

**XXIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЯ  
"ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У ХХІ СТОЛІТТІ"**

# **ПРО ЯКІСНУ ОЦІНКУ ВІТРОВИКРИСТАВАННЯ У ВІТРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я УКРАЇНИ**



**Подгуренко В.С., Терехов В.Є.**

**2022**

# Актуальність дослідження

Для оцінки ефективності роботи вітроелектричної установки (ВЕУ) в заданих вітрових умовах у вітроенергетиці найчастіше широко застосовуються наступні три критерії:

- обсяг річного виробітку електроенергії ВЕУ у кВт·год;
- коефіцієнт використання встановленої потужності (КВВП, %);
- вартість виробленої ВЕУ електроенергії, зазвичай \$/кВт·год або €/кВт·год.

Обсяг річного виробітку  $Q$  є складовою майже всіх критеріїв ефективності, що застосовуються у вітроенергетиці.

$$Q = TK_{\Gamma} \int_0^{\infty} P(v) \cdot f(v) dv$$

$T$  – час;  $K_{\Gamma}$  – коефіцієнт готовності;  $P(v)$  – крива потужності;  
 $f(v)$  – диференціальний розподіл швидкості вітру.

# Актуальність дослідження

**Головні проблеми розрахунку обсягу річного виробітку електроенергії ВЕУ:**

- Складність пошуку кривих потужності (КП) існуючих ВЕУ;
- Розрахунок виробітку ВЕУ з параметрами, відсутніми в обмеженому асортименті на ринку моделей;
- Проблема визначення вітрового потенціалу на висоті осі вітроколеса.

**Розрахунок деякого набору річних виробітків за наявними КП та висотах вітрових вимірювань**

**Виявлення основних факторів впливу та статистичних залежностей**

**Розрахунок річного виробітку**

## Матеріали дослідження

У численних зарубіжних публікаціях з вітровикористання поширено постулат, що ефективність роботи ВЕУ підвищується, переважно, за рахунок збільшення їх номінальної потужності.

Вперше з'ясовано наукові історичні витoki появи постулату.

Після тривалих досліджень щодо впливу розмірів ВЕУ на її ефективність, проведених у США у 1930 р., Путнем дійшов висновку, що для отримання мінімальної вартості електроенергії, що виробляється, потрібні ВЕУ великих розмірів.

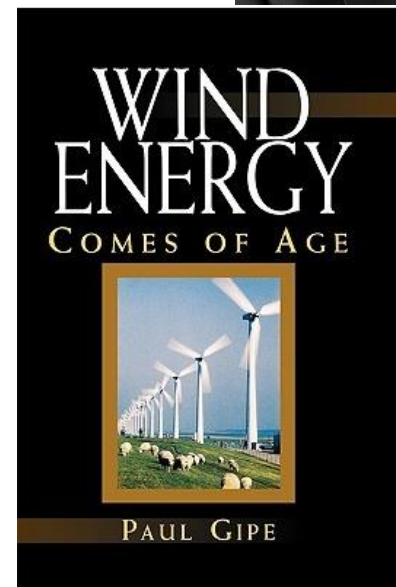
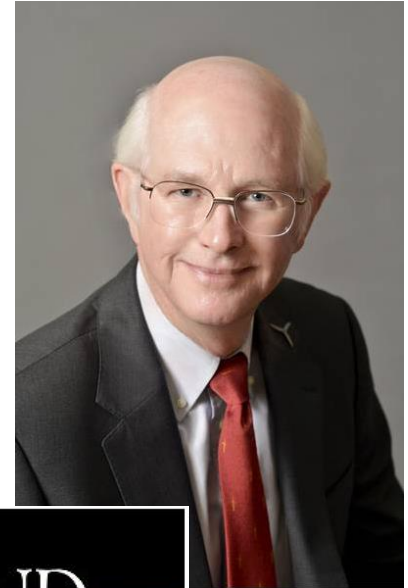
Через три роки в Центральному вітроенергетичному інституті Главенерго в Москві дійшли аналогічного висновку: *“вітровикористання може дати значний ефект лише у разі застосування великих встановлених одиниць”* та можливості будівництва *“ВЕУ потужністю в одиниці до 5000 kW”*.

Впевнено можна припустити, що з цього часу і розпочалася оцінка ефективності ВЕУ за номінальною потужністю генератора.

# Матеріали дослідження

*Продуктивність ВЕУ має оцінюватися не потужністю генератора, а діаметром ротора. Оцінки ВЕУ у кіловатах дають лише грубу вказівку на те, скільки може бути вироблено електроенергії, тоді як діаметр ротора є набагато надійнішим показником.*

*Оцінки ВЕУ потужністю генератора виникли від інженерів-мережевиків, які описували їх відомим терміном – розмірами генератора. Виробники ВЕУ продовжують використовувати номінальну потужність з метою ідентифікації свого продукту, хоча номінальна потужність мало говорить про те, скільки енергії генеруватиме ВЕУ.*



## Матеріали дослідження

У щорічних звітах вітроенергетичних асоціацій є лише кількісні показники встановлених ВЕУ та їхня середня потужність, хоча ці показники мало говорять про те, скільки енергії генеруватимуть ВЕУ.

Натомість діючого постулату пропонується наукова гіпотеза, суть якої у багатофакторному впливі на вибір ВЕУ для конкретної місцевості будівництва вітроелектричної станції (ВЕС) таких параметрів як **номінальна потужність, діаметр та висота осі ВК** та у встановленні кількісних залежностей та закономірностей між ними.

Тому необхідною умовою грамотного синтезу є лише **диференціальний підхід** оцінки кожного з чинників впливу. Запропонована гіпотеза переконливо підтвердила неспроможність та згубність діючого постулату у якісній оцінці ефективності роботи ВЕУ та ВЕС.

# Матеріали дослідження

## Основні фактори впливу:

- Номінальна потужність генератора  $P$  (МВт);
- Діаметр вітроколеса  $D$  (м);
- Висота осі вітроколеса  $H$  (м).

Математична модель множинної лінійної регресії річного виробітку електроенергії  $Q = f(P, D, H)$ :

**ВЕУ**  
**1,5 – 3,2 МВт**

$$Q_1 = -7126,25 + 1348,594 \cdot P + 97,52617 \cdot D + 28,81139 \cdot H \quad (1)$$

**ВЕУ**  
**3,5 – 8 МВт**

$$Q_2 = -15260,7 + 1195,699 \cdot P + 137,2119 \cdot D + 73,08151 \cdot H \quad (2)$$

**ВЕУ**  
**> 8 МВт**

$$Q_3 = c_0 + c_1 \cdot P + c_2 \cdot D + c_3 \cdot H$$

$-11\%$        $+40\%$        $+150\%$

$f(c_0)$        $f(c_1)$        $f(c_2)$        $f(c_3)$

# Матеріали дослідження

Причини зміни коефіцієнтів ММ множинної лінійної регресії:

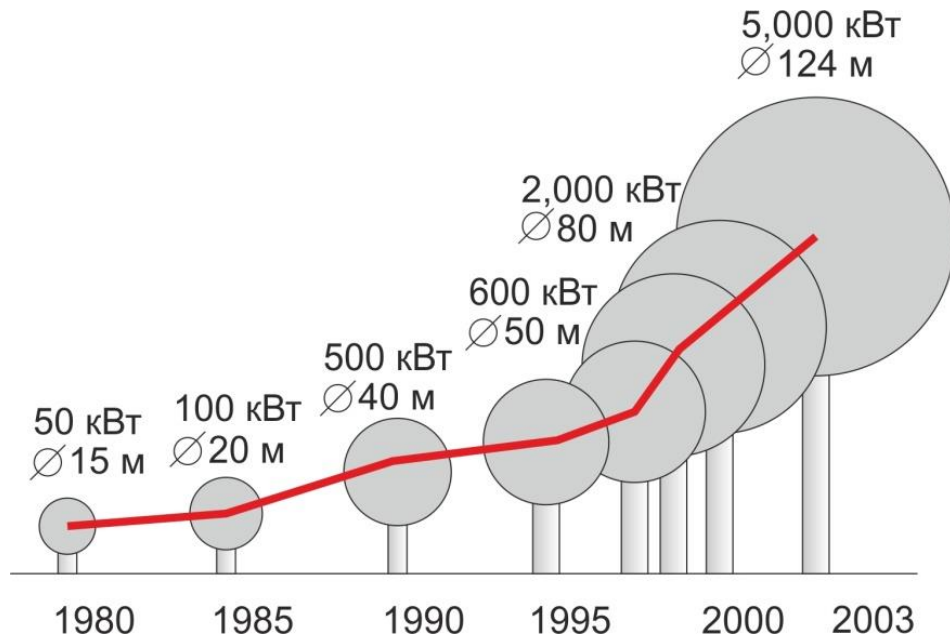


Рис.1 Розвиток комерційних ВЕУ



# Матеріали дослідження

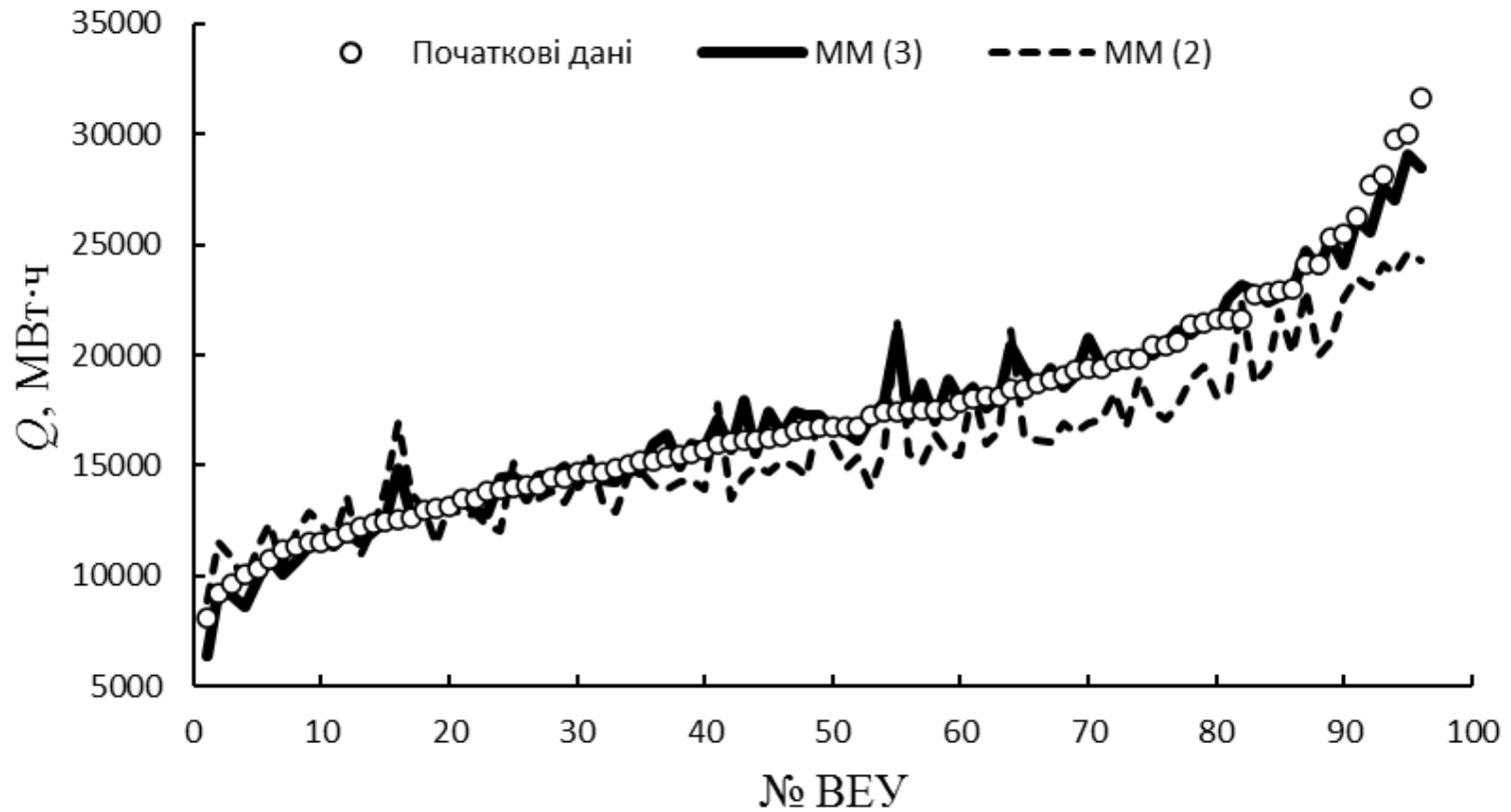


Рис.2 Графічне зображення оцінок прогнозування різними ММ

## Висновки

1. Вперше з'ясовані та вказані наукові історичні витoki виникнення постулату про підвищення ефективності ВЕУ зі зростанням її номінальної потужності, що існує до цього дня і практично стало світовою тенденцією.
2. Вперше роз'яснено неспроможність та згубність оцінки ефективності ВЕУ за параметром її номінальної потужності.
3. Вперше запропоновано наукову гіпотезу натомість діючого постулату про багатofакторний вплив різних параметрів ВЕУ (номінальної потужності, діаметра та висоти осі ВК та ін.) на ефективність їх роботи та про диференціальний підхід до оцінки кожного з факторів впливу.
4. Вперше запропоновано ММ річного виробітку електроенергії ВЕУ для різних діапазонів номінальної потужності. Доцільно продовжити дослідження впливу підвищення номінальної потужності на коефіцієнти ММ річного виробітку.

**Дякую за увагу!**