	0,0
	2011	2,0	95,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Жовтень	2015	3,0	63,0	20,0	7,0	6,0	0,0
	2014	3,0	62,0	16,0	10,0	9,0	0,0
	2013	2,0	82,0	13,0	2,0	1,0	0,0
	2012	6,0	82,0	9,0	3,0	1,0	0,0
	2011	4,0	81,0	12,0	2,5	0,5	0,0

Таблиця 2.3 – Повторюваність градацій середньомісячної швидкості вітру на ст. Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

Місяць	Градації середньомісячної швидкості вітру, м/с					
	0	1-4	5-7	8-10	11-15	>15
Січень	2,8	75,2	14,0	6,2	1,8	0,0
Квітень	2,0	85,4	10,6	1,6	0,4	0,0
Липень	2,2	93,0	4,8	0,0	0,0	0,0
Жовтень	3,6	74,0	14,0	4,9	3,5	0,0

Таблиця 2.4 – Повторюваність градацій середньомісячної швидкості вітру на ст. Одеса-ГМО, 2001-2010 рр.

Місяць	Градації середньомісячної швидкості вітру, м/с					
	0	1-14	5-7	8-10	11-15	>15
I	2,4	50,5	36,4	8,3	2,2	0,1
IV	4,0	45,2	38,0	11,2	1,5	0,1
VII	3,5	50,0	38,0	8,0	0,5	0,0
X	3,7	48,8	37,7	9,0	0,8	0,0

Таким чином можна зазначити істотне збільшення частки слабких швидкостей вітру в районі станції Одеса-ГМО в усі центральні місяці сезону, у порівнянні з попередніми роками (табл. 2.4). Кількість повторюваності слабого вітру в липні збільшилася практично в два рази і склало 93%. У свою чергу, кількість вітрів зі швидкостями 5-7 м/с, зменшилася, в порівнянні з періодом 2000-2010 рр., до 4,8 % у липні та 14,0 % у січні та жовтні. Внесок інших градацій залишився на рівні попередніх років, хоча спостерігається тенденція до зменшення кількості їх повторюваності (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Повторюваність градацій середньомісячної швидкості вітру на ст. Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

Середньорічна повторюваність швидкостей вітру по градаціях на станції Одеса-ГМО (рис. 2.2) демонструє, що в теплий період (квітень, липень) найбільшу кількість слабого вітру спостерігалось в липні 2015 і 2011 рр. 96 і 95%, відповідно. Також в 2012 році в квітні цей показник досяг високих значень і склав 92%.

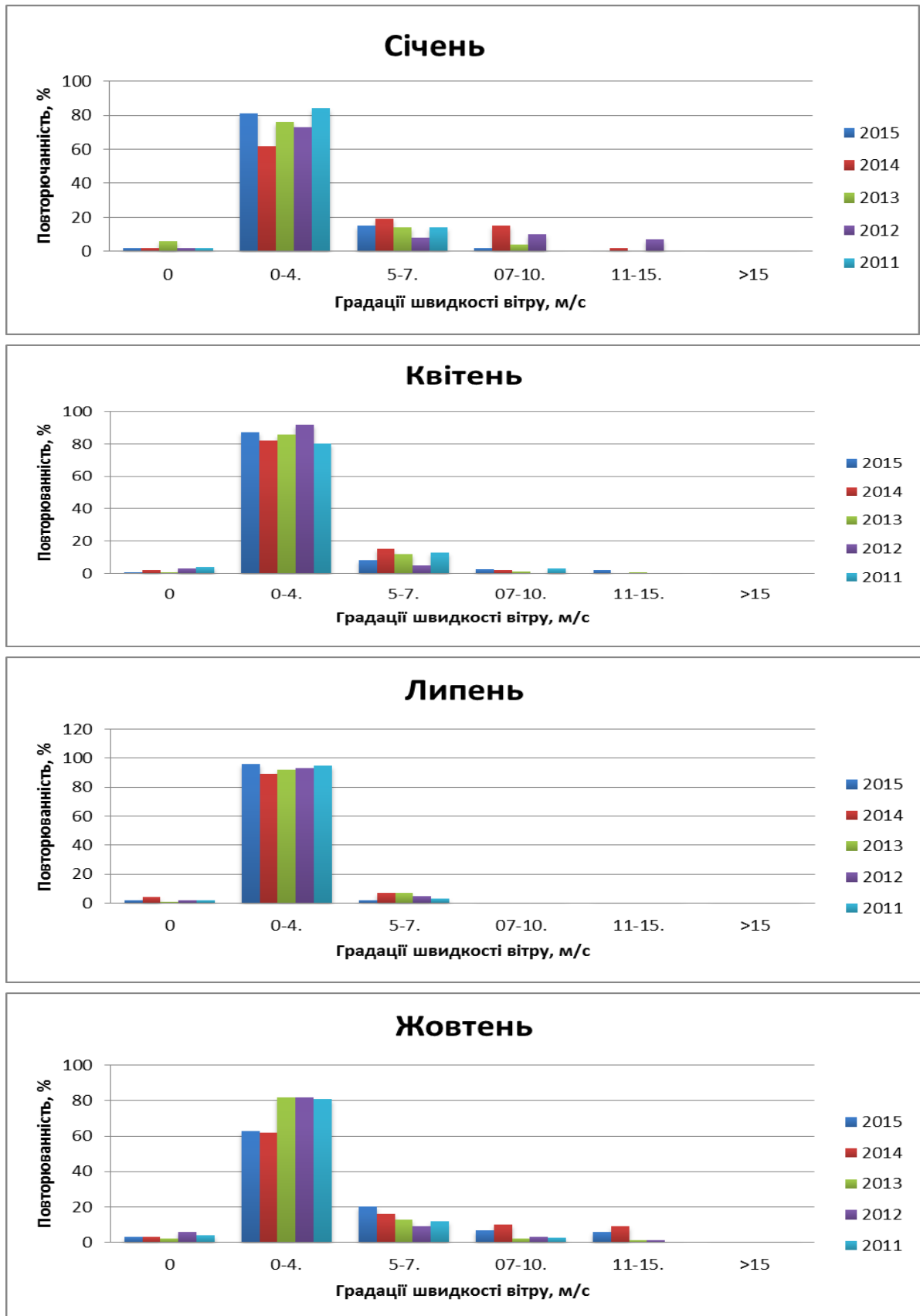


Рис. 2.2 Середньорічна повторюваність (P,%) швидкостей вітру по градаціях на ст. Одеса-ГМО в центральні місяці сезонів, 2011-2015 рр.

Амплітуда коливань річної повторюваності штилів в районі Одеси змінюється від 0,0-0,8 % навесні, до 5,5-9,3 % в січні і жовтні, відповідно. Найбільше число випадків зі штилем доводиться на нічні та ранкові терміни 00, 03 і 06 UTC протягом року (табл. 2.5), але восени, у строки 15 та 18 UTC, також спостерігається велика кількість штилей.

Таблиця 2.5 – Середньострокова повторюваність (%) штилей на ст. Одеса-ГМО, 2011– 2015 рр.

Місяць	Строки, UTC							
	00	03	06	09	12	15	18	21
січень	3,2	5,5	3,9	0,8	0,8	5,5	1,6	3,9
квітень	0,8	4,7	2,4	0,0	0,8	3,2	3,9	1,6
липень	3,2	4,7	0,8	0,8	0,0	2,4	5,5	2,4
жовтень	5,5	6,2	3,9	1,6	0,8	9,3	7,1	3,2

Добовий хід швидкості вітру (табл. 2.6) добре виражений в тепле півріччя. Максимальне його значення зазначається в полуденний час (12 UTC) і коливається від 2,7 м/с в липні до 3,5 м/с в жовтні. У нічні терміни спостерігаються найнижчі значення середньомісячної швидкості вітру: від 1,9 м/с в липні до 3,3 м/с в жовтні (рис.2.3).

Такі середньодобові коливання амплітуди швидкості вітру пов'язані з тим, що в денні години, при прогріві підстильної поверхні посилюються турбулентні потоки в атмосфері, що і призводить до збільшення показників швидкості вітру. У свою чергу в червні і ранкові години цей процес послаблюється, що і призводить до зниження швидкості приземного вітру в ці терміни.

Безумовно, на коливання середньодобового ходу швидкості вітру надають і регіональні особливості досліджуваної території. В даному випадку, це наявність бризової циркуляції в районі Одеси, яка так само має виражену добову динаміку.

Таблиця 2.6 – Середньострокова швидкість вітру (м/с) на ст. Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

Місяць	Строки, UTC							
	00	03	06	09	12	15	18	21
Січень	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,4	3,3
Квітень	2,7	2,7	2,9	3,2	3,3	2,9	2,6	2,8
Липень	1,9	1,8	2,2	2,5	2,7	2,2	1,7	1,9
Жовтень	3,3	3,1	3,3	3,6	3,5	2,9	3,3	3,6

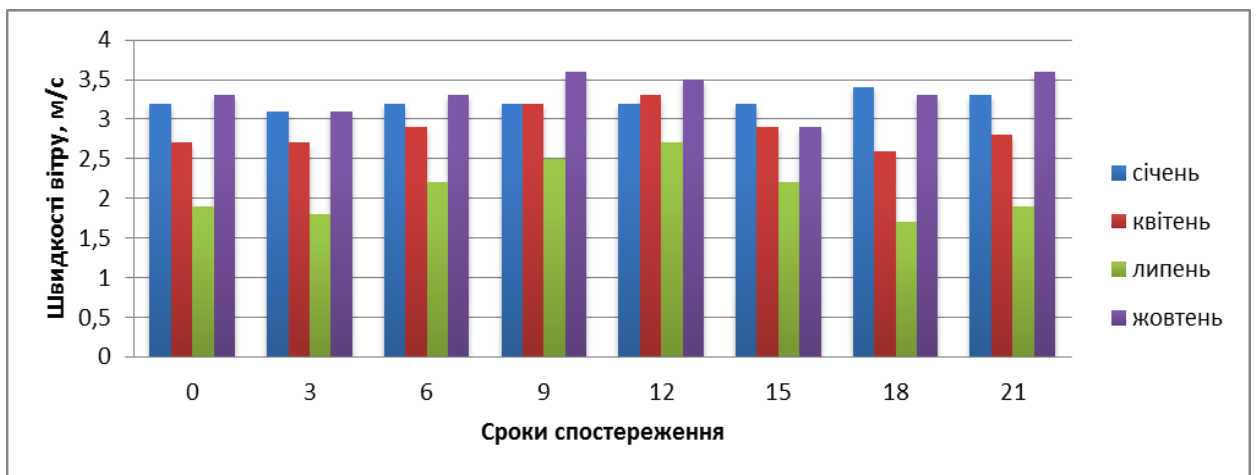


Рис. 2.3 Середньострокова швидкість вітру на ст. Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

Таким чином отримано, що режим швидкості вітру на метеорологічній станції Одеса-ГМО за період з 2011-2015 рр., в порівнянні з 2001-2010 рр., значно не змінився. Виявлено послаблення середньорічної швидкості вітру на 0,1 м/с, в окремі місяці, але загалом середньорічна швидкість вітру на ст. Одеса-обсерваторія склала 2,9 м/с, що відповідає такому ж показнику в попередні роки.

Також можна зазначити істотне збільшення частки слабких швидкостей вітру в районі станції Одеса-ГМО в усі центральні місяці сезону, у порівнянні з попередніми роками. Кількість повторюваності слабого вітру в

липні збільшилася практично в два рази і склало 93%. Найімовірніше це пов'язано з забудовою метеомайданчика.

2.3 Просторово-часова мінливість напрямку вітру

Напрямок вітру є дуже важливим показником у метеорологічних прогнозах. Деякі споживачі не можуть вести виробничі роботи при небезпечних для них напрямках вітру, при яких, наприклад, спостерігається сильна прибійна хвиля, загорошеність або загазованість району, закриття частини обр'ю хмарами, значне посилення вітру та інших побічних явищ [3,23].

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.

Аналізуючи кліматичні характеристики полів вітру північного узбережжя Чорного моря, слід зазначити, що швидкість і напрям вітру мають значну просторово-часову мінливість навіть у межах невеликого регіону. Мінливість цих характеристик в кожному географічному районі визначається, мабуть, поєднанням циркуляційних процесів і місцевих фізико-географічних умов. Найкраще ці залежності проявляються в напрямку вітру [14].

Зміна циркуляційних умов [5, 7] останніх 30-ти років досить добре простежується на прикладі напрямку повітряних потоків в районі Одеси (рис. 2.4), де, при збереженні переважання вітру північній чверті, розподіл інших напрямків істотно не еволюціонує, за винятком збільшення на 2-3% північного і північно-західного напрямку в 2001-2010 рр.

Результати розрахунків повторюваності напрямків вітру по румбах для станції Одеса-ГМО для сезонів 2011-2015 рр. (рис. 2.5) представлені в табл. 2.7–2.11. З метою поліпшення наочності цієї інформації наведено рози вітру по 8 румбам. Аналіз отриманих роз вітрів показує очевидну перевагу

північного, північно-західного і південного-східного напрямів незалежно від термінів спостережень.

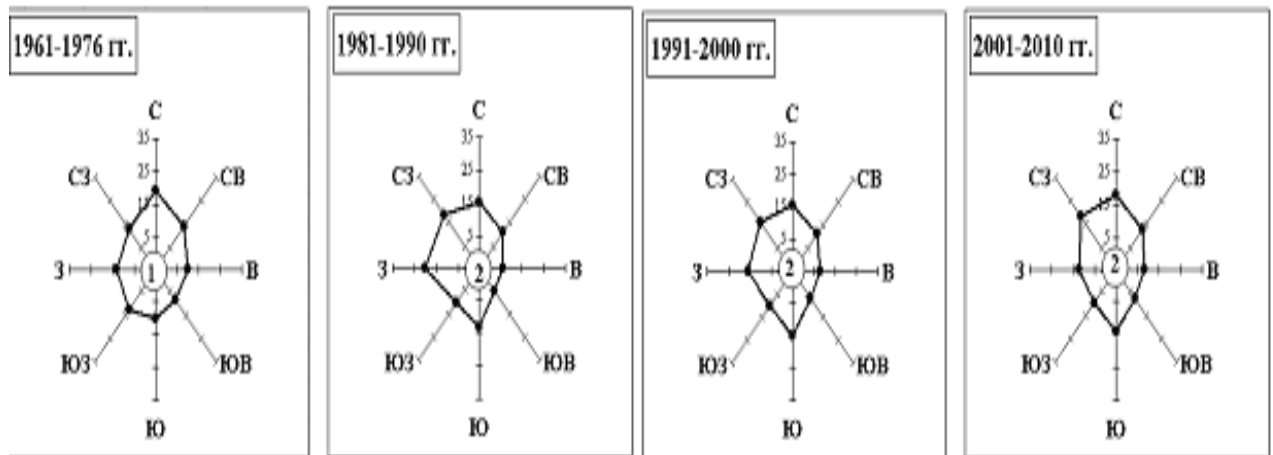


Рис. 2.4. Повторюваність (%) напрямку вітру та штилів на ст. Одеса-ГМО, 1961-2010 рр.

Таблиця 2.7 – Повторюваність (%) напрямків вітру за різні строки на ст. Одеса-ГМО. Січень. 2011-2015 рр.

Напрямок вітру	Строки спостережень, UTC								
	00	03	06	09	12	15	18	21	Доба
НСТ	5,5	3,2	5,6	4,2	1,5	3,2	2,1	4,0	3,7
Пн	22,1	24,0	23,5	20,3	21,0	17,4	16,3	19,3	20,5
ПнСх	8,9	8,8	11,0	15,7	15,6	13,4	13,4	12,8	12,4
Сх	5,6	7,2	7,1	5,7	5,1	4,1	4,9	6,2	5,7
ПдСх	7,8	5,4	5,5	5,9	6,3	8,0	7,5	6,1	6,6
Пд	6,2	6,0	6,6	6,0	5,6	7,0	7,8	8,4	6,7
ПдЗах	10,7	7,0	8,4	10,6	11,9	15,0	14,9	11,7	11,2
Зах	14,2	14,2	11,4	12,3	12,5	7,0	10,9	12,7	11,9
ПнЗах	19,1	24,2	21,9	23,3	20,5	24,9	22,2	18,8	21,9

Таблиця 2.8 – Повторюваність (%) напрямків вітру за різні строки на ст. Одеса-ГМО. Квітень. 2011-2015 рр.

Напрямок вітру	Строки спостережень, UTC								
	00	03	06	09	12	15	18	21	Доба
НСТ	9,7	4,6	3,8	4,8	2,5	1,7	8,7	10,2	5,7
Пн	15,7	20,8	18,9	12,2	9,8	7,6	11,8	15,0	14,0
ПнСх	14,2	14,9	8,3	12,7	15,3	11,2	11,0	13,3	12,6
Сх	6,5	3,9	8,9	13,5	8,0	6,8	2,3	5,1	6,7
ПдСх	12,9	14,5	18,6	17,6	24,9	24,5	21,8	16,0	18,8
Пд	13,7	11,0	9,2	11,4	13,9	20,0	15,3	13,9	13,5
ПдЗах	8,0	9,1	13,3	7,0	6,5	3,9	10,9	10,2	8,6
Зах	5,1	7,5	4,8	7,8	5,2	6,9	6,3	5,9	6,2
ПнЗах	14,2	13,7	14,2	13,0	13,9	17,4	11,9	10,4	13,6

Таблиця 2.9 – Повторюваність (%) напрямків вітру за різні строки на ст. Одеса-ГМО. Липень. 2011-2015 рр.

Напрямок вітру	Строки спостережень, UTC								
	00	03	06	09	12	15	18	21	Доба
НСТ	9,5	4,8	8,7	7,5	6,3	4,2	8,9	12,4	7,8
Пн	35,0	29,9	25,9	20,6	14,0	18,1	20,5	21,8	23,2
ПнСх	6,4	8,2	12,1	12,5	8,0	3,2	7,0	4,6	7,7
Сх	3,1	5,5	6,1	8,1	6,7	1,6	2,1	2,1	4,4
ПдСх	3,7	6,5	7,1	12,1	11,5	19,3	14,5	7,2	10,2
Пд	2,3	5,8	8,3	8,5	14,7	18,1	10,7	9,1	9,7
ПдЗах	7,9	5,2	10,1	3,4	6,5	7,1	9,5	10,5	7,5
Зах	9,6	5,0	1,3	8,5	8,6	6,2	6,3	7,0	6,6
ПнЗах	22,5	29,1	20,4	18,8	23,7	22,2	20,5	25,3	22,8

Таблиця 2.10 – Повторюваність (%) напрямків вітру за різні строки на ст. Одеса-ГМО. Жовтень. 2011-2015 рр.

Напрямок вітру	Строки спостережень, UTC								
	00	03	06	09	12	15	18	21	Доба
НСТ	4,4	7,0	5,8	3,6	3,9	5,6	6,5	3,7	5,1
Пн	22,2	23,0	19,4	13,7	14,7	13,4	15,5	22,9	18,5
ПнСх	13,9	15,4	12,6	14,8	15,1	10,1	13,1	12,2	13,4
Сх	6,4	6,3	8,6	8,1	6,9	4,7	3,7	5,8	6,3
ПдСх	9,6	7,4	11,4	13,4	23,7	20,1	13,4	16,0	14,4
Пд	11,8	6,5	7,5	10,4	9,7	12,9	10,7	10,3	10,0
ПдЗах	8,2	9,2	6,5	5,5	9,0	8,2	8,2	6,4	7,6
Зах	7,5	9,7	8,5	5,9	3,9	4,8	6,0	5,9	6,5
ПнЗах	16,4	15,5	20,1	17,6	20,1	20,2	19,0	20,7	22,8

Таблиця 2.11 – Повторюваність (%) вітру по напрямках на ст. Одеса- ГМО, 2011-2015 рр.

Місяць	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
I	20,5	12,4	5,7	6,6	6,7	11,2	11,9	21,9
IV	14,0	12,6	6,7	18,8	13,5	8,6	6,2	13,6
VII	23,2	7,7	4,4	10,2	9,7	7,5	6,6	22,8
X	18,5	13,4	6,3	14,4	10,0	7,6	6,5	28,8

Так у січні та липне переважав вітер північно-західного напрямку, його повторюваність становила 21,9 і 22,8 %, відповідно. Однак у липні, вдень під впливом бризу відбувається поворот вітру на південно-східний (10,2%) і південний (9,7%). У квітні північний напрямок залишається пануючим в нічні терміни спостереження. Поряд з цим, в денні години істотно збільшується вплив південно-східного (максимальне значення становить 18,8%) і південного вітру (13,5%). Північний і північно-західний напрямки

залишаються домінуючими і в жовтні, хоча вдень активно проявляє себе південно-східний та південний вітер . Слід зазначити, що в центральні місяці сезонів східний і західний румби спостерігаються рідше.

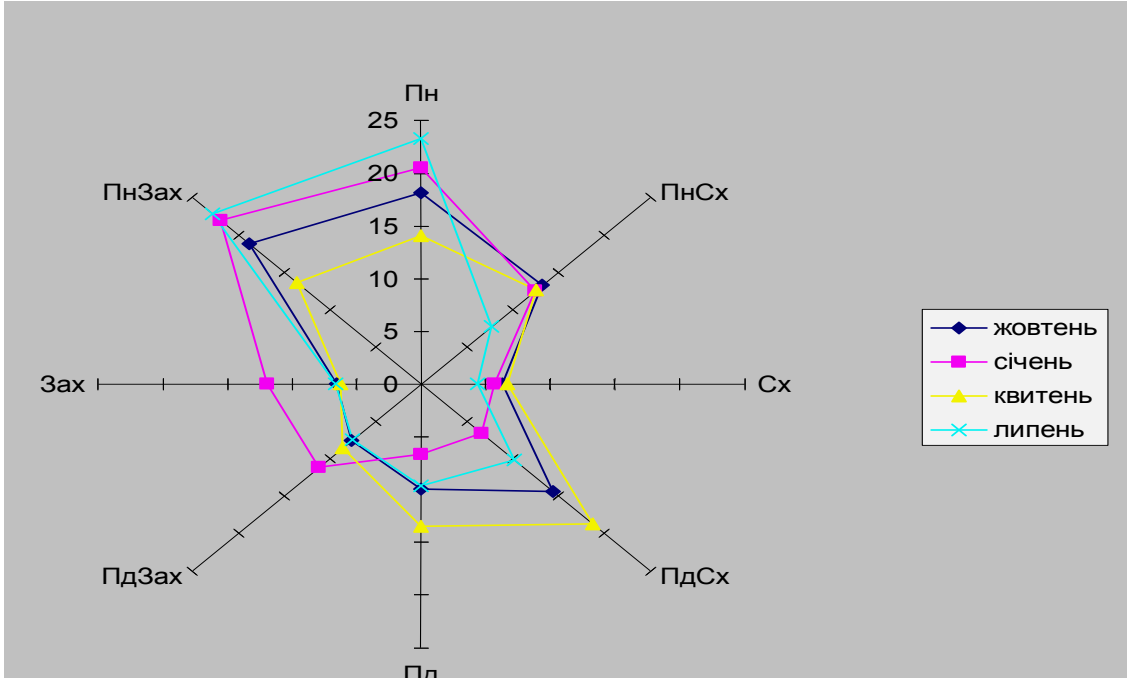


Рис. 2.5 Розподіл (%) напрямку вітру по сезонам на ст. Одеса-ГМО, 2011-2015 рр.

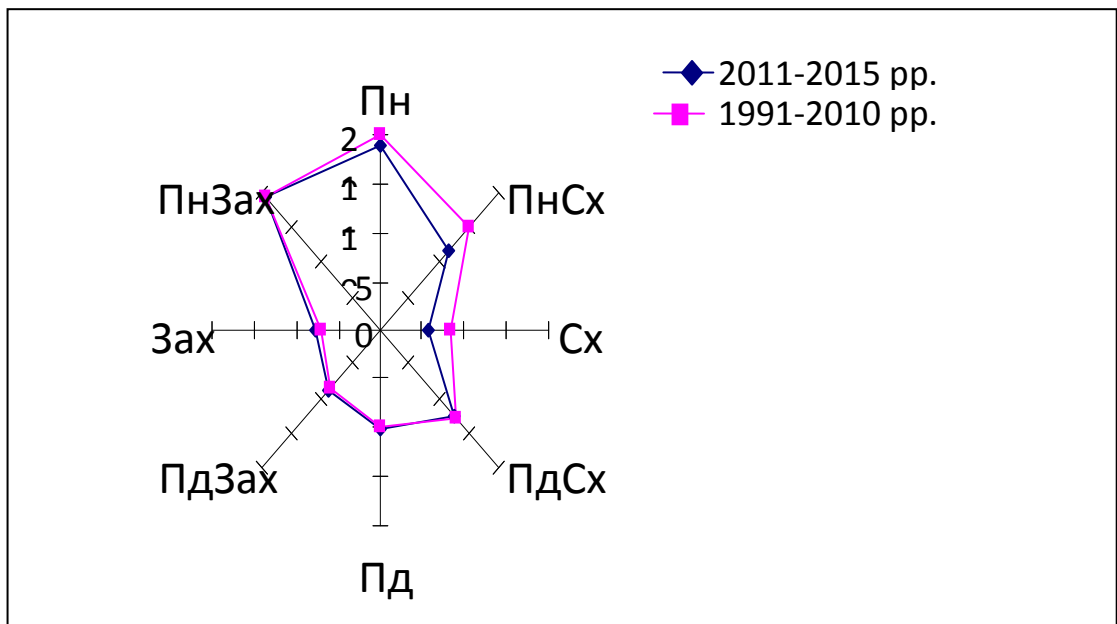


Рис. 2.6 Розподіл (%) вітру за напрямками на станції Одеса-ГМО, 1991-2010, 2011-2015 рр.

Якщо повний діапазон відхилення становить 60° або більше, але менше 180° при середній швидкості вітру менше 2 м/с, напрямок вітру зазначається як нестійкий (НСТ) без зазначення середнього напрямку вітру. У нічні години НСТ має найбільшу повторюваність, максимальний відсоток НСТ становить зимою 3,7%, весною 5,7%, влітку 7,8%, восени 5,1%. Абсолютний мінімум припадає на строк 12 годин. Це пояснюється тим, що у нічні строки переважає вітер, що відноситься до градації слабого вітру, а у денні години швидкість вітру посилюється.

Аналізуючи просторово-часову мінливість напрямку вітру за останні 20 років (рис.2.6) можна відзначити, що при збереженні переважання вітру північній та північно-західній чверті, розподіл інших напрямків істотно не еволюціонує, за винятком зменшення на 3-4% східного і північно-східного напрямку в 2011-2015 рр.

2.4 Місцеві вітри

У системі загальної циркуляції атмосфери виділяють два основні типи місцевих вітрів, що виникають під впливом змін повітряних течій загальної циркуляції атмосфери та фізико-географічних особливостей території і мають обмежене розповсюдження. За «походженням» розрізняють кілька видів місцевих вітрів. До вітрів, що виникають за умов нерівномірного нагрівання або охолодження суміжних ділянок підстильної поверхні, характеризуються добовою періодичністю напряму і швидкості, відносять бризи та гірсько-долинні вітри. До вітрів, що розвиваються внаслідок деформації повітряного потоку у складних формах рельєфу, належать низхідні неперіодичні вітри (фен, бора, стоковий та сильний вітер у гірських ущелинах). В Україні поширені бризи (на узбережжях Чорного і Азовського морів а також озер, лиманів, водойм), фени та гірсько-долинні вітри (в Українських Карпатах та Кримських горах). Ці вітри можуть ускладнювати роботу авіації і морського транспорту, завдавати шкоди сільськогосподарським угіддям, переносити забруднюючі речовини тощо.

Добова циркуляція повітряного потоку залежить від багатьох параметрів [1]: по-перше, від напрямку і потужності макромасштабних потоків; по-друге, від градієнта температури суша - море; по-третє, від стійкості повітряної маси і останній впливає фактор - це хмарність і кількість сонячної радіації. Вплив макромасштабних циркуляції на виникнення морських бризів вивчено багатьма дослідниками: Е.А. Бурман [1], Shroeder Т.А. [34], Kottmeier С. [32], Estoque М.А. [31] і др. [28, 36].

Вітровий режим на узбережжях великих водойм відрізняється певним своєрідністю, що виявляється у формуванні вітрів з добовою періодичністю зміни напрямку повітряного потоку біля поверхні землі і в шарі земля - 1 км. Умови виникнення бризів можна описати таким чином: ясна або малохмарна погода, малоградієнтне баричне поле, якому відповідає слабкий баричний вітер. Багато авторів [1, 34] при описі бризів згадують про існування над нижньою течією бризу верхнього, протилежно спрямованого потоку - антибриза, що створює замкнутий циркуляційний кільце, їх зазвичай називають бризами першого роду. Бризи другого роду або бризи типу холодного фронту не уявляють собою замкнуту циркуляцію. Вони виникають при збігу напрямків вітрових потоків, обумовлених горизонтальним градієнтом тиску, тобто великомасштабних потоків і власне бризу. За таких умов вихолодженого за рахунок нічного випромінювання шар повітря у підстильній поверхні рухається в напрямку загального переносу. Через 1-2 години після сходу сонця поверхня суші прогрівається і холодний шар повітря над берегом зникає. Над морем (температура поверхні моря і приводного шару повітря нижче) він зберігається і, за рахунок загального руху в бік моря, поступово накопичується. Потужність шару холодного повітря збільшується, тому тиск над морем росте, а над сушею - падає. Настає момент, коли градієнти тиску з суші на море і з моря на сушу врівноважуються і рух холодного повітря припиняється. Внаслідок денного прогріву повітря над сушею зростає нестійкість, рівновага порушується і морське повітря починає рухатися до берега, витісняючи тепле повітря на суші вгору.

Бризи мають горизонтальну протяжність від декількох сотень метрів до десятків кілометрів, їх ареал поширення визначається конфігурацією і рельєфом прибережній частині водойми. Виникають вони в поле ослабленою

циркуляції в результаті термічного збурення в поле вітру загальної циркуляції. Баричний вітер з моря, зменшуючи контраст температури, погіршує умови утворення бризів. Тому умови розвитку бризів на підвітряних берегах краще, ніж на навітряних. Встановлено [1], що бризи відзначаються тільки в тих випадках, коли швидкість баричного вітру не перевищує 11 м/с на висоті 3 км (700 гПа) і 14 м/с на висоті 5 км (500 гПа).

Інтенсивність бризового вітру істотно залежить від відстані пункту спостереження від берега і особливостей гідрологічного режиму водойми, над якими розвиваються бризи. Так у липні показник періодичності вітру на ст. Одеса-ГМО – 40-45 %, а на ст. АМСЦ, розташованої в 8 кілометрах від берега – 17%. Умови розвитку бризів погіршуються не тільки в міру просування вглиб суші, але і при русі над лиманами і заплавами річок Дніпра та Бугу, де контраст температур суша-море згладжений.

Бризи північно-західного узбережжя Чорного моря характеризуються правильним добовим ходом швидкості і напрямку вітру. Зазвичай вранці спостерігається затишшя, відповідне моменту зміни берегового бризу морським, після чого вітер починає дути з моря, досягаючи до 13-14 год швидкості 5-6 м/с. Увечері морський бриз стихає і змінюється береговим бризом, швидкість якого дещо менше 3-4 м/с. Найбільшого розвитку бризова циркуляція досягає влітку (липень-серпень), часто бризи виникають у вересні. Весною і восени вони значно слабшають.

Бризи впливають на інтенсивність турбулентного обміну в граничному шарі прибережної смуги наступним чином: прихід стійко стратифікованого повітря з гладкої поверхні моря послаблює турбулентний обмін в денні години, а нічний бриз, що надходить з шорсткою суші, турбулізованим, хоча не можна не рахуватися з тим впливом, який чинить на нього стійка нічна стратифікація. Як правило, морські бризи відрізняються значно більшою стійкістю напрямку і швидкості, ніж берегові. Стійкість зберігається не тільки в безпосередній близькості до берега, але і на деякому віддаленні від моря. Періодична зміна напрямку вітру при бризах супроводжується добовими коливаннями температури і вологості повітря, які пов'язані з адвекцією тепла і вологи, викликані тягою з моря або з берега. Зазвичай в момент приходу морського бризу температура повітря на березі або перестає рости, або навіть падає. Таким чином, добовий хід температури повітря на

березі в день з бризом складається з двох складових: звичайного добового ходу, пов'язаного з сонячним прогріванням, і похолодання, принесеного з моря. Максимальні значення відносної вологості під час бризів на 20-30%, а іноді і більше, перевищують нормальні значення для цього часу доби. Ранній прихід морського бризу, коли вологість ще взагалі висока, може викликати конденсацію водяної пари і утворення туману або затримати розсіювання нічного туману.

Аерологічна структура бризів, що характеризується стійкою стратифікацією, зниженою турбулентністю і низхідними рухами в антибризі над берегом, дозволяє зробити висновок, що у вузькій прибережній зоні бризова циркуляція перешкоджає розвитку хмар та опадів і створює своєрідний вітровий режим.

2.5 Особливості вітрового режиму на станціях Одеської області

Аналіз режиму вітру по п'яти станціях поблизу Одеси почнемо з того, що хоча станції і розміщені на незначній відстані одна від одної, але своєрідне фізико-географічне розташування їх визначає у значній мірі режим вітру на кожній із станцій. Звернемося до табл. 2.12 і рис. 2.7, де наведені середньомісячні швидкості вітру. Добре помітно, що 2 станції із наведених в таблиці, істотно відрізняються від інших. Це Одеса-ГМО та порт Іллічівськ – швидкості вітру тут значно менші у порівнянні з іншими станціями. На АМСЦ Одеса значення середньомісячних швидкостей вітру в середні місяці сезонів подібні до аналогічних показників у портах Одеса та Іллічівськ.

По цих 3-х станціях швидкості вітру у січні-місяці майже не відрізняються, розбіжності становлять 0,1-0,2 м/с. Квітень характерний тим, що найвище значення зафіксоване по ст. АМСЦ Одеса і воно суттєво перевищує показники інших станцій, а саме на 0,4-0,5 м/с.

У липні також найсильніший вітер в аеропорту Одеса, перевищує на 0,2 м/с середні значення по портах Одеса та Южний. У жовтні навпаки вітер слабшає і не досягає значень вище вказаних станцій на 0,3-0,4 0,2 м/с.

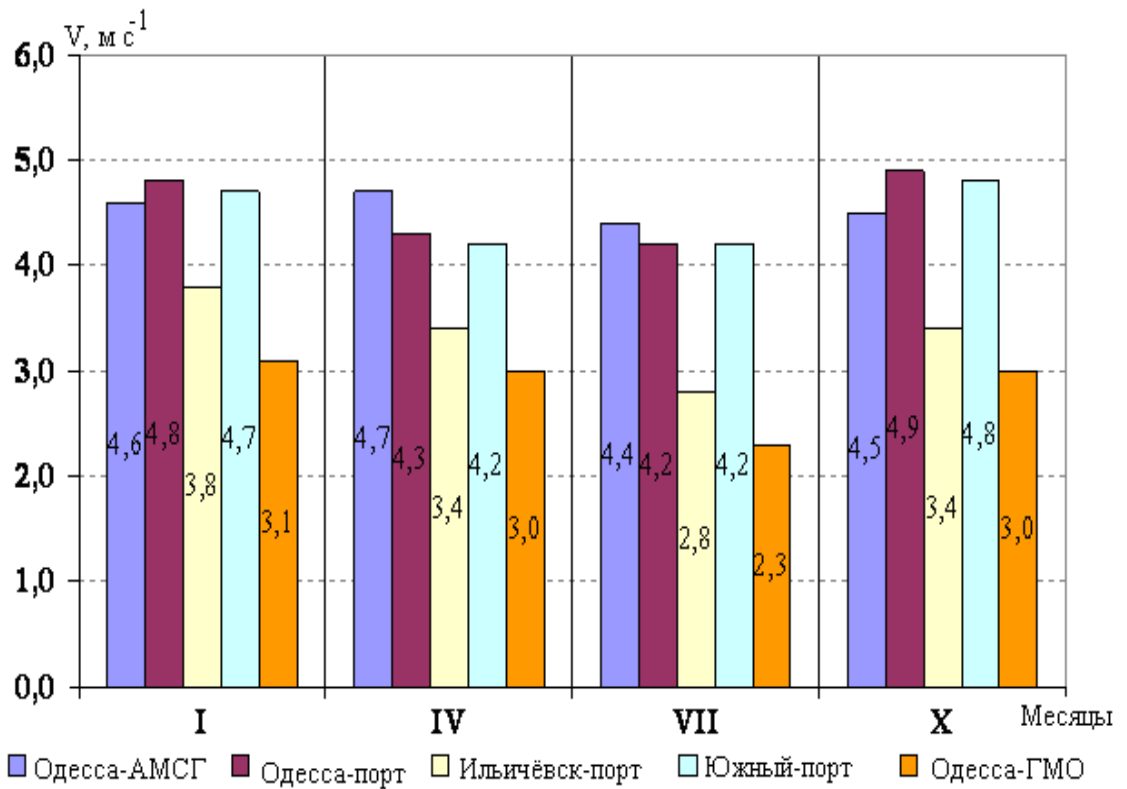


Рис. 2.7 Середня місячна швидкість (м/с) вітру на метеостанціях поблизу Одеси

Таблиця 2.12 – Середня місячна швидкість (м/с) вітру на метеостанціях поблизу Одеси

Місяць	Станції				
	АМСЦ Одеса	Порт Одеса	Порт Іллічівськ	Порт Южний	Одеса ГМО
I	4,6	4,8	3,8	4,7	3,1
IV	4,7	4,3	3,4	4,2	3,0
VII	4,4	4,2	2,8	4,2	2,3
X	4,5	4,9	3,4	4,8	3,0

Отже, як висновок слід зазначити, що швидкість вітру на ст. Одеса-АМСЦ близька до значень ст. Одеса-порт та порт Южний. Серед п'яти станцій Одеського регіону на АМСЦ Одеса зафіксована найвища середньомісячна швидкість вітру у квітні (4,7 м/с) та у липні (4,4 м/с).

2.6 Синоптичні умови формування вітрового режиму в Північно-Західному Причорномор'ї

При вивченні ролі атмосферної циркуляції у формуванні клімату необхідно враховувати як великомасштабну циркуляцію, так і регіональні процеси, які безпосередньо впливають на клімат відносно невеликій території. В окремих регіонах розподіл напрямку та швидкості вітру значно змінюється під впливом орографічних особливостей і залежить від орієнтації долин, наявності водойм, морів.

Південь України, де розташована Одеса, виділяється за кліматичними характеристиками в окрему підобласть [16]. Це обумовлено не тільки впливом Чорного моря, але і специфічними особливостями циркуляції, так як циклони помірних широт, що зміщуються із заходу і північного заходу, не роблять безпосереднього впливу на погоду півдня України. Розвиток цих циклонів над Україною супроводжується проходженням через південні райони улоговини або утворенням перехідної зони між циклонами і розташованими південніше областями високого тиску. У цих перехідних областях відзначається, як правило, перенесення незбурених повітряних мас, напрямок яких залежить від розташування циклонів і антициклонів.

Через південь України центральною частиною переміщуються не тільки циклони, які утворюються в басейні Середземного і Чорного морів, а також невеликі циклони, що виникають на холодних фронтах, які рухаються з заходу і північного заходу. Периферійні атмосферні процеси характерні для півдня України при розвитку над Європою антициклонів, проте останні, на відміну від циклонів, своєю центральною частиною нерідко проходять через південь України і Чорне море.

Циклонічна діяльність над Чорним морем розвивається переважно у холодний період року: низький тиск під підтримується температурою поверхні морської води. Активізація циклонічної діяльності над Чорним морем відбувається під час активізації полярної гілки висотної фронтальної зони над Середземним морем та переміщення арктичної повітряної маси на південь України.

Регіональні особливості синоптичних процесів, які формуються на цьому макроциркуляційному фоні і призводять, в поєднанні з місцевими фізико-географічними умовами, до встановлення вітрового режиму на півдні України [2,8].

Існує багато класифікацій великомасштабної циркуляції атмосфери Північної півкулі, це класифікації Вангенгейма-Гірса, Е. А. Ісаєва, Л. А. Вітельса, А. Ф. Дюбука, Ю. Б. Храброва [15, 19], але найбільш відома синоптична класифікація великомасштабних атмосферних процесів Б.Л. Дзердзеєвського [21, 39], якій у 2016 р. виконалася 70 років. Частина типів і груп типів із синоптичної класифікації Дзердзеєвського спостерігається досить синхронно з типами із класифікації, побудованої по формальних алгоритмах розбиття на кластери спостережених баричних полів.

Головною ознакою, за якою проведена типізація циркуляції атмосфери позатропічних широт по Б. Л. Дзердзеєвському [21], є наявність або відсутність блокуючих процесів на півкулі, їх напрямок і кількість. Всього виділено 4 групи циркуляції, 13 типів, 41 підтип і елементарний циркуляційний механізм - ЕЦМ (основна одиниця типізації). Число позначає тип ЕЦМ, перші букви алфавіту (а, б, в, г) - відмінності ЕЦМ в межах одного типу в напрямках арктичних вторгнень або виходу південних циклонів, а букви "з" (зимовий) і "л" (літній) - сезонні відмінності ЕЦМ по знаку баричних полів над океанами і континентами. Тільки в типах 4, 9 та 10 зимові ЕЦМ позначені першими літерами алфавіту (4а, 9б і 10а). Для кожного типу ЕЦМ складені динамічні схеми (переміщення циклонів і стаціонавання антициклонів, середні карти атмосферного тиску і температури повітря на рівні моря, карти баричної топографії та середньої температури шару на рівні АТ-500). Наведено докладний опис кожного ЕЦМ [21], за яким можна проаналізувати динамічну схему і внутрішньорічний хід тривалості ЕЦМ.

З урахуванням циркуляційних характеристик середньої тропосфери виконана типізація А. Л. Каца [15]. Синоптико-кліматологічну класифікацію запропонував Л. В. Клименко [19], в ній застосований деякий кліматологічний параметр. Практично у всіх перерахованих типізаціях використано один принцип - принцип аналогічності, хоча з різним ступенем реалізації цього принципу різними авторами.

В якості параметрів аналогічності М.І. Зверевим запропоновані величини ρ_ϕ , ρ_λ , ρ_ϵ , перші два з яких характеризують зональні і меридіональні градієнти карти АТ-500, а третій - їх суму. Слід зазначити, що на початку вивчення аналогічності атмосферних процесів метод визначення був синоптичним, а потім фізико-статистичним [6, 21]. При цьому класифікація синоптичних процесів і виділення типів (підтипів) проводилася на основі накопиченого синоптичного досвіду, якісних ознак або кількісних параметрів (наприклад, індекс циркуляції [15], критерії аналогічності [6,7] тощо). В. Ф. Мартазінова [33] та її учні використовують метод "еталонів", який є універсальним методом об'єктивної типізації синоптичних процесів. Нагадаємо, що еталон класу синоптичної ситуації - це одне найбільш інформативне поле синоптичного положення, яке має найбільшу подібність (за критеріями аналогічності) з іншими полями в даному класі. Критеріїв аналогічності два: це критерій геометричної подоби баричних полів (ρ), який дозволяє оцінити площу збігу двох полів, і середньоквадратичне відхилення (Евклідова відстань) між двома полями (η), що оцінює близькість за абсолютними значеннями двох баричних областей.

Для аналізу структури синоптичних умов характерних для північно-західного узбережжя Чорного моря використовувалась типізація синоптичних процесів, яка розроблена Івус Г.П. та співробітниками кафедри метеорології та кліматології і яку можливо звести до шести основних типів і 17 підтипів [3,6, 8].

Тип 1. Периферійні атмосферні процеси, до яких відносяться переноси всіх напрямків: підтип 1.1 - західний і північно-західний, підтип 1.2 - південний, підтип 1.3 - східний і підтип 1.4 - північний перенос (Дод. В, рис. В.1).

Тип 2. Циклонічна циркуляція. До цього типу належать області зниженого тиску, які розташовуються над Україною (підтипи 2.1 і 2.2), (Дод. В, рис. В.2).

Тип 3. Антициклонічна циркуляція. Цей тип (підтипи 3.1, 3.2, 3.3) являє собою антициклони, які орієнтовані із заходу і сходу, а також малоградієнтні поля підвищеного тиску (Дод. В, рис. В.3).

Тип 4. Малоградієнтні баричні поля (підтипи 4.1 і 4.2), (Дод. В, рис.В.4).

Тип 5. Периферійні атмосферні процеси, пов'язані з проходженням атмосферних фронтів (підтипи 5.1, 5.2, Дод. В, рис. В.4).

Тип 6. Циклонічні циркуляції з великими баричними градієнтами ($\partial P/\partial n \geq 2,5$ гПа/111 км). Цей тип поділяється на чотири підтипи (Дод. В, рис. В.5).

За даними архівної вибірки розрахована повторюваність представлених вище типів (підтипів) синоптичних ситуацій за 10 років (2001-2010 рр.).

Таблиця 2.13 – Повторюваність (%) типів (підтипів) синоптичних процесів ст. Одеса-ГМО. 1991-2000 та 2001-2010 рр.

Типи синопт. Процесів	Підтипи синопт. Процесів	Місяці року							
		Січень		Квітень		липень		жовтень	
		1991-2000	2001-2010	1991-2000	2001-2010	1999-2000	2001-2010	1991-2000	2001-2010
1 Периферійні процеси	1	45	15	44	23	41	24	39	25
	1.1	21	7	8	4	3	7	14	8
	1.2	6	4	22	9	5	3	11	8
	1.3	4	2	7	8	14	10	6	4
	1.4	14	2	7	6	19	3	8	5
2 Циклонічна діяльність	2	8	8	14	7	10	6	6	5
	2.1	3	2	5	5	9	4	3	3
	2.2	5	5	9	2	1	2	3	3
3 Антициклонічна діяльність	3	12	14	12	18	20	23	23	20
	3.1	4	4	4	7	8	13	8	5
	3.2	1	3	1	2	2	1	2	3
	3.3	7	7	7	9	10	9	13	12
4 Малоград. баричні поля	4	14	7	13	9	21	12	10	7
	4.1	4	2	5	7	8	8	3	2
	4.2	10	6	8	2	13	5	7	5
5 Перифер-ні процеси з проходжен. фронтів	5	11	10	10	15	6	16	15	20
	5.1	7	4	6	7	2	11	2	10
	5.2	4	5	4	8	4	5	13	10
6 Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами	6	10	47	7	22	2	20	7	24
	6.1	3	17	1	6	0	8	3	8
	6.2	2	15	0	12	0	8	1	9
	6.3	3	9	1	3	0	4	1	5
	6.4	2	6	5	2	2	0	2	2

Дані, наведені в табл. 2.13 свідчать, що протягом усього року, незважаючи на зниження повторюваності синоптичних процесів, що відносяться до типів 1-4 і відповідають за формування слабого вітру над Україною, їх частота залишається досить високою. Отже умови для збереження застійних явищ, особливо в промислових зонах, необхідно враховувати.

У січні, за досліджуваний період, повторюваність периферійних процесів (тип 1) знизилась у тричі з 45,0 до 15 %, тоді як тип 6 збільшився з 10 до 47 %, тобто погоду над північно-західною частиною Чорного моря стала частіше визначати ситуація з великими баричними градієнтами. Остання обставина вказує на посилення швидкості вітру, обумовлене, очевидно, виходом середземноморських циклонів на Європу і блокуючим впливом гребня Сибірського антициклону.

У квітні відзначається зменшення повторюваності периферійних процесів без атмосферних фронтів у два рази і збільшення ситуацій з фронтами з 10 до 15%. У порівнянні з періодом 1991-2000 рр. спостерігається зростання кількості випадків циклонічної циркуляції з великими баричними градієнтами з 7 до 22%, відповідно. Влітку погода в районі метеостанції Одеса-ГМО визначається, в основному, периферійними процесами без фронтів (тип 1), хоча їх повторюваність зменшується вдвічі з 4 % в 1991-2000 рр. до 24% в 2002-2012 рр., зате різко зростає частота типів 5 і 6 (відповідно в 3 і 10 разів) (рис. 2.8).

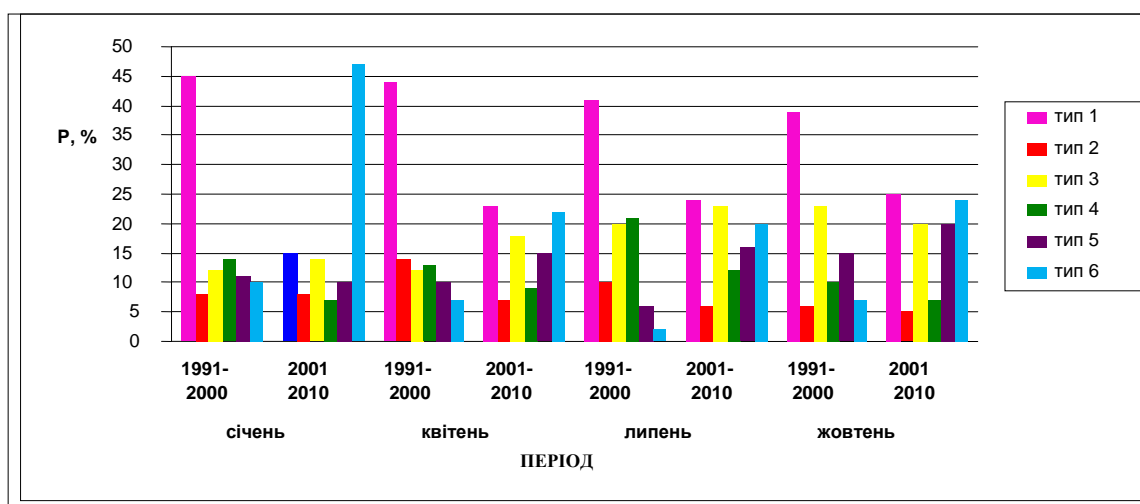


Рис. 2.8 Повторюваність (%) типів синоптичних процесів на ст. Одеса-ГМО. 1991-2000 рр., 2001-2010 рр

Антициклонічна циркуляція фіксується над півднем України однаково часто: від 20 до 23%. В основному, баричне поле в літні місяці формується під впливом наступних циркуляційних умов, по перше, коли у південних районах Східної Європи холодне повітря поширюється на захід і ядро підвищеного тиску, що оформилося в ньому, може об'єднатися з гребнем Азорського антициклону, витягнутого на Європу. По друге, коли дуже велика область зниженого тиску охоплює більшу частину позатропічних широт Північної півкулі, включаючи і територію України, а Азорський антициклон залишається в південних широтах Атлантичного океану, та його гребінь витягнутий на Західну Європу.

Жовтень, так само як липень, відрізняється підвищеною повторюваністю периферійних процесів (тип 1), хоча частота їх знизилася з 39 до 25% за останнє десятиліття. Найчастіше (у 3 рази більше) стали формуватися баричні поля з фронтами і великими баричними градієнтами. Трохи зросла кількість периферійних процесів (тип 5) з фронтами (з 10 до 15%) і зменшилась (на 4-5 %) - антициклонічної циркуляції (тип 3).

Таке баричне поле не тільки обумовлює температурний і вітровий режим над територією вторгнення, але і є причиною виникнення стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ), пов'язаних з вітром.

Проведений аналіз динаміки синоптичних ситуацій над територією півдня України за досліджуваний період дозволяє: виявити найбільш імовірні атмосферні процеси, що формують погодні умови в цьому районі в останні десятиліття; визначити, що у порівнянні з попереднім десятиріччям в період з 2001 по 2010 рр. практично в два рази зменшилася повторюваність периферійних процесів в усі сезони в районі Північно-Західного Причорномор'я, в той час як частота циркуляційних процесів з великими баричними градієнтами збільшилася в 3-5 разів, що в свою чергу може привести до посилення швидкості вітру і зростання інтенсивності СГЯ, пов'язаних з вітром.

3 ПРОГНОЗ СЛАБКОГО ВІТРУ ПРИ НАЯВНОСТІ НИЗЬКОТРОПОСФЕРНИХ СТРУМЕНЕВИХ ТЕЧІЙ ДЛЯ ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ

3. 1 Циркуляційні умови над півднем України при формуванні низьких струменів

Діагноз і прогноз струменевих течій нижніх рівнів (СТНР) атмосфери є найбільш складною проблемою синоптичної метеорології. Це пояснюється тим, що контактні вимірювання характеристик СТНР практично не реальні із-за малого розміру самих СТНР і їх нерівномірного розташування в просторі. Тому виявлення і, тим більш, прогноз СТНР можливий лише за типом макро- і мезомасштабних баричних полів та цілому комплексу характеристик глобального і локального типу, присутній в самому процесі утворення струменів [9].

Зіставлення літературних відомостей з цього явища трохи ускладнює використання різними дослідниками неоднакових критеріїв при виявленні струменевих течій нижніх рівнів [25, 29, 30, 35, 38]. Очевидно, це обумовлено особливостями розв'язуваного прикладного завдання й географічним фактором. В більшості робіт прийнято наступне визначення [10, 11, 13, 2]: СТНР (мезострумін) – це пік швидкості вітру більший або рівний 15 м/с у межах граничного шару атмосфери, якщо зменшення швидкості вітру в 300 метрових шарах вище та нижче рівня максимуму не менше ніж на 4 м/с.

Однак, незважаючи на розбіжності у визначеннях цих течій звичайно використовуються наступні параметри, що характеризують просторову і динамічну структуру СТНР (рис. 3.1):

- потужність СТНР – різниця між висотами в ГША, де швидкість вітру не менше ніж $15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (ΔH , м);
- висота осі СТНР – рівень максимуму швидкості вітру (H_0 , м);
- інтенсивність СТНР – швидкість вітру на осі струменя (V_0 , $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$).

Для розрахунку структурних характеристик СТНР оптимальним варіантом є комплексне використання даних висотних метеорологічних веж,

радіолокаційних і радіозондових спостережень. При цьому у зв'язку з недостатньою щільністю мережі радіозондування, має сенс застосування різних методик інтерполяції полів метеорологічних величин і облік супутникової інформації (за оцінками дрейфу хмарних полів, за картиною хвилювання, шляхом фіксації синоптичної обстановки за результатами нефаналізу або за допомогою математичної обробки супутникових даних).

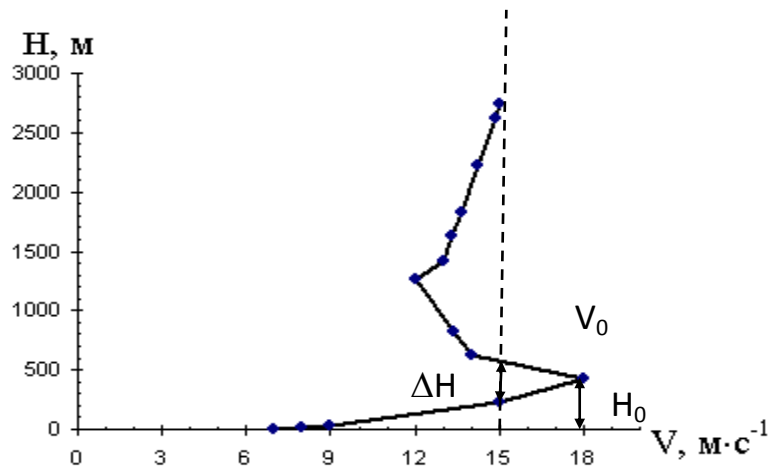


Рис. 3.1 Схема структурних параметрів низькотропосферних течій [3]

В якості вихідних матеріалів використовуються данні аерологічного зондування на станціях Одеса і Сімферополь за 00 UTC теплих півріч за період 2001-2010 рр., каталог типових синоптичних процесів, складений на кафедрі метеорології та кліматології, і календар елементарних циркуляційних механізмів Дзердзеєвського Б. Л. [21]. Для уточнення конкретних синоптичних ситуацій долучались також синоптичні карти усіх рівнів (кільцева, приземна, АТ-925, АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ-500/1000) з архіву АРМсин кафедри.

Аналіз атмосферної циркуляції за вказаний вище період, яка сформувала СТНР над Одесою та Сімферополем, проводився за допомогою типізації Дзердзеєвського Б. Л. [21] та типізації синоптичних процесів над Україною, створеній на кафедрі [8,10]. Їх докладний опис представлено в параграфі 2.6.

В табл. Г.1 і Г.2, Дод. Г приведені каталоги підтипів синоптичних процесів, типів ЕЦМ і структурних параметрів СТНР за 00 UTC теплих півріч 2001–2010 рр. У якості структурних параметрів струменів використовуються:

ff_0 і V_0 – напрямок і швидкість вітру на осі струменя; H_0 і ΔH – висота осі і товщина струменя. В таблицях також дані швидкість (V) і напрямок (ff) вітру біля поверхні землі, а тип стратифікації у граничному шарі позначений аббревіатурою: БІ – без інверсії, ПІ – піднесена, ПЗ – приземна інверсії. В табл. 3.1 і 3.2 розміщена тільки частина каталогу даних о СТНР над досліджуваними пунктами за указаний період, яка дозволяє чіткіше представити предмет дослідження. Низькотропосферні струмені над Одесою і Сімферополем одночасно спостерігаються вісім разів (11.07.2002, 14.04.2003, 15.04.2007, 14.07.2007, 27.04.2008, 27.09.2008, 17.07.2009, 08.04.2010).

Як правило, напрямок у цих струменів північно-східний (50-75 град.), швидкість вітру на осі коливається від 16 до 22 м·с⁻¹ ($V_{сер.} = 18,5$) над Одесою, і від 16 до 23 м·с⁻¹ ($V_{сер.} = 18,9$) над Сімферополем, струмені потужніше і вище розташовані над Кримом, і частіше пов'язані з інверсіями над всією територією.

За період, що досліджується в Одесі було проведено 1219 (67 %) випусків радіозондів, а в Сімферополі – 1054 (58 %). Незважаючи на порівняно невелику різницю в кількості випусків, як показує аналіз даних табл. 3.1 і 3.2, над Одесою СТНР утворювались частіше в два рази (94 випадки), чим над Сімферополем (46 випадків) (Дод. Г, табл. Г.1-Г.2). Чому, мабуть, сприяють орографічні особливості території, на якій розташована Одеса.

3.2 Оцінка прогностичних можливостей методики короткострокового прогнозу слабого вітру при наявності мезоструменів

Виробничі (оперативні) випробування нових та удосконалених методів гідрометеорологічних прогнозів є невід'ємною частиною процесу їх впровадження в оперативну практику. Рішення про доцільність впровадження в оперативну практику підрозділів Гідрометслужби України нових і вдосконалених методів прогнозів приймаються при позитивних результатах їх виробничих випробувань.

Встановлена наступна тривалість випробування різних видів прогнозів:

- для чисельних схем прогнозу метеорологічних елементів - не більше шести місяців (на оперативному матеріалі або з використанням стандартних архівів метеорологічних полів);

- для короткострокових і середньострокових прогнозів погоди, гідрологічних і морських прогнозів – до одного року.

Для скорочення термінів випробування і отримання статистично надійних висновків про надійність методів прогнозу гідрометеорологічних явищ з малою природною повторюваністю (небезпечних і стихійних) в період виробничих випробувань рекомендується використовувати незалежний ряд спостережень з архівів минулих років.

В основу оцінок різних видів прогнозів, що приводяться нижче, покладені принципи, висловлені у відповідних Наставляннях по службі прогнозів.

Розрахункові методи короткострокових прогнозів погоди призначені, як правило, для передобчислення будь-якого метеорологічного елементу або явища погоди по пункту або по території з приблизним радіусом 100-150 км. Завчасність цих прогнозів складає від 1 год (авіаційні або надкороткострокові прогнози) до 48 год (прогнози загального користування, спеціалізовані прогнози). Ці методи дозволяють прогнозувати або факт виникнення окремих метеорологічних явищ (гроза, ожеледь тощо), або кількісні характеристики метеорологічних елементів і явищ погоди (температури, опадів, швидкості вітру, видимості в туманах, розміри граду тощо). При цьому останні можна поділити за інтенсивністю елементів і явищ, що прогноуються, на три групи методів:

- ті, що передбачають прогноз метеорологічних елементів будь-яких значень і явищ погоди різної інтенсивності (температура, опади, вітер, ожеледь, град, туман, завірюха тощо);

- ті, що передбачають в прогнозі певний діапазон метеорологічних величин або певну інтенсивність явищ погоди (значні дощі, сильний вітер, включаючи шквал, помірний і сильний град, помірну і сильну бовтанку тощо). Це перш за все методи прогнозу метеорологічних елементів, віднесених до категорій стихійних і тих, що представляють найбільшу важливість для організацій народного господарства;

- ті, що передбачають прогноз комплексу метеорологічних елементів

або явищ погоди (два або більше), які спостерігаються одночасно (сильний вітер і сильний дощ, дощ з грозою і шквалом тощо). Це методи прогнозу метеорологічних величин і явищ погоди, які відносяться до категорії стихійних, а також що мають будь-які кількісні значення.

Відмічені особливості методів прогнозів обумовлюють відмінності в методиці проведення їх оперативних випробувань. А саме, ряд випадків при випробуванні вказаних методів може бути неоднаковим. Так, для отримання надійних висновків про якість методів прогнозу першої і третьої груп необхідний ряд в 60-100 випадків. При випробуванні методів прогнозу стихійних явищ погоди і тих, що рідко спостерігаються, або окремої градації метеорологічних величин об'єм вибірки повинен бути не менше їх природної повторюваності або більше за неї. Зважаючи на це встановлення природної повторюваності вказаних метеорологічних елементів і явищ погоди шляхом опрацювання режимного матеріалу є попереднім і дуже важливим етапом випробування.

Для збільшення ряду випадків з явищами погоди, що рідко спостерігаються, допускається залучення незалежного (що не брав участь в розробці цього методу) матеріалу минулих років.

Як відомо [24], в оперативному режимі прогнози погоди складаються синоптиком у термінах, відповідних визначенням кількісним градаціям, оцінюються з урахуванням територіального розподілу метеорологічних елементів (явищ), згідно діючій Настанові.

Відомо [4], що при слабкому вітрі біля поверхні землі на типових вертикальних профілях метеорологічних величин в граничному шарі атмосфери простежується низькотропосферний струминний перебіг і інверсія температури.

Для прогнозу слабкий вітер з малої завчасністю (до 6 год) для території Молдови при яскраво вираженому характері профілю вітру в ПСА в [6], були запропоновані рівняння регресії.

Для побудови прогностичних рівнянь взяті 12 потенційних предикторів, що характеризують параметри низькотропосферних струменів (висота, товщина, вертикальні градієнти температури вище і нижче осі, швидкості вітру на осі СТНР, у поверхні землі і на рівні 925 гПа) та інверсії (товщина, глибина, верхня межа), а також деякі інерційні фактори

(швидкість вітру біля поверхні землі і на рівні 925 гПа, вертикальний градієнт температури в шарі 0,5-1,0 км в терміні, що передує вихідний термін зондування). В результаті процедури просіювання предикторів прогностичні рівняння регресії виявилися наступними:

$$V_{np} = 1,24 - 0,33\gamma_{но} + 0,09V_{oc}, \quad (3.1)$$

$$V_{np} = 1,086 + 0,11V_{oc}, \quad (3.2)$$

де $\gamma_{но}$ – вертикальний градієнт температури нижче осі (°C/ 100 м),

V_{oc} – швидкість вітру на осі СТНР.

Перше рівняння використовується для прогнозу приземного вітру незалежно від сезону, а друге - для зими і літа. Перевірка на залежному матеріалі показала, що за рівнянням (3.1) середня помилка прогнозу в 75% випадків не перевищує 1,0 м/с, а в 20% – 2,0 м/с. Непогані результати дає і рівняння (3.2) - в 55% випадків помилка менше 1,0 м/с, в 33% - знаходиться в межах 1,0-1,5 м/с и в 12% – в межах 1,5- 2,0 м/с.

За даними радіозондування на станціях Одеса-ГМО і Сімферополь 2001-2010 рр. виявлено 62 випадки зі струминними течіями нижнього рівня в теплому півріччі, при яких у землі спостерігалися слабкий вітер. На основі цієї вихідної інформації за формулами 3.1 і 3.2 були розраховані прогностичні швидкості приземного вітру (табл. 3.1 та 3.2)

Таблиця 3.1 – Прогноз швидкості вітру при наявності СТНР у місті Одеса

Дата	V	gradT	Voc	Vnp
01.04.2001	4	0,61	18	2,7
09.04.2001	3	0,17	17	2,7
03.04.2003	3	0,66	17	2,6
07.04.2003	4	0,16	21	3,1
08.04.2005	2	0,14	16	2,6
26.04.2005	4	0,25	17	2,7
30.04.2005	2	0,63	18	2,7
24.04.2006	3	0,44	16	2,5
06.04.2007	3	0,55	17	2,6

Продовження таблиці 3.1

23.04.2007	2	0,78	19	2,7
30.04.2007	3	0,65	18	2,6
27.05.2007	2	0,33	34	4,2
09.09.2007	3	0,43	17	2,6
27.04.2008	3	0,17	22	3,2
08.05.2008	1	0,54	16	2,5
21.05.2008	1	0,16	22	3,2
06.04.2009	1	0,20	18	2,8
16.04.2009	4	0,08	21	3,1
08.05.2009	2	0,65	17	2,6
27.05.2009	2	0,33	17	2,7
12.09.2010	3	0,34	17	2,7
27.09.2010	2	0,13	19	2,9
24.06.2001	3	-	16	2,8
03.08.2001	3	-	17	3,0
09.06.2002	3	-	20	3,3
11.07.2002	2	-	18	3,1
21.06.2003	4	-	17	3,0
11.08.2003	4	-	16	2,8
13.08.2003	4	-	17	3,0
27.06.2007	4	-	16	2,8
13.07.2007	4	-	16	2,8
14.07.2007	2	-	16	2,8
23.08.2007	4	-	17	3,0
09.26.2009	3	-	25	3,8
10.06.2009	1	-	17	3,0
17.06.2009	4	-	20	3,3
14.07.2009	3	-	16	2,8
17.07.2009	2	-	19	3,2
25.06.2010	4	-	16	2,8
02.07.2010	3	-	16	2,8

Таблиця 3.2 – Прогноз швидкості вітру при наявності СТНУ у місті Сімферополь

Дата	V	gradT	Voc	Vnp
12.04.2002	4	0,05	17	2,8
17.04.2002	4	0,12	16	2,6
22.04.2002	3	0,30	19	2,9
22.05.2002	4	0,43	18	2,7
04.09.2002	3	0,08	16	2,7
14.04.2003	4	0,24	22	3,1
16.04.2003	4	0,52	18	2,7
21.04.2003	3	0,00	17	2,8
27.04.2008	4	0,55	17	2,6
13.05.2008	3	0,36	20	2,9
18.09.2008	3	0,22	18	2,8
27.04.2010	4	0,45	18	2,7
08.07.2001	1	-	16	2,8
22.07.2001	3	-	16	2,8
19.08.2001	3	-	17	3,0
21.08.2005	4	-	19	3,2
04.07.2006	4	-	16	2,8
28.06.2007	4	-	16	2,8
14.07.2007	3	-	18	3,1
17.07.2009	4	-	16	2,8
07.06.2010	3	-	17	3,0
09.08.2010	4	-	17	3,0

Як для метеостанції Одеса, так і для Сімферополя середня арифметична помилка прогнозу швидкості вітру склала $\pm 0,8$ м/с.

Виправданість методу прогнозу слабого вітру в районі Одеси та Сімферополя апробована на робочому (тепле півріччя, 2001-2010 рр.) матеріалі. Отримані результати (табл.3.3) свідчать про те, що ефективність

запропонованого методу знаходиться на рівні сучасних регіональних прогнозів вітру [3].

Таблиця 3.3 – Результати випробування методу прогнозу слабого вітру тепле півріччя, 2001-2010 рр.

Прогноз	Спостерігалось		Сума	U	U + П
	явище	без явища			
Явище	36	6	42	86	178
Без явища	3	36	39	92	154
Сума	39	42	81		
П	92	62			
			T= 0,79	H=0,78	

Оцінки, наведені в табл. 3.3, ілюструють задовільну виправданість прогнозів за ці роки. Для цього періоду оцінка ризику $\alpha=0,07$, а оцінка страховки $\beta=0,14$, що підтверджує високу якість прогнозів. Критерій якості Обухова $Q=0,79$. Критерій якості Пірсі-Обухова $T=0,79$, а критерій надійності Багрова $H=0,78$. Загальна виправданість методу прогнозу слабого вітру (U,%) за вказаний період склала 89%, тобто запропонований прогностичний метод виправдовується задовільно.

Попередження ($P_{я}\%$) наявності слабого вітру в усі сезони порядку 92%. Відсутність явища ($P_{бя}\%$) – 62%. Встановлено, що прогнози з $H<0,33$ є ненадійними. Для того, щоб значення критерію надійності було показовим, імовірність здійснення явища, що прогнозується, повинна перевищувати його природну повторюваність. Розрахунки критерію Н. А. Багрова показали, що H за досліджуваний період становив 0,78, що є свідченням надійності запропонованого методу.

Використання для оцінки якості прогнозу сильного вітру критерію якості Пірсі - Обухова (T) виявило, що він приймає лише позитивні значення (0,79), тобто попередження явища ($P_{я}$) перевищує відношення помилкових прогнозів явища до фактичного числа днів без явищ. Значення T може змінюватися від -1 до 1. Від'ємне значення T свідчить про те, що відношення помилкових прогнозів явища до фактичного числа днів без явища перевищує

відношення прогнозів явища, що виправдалися, до фактичного числа днів з явищем (P_j). Додатні значення T свідчать про те, що попередженість явища (P_j) перевищує відношення помилкових прогнозів явища до фактичного числа днів без явищ. При ідеальному прогнозі $T = 1$.

Приведені різного виду справджуваності прогнозів і статистичні показники при випробуванні того чи іншого методу прогнозу можуть опинитися в різноманітних співвідношеннях (одні високі, інші низькі навіть при порівняно високій загальній справджуваності прогнозів). Ця обставина досить часто ускладнює правильний висновок про надійність методів короткострокових прогнозів погодних явищ.

У рішенні даного питання цілком ефективним може бути сумарний показник ($U_j + P_j$), що характеризує найважливіші сторони методу. Величина ($U_j + P_j$) $\geq 130\%$ характеризує задовільну якість прогнозів і успішність методики, що перевіряється, в цілому [3]. У нашому випадку сумарний показник склав 178. Отже, при оцінці якості методу прогнозу слабого вітру при наявності мезоструменів в районі Одеси та Сімферополя на матеріалі досить представницької вихідної вибірки, за період 2001-2010 рр. у тепле півріччя, підтверджена доцільність його використання в сучасних умовах. Використовуваний метод показує задовільну якість прогнозів і успішність застосовуваної методики.

Зверх короткостроковий прогноз слабого вітру при струменевих течіях в граничному шарі атмосфери може знайти застосування в обслуговуванні авіації, забезпечуючи безпеку зльоту і посадки повітряних суден і польоти на малих і гранично малих висотах.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту отримані наступні висновки:

1. Підтверджено, що режим швидкості вітру на метеорологічній станції Одеса-ГМО за період з 2011-2015 рр., в порівнянні з 2001-2010 рр., значно не змінився. Виявлено послаблення середньорічної швидкості вітру на 0,1 м/с, в окремі місяці, але загалом середньорічна швидкість вітру склала 2,9 м/с, що відповідає такому ж показнику в попередні роки та свідчить, що ослаблення вітру на ст. Одеса-ГМО в останні роки припинилося. Цей факт пояснюється, як зміною характеру макромасштабних процесів, так і регіональної циркуляцією.

2. Визначено, що найбільш активно добовий хід швидкості вітру в 2011-2015 рр. змінювався в липні і складав 0,9 м/с.

3. Розподіл вітру за градаціями демонструє істотне збільшення частки слабких швидкостей вітру в районі станції Одеса-ГМО в усі центральні місяці сезону, у порівнянні з попередніми роками. Його повторюваність в липні збільшилася практично в два рази і склала 93%, кількість вітрів зі швидкостями 5-7 м/с зменшилася до 4,8% у липні та 14,0% у січні та жовтні. Внесок інших градацій залишився на рівні попередніх років, хоча спостерігається тенденція до зменшення кількості їх повторюваності.

4. Визначено, що повторюваність штилів зростала більше ніж вдвічі у період з 2011-2015 рр. в усі сезони року особливо в тепле півріччя: з 3,3 до 7,5%, її значення коливалися від 0,5 до 6,0% в січні і жовтні. Найбільше число випадків зі штилем припадає на нічні та ранкові терміни 00, 03 і 06 UTC.

5. Аналізуючи просторово-часову мінливість напрямку вітру за останні 20 років можна відзначити, що при збереженні переважання вітру північній та північно-західній чверті, розподіл інших напрямків істотно не змінюється, за винятком зменшення на 3-4 % східного і північно-східного румбу. В тепле півріччя спостерігається зростання числа повторюваності вітру південно-східного та південного румбів, що пояснюється впливом бризової циркуляції

на узбережжі, яка у вузькій прибережній зоні перешкоджає розвитку хмар та опадів і створює своєрідний вітровий режим.

6. Встановлено, що у тепле півріччя 2001-2010 рр. над Одесою СТНР утворювалися в 2 рази частіше, ніж над Сімферополем, що пояснюється орографічними особливостями території.

7. При оцінці якості методу прогнозу слабого вітру при наявності мезоструменів в районі Одеси та Сімферополя, на матеріалі досить представницької вихідної вибірки, за період 2001-2010 рр. у тепле півріччя, підтверджена доцільність його використання в сучасних умовах. Використовуваний метод показує задовільну якість прогнозів і успішність застосовуваної методики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бурман Э. А., Ивус Г. П. Влияние моря на статистическую структуру поля ветра в прибрежной полосе при разных значениях внешних параметров / Труды ВНИИГМИ – МЦД, 1977. – Вып. 52. – С. 79-89.
2. Бызова Н. Л., Глазунов В. Г. Об особенностях формирования вертикального профиля ветра в слое приземной инверсии температуры при сильных сдвигах ветра, опасных для работы авиации // Труды ГМЦ СССР. 1985. Вып. 260. С. 72–87.
3. Ивус Г.П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди. – Одеса: „Екологія”, 2007. – 321 с.
4. Ивус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Є. В., Ваховська Г.А. Еволюція режиму приземного вітру в районі Севастополя за двадцятирічний період / Вестник ГМЦ ЧАМ, 2010. – № 1 (11). – С. 76-86.
5. Ивус Г. П., Агайар Э.В., Ешану А. Е. Преобладающие тенденции изменения температурно-ветрового режима в районе Одессы / Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2008. – Вип. 50. – С. 143-149.
6. Ивус Г. П. Умови утворення та прогнозу слабкого вітру біля поверхні землі та інверсій температури в районі Одеси: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] // К.: НМК з гідрометеорології Міністерства України, 1998. – 112 с.
7. Ивус Г.П., Агайар Э.В., Мищенко Н.М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерноморья. – 2006. - № 67. – С. 21-24.
8. Ивус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Е. В. До проблеми типізації синоптичних процесів над півднем України в сучасних умовах // Причорноморський екологічний бюлетень, 2009. – № 2 (32). – С. 25-33
9. Ивус Г. П., Ефимов В. А. Физика антициклогенеза: монография. К.: КНТ, 2005. 208 с.
10. Ивус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручник. Одеса, 2012. 407 с.
11. Ивус Г. П., Иванова С. М. Структура мезоструй над Украиной и Молдавией // Труды УкрНИГМИ. 1987. Вып. 225. С. 68–73.

12. Ивус Г.П., Хоменко Г.В., Семергей-Чумаченко А.Б., Агайар Э.В., Гурская Л.М., Ковальков И.А., Зубкович С. А. Типизация синоптических процессов над территорией Украины в эпоху глобальных климатических изменений // Журнал "Сложные системы", 2016 <http://atmospheric-circulation.ru/wp-content/uploads/2015/12/Zubkovich.pdf>.

13. Ивус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Э. В., Дмитренко А. П. Влияние адвекции тепла на образование струйных течений нижних уровней // Український гідрометеорологічний журнал. 2017. № 9. С. 66–72.

14. Казаков А.Л. Об использовании различной информации по ветру в прикладных исследованиях // Метеорологія, гідрологія та кліматологія. – 2005. – Вып. 49. – С. 190-203.

15. Кац А. Л. Индекс циркуляции как показатель зональных и меридиональных синоптических процессов // Метеорология и гидрология. – 1959. – № 5. – С. 3-8.

16. Климат Одессы / Под ред. Л.К. Смекаловой и Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 174 с.

17. Клімат України / За ред. В.М. Липінського. К.:Видавництво Раєвського, 2003.-343 с.

18. Кліматичний кадастр України. – Київ, 2002. – 446 с.

19. Клименко Л. В. Синоптико-климатическая типизация атмосферных процессов и её каталог // М: МГУ им. М. В. Ломоносова, – 1976. – 106 с.

20. Кобышева Н. В., Наровлянский Г. Я. Климатическая обработка метеорологической информации /– Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 296 с.

21. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому //отв. ред. А. Б. Шмакин, Российская акад. наук, Ин-т географии. – М. : Воентехиниздат, 2009. – 372 с.

22. Луц Н. В. Многолетняя изменчивость скорости ветра в Восточном Приазовье /Метеорология и гидрология, 2001. – Вып. 2. – . 98-102.

23. Милевский В. Ю. Методика исследования скоростных роз и скоростных роз-диаграмм ветра // Труды ГГО, 1960. – Вып. 113. – С. 57-69.

24. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди. - Київ, Державний комітет України з гідрометеорології, 2004. - 31 с.

25. Новожилов Н.И. Тропосферные мезоструи // Изв. АН СССР Сер. Геофиз. - №2, 1961. – С. 334-336.
26. Справочник по климату Черного моря.– М: Гидрометеиздат, 1974. – 406с.
27. Школьный С. П., Лоева И. Д., Гончарова Л. Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] / – Одеса, 1999. – 600 с.
28. Arritt RW. Effects of the large-scale flow on characteristics features of the sea breeze / *Journal of Applied Meteorology*, 1993. – V. 32. – P. 116-125.
29. Bonner W.D. Climatology of the low-level jet // *Mon. Weather. Rew.* – 1968. - Vol. 96, № 12. - P. 833-850.
30. Doyle J.D. The influence of mesoscale orography on a coastal jet and rainband // *Mon. Weather Review.* – 1997. - Vol. 125, № 7. - P. 1465–1488.
31. Estoque M. A. The sea breeze as function of the prevailing synoptic situation / *Journal of the Atmospheric Sciences*, 1962. – V. 19. – P. 244-250.
32. Kottmeier C., Palacio-Sese P., Kalthoff N., Corsmeier U., Fiedler F. Sea breezes and coastal jets in southeastern Spain / *International Journal of Climatology*, 2000. – V. 20. –P. 1791-1808.
33. Martazinova V. The Classification of Synoptic Patterns by Metod of Analog// *J. Environ. Sci. Eng.* – 2005. – 7. – P. 61-65.
34. Schroeder TA. Characteristics of local winds in northwest Hawaii / Schroeder TA. // *Journal of Applied Meteorology*, 1981. – V. 20. – P. 874-881.
35. Tuononen m., Sinclair V.A., Vihma T. A Climatology of low-level jet in the mid-latitudes and polar regions of the Northern Hemisphere // *Journal of the Royal Meteorological Society.* – 2015. - Vol. 16. - No. 4. – P. 492-499.
36. Zhong S. The effects of large-scale winds on the sea-land-breeze circulations in an area of complex coastal heating / Zhong S., Takle E.S. // *Journal of Applied Meteorology*, 1993. – V. 32. – P. 1181-1195.
37. <http://gp5.ru/> / Архив_погоды_в_Одесской области
38. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asl.587/full>.
39. <http://atmospheric-circulation.ru/>

ДОДАТКИ

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
студента 1 курсу групи МСА- 51а
Топор І. О.

до дипломного проекту на тему

«Специфіка вітрового режиму в районі Одеси (2011-2015 р.р.)»

Дипломний проект виконується на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ у рамках науково-дослідної роботи «Розробка та вдосконалення методів прогнозу метеорологічних умов забруднення атмосфери над промисловими районами Одеси» (2013-2017 рр., ДР № 0113U0078811) під науковим керівництвом к.геогр.н., проф. Івус Г.П.

Керівник дипломного проекту

к.геогр.н.

Агайар Е. В.

Додаток Б

Характеристика повторюваності швидкості вітру і штилю по строках, сезонах і градаціях на ст. Одеса-ГМО

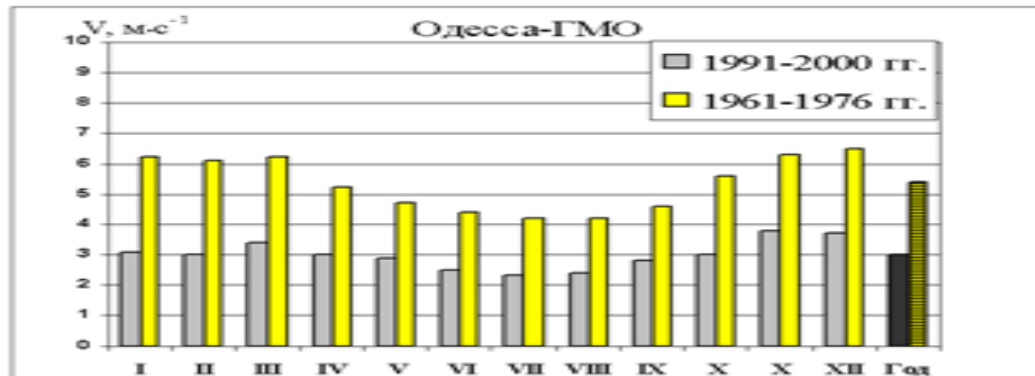


Рис. Б.1 Розподіл середньомісячних значень швидкості вітру на ст. Одеса-Обсерваторія

Таблиця Б.1 – Середньомісячна та річна швидкість (\bar{V} , м·с⁻¹) вітру та її відхилення ($\Delta\bar{V}$, м·с⁻¹) на метеостанції Одесси ГМО за різні періоди. 1961-1980 [60], 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010 рр.

Період	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Одесса – ГМО													
1967-1980	6,2	6,1	6,2	5,2	4,7	4,4	4,2	4,2	4,6	5,6	6,3	6,5	5,4
1981-1990	5,0	4,8	5,1	4,2	3,5	3,0	2,8	2,7	2,9	3,5	4,2	4,5	3,8
$\bar{\Delta V}_1$	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-1,2	-0,6	-1,4	-1,5	-1,7	-1,7	-2,1	-2,0	-1,6
1991-2000	3,1	3,0	3,4	3,0	2,9	2,5	2,3	2,4	2,8	3,0	3,8	3,7	3,0
2001-2010	3,1	2,7	3,3	3,0	2,8	2,4	2,3	2,2	2,8	3,0	3,7	3,8	2,9
$\bar{\Delta V}_2$	-0,1	-0,3	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,1	-0,1

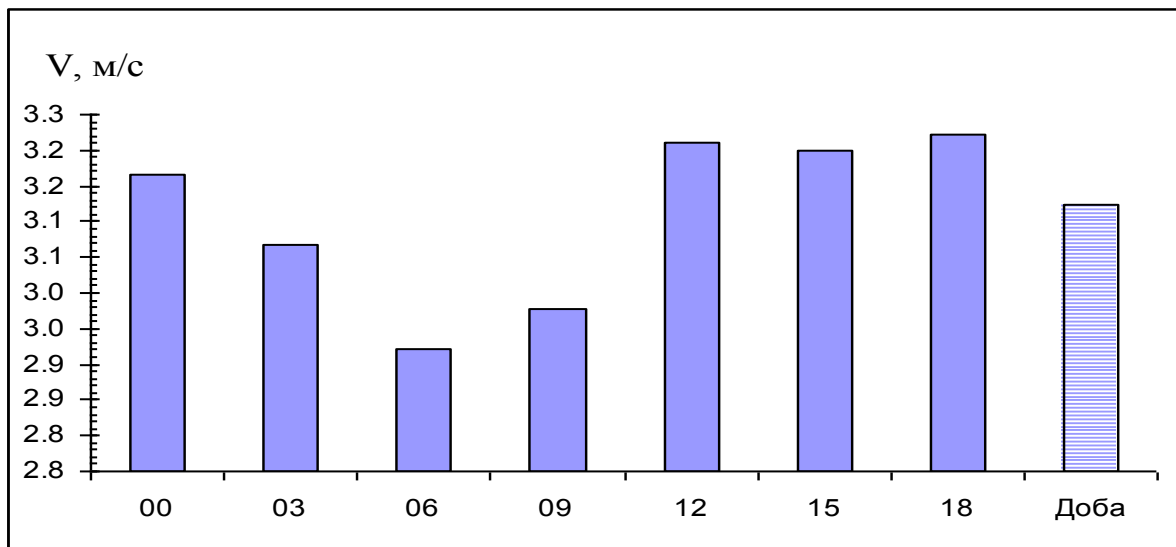


Рис. Б.2. Середньострокові значення швидкості вітру на ст. Одеса–ГМО, січень. 2001-2010 рр.

Таблиця Б.2 – Значення швидкості вітру на ст. Одеса – ГМО, січень. 2001-2010 рр.

Рік	Строки, UTC								Доба
	00	03	06	09	12	15	18	21	
2001	2,9	3,4	3,2	2,8	3,4	3,4	3,2	3,3	3,2
2002	3,1	2,9	3,0	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	3,1
2003	2,9	2,9	2,8	3,2	3,2	3,3	3,2	3,1	3,0
2004	3,1	2,9	2,8	2,5	3,2	3,2	3,3	2,9	3,0
2005	3,3	3,2	2,9	3,1	3,2	3,2	3,3	3,0	3,1
2006	3,0	3,3	2,9	3,2	3,1	2,9	3,2	3,0	3,0
2007	3,1	3,1	2,9	2,9	3,1	3,0	3,0	2,9	3,0
2008	3,1	2,9	3,0	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0
2009	3,3	3,2	2,9	3,1	3,2	3,2	3,3	3,1	3,1
2010	3,1	2,9	2,8	2,5	3,2	3,2	3,3	3,2	3,1
2001-2010	3,1	3,0	2,9	3,0	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1

Таблиця Б.3 - Повторюваність (%) швидкості вітру по градаціях на ст.
Одеса–ГМО, січень. 2001–2010 рр.

Рік	Градації швидкості вітру, м·с ⁻¹						
	0	1-2	3-4	5-7	8-10	11-15	>15
2001	3	28	50	13	6	0	0
2002	2	26	52	12	8	0	0
2003	1	34	47	12	6	0	0
2004	1	47	16	30	4	2	0
2005	2	45	17	20	15	1	0
2006	3	40	24	28	5	0	0
2007	1	26	47	15	9	2	0
2008	2	37	40	15	5	1	0
2009	1	45	25	22	4	3	0
2010	6	27	36	14	13	4	0
2001-2010	2	35	37	18	6	2	0

Додаток В

Типізація синоптичних процесів над північним узбережжям Чорного моря

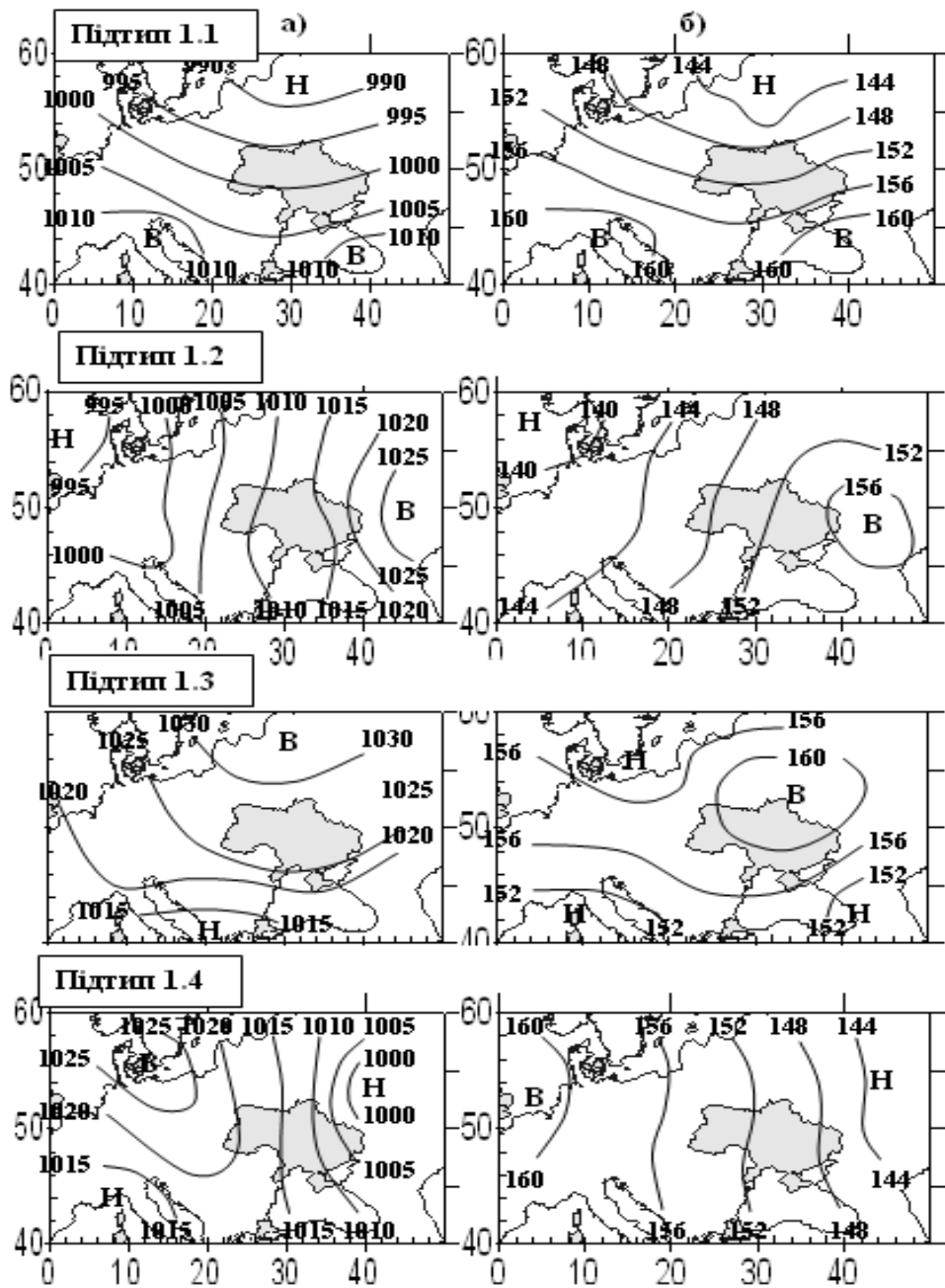


Рис. В.1. Синоптичні процеси типу 1. Карти-схеми: приземна (а) і AT_{850} (б).

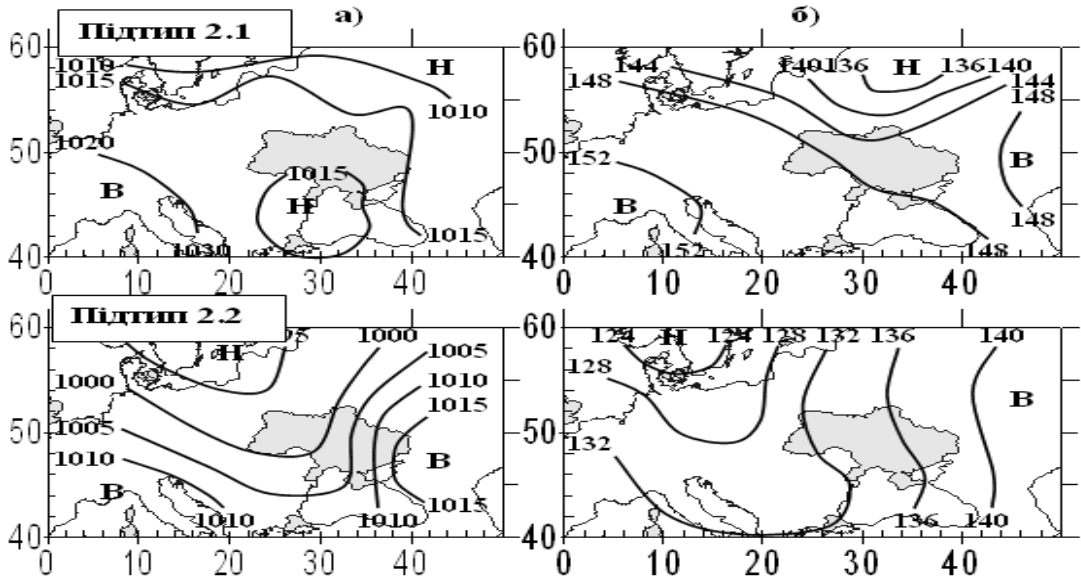


Рис. В.2. Синоптичні процеси типу 2. Карти-схеми: приземна (а) і AT_{850} (б).

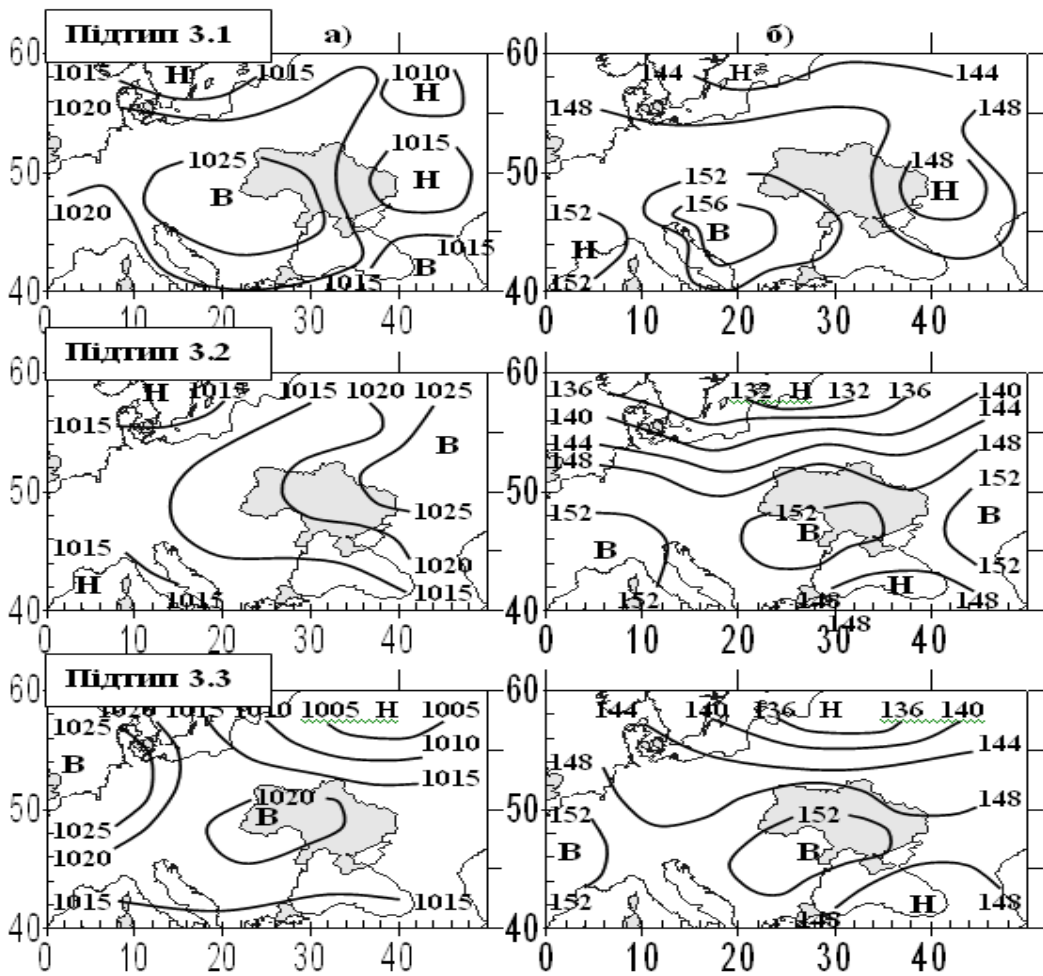


Рис. В.3. Синоптичні процеси типу 3. Карти-схеми: приземна (а) і AT_{850} (б).

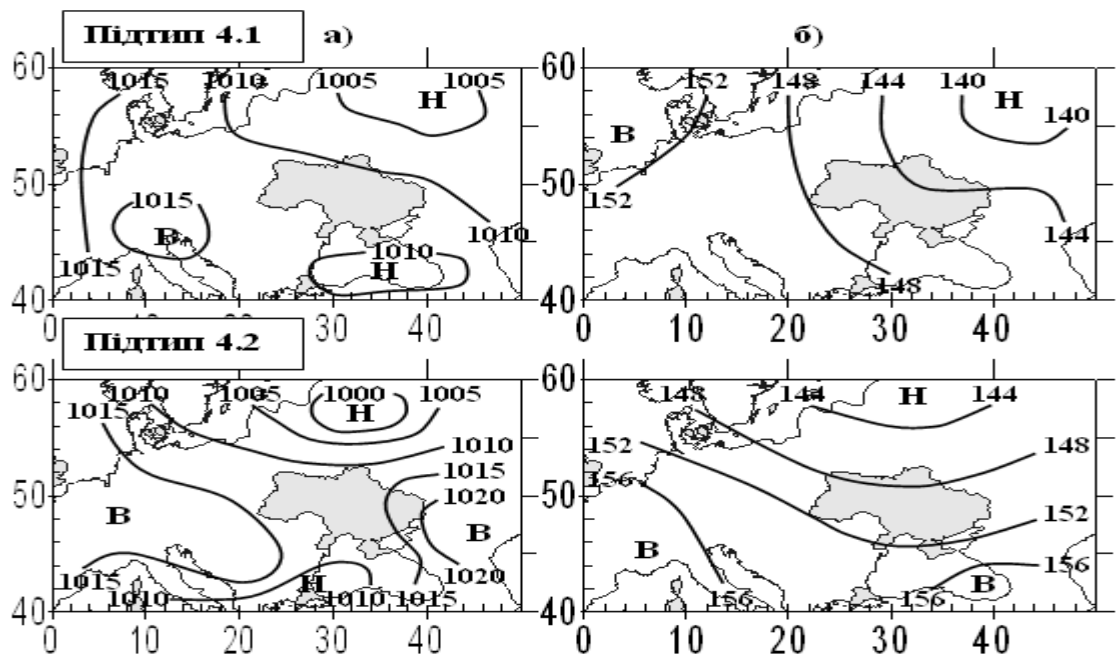


Рис. В.4. Синоптичні процеси типу 4. Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б).

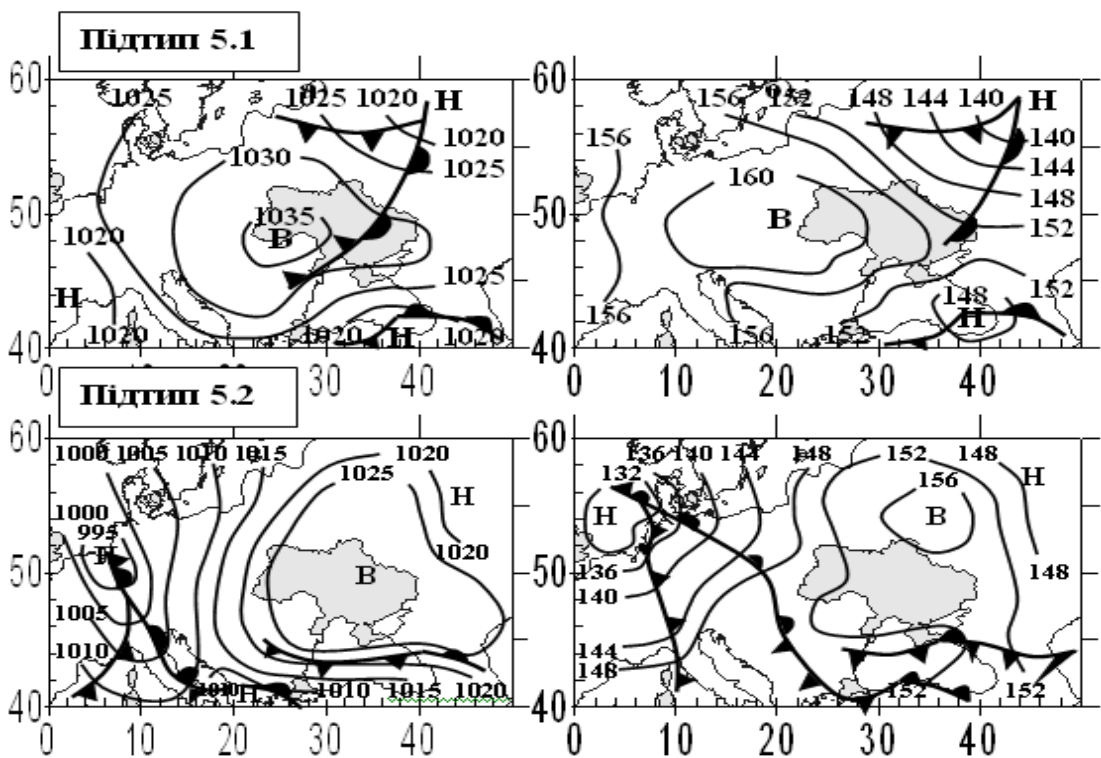
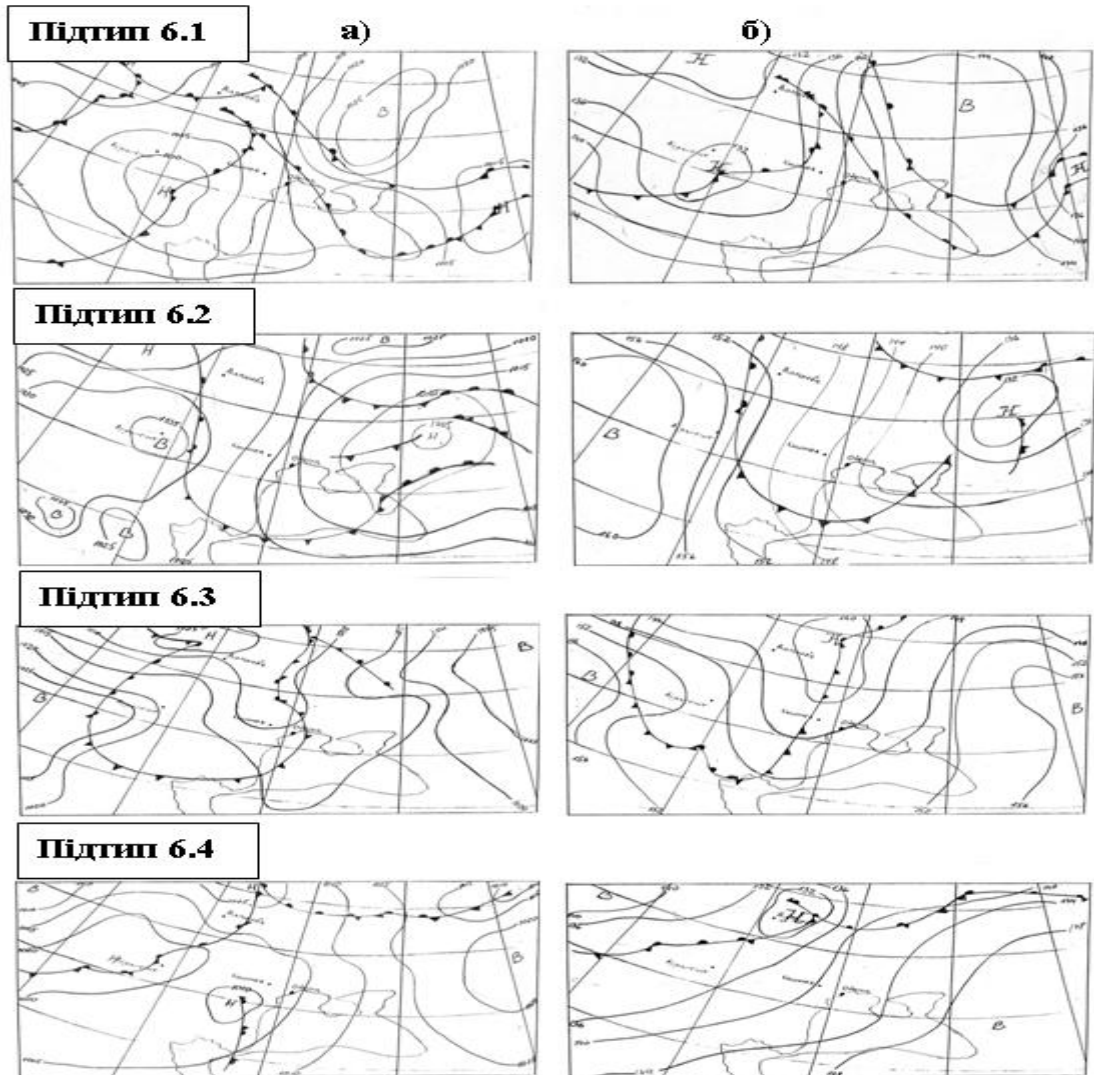


Рис. В. 5. Синоптичні процеси типу 5. Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б).

Рис. В.6. Синоптичні процеси типу 6. Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б).

Додаток Г

Каталог підтипів синоптичних процесів, типів ЕЦМ та структурних параметрів СТНР

Таблиця Г.1 – Каталог підтипів синоптичних процесів, типів ЕЦМ та структурних параметрів СТНР. Одеса 00 UTC. Тепле півріччя 2001-2010 рр. [13]

№	Дата	Підтип син. проц	Тип ЕЦМ	Земля			СТНР		$\Delta H, \text{м}$	Тип стратифікації
				dd, град.	V, мс^{-1}	dd ₀ , град.	V ₀ , мс^{-1}	H ₀ , м		
1	01.04.2001	5.2	12а	020	4	070	18	900	700	БІ
2	09.04.2001	3.2	1а	180	3	155	17	870	150	ПЗ
3	11.04.2001	6.2	13з	045	5	080	21	720	1900	БІ
4	22.04.2001	6.1	12а	200	8	145	26	380	600	ПЗ
5	21.05.2001	5.1	9а	315	5	320	21	2500	1300	ПЗ
6	29.05.2001	6.2	13л	290	5	315	19	700	2000	БІ
7	31.05.2001	6.2	13л	270	5	310	23	1800	1500	БІ
8	10.06.2001	5.1	13л	250	9	215	16	300	100	ПІ
9	11.06.2001	5.1	13л	200	8	230	19	550	300	ПІ
10	12.06.2001	5.2	13л	200	10	250	18	700	400	ПІ
11	24.06.2001	6.2	13л	270	3	300	16	800	100	ПЗ
12	06.07.2001	5.1	13л	020	5	105	21	1600	600	БІ
13	03.08.2001	5.1	13л	045	3	040	17	800	200	БІ
14	04.09.2001	5.1	13л	270	6	360	17	500	300	БІ
15	10.09.2001	5.2	12а	180	8	225	19	1100	1400	БІ
16	19.09.2001	5.2	13з	110	8	130	18	750	600	БІ
17	09.06.2002	5.1	13л	290	3	290	20	730	1500	ПІ
18	11.06.2002	6.1	13л	045	8	140	27	1040	1400	БІ
19	29.06.2002	5.2	13л	200	5	180	16	1800	150	ПЗ
20	11.07.2002	5.1	13л	340	2	060	18	800	1100	ПІ
21	19.07.2002	5.1	4б	070	8	110	17	2600	1500	БІ
22	21.07.2002	5.2	13л	045	5	095	17	1500	200	БІ
23	24.07.2002	6.3	13л	315	7	345	18	550	1200	БІ
24	18.08.2002	5.1	12вл	045	5	050	16	800	100	ПЗ
25	20.08.2002	5.1	12а	360	5	060	16	600	150	ПЗ
26	23.08.2002	5.2	13л	180	7	205	18	740	600	БІ

Продовження табл. Г.1

27	03.04.2003	5.2	13з	180	3	165	17	760	200	БІ
28	07.04.2003	6.2	13Л	270	4	275	21	500	110	БІ
29	11.04.2003	5.2	2б	135	5	140	19	840	800	БІ
30	12.04.2003	5.2	8ГЛ	135	7	170	18	530	500	ПІ
31	14.04.2003	5.2	13Л	360	7	070	21	540	800	ПЗ
32	15.04.2003	6.2	13Л	360	8	070	19	580	200	ПЗ
33	28.04.2003	6.2	12бЛ	360	8	070	19	790	600	ПЗ
34	17.06.2003	5.2	8бЛ	340	5	340	19	400	500	БІ
35	21.06.2003	6.2	13Л	260	4	255	17	730	200	БІ
36	09.07.2003	6.1	б	250	7	295	18	750	400	БІ
37	11.08.2003	6.3	13Л	315	4	320	16	520	200	БІ
38	13.08.2003	6.2	13Л	290	4	315	17	850	200	БІ
39	15.04.2004	5.1	1б	020	10	065	23	780	800	БІ
40	19.04.2004	6.3	4а	045	8	110	16	960	200	ПІ
41	08.04.2005	3.3	8бЛ	135	2	165	16	860	100	ПЗ
42	26.04.2005	5.2	13Л	180	4	165	17	360	540	БІ
43	30.04.2005	3.1	8а	045	2	010	18	1500	500	БІ
44	02.06.2005	6.2	б	340	5	005	16	400	200	БІ
45	20.06.2005	6.2	10б	290	6	340	17	1900	600	БІ
46	04.07.2005	5.1	8ГЛ	020	7	060	16	580	300	БІ
47	14.04.2006	6.2	13Л	270	2	260	17	1500	600	БІ
48	24.04.2006	5.1	12а	360	3	070	16	960	100	БІ
49	08.06.2006	5.1	13Л	020	5	035	18	938	350	БІ
50	14.07.2006	5.1	13Л	315	5	005	17	950	800	ПІ
51	06.04.2007	6.2	12бЛ	315	3	320	17	930	100	БІ
52	23.04.2007	5.1	12а	315	2	325	19	730	450	ПЗ
53	30.04.2007	5.1	3	070	3	345	18	800	1800	БІ
54	12.05.2007	5.2	б	200	6	225	16	960	100	ПЗ
55	27.05.2007	4.2	3	225	2	195	34	840	700	ПЗ
56	25.06.2007	5.1	7аЛ	360	7	300	18	780	600	БІ
57	27.06.2007	5.2	7аЛ	135	4	220	16	900	600	ПЗ
58	13.07.2007	5.1	3	290	4	315	16	940	100	БІ
59	14.07.2007	5.1	3	360	2	345	16	920	200	БІ
60	02.08.2007	5.1	12бЛ	340	5	015	17	940	250	БІ
61	06.08.2007	5.1	12бЛ	020	5	055	17	980	100	БІ
62	07.08.2007	5.1	12бЛ	045	5	055	17	980	500	БІ
63	23.08.2007	3.3	13Л	315	4	015	17	960	400	ПЗ
64	09.09.2007	6.2	13з	315	3	325	17	920	200	БІ
65	13.04.2008	6.3	12а	180	6	180	17	700	900	ПІ
66	27.04.2008	3.2	12а	045	3	065	22	530	1200	ПІ

Продовження табл. Г.1

67	08.05.2008	5.1	12бл	045	1	355	16	1620	1650	БІ
68	18.05.2008	6.1	3	200	5	220	18	720	100	ПІ
69	21.05.2008	6.1	9а	135	1	210	22	700	1400	ПЗ
70	05.07.2008	6.4	9а	270	5	180	21	750	1000	ПЗ
71	16.09.2008	5.1	13л	135	10	120	21	480	800	БІ
72	19.09.2008	6.4	10а	315	11	320	25	420	1200	БІ
73	26.09.2008	5.1	10а	045	5	130	29	830	900	БІ
74	27.09.2008	5.1	7бз	020	10	050	16	1200	100	БІ
75	06.04.2009	5.1	12а	110	1	210	18	600	100	ПЗ
76	16.04.2009	5.1	12а	340	4	075	21	730	550	ПЗ
77	08.05.2009	6.2	12вЛ	340	2	335	17	600	100	БІ
78	24.05.2009	6.2	13л	315	1	325	17	760	200	БІ
79	27.05.2009	3.2	13л	340	2	085	17	430	100	ПЗ
80	09.06.2009	3.2	12а	180	3	015	25	230	300	ПЗ
81	10.06.2009	3.2	12а	290	1	135	17	900	250	ПЗ
82	17.06.2009	6.2	12а	225	4	225	20	730	700	ПІ
83	25.06.2009	6.1	12а	090	5	215	34	1710	300	ПЗ
84	14.07.2009	5.1	13л	315	3	355	16	700	400	БІ
85	17.07.2009	5.1	9а	020	2	005	19	590	150	ПЗ
86	20.07.2009	5.1	3	340	6	345	19	510	250	БІ
87	06.08.2009	6.2	12бл	020	7	020	22	480	1000	ПЗ
88	08.08.2009	6.2	12бл	020	5	095	19	720	400	ПЗ
89	08.04.2010	6.2	10а	070	5	055	18	450	250	БІ
90	25.06.2010	6.2	7ал	020	4	005	16	470	100	ПІ
91	02.07.2010	4.1	12бл	315	3	015	16	1100	900	БІ
92	31.08.2010	6.2	13л	045	10	075	16	320	150	БІ
93	12.09.2010	3.2	12а	055	3	080	17	1200	500	ПЗ
94	27.09.2010	6.3	12а	130	2	200	19	1000	650	ПЗ

Таблиця Г.2 – Каталог підтипів синоптичних процесів, типів ЕЦМ та структурних параметрів СТНР. Сімферополь 00 UTC. Тепле півріччя 2001-2010 рр. [13]

№	Дата	Підтип син. проц	Тип ЕЦМ	Земля		СТНР			ΔН,м	Тип стратифікації
				dd, град. д.	V, мс ⁻¹	dd ₀ , град.	V ₀ , мс ⁻¹	Н ₀ ,м		
1	05.06.2001	6.4	12а	225	10	235	20	1000	1000	ПЗ
2	04.07.2001	5.1	9а	070	8	070	19	570	600	ПЗ
						095	20	2100	1000	ПЗ
3	08.07.2001	5.2	9а	180	1	070	16	500	200	ПЗ
4	16.07.2001	5.2	13л	090	11	085	16	1600	150	ПЗ
5	22.07.2001	6.1	13л	020	3	125	16	1300	300	ПЗ
6	19.08.2001	5.1	13л	045	3	075	17	900	500	БІ
7	12.04.2002	5.2	9а	270	4	055	17	1240	500	БІ
8	17.04.2002	5.1	13л	130	4	075	16	800	650	ПЗ
9	20.04.2002	5.1	13л	070	5	085	24	1200	1700	БІ
10	21.04.2002	5.1	13л	070	5	055	21	1500	1750	БІ
11	22.04.2002	5.1	12вл	315	3	050	19	660	130	ПЗ
12	22.05.2002	3.3	8а	360	4	080	18	1200	500	БІ
13	11.07.2002	5.1	13л	045	6	075	19	800	1500	ПЗ
14	31.08.2002	5.2	9а	160	5	085	19	900	900	ПЗ
15	04.09.2002	1.3	13л	070	3	070	16	1000	300	ПЗ
16	14.04.2003	5.2	13л	070	4	070	22	1100	900	ПІ
17	15.04.2003	5.2	13л	070	7	075	23	900	1500	ПІ
18	16.04.2003	5.2	13л	070	4	060	18	1000	800	ПІ
19	19.04.2003	6.1	12бл	090	10	110	16	1500	100	ПІ
20	20.04.2003	6.1	3	070	8	070	24	1000	1200	БІ
21	21.04.2003	1.3	3	090	3	055	17	1000	1000	БІ
22	02.07.2003	6.1	3	270	7	240	16	1100	1500	БІ
23	14.07.2004	6.3	4в	200	6	195	18	1400	1100	ПЗ
24	06.09.2004	5.1	13л	020	5	035	19	600	400	БІ
25	20.04.2005	6.2	13л	220	7	240	16	1400	1000	БІ
26	21.08.2005	3.1	13л	090	4	085	19	650	900	ПІ
27	09.05.2006	6.2	9а	225	6	230	16	790	150	БІ
28	04.07.2006	3.3	10б	315	4	055	16	880	900	ПЗ
29	30.08.2006	6.2	13л	200	5	225	16	920	150	ПЗ
30	06.06.2007	5.1	10б	110	6	075	20	850	1500	ПЗ
31	07.06.2007	5.1	9а	020	5	095	17	800	500	БІ

Продовження табл. Г.2

32	08.06.2007	5.2	9а	045	4	055	16	930	200	БІ
33	14.07.2007	5.1	3	090	3	350	18	930	400	ПЗ
34	07.04.2008	6.1	12а	135	6	170	16	850	1000	БІ
35	27.04.2008	3.1	12а	070	4	070	17	910	800	ПІ
36	13.05.2008	3.1	3	225	3	270	20	1000	200	БІ
37	16.08.2008	5.2	13л	070	7	080	18	1600	600	ПЗ
38	18.09.2008	6.4	13л	180	3	195	18	910	700	ПЗ
39	27.09.2008	5.1	7бз	090	5	070	18	780	1400	БІ
40	22.05.2009	5.2	4в	045	8	085	16	1180	150	ПЗ
41	17.07.2009	5.1	9а	020	4	055	16	840	600	ПЗ
42	08.04.2010	6.2	10а	045	5	065	18	940	1450	БІ
43	27.04.2010	5.1	9а	090	4	065	18	1100	900	ПЗ
44	26.05.2010	6.2	9а	200	5	235	16	670	700	ПІ
45	07.06.2010	5.1	12а	045	3	070	17	1780	700	БІ
46	09.08.2010	6.1	4в	290	4	100	17	1000	750	ПЗ