

УДК 551.555.9

**Г.П. Івус**, к.геогр.н., **А.Б. Семергей-Чумаченко**, к. геогр.н.,  
**Е.В. Агайар**, ас., **Г.О. Ваховська**, студ.  
*Одеський державний екологічний університет*

## **ДИНАМІКА ФОРМУВАННЯ ПРИЗЕМНОГО ВІТРУ В РАЙОНІ СЕВАСТОПОЛЯ ЗА 20-РІЧНИЙ ПЕРІОД**

*Охарактеризоване формування режиму приземного вітру протягом 20 років на двох морських метеорологічних станціях в районі Севастополя. Проаналізована структура швидкості та напрямку вітру, виділені основні синоптичні процеси, що визначають вітровий режим.*

**Ключові слова:** швидкість вітру, переважний напрямок, послаблення вітру, температурно-вітрові рози.

**Вступ.** Особливості поля вітру біля поверхні землі обумовлюються взаємодією загальноциркуляційних механізмів з місцевими фізико-географічними та кліматичними характеристиками району дослідження. Вони мають найважливіше значення для всіх видів антропогенної діяльності, тому їх слід враховувати при будівництві та експлуатації вітроенергетичних установок, телевеж, висотних будівель, а також при плануванні нових населених пунктів. У сільському господарстві вітер значною мірою обумовлює забезпеченість вологою сільськогосподарських культур.

Початок нового століття знаменується зацікавленістю наукової спільноти кліматичними проблемами та усвідомленістю того факту, що земна кліматична система, будучи енергетично відкритою, може змінювати стан своєї термодинамічної рівноваги під впливом кліматоутворюючих факторів, чинників антропогенного походження та ін.

**Сучасний стан проблеми.** Одним з проявів сучасної еволюції клімату є видима зміна полів швидкості вітру у різних куточках світу. Як впливає з [2, 3, 8, 10], швидкість вітру біля поверхні землі за останні 20 років значно знизилася над більшою частиною України, в тому числі і над Північним Причорномор'ям.

**Матеріали та методи дослідження.** В роботі використані дані 4-строкових метеорологічних спостережень за 1990-1999 рр. та 2000-2009 рр. на Морській гідрометеорологічній станції Севастополь, що розташована на Павловському мису (східний берег Південної бухти) та на Морській гідрометеорологічній станції Херсонський маяк, що знаходиться на краю мису Херсонес. Відстані між севастопольськими станціями не перевищують 12 км, але режим вітру в районі кожної станції має свої особливості. Для порівняння використаний період 1961-1990 рр. [6].

Методи дослідження – статистичний аналіз метеорологічної та синоптичної інформації.

**Мета та результати дослідження.** Метою даного дослідження є визначення динаміки формування вітру у районі Севастополя за періоди 1990-1999 та 2000-2009 рр. у зіставленні з багаторічними показниками [6].

Місто Севастополь знаходиться на південно-західному узбережжі Кримського півострова. Берег в цьому районі має переважно піднесений і обривистий характер і сильно порізаний бухтами, найбільша з яких Севастопольська вдається до берега на 7,2 км у східному напрямку. Від обох берегів Севастопольської бухти виступають миси, між якими розташовані бухти, а найбільшої з них є бухта Південна. Східним

мисом Південної бухти є Павловський мис, на північно-західному краю якого на висоті 6,7м над рівнем моря знаходиться метеорологічний майданчик Морської Гідрометеорологічної станції Севастополь (рис. 1а).

Мис Херсонес є південно-західним краєм Кримського півострова і знаходиться в 6 км на південний захід від Севастопольської бухти. На краю мису розташовується маяк, на території якого є Морська Гідрометеорологічна станція Херсонеський маяк (рис. 1б).

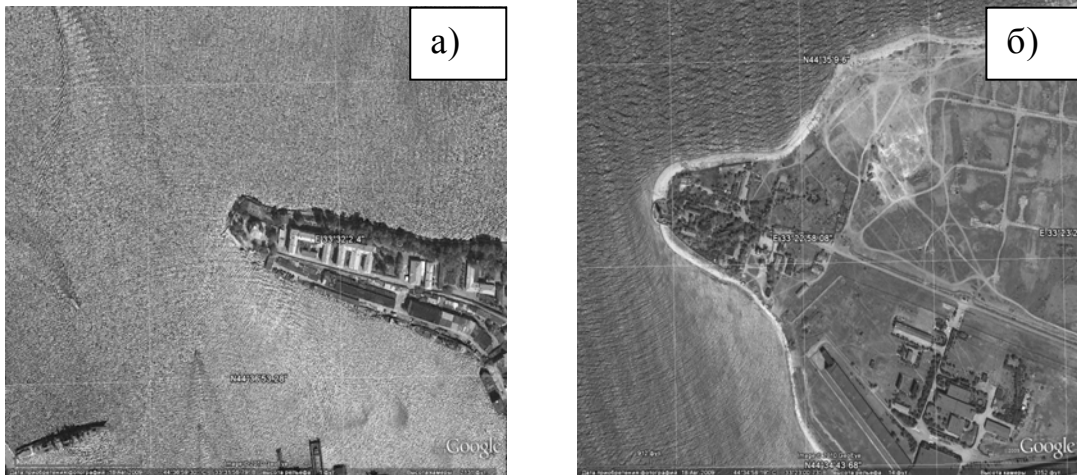


Рис. 1 - Супутниковий знімок Павловського (а) та Херсонеського (б) мисів.

Аналізуючи кліматичні характеристики полів вітру, слід зауважити, що швидкість і напрямок вітру мають значну просторово-часову мінливість навіть у межах невеликого регіону, тому що їх величина у кожному пункті визначається сполученням циркуляційних процесів та місцевих фізико-географічних умов.

Як видно з рис. 2, середньорічна швидкість вітру за період 1961-1990 рр. на МГ Севастополь складала  $4,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , у 1990-1999 рр. вона зменшилася до  $3,6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , далі в 2000–2009 рр. спостерігалось повільне зростання швидкості вітру на  $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , тобто у нинішньому десятиріччі середня за рік швидкість вітру на МГ Севастополь досягла  $3,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ; проте на МГ Херсонеський маяк за період 1961-1990 рр. середньорічна швидкість складала  $5,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , далі вона зменшилася до  $4,9 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , а у 2000–2009 рр. швидкість знизилася до  $4,4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

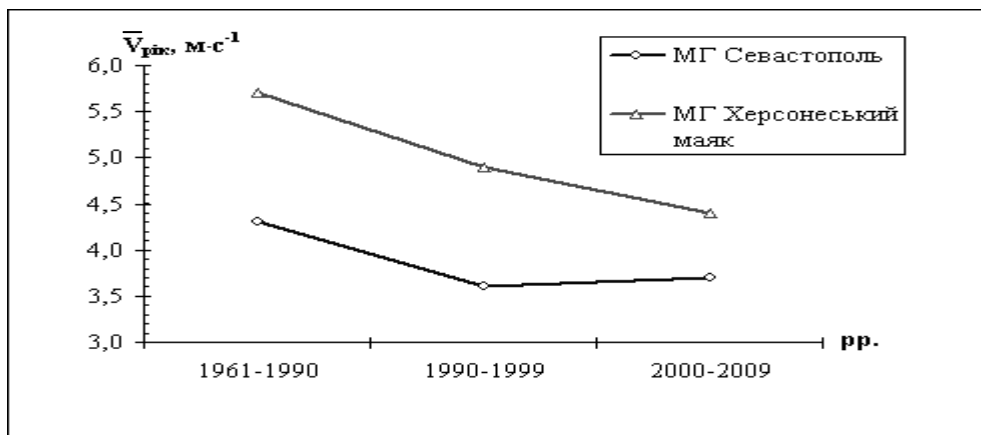


Рис. 2 – Середньорічні значення швидкості вітру на МГ Севастополь та МГ Херсонеський Маяк.

Отже, на обох станціях виявилось послаблення вітру, як і над іншими пунктами України та Східної Європи [2, 3, 8, 10], але воно мало складний характер, тому буде доцільним розглянути як змінювалися середньомісячні швидкості вітру за роки дослідження.

Так, на всіх станціях України швидкість вітру має добре виражений річний хід з максимумом в холодний період і мінімумом в теплий [6]. Взимку середньомісячні швидкості вітру на МГ Севастополь можуть досягати  $4,0-4,4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , а влітку зменшуватися до  $3,4-3,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

У районі мису Херсонес, що далеко вдається у море, швидкості вітру найбільші  $5,3-7,2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . На станції Севастополь, в районі Павловського мису, прикритого високими берегами Севастопольської бухти, швидкості вітру найменші  $3,3-4,4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Наприклад, у січні протягом періоду 1961–1990 рр. середньомісячна швидкість вітру на МГ Севастополь склала  $4,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , далі в 1990–1999 рр. вона зменшувалася до  $4,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  та в 2000–2009 рр. зросла до  $4,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

На відміну від попереднього пункту на МГ Херсонський маяк протягом трьох періодів середньомісячна швидкість вітру в січні безперервно знижувалася та складала  $7,2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  у 1961-1990 рр. [6], та  $5,9$  і  $5,2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , за періоди 1990-1999 та 2000-2009 рр. відповідно.

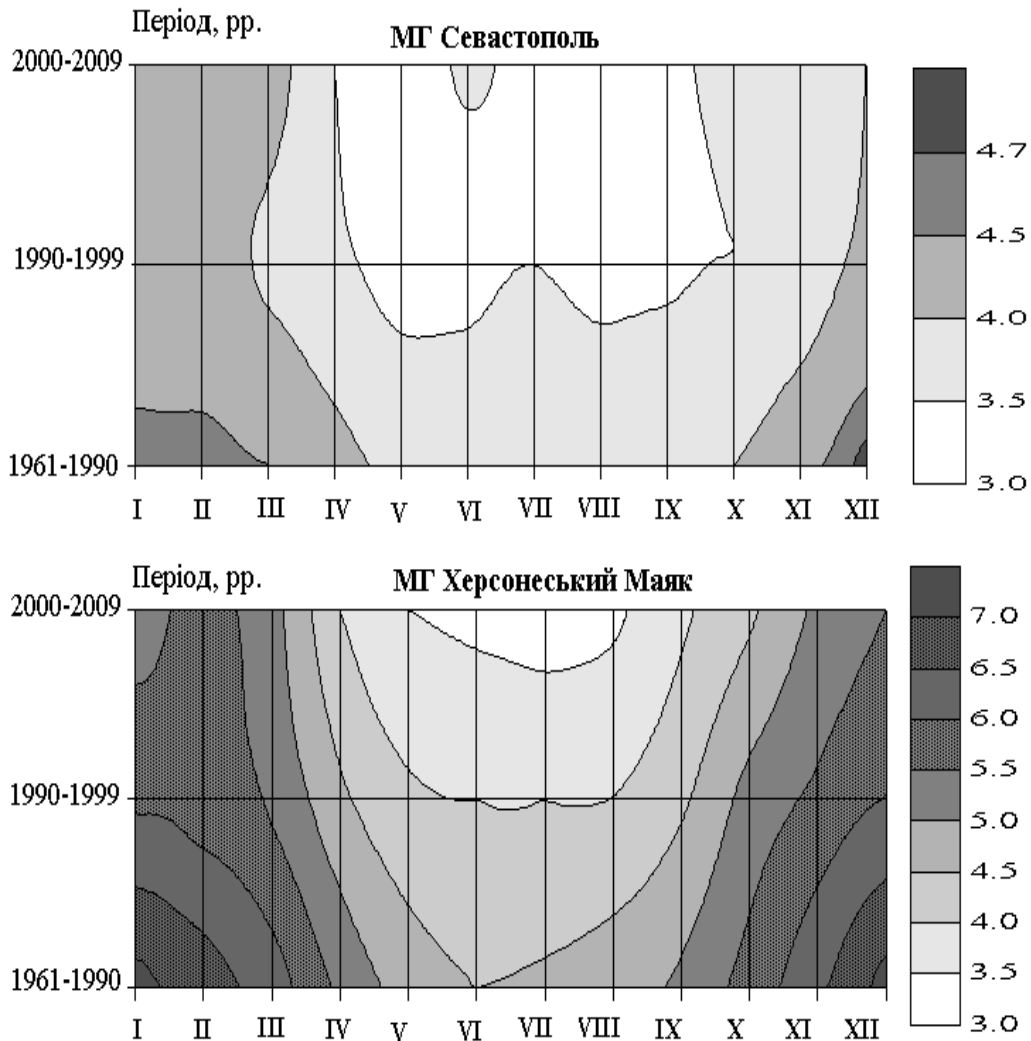


Рис. 3 - Середньомісячні значення швидкості вітру ( $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) на МГ Севастополь та Херсонський маяк.

Отже, в 1990–1999 рр. спостерігалось послаблення вітру у порівнянні з 1961-1990 рр. Зіставлення швидкості вітру у 1990–1999 та 2000-2009 рр. показало зменшення цього параметру, але зростання середньомісячної швидкості відмічалось на МГ Херсонський маяк у лютому – на  $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , на МГ Севастополь – у лютому, квітні, листопаді – на  $0,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , у жовтні – на  $0,2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Таким чином, за останнє двадцятиріччя протягом року в районі Севастополя також виявлялось зменшення швидкості вітру, що досягало найбільших величин взимку –  $0,7-1,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  на МГ Севастополь і  $1,1-2,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  на МГ Херсонський маяк, тобто послаблення вітру сильніше проявилось на МГ Херсонський маяк.

Протягом останнього десятиріччя швидкість вітру повільно почала зростати на окремих станціях [2]. Так, у 2000-2009 рр. виявилось збільшення на  $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  середньорічної швидкості вітру на МГ Севастополь у порівнянні з 1990-1999 рр. за рахунок посилення середньомісячних швидкостей у холодне півріччя.

Проте, на сусідній станції МГ Херсонський маяк фіксувалось поступове зменшення швидкості вітру, за винятком лютого, де відмічено зростання на  $0,1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Можливо особливості орографії на мису більш впливові на режим вітру, ніж макроциркуляційні процеси.

За останні 45 років динаміка формування швидкості вітру мала досить складний характер. На МГ Севастополь у січні просліджувалось послаблення вітру у 90-ті роки та його посилення у 2000-ні. В інші місяці швидкість знижалась на  $0,3-0,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Проте на МГ Херсонський маяк у 2000–2009 рр. зафіксовано зменшення середньодобової швидкості на  $0,2-0,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  у зіставленні з 1990–1999 рр.

Для виявлення структурних особливостей режиму швидкості вітру проаналізовано розподіл цього параметра по градаціях за 20 років. Так, на МГ Севастополь переважав протягом року слабкий вітер ( $0-4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) і його частка складала у січні – 28,3 та 31,4 % від загального числа випадків, у квітні – 32,5 та 38,4 %, у липні – 35,6 та 38,4 % та у жовтні – 37,3 і 41,2 % у 1990-1999 рр. та у 2000–2009 рр. відповідно.

На МГ Херсонський маяк: у січні – 20,4 та 24,4 % від загального числа випадків, у квітні – 30,6 та 35,3 %, у липні – 37,2 і 39,0 % та у жовтні – 29,3 і 31,1 % у 1990-1999 рр. і у 2000–2009 рр. відповідно.

Отже, виявлено зростання частки слабого вітру на 2-4 % у 2000-2009 рр. у порівнянні з 1990-1999 рр., незважаючи на повільне зростання середньорічної швидкості.

Як видно з порівняння двох станцій, слабкий вітер спостерігався у 20-40 % випадків, що менш ніж у іншому пункті Північного Причорномор'я – у Одесі, де градація  $0-4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  відмічалась від 40 до 70 % у той самий період дослідження [2, 3, 5] внаслідок впливу складних ландшафтних умов Кримського півострова. Найсильніше взаєморозташування мисів та бухт, а саме закритість Павловського мису з півночі та сходу берегами Севастопольської бухти, проявилось у формуванні вітрового режиму в районі Севастополя, оскільки у холодне півріччя (січень, жовтень) слабкий вітер на 7-10 % найчастіше утворювався у більш захищеному пункті - МГ Севастополь. У квітні ця різниця зменшувалась до 2-3 %, а у липні навпаки слабкий вітер на 2 % частіше відмічався на МГ Херсонський маяк.

Важливою характеристикою вітрового режиму станції є наявність сильного вітру. Так, у Севастополі визначалися роки з підвищеною штормовою діяльністю, при цьому іноді вітер посилювався до  $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  і більше. Найбільш інтенсивні і тривалі посилення вітру виникали в холодну пору року з жовтня по березень [7, 9, 11]. Найрідше сильні вітри виявлялися в літні місяці.

Найсильніші і найтриваліші штормові вітри відмічались в районі мису Херсонес, де швидкість вітру досягала  $22-24 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . За останні 20 років відмічено 8 випадків, коли

пориви вітру становили від 20 до 28 м·с<sup>-1</sup>. У районі станції Севастополь сильні вітри формувалися протягом року в 3-4 рази рідше, ніж на мисі Херсонес, але максимальний порив вітру за останні 20 років складав 33 м·с<sup>-1</sup> в жовтні 2003 р.

Розбираючи кліматичні характеристики полів вітру, слід указати, що швидкість і напрямок вітру мають значну просторово-часову мінливість навіть у межах невеликого регіону внаслідок особливостей сполучення циркуляційних процесів та місцевих фізико-географічних умов. Найкраще ці залежності висвітлюються через режим напрямку вітру.

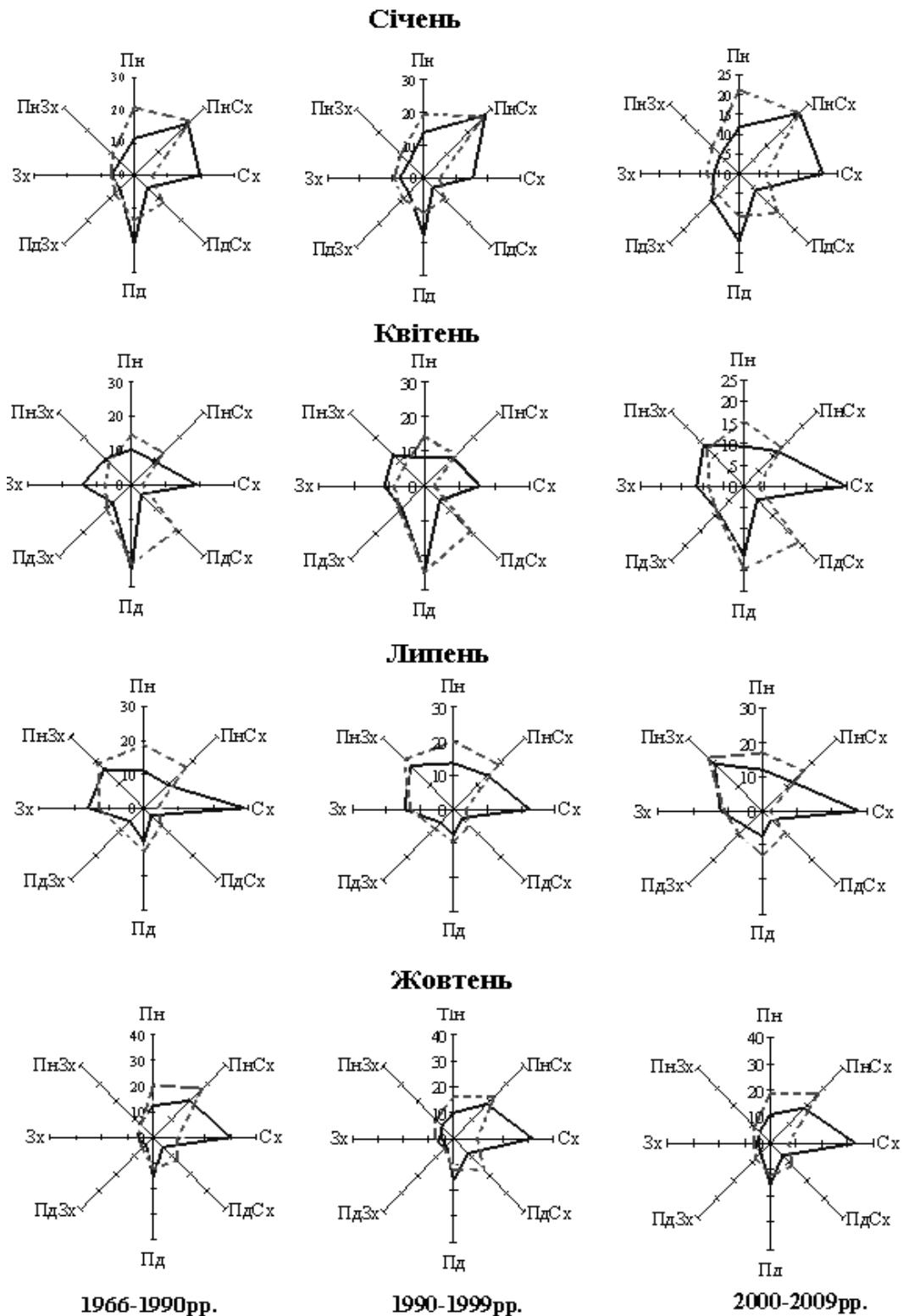
Як видно з рис. 4, максимальну повторюваність в районі мису Херсонес мають вітри північно-східного (26,5 %), північно-західного (21,9 %) і північного (21,1 %) напрямів. В районі станції Севастополь найбільшу повторюваність мають вітри східного (32,8 %), північно-східного (21,7 %) і південного (15,4 %) напрямів. Тобто практично відсутній на МГ Херсонеський маяк східний напрямок вітру домінував на сусідньому пункті МГ Севастополь.

Слід указати на факт збереження переважаючих напрямків вітру у районі Севастополя протягом останніх 45 років при значному впливі сезонних та місцевих чинників.

Що стосується штилів, то їх мінімальна кількість фіксувалася о 12 UTC незалежно від сезону, а максимум штилів доводився на 00 і 18 UTC. Якщо розглянути чисельні значення штилів по місяцях, то найбільше значення відмічене в липні - 11,3 % у 2000–2009 рр., а найменше у січні та жовтні. Тобто в тепле півріччя повторюваність штилів більше, ніж в холодне. Таким чином видно, що кількість штилів у порівнянні з періодом з 1990-1999 рр. на МГ Херсонеський маяк збільшилася, але на МГ Севастополь частка штилів зменшилася у 2000-2009 рр. з 4-6 до 2-4 % протягом року, можливо за рахунок оновлення приладів вимірювання вітру.

Протягом року на МГ Севастополь слабкий вітер переважно характеризувався східним та південним напрямком - 20,2 і 19,9 % відповідно від загального числа спостережень. Також значна частка слабого вітру припадала на північно-східний та північно-західний румби – 15,8 і 13,4 % відповідно. Якщо порівняти одержані дані з попереднім періодом (1966-1990 рр.), то можна помітити, що на МГ Севастополь збільшилася повторюваність слабого вітру, особливо східного напрямку, а на МГ Херсонеський маяк збільшилася повторюваність слабого вітру всіх напрямків, крім східного.

З метою комплексного аналізу температурно-вітрового режиму побудовані температурно-вітрові рози. Вказана форма представлення метеорологічної інформації передбачає розрахунок середньої температури для кожного з 8-ми румбів та дозволяє визначити характер вплив вітру на формування термічного режиму. Як видно з рис. 5, у січні найбільш високі температури виникали при південному, південно-східному та південно-західному напрямку вітру. Протягом теплого півріччя всі румби характеризувалися практично однаковими значеннями середньої температури повітря. Характер температурно-вітрових роз на МГ Севастополь та МГ Херсонеський маяк істотно не відрізнялися між собою протягом року, а влітку розподіл середньої температури за румбами практично однаковий. При порівнянні періодів 1990-1999 та 2000-2009 рр. розбіжностей також не виявлено.



————— МГ Севастополь, - - - - МГ Херсонський маяк

Рис. 4 – Рози вітру (%) на МГ Севастополь та Херсонський маяк у 1961-1990 [6], 1990-1999 та 2000-2009 рр.

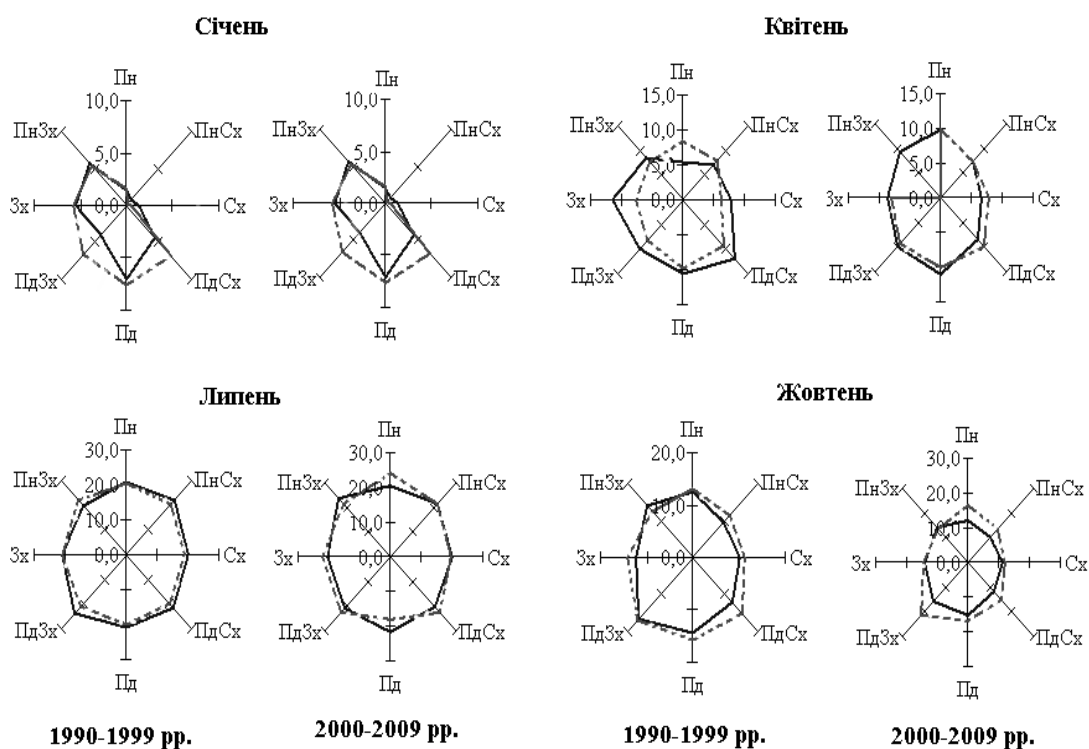


Рис. 5 - Температурно-вітрові рози ( $\bar{t}_{румб}$ , °С) в строк 00 UTC на МГ Севастополь та Херсонський маяк у 1990-1999 та 2000-2009 рр.

Якщо оцінити синоптичні умови формування вітрового режиму за типізацією [12, 13], то на станції МГ Херсонський маяк протягом року переважали північно-східний (18,4 %), північний (18,0 %), південний (14,2 %) та південно-східний (13,7 %) типи, їх повторюваність складала близько 64 %. В тепле півріччя спостерігалися північно-західний тип та малоградієнтні баричні поля. Найменша повторюваність припадала на східний та циклонічний типи. Так, у квітні та липні значно зросла частка малоградієнтних полів, причому у липні цей тип є найчастішим – 18,9 %, у квітні він також часто відмічався – 14,9 %.

Внаслідок складних географічних умов Кримського півострова у районі Севастополя можна виявити дві локальні вітрові системи – бризи та фени [1, 4]. Так, бризова діяльність у 2000-2009 рр. тривала з квітня по жовтень та досягала максимуму у серпні (21 %), також бризи активно формувалися у липні та вересні – 19 і 17 % відповідно. Бризи утворювалися у теплий період, коли над Кримським півостровом переважали малоградієнтні поля. Фени спостерігалися на МГ Севастополь протягом року, а на ГМ Херсонський маяк вони відсутні у липні та грудні. У цілому на обох станціях фени найчастіше створювалися з лютого по травень, з максимумом у квітні – 27 і 22 % на МГ Севастополь і МГ Херсонський маяк відповідно. Значних відмінностей у формуванні місцевого вітру за останні 20 років не виявлено.

### Висновки.

- В районі Севастополя згідно з загальною тенденцією над Європою відмічалася послаблення вітру у 1990-1999 рр., що тривало, але менш інтенсивно і у 2000-2009 рр. Незважаючи на зростання середньомісячної швидкості на 0,1-0,3 м·с<sup>-1</sup> в окремі місяці на обох станціях у 2000-2009 рр., частка слабого вітру збільшувалася на 2-4 %.
- Характер розподілу вітру за напрямком не зазнав значних змін за період дослідження, але вплив місцевих умов наявно просліджувався.
- Залежність значення температури від напрямку вітру просліджувалася тільки у січні для обох станцій.
- Режим формування бризів та фенів в районі Севастополя не змінився за останні 20 років.

### Список використаних джерел

1. Бурман Э.А. Местные ветры. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 342 с.
2. Врублевская А.А., Гордейчук О.П., Миротворская Н.К., Гребеневская Т.А., Фролова Ю.Н. Статистическая оценка поля ветра на территории Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2001. – Вип. 44. – С. 9-16.
3. Івус Г.П., Агайяр Э.В., Мищенко Н.М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерноморья. – 2006. - № 67. – С. 21-24.
4. Івус Г.П., Иванова С.М., Агайяр Э.В. Прогноз бризовых ветров северного Причерноморья // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2002. – Вип. 46. – С. 144-148.
5. Івус Г.П. Умови утворення та прогнозу слабого вітру біля поверхні землі та інверсій температури в районі Одеси: Навчальний посібник. – К.: ВПОЛ, 1998. – 112 с.
6. Клімат України. - К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
7. Логвинов К.Т., Барабаш М.Б. Климат и опасные метеорологические явления Крыма. - Л.: Гидрометеиздат., 1982. – 438 с.
8. Луц Н.В. Многолетняя изменчивость скорости ветра в Восточном Приазовье // Метеорологія и гідрологія. – 2001. – №2. – С. 98-102.
9. Пенюганов А.В. Климат Крыма. – Симферополь: Крымгосиздат, 1930. – 310 с.
10. Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря // Тези доповідей другої міжнародної науково-технічної конференції „Навколишнє природне середовище – 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграції освіти і науки” – Одеса: ТЕС, 2007. – С. 173-174.
11. Справочник по климату Черного моря. - М: Гидрометеиздат, 1974. – 406 с.
12. Чернякова А.П. Типовые поля ветра Черного моря // Сб. работ БГМО ЧАМ. – 1965. – Вып. 3. – С. 25-27.
13. Чернякова А.П. Типы синоптических процессов и их влияние на температурный режим Черного моря в холодное время года // Сб. работ БГМО ЧАМ. - 1966. – Вып.4. - С. 13-19.

### Динаміка формування приземного вітру в районі Севастополя за 20-літній період.

**Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Агайяр Э.В., Ваховська Г.А.**

*Охарактеризовано формування режиму а приземного вітру за 20 лет на двух морских метеорологических станциях в районе Севастополя. Проанализированы пространственно-временная структура скорости и направления ветра, выделены основные синоптические процессы, определяющие ветровой режим.*

*Ключевые слова:* скорость ветра, преобладающее направление, ослабление ветра, температурно-ветровые розы.

### The dynamic of surface wind formation near Sebastopol during 20 years.

**Ivus G., Semergey-Chumachenko A., Agayar E., Vakhovska G.**

*The formation of mode surface wind near Sebastopol during 20 years is characterized. Time-spatial structure of speed and wind direction are investigated, main synoptic processes wind determining are resumed.*

*Keywords:* wind speed, main direction, wind degreasing, thermo-wind roses.