

УДК 504.03

ОЦІНКА ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНІЧНО ДОСТУПНОГО ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УКРАЇНИ СТОСОВНО ВИБОРУ ДІЛЯНОК ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Варивода О.В., Варивода Є.О.

Структура світового енергогосподарства до сьогоднішнього дня склалась таким чином, що кожні чотири з п'яти вироблених кіловатів видобуваються з палива. Але навіть деякі з енергетиків (вже не говорячи про екологів) вважають, що майбутнє лежить у використанні нетрадиційних поновлювальних джерел енергії (НПДЕ), що звільнило б людство принаймні від трьох проблем:

- залежності від країн-експортерів палива (перш за все ОПЕК);
- вичерпання паливних ресурсів у масштабах Світу;
- подальшого погіршення стану довкілля, зокрема, через збільшення вмісту в тропосфері парникових газів, отже, ланцюжка незворотних змін, що загрожують зміною клімату.

Джерела енергії, що вільні від цих обмежень розвитку, називають альтернативними. Ті з них, що ґрунтуються на поновлюваних ресурсах, мають і відповідну назву. На рівні цієї статті їх можна не відокремлювати, бо вітрова енергія її і альтернативною, і поновлюваною.

Метою статті є географічний аналіз території України як макрорегіону, перспективного для розвитку вітроенергетики. Кінцевою метою дослідження є визначення ділянок, що найбільш сприятливі для їх облаштування під вітроелектростанції (ВЕС). Основним засобом вивчення території є обробка значного масиву просторово-часової інформації щодо структури вітру (у багаторічному розрізі) у приземному шарі тропосфери за метеорологічними даними. Для досягнення поставленої в роботі мети автором була оброблена інформація Державного Гідрометцентру про багаторічні дані працюючих українських метеостанцій, кількість яких дорівнює майже 200. Об'єктом дослідження виступили вітрові ресурси України, які разом із фізико-географічними умовами та деякими технічними особливостями сучасної вітроенергетики створюють базу для досягнення поставленої вище мети.

Здійснено розрахунки швидкості і повторюваності вітру у шарі повітря потужністю у декілька десятків метрів за відомими формулами. Сучасні вітросенергетичні установки ВЕУ використовують вітер приземного шару на висоті до 50-70 м, рідше – до 100 м від поверхні землі. Способом відображення інформації є картографічний, здійснюваний

за допомогою комп'ютера з використанням ПС-технологій.

Постановка задачі. З альтернативної енергетики найпрогресивнішим напрямком вважається використання енергії вітрового потоку. Цим спричиняється стрімкий розвиток вітроенергетики у світі. За даними Інституту світових досліджень за 1990-1997 рр., річний приріст виробництва електроенергії вітроенергетичними установками (ВЕУ) перевищив 25 %, тоді як, наприклад, цей показник по тепловій енергетиці знаходиться в межах декількох відсотків.

Сучасна українська вітроенергетика переживає початкову стадію розвитку, тому більшість вітчизняних наукових праць з цієї тематики мають вигляд невеликих цільових публікацій [8-10], в яких автори найчастіше простежують хронологію розвитку та впровадження світової вітроенергетики, розглядають економічну доцільність використання енергії вітру порівняно з традиційними видами палива.

Вітрові умови будь-якого регіону стосовно до вітрокористування визначаються за вітроенергетичним кадастром, що включає різні показники швидкості вітру, обумовлені результатами багаторічних спостережень: середньорічні і середньомісячні швидкості вітру; повторюваність швидкостей вітрових напрямків протягом року, місяця, доби.

Методика. Першим етапом роботи був розрахунок вітроенергетичного потенціалу території України. В основу методики покладено урахування імовірності появи швидкості вітру за градаціями. Особливістю є те, що в роботі використовувалися не середньорічні показники швидкості вітру, а саме імовірність, тобто кількість випадків, появи певної швидкості впродовж року [2]. Крім того, розглядалися дані того швидкісного діапазону, в якому сучасні вітроенергетичні установки (ВЕУ) досягають найвищого коефіцієнта використання енергії вітру (рис.1) [6]. Для зручності, аналіз проводився з точки зору використання ВЕУ "Genesys 600", що виробляється німецькою фірмою "Genesys". За рядом технологічних особливостей, ця вітроустановка відноситься до найсучасніших ВЕУ третього покоління, крім того українська сторона вже отримала ліцензію на виробництво цього агрегату. Хоча серійне промислове виробництво поки ще не налагоджено, ця ВЕУ є потенційним майбутнім вітроенергетики України.

З графіку можемо бачити той діапазон оптимальних швидкостей вітру, у якому ВЕУ дають максимальний коефіцієнт потужності. Пунктиром відображена ВЕУ другого покоління USW 56-100, якими укомплектована значна частина ВЕС України. Та суцільною лінією зазначена ВЕУ "Genesys 600". Таким чином неефективні швидкості вітру, тобто від 0 до 3 та більше 20 м/с у розрахунках не використовувалися.

Для того, щоб визначити енергетичний потенціал вітрового потоку треба розрахувати потужність вітрового потоку, віднесено до 1м² площі, перпендикулярної напрямку вітру.

Звичайно, отримані значення відповідають потужності вітрового потоку на стандартній висоті флюгера, тобто до 18 м. Але треба враховувати, що швидкість вітру в приземному шарі змінюється з висотою в сторону збільшення. Зважаючи на

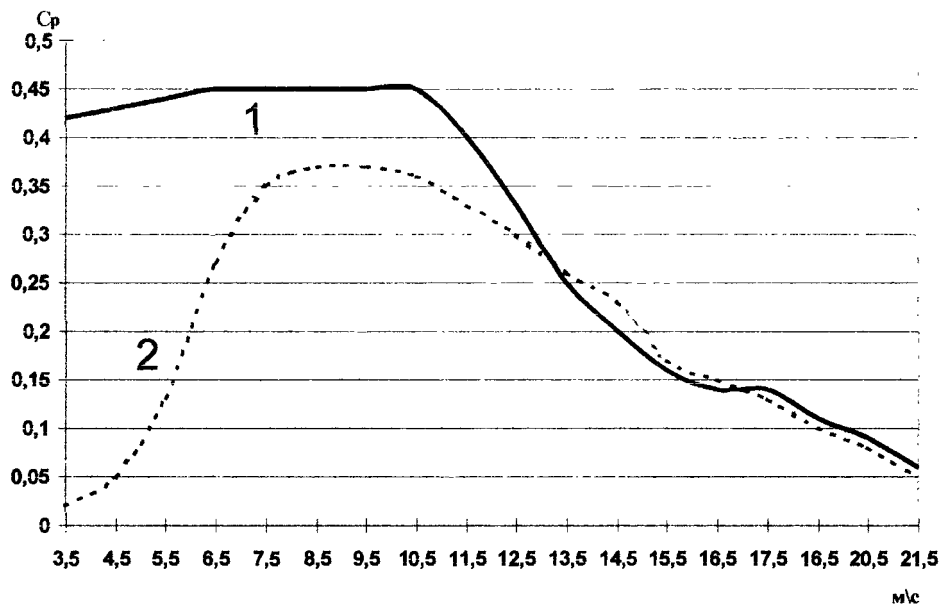


Рис.1. Залежність коефіцієнта потужності C_p вітроелектричних установок від швидкості вітру V : 1- BEU другого покоління "USW 56-100); 2- BEU третього покоління "Genesys 600"

це, ми маємо зростання й потужності вітрового потоку. Для висоти вітроколеса BEU "Genesys 600", яка досягає 60 м, потужність вітрового потоку збільшиться у 1,6 рази [6]. Таким чином було отримано дані про потужність вітрового потоку на висоті 60 м над територією кожної метеостанції, для кожної з 9 градацій від 3 до 20 м/с.

Наступним кроком було безпосередньо визначення природного вітроенергетичного потенціалу, що характеризує щільність вітрової енергії в просторі над землею поверхнею. Він дорівнює річній її величині на 1 м^2 площі, перпендикулярній напрямку вітру, має розмірність $(\text{кВт}\cdot\text{год})/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$.

Як було зазначено вище, потенціал був розрахований шляхом визначення інтегральної повторюваності вітру за градаціями, тобто кількістю випадків. Так, отримані дані відображають кількість потенційної енергії, що потрапляє на 1 м^2 площини вітроколеса над певною територією, при певному розподілу імовірностей появи швидкостей за 9 градаціями від 3 до 20 м/с, на висоті 60 м.

Автори вважають, що отриманий результат є досить об'єктивним, тому що враховує просторову диференціацію розподілу енергетичного потенціалу вітрового потоку, діапазон швидкостей, що є ефективним для роботи BEU та деякі технологічні особливості запропонованої BEU. Тому, як результат, була побудована карта розподілу природного вітроенергетичного потенціалу в діапазоні швидкостей від 3 до 20 м/с (рис. 2). За отриманою картою бачимо, що зі зменшенням впливу теплих та вологих

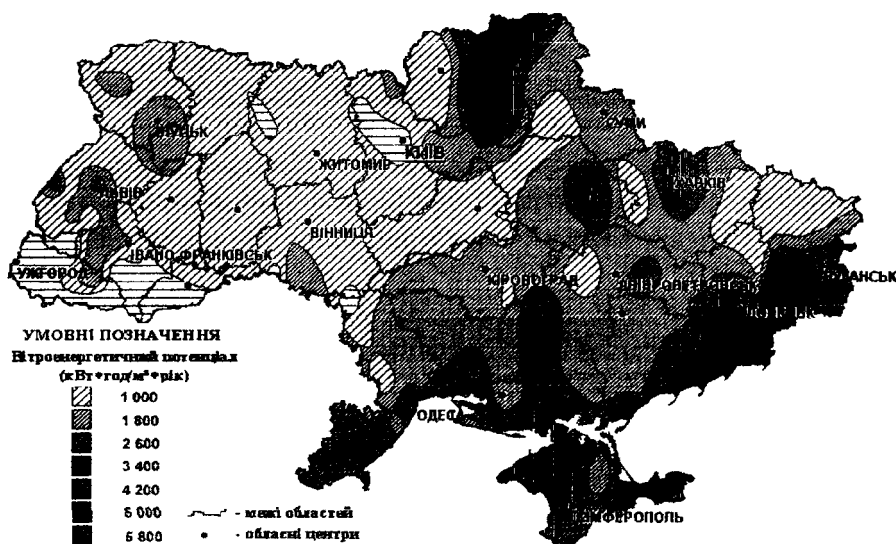


Рис. 2. Природний вітроенергетичний потенціал території України в діапазоні швидкостей вітру від 3 до 20 м/с на висоті 60 м

атлантичних повітряних мас, що надходять на територію України з північного заходу, свою дію поширюють континентальні повітряні маси більш низької температури та більшої швидкості вітру. Так, посилення континентальності формує сприятливі умови розвитку вітроенергетики у напрямку до південного сходу. Крім того на значення вітроенергетичного потенціалу південних та південно-східних територій впливає переміщення повітряних мас високої швидкості з Чорного та Азовського морів, плюс до того формування вітру місцевого значення, тобто бризів. Окремо треба розглядати гірські території України, де також були зареєстровані великі швидкості вітру, але вже завдяки високим абсолютним відміткам ділянок метеостанцій. Таким чином, спостерігаємо зміну потенціалу у найприродніших територіях від 4 000 до 5 800 кВт*год/м²*рік.

Для порівняння отриманих результатів пригадаємо проект будівництва крупної вітроенергетичної станції на мілководних акваторіях Фінської затоки та Ладозького озера, загальною встановленою потужністю 60 000МВт. Вітроенергетичний потенціал цієї території змінюється від 4 000 до 7 000 кВт*год/м²*рік. Таким чином бачимо, що південні та південно-східні території України, враховуючи гірський Крим, являються справді високопотенційними стосовно розвитку української вітроенергетики.

Наступним етапом оцінки вітроенергетичних умов території України стали технічні вітроенергетичні ресурси, тобто та енергія, яку практично можна отримати сучасними технічними засобами з певної території.

Розрахунки проводились для ВЕУ типу “Genesys 600”, що, як зазначалося вище, може бути перспективною для використання в Україні.

Отримана карта дала змогу спроектувати енергію вітрового потоку, що спрямована паралельно до земної поверхні безпосередньо на саму підстилаючу поверхню, враховуючи технічні можливості вітроустановки.

Звичайно в абсолютної більшості випадків природний вітроенергопотенціал повністю корелює з річним виробленням електроенергії, тому спостерігаємо ту ж тенденцію, що й на попередній карті лише з більш вираженою диференціацією. Щоб прив'язати результат до реальності, порівняємо річне споживання електроенергії промисловим підприємством з енергоємним виробництвом, на прикладі “ЗАТ “Південкабель”, що розташований у Харкові, з отриманими даними.

Середньорічне споживання електроенергії підприємством складає приблизно 14 МВт*год. Підраховано, що економічно виправданою для ВЕС є загальна встановлена потужність не менше 50 МВт. Аналізуючи карту, робимо висновок, що така ВЕС на півночі Харківської області, яка буде включати порядку 80 турбін типу “Genesys 600” і, відповідно до розрахунків, займати площу коло 6 км², зможе жити 6 подібних підприємств щорічно.

Для більш детального аналізу території стосовно вибору ділянки для ВЕС треба обробити значно більшу кількість впливових факторів ніж лише потенційні енергоресурси. Такими факторами є орографічні особливості місцевості, роза вітрів певного регіону, стан та енергетичні потреби господарства, антропогенне навантаження території, естетичність ландшафту, акустичний вплив ВЕС, електромагнітне випромінювання ВЕС, імовірність поразки орнітофауни на шляхах міграції. Звичайно найвпливовішим з перелічених факторів є орографічні особливості місцевості, тому розглянемо це питання більш детально.

Відомо, що одним з основних показників ефективності роботи ВЕС є кількість годин у рік, коли вітроенергоустановка працює, тобто генерує електроенергію. Мова йдеться про стабільність вітрового потоку над певною територією. З цього приводу, скористуємося законом факторної відносності рельєфу (за М.І. Макавєєвим, 1972; І.Г. Черваньовим, 1979) [6], згідно з яким форми рельєфу залежно від своєї розмірності неодноразомно та по-різному реагують на одні і ті самі зовнішні дії. Отже, на складно влаштованій поверхні при однаковому зовнішньому впливі буде відбуватися ускладнення структури та процесів взаємодії, що не відповідає характеру зовнішнього впливу. Так над морфологічно складною ділянкою буде спостерігатися менш стійкий за швидкістю та напрямком вітровий потік, ніж над однорідною територією.

Відповідно до цього було проаналізовано карту України стосовно морфології та морфометрії рельєфу [8]. Розглядаючи території з високим вітроенергетичним потенціалом, було отримано, що найвищий потенціал дають рівнинні та субгоризонтальні території з глибиною розчленування рельєфу до 30 м.

Таким чином, ми приходимо до висновку що, для вибору планувальної ділянки ВЕС треба аналізувати як кліматичні умови так і орографічні особливості регіону в цілому, що знаходяться в тісній кореляції з вітроенергетичним потенціалом, виступаючи

формуючими чинниками. Комплексний підхід до оцінки факторів, що впливають на вибір ділянки під ВЕС зроблять дослідження більш повним для реалізації.

Список літератури

1. Атлас України 2000 / Інститут географії Національної академії наук, Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999-2000 (електронна версія).
2. Бабенко В. Назад у майбутнє // Енергозберігаючі технології та автоматизація. – 2000. – №8(20).
3. Васильев Ю.С. Хрисанов Н.Н. Экология использования возобновляющихся энергисточников. – Л.: ЛГФТУ. – 1991. – 172 с.
4. Дерзский В.Г. Аналитический прогноз развития мировой ветроэнергетики // Энергетика и электрификация, 2000. – № 1.
5. Жовмір М.М., Шульга С.В. До питання про доцільність будівництва вітрових електростанцій в Україні // Энергетика и электрификация, 2000. – № 4.
6. Климат Харкова / Под ред. В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 216 с.
7. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. – М.: Прогресс, 1978. – 377 с.
8. Янукович В.Ф., Минаев А.А. Перспективы большой ветроэнергетики // Энергетика и электрификация, 2000. – №5.
9. Подгубенко В.С. Анализ развития ветроэнергетики в Украине // Энергетика и электрификация, 2000. – №10.
10. Энергия ветра: Оценка технического и экономического потенциала // Под ред. Я.И. Шефтера. – М.: Мир, 1982. – 256 с.

Статья поступила в редакцию 03.03.2003 г.