ІІІ. ПРИРОДНИЧА ГЕОГРАФІЯ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА

УДК 911.2.(477.7):621.311.245

Воровка В.П.

ОЦІНКА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИАЗОВ'Я

У статті на основі багаторічних даних переважаючих напрямів і швидкостей вітру упродовж року, за сезонами та упродовж доби оцінюється вітроенергетичний потенціал Північно-Західного Приазов'я і робиться висновок про можливість і необхідність його подальшого використання

В статье на основе многолетних данных о преобладающих направлениях и скоростях ветра в среднем за год, по сезонам и на протяжении суток оценивается ветроэнергетический потенциал Северо-Западного Приазовья и делается вывод о целесообразности и необходимости его дальнейшего использования

The issue discusses windenergetic potential valuation of north-western near Azov sea territories based on common long standing data about predominating directions and speed of wind during the year, seasons and the day. The conclusion about opportunity and necessity of windenergetic potential using is made.

Використання вітроенергетичного потенціалу тропосфери є в наш час одним із напрямів впровадження альтернативної енергетики у зв'язку з постійним зростанням ціни на вичерпні мінеральні паливні ресурси. І чим менше їх буде залишатися, тим більшою буде ціна та все більше зростатиме актуальність використання відновлюваних (альтернативних) джерел енергії. Для Приазов'я актуальність питання надзвичайна, оскільки ця територія має значний вітровий потенціал, який необхідно використовувати в електроенергетиці.

Про важливість і необхідність використання енергетичного потенціалу вітру не задумувався ні викладач математики Уїльям Феррел, який ще в 1856 році пояснив причини світової циркуляції і відхилення повітряних мас, ні вчений Бухан у другій половині XIX ст., який першим у світі зобразив ізобаричні поверхні земної кулі з переважаючими вітрами, ні американський професор-кліматолог Джеймс Х. Коффін, який звів усі знання про вітер до єдиної системи циркуляції тропосфери, ні видатний кліматолог О.І. Воєйков, який ще у 1874 р. дав ґрунтовний кліматологічний аналіз вітрів земної кулі у праці «Атмосферна циркуляція»[2].

Питання використання вітру для виробництва електричної енергії постало у першій половині XX ст., але тільки з початку 80-х рр. XX ст. йому почали приділяти детальну увагу, створюючи сучасного типу вітроенергетичні установки. Підраховано, що ресурси енергії вітру на Землі приблизно у 50 разів більші за сумарні енергетичні потреби людства [1]. Для розвитку вітроенергетики у межах конкретної території необхідно першочергово дослідити її вітроенергетичний потенціал, важливими складовими якого є переважаючий напрям вітру, його швидкість, сила і

тривалість за сезонами року та упродовж доби. Швидкість вітру для нормальної роботи вітрогенераторів знаходиться у діапазоні від 3 до 30 м/с.

Особливості вітрової циркуляції у Північно-Західному Приазов'ї спричинені: розміщенням території у приморській смузі Азовського моря; на півдні від баричної осі Воєйкова; рівнинністю її поверхні [4].

Проаналізовані результати досліджень метеостанцій за переважаючими напрямами вітру за багаторічний період показали, що на території Північно-Західного Приазов'я у середньому за рік переважаючими є східні складові напряму вітру. Так, по метеостанції Ботієве східні вітри повторюються у 42% випадків, північні – 39%, західні та південні – 33% та 31% відповідно. За даними метеостанції Бердянська переважаючим вітром є східний з повторюваністю 50%, північний напрям складає 44%, західний – 32%, південний – 25%. Аналогічні показники зафіксовані на метеостанціях Мелітополя і Кирилівки. Узагальнення показали, що у межах північно-Західного Приазов'я у цілому переважають східні та північні вітри, а повторюваність південних вітрів значно менша.

Для Приазов'я характерна сезонна зміна напрямів вітру, спричинена зміною арктичних, північно-атлантичних, середземноморських і місцевих чорноморських повітряних мас. Посилення вітру пов'язане переважно з вторгненнями арктичних повітряних мас [3].

У холодну пору року в зв'язку з формуванням та посиленням Сибірського антициклону і його відрогу збільшується вірогідність прояву вітрів східних румбів. Це супроводжується посиленням баричної депресії над Чорним морем [3]. У зимовий період найбільша повторюваність характерна для північно-східних вітрів – 29% повторюваності по метеостанції Бердянськ, 20% – по метеостанції Мелітополь. Доля східних вітрів у зимовий період дещо нижча – по метеостанції Ботієве – 23%, метеостанції Бердянськ – 24% повторюваності. Повторюваність південно-східних вітрів у зимовий період невисока і коливається від 7 до 10%. Повторюваність західних вітрів коливається у межах 13%. Вітри північно-західних румбів зустрічаються найрідше [5].

Навесні відбувається поступовий перехід атмосферних процесів від зимових до літніх. У першу половину весни атмосферні процеси схожі більше до зимових, у зв'язку з чим на території переважають північно-східні вітри (25% повторюваності). Повторюваність вітрів східного напряму дещо нижча – 23-24%, південно-східних – 16%. Західні вітри зустрічаються рідше. З посиленням ролі радіаційного фактору і місцевих умов на Азовському узбережжі вже з березня розвивається бризова циркуляція і переважаючими стають вітри з південною складовою (13%). З кінця квітня потепління спричинює виникнення циркуляції літнього типу, змінюється знак температурного поля між водою і сушею, вступає в дію відріг Азорського антициклону. Для цього періоду характерні східні і південні вітри. Найменшу повторюваність мають західні вітри.

У літній період року переважають північні, північно-західні та західні вітри. Найменше дмуть вітри північно-східного напряму. Загалом швидкості вітру у літній період найнижчі, разом з тим літні вітри є найбільш стійкими.

Восени переважаючими є східні напрями вітрів – 21-22%, значну повторюваність мають північно-східні вітри – 27%. Повторюваність південно-західних вітрів – від 14%, а південних і південно-східних вітрів незначна 3-7%.

Швидкість вітру визначається рівнинністю поверхні, її відкритим характером, наявністю обширних контактуючих середовищ (суші і води), постійністю вітрів.

*Таблиця 1. Середня місячна і річна швидкість вітру (в м/с)**

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Кирилівка	5,8	6,3	5,9	5,2	4,6	3,5	3,2	3,4	3,2	4,3	6,1	6,0	4,8
Мелітополь	4,3	4,5	4,8	4,3	3,6	3,0	2,9	2,8	2,7	3,3	3,9	4,3	3,7
Бердянськ	5,7	6,0	5,9	5,2	5,1	4,5	4,4	4,3	4,1	4,9	5,9	6,1	5,2
Ботієве	4,4	4,8	5,0	4,5	3,9	3,5	3,4	3,2	3,2	3,5	4,5	4,5	4,0

* Складено автором за даними вказаних у таблиці метеостанцій

З табл. 1 видно, що найбільша середньорічна швидкість вітру характерна для приморських (ст. Бердянськ, ст. Кирилівка) районів, де вони складають 5,2 м/с та 4,8 м/с відповідно. Найменша середньорічна швидкість вітру характерна для долини р. Молочної (ст. Мелітополь) – 3,6-3,7 м/с. Найвища швидкість вітру спостерігається у холодний сезон, найбільш вітряний місяць – лютий. По долині р. Молочної та на узбережжі Азовського моря у середній частині (ст. Ботієве) найвища швидкість вітру спостерігалася у березні. Найменші швидкості вітру характерні для вересня.

Найбільші швидкості вітру відзначаються у зимово-весняні місяці (переважно лютий і березень), а найменші – у літньо-осінні (серпень, вересень). У річному розподілі швидкості вітру виявляються певні закономірності. Максимальні величини швидкості вітру зафіксовані у межах Приазовської височини – 5,5 м/с, а з просуванням на захід ці показники знижуються до 4,5 м/с, у тому числі у межах Молочного та Утлюцького лиманів. Зі зниженням висот і віддаленням від морського узбережжя швидкість вітру зменшується.

За сезонами року швидкість вітру розподіляється нерівномірно: найвищі швидкості спостерігаються взимку (6 м/с і більше), а найменші – влітку (4 м/с).

Аналіз зібраних метеорологічних матеріалів показав, що у холодний період року виникають великі контрасти температур між сушею і морем і, як наслідок, великі баричні градієнти, що визначають підвищені швидкості

вітру. Особливо це характерно для приморських територій, де швидкості вітру взимку досягають 5-6 м/с. Навесні внаслідок значних контрастів температур між прогрітою сушею узбережжя, холодним морем та Приазовською височиною спостерігаються підвищені швидкості вітру (5-5,5 м/с). У літній період швидкість вітру найнижча. Максимальна швидкість спостерігається лише на сході Приазовської височини і на крайньому півдні регіону – Федотова, Обитічна і Бердянська коси (4 м/с). Подібна закономірність розподілу середньої швидкості вітру спостерігається і в осінній період за винятком того, що вона збільшується на кілька одиниць на сході і на морському узбережжі (4-5 м/с).

Упродовж доби найбільша швидкість вітру виникає у приземному шарі у полуденні години, що пов'язано з розвитком конвекції та посиленням вертикального обміну, а найменша – вночі та вранці. Добовий хід швидкості вітру більше проявляється у теплий період року при антициклональній, ясній або малохмарній погоді і менше взимку. При проходженні циклонів і особливо атмосферних фронтів добовий хід швидкості вітру різко порушується [3].

Упродовж сезонів року амплітуда добових коливань швидкості вітру змінюється. Взимку вона коливається у межах 0,1-0,9 м/с. Навесні – 0,7-2,1 м/с, влітку сягає 3,4 м/с. Восени відбувається зменшення амплітуди до 3,2 м/с.

Аналіз таблиці 2 показав, що максимальна швидкість вітру спостерігається о 13 годині, а найменша – вночі (1^{00}).

*Таблиця 2.Середня місячна і річна швидкість вітру упродовж доби (м/с)**

Станція	Час	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Кирилівка	1^{00}	5,8	6,1	5,7	4,0	3,1	2,3	1.9	2,3	2,4	3,8	5,8	6,0	4,1
	7^{00}	5,8	6,2	5,9	5,0	4,5	3,3	2,8	3,0	2,8	3,9	6,0	5,9	4,6
	13^{00}	6,0	7,0	6,4	7,3	6,5	5,1	5,1	5,5	5,3	6.0	7,0	6,3	6,1
	19^{00}	5,4	6,0	5,6	4,5	4,2	3,4	3,0	2,9	2,4	3,6	5,5	5,9	4,4
Мелітополь	1^{00}	4,2	4,2	4,5	3,5	2,6	2,0	2,0	2,0	2,2	2,8	3,6	4,1	3,1
	7^{00}	4,0	4,3	4,2	3,9	3.2	2,7	2,6	2,5	2,3	2,8	3,6	4,1	3,4
	13^{00}	4,8	5,4	6,1	6,1	5,3	4,4	4,3	4,4	4,3	4,8	4,9	4,9	5,0
	19^{00}	4,1	4,2	4,5	3,7	3,2	2,8	2,8	2,3	1,9	2,7	3,5	4,1	3,3
Бердянськ	1^{00}	5,7	6,0	5,9	4,6	4,6	4,1	3,8	3,9	3,7	4,6	5,8	6,1	4,9
	7^{00}	5,6	5,9	5,6	5,1	4,8	4,1	3,9	3,9	3,9	4,8	5,9	6,0	5,0
	13^{00}	5,8	6,4	6,6	6,3	6,3	5,7	5,6	5,5	5,4	5,9	6,4	6,2	6,0
	19^{00}	5,5	5,8	5,6	4,6	4,7	4,3	4,4	3,6	3,4	4,5	5,6	6,1	4,8
Ботієве	1^{00}	4,3	4,5	4,6	3,5	2,5	2,0	2,3	2,1	2,3	2,8	4,0	4,1	3,2
	7^{00}	4,3	4,7	4,5	4,3	3,7	3,3	3,0	2,9	2,8	3,1	4,3	4,4	3,8
	13^{00}	4,9	5,6	6,2	6,5	5,8	5,4	5,2	5,2	5,3	5,1	5,7	5,1	5,5
	19^{00}	4,0	4,5	4,6	3,7	3,5	3,2	3,3	2,8	2,2	2,8	4,0	4,2	3,6

Складено автором за даними вказаних метеостанцій

На заході Приазов'я (ст. Пришиб) вночі дмуть слабі вітри із швидкістю 2,8 м/с. Посилення відбувається на 0,4 м/с у вранішні години. Опівдні швидкість досягає 4,9 м/с, тобто переважає помірний вітер. Увечері швидкість знижується до 3,3 м/с. на узбережжі (ст. Бердянськ) спостерігаються найвищі швидкості вітру. З ночі до півдня швидкість посилюється від 4,9 м/с до 6 м/с, а до вечора знову зменшується до 4,8 м/с.

За сезонами року також виділяються періоди з найвищими і найнижчими показниками швидкості вітру. Так, взимку у годину ночі на узбережжі (ст. Кирилівка, Бердянськ, Ботієве) вітер посилюється від 4,6 м/с до 5,8 м/с, на заході Приазов'я (ст. Пришиб) – до 4 м/с, У вранішні години (7^{00}) швидкість вітру на заході (ст. Пришиб) знижується і показники не перевищують 3,8 м/с, у центральній частині, навпаки, швидкість посилюється до 4 м/с, а на узбережжі – відносно висока (ст. Бердянськ) – 5,6 м/с.

Найвищі добові швидкості вітру спостерігаються вдень. Показники швидкості вітру у цей період доби становлять у межах Приазов'я: на півночі – 4,5 м/с, заході – 4,4 м/с, сході – 5,5-6 м/с, на узбережжі – до 5,8 м/с. У вечірні години (19^{00}) швидкості вітру падають і їх відмінності у межах зимового сезону невеликі в центрі (близько 0,5 м/с), а на сході – 0,7 м/с.

Весною найвищі швидкості вночі зафіксовані у березні і складають 4,1 м/с на півночі, 4,2-4,5 м/с – на заході і в центрі, 5,7 м/с на сході. У квітні відбувається різке падіння швидкостей у нічні години по всій території (від 3 м/с до 4 м/с з заходу на схід). Впродовж березня вітер дещо зменшується у вранішні години, а в квітні і травні вона зменшується до 3,4 м/с (ст. Пришиб) і 4,5 м/с (ст. Кирилівка). Найбільша швидкість вітру спостерігається вдень, досягаючи на заході 6 м/с, а на сході – 7,3 м/с. Вночі швидкість різко падає і різниця між полуденними значеннями досягає 2,3-2,8 м/с.

У літній період у нічні години переважають вітри із швидкістю 1,3 і 1,9 м/с на сході. На узбережжі вночі вітри дмуть з середньою швидкістю 3,8 м/с (ст. Бердянськ). Вранці швидкість дещо посилюється (на 1,1 м/с на заході, на 0,9 м/с на сході, а на узбережжі – на 0,1 м/с. Вдень спостерігаються найвищі значення: на заході збільшуються до 4,3 м/с, на сході – до 5,1 м/с, на узбережжі – 5,6 м/с. У вечірні години швидкість падає на 1,7 м/с на заході і 2,1 м/с – на сході.

Восени у нічний період і вранішні години переважають вітри з швидкістю до 3 м/с на заході і 3,8 м/с на сході. На узбережжі швидкість досягає 4,6 м/с. Різко збільшується швидкість вітру вдень: на заході різниця складає 2,2 м/с, на сході – 2,1 м/с. Увечері швидкість знижується до 2,5 м/с на заході і 3,6 м/с – на сході. На узбережжі Азовського моря швидкість вітру коливається у межах 5,5-6 м/с і більше.

Використавши формулу вітроенергетичного потенціалу території (P=0,5*1,225*V3), при середній швидкості вітру V=5-6,5 м/с значення вітроенергетичного потенціалу Північно-Західного Приазов'я становитиме

120 Вт/м^2. Упродовж року найвищі значення вітроенергетичного потенціалу характерні для північних і північно-східних вітрів у зимово-весняний період (лютий-березень), найнижчі – для південно-західних вітрів у літньо-осінній період (серпень-вересень). Упродовж доби вітроенергетичний потенціал змінюється з найвищого у полуденні години до найнижчого – у вранішні. Таким чином, вітроенергетичний потенціал Північно-Західного Приазов'я достатній для розвитку альтернативної вітрової електроенергетики.

1. Географічна енциклопедія України. Т. 2. – К., 1990.
2. Дроздов О.А., Васильев В.А. Климатология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – С.10-15.
3. Ромушкевич В.И. Климатические сезоны / Природа Украинской ССР. Климат. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 106, 146-152.
4. Сакали Л.И. Условия формирования климата Украины / Природа Украинской ССР. Климат. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 47
5. Торбунова М.Д. Климат // Методика изучения географии Запорожской области. Часть 1. Физическая география. – Запорожье-Мелитополь, 1980. – С.31.