

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

“ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВІТРОУСТАНОВОК В СКЛАДІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ”

Виконала: ст. гр. ЕС-17м
Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСС

Пташинська Я.В.
Малогулко Ю.В.

Актуальність

Розвиток вітрової енергетики, що спостерігається за останні час, обумовлений державною політикою сприяння розвитку альтернативних джерел енергії. Проте наразі відсутні науково обґрунтовані обсяги вітроенергетичних потужностей, які можливо розмістити в окремих регіонах України, виходячи з наявності вітру, економічної доцільності, екологічної безпеки, збереження стійкої роботи об'єднаної енергосистеми України, потреби в електроенергії в районах розміщення вітроелектростанцій тощо.

Потенціал вітрової енергії, який може бути використаний до 2030 р., оцінюється в 16 ГВт, причому щорічно можна виробляти від 25 до 30 ТВт·год. електроенергії. Крім того, Агентство з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів вважає, що до 2050 р. може використовуватись до 30 ТВт·год. вітрової енергії, тоді як загальний технічний потенціал вітрової енергії складе 42 ТВт·год. В українській Енергетичній стратегії планується, що до 2030 р. в Україні 2 ТВт·год. електроенергії будуть вироблятися вітровими установками. Це означає, що здійснене у 2005 р. державне планування задає показник, який приблизно на 90% менший від потенціалу, оцінюваного Агентством з питань забезпечення ефективного використання.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є дослідження ефективності встановлення вітрових електроустановок та дослідження їх роботи в електричній мережі.

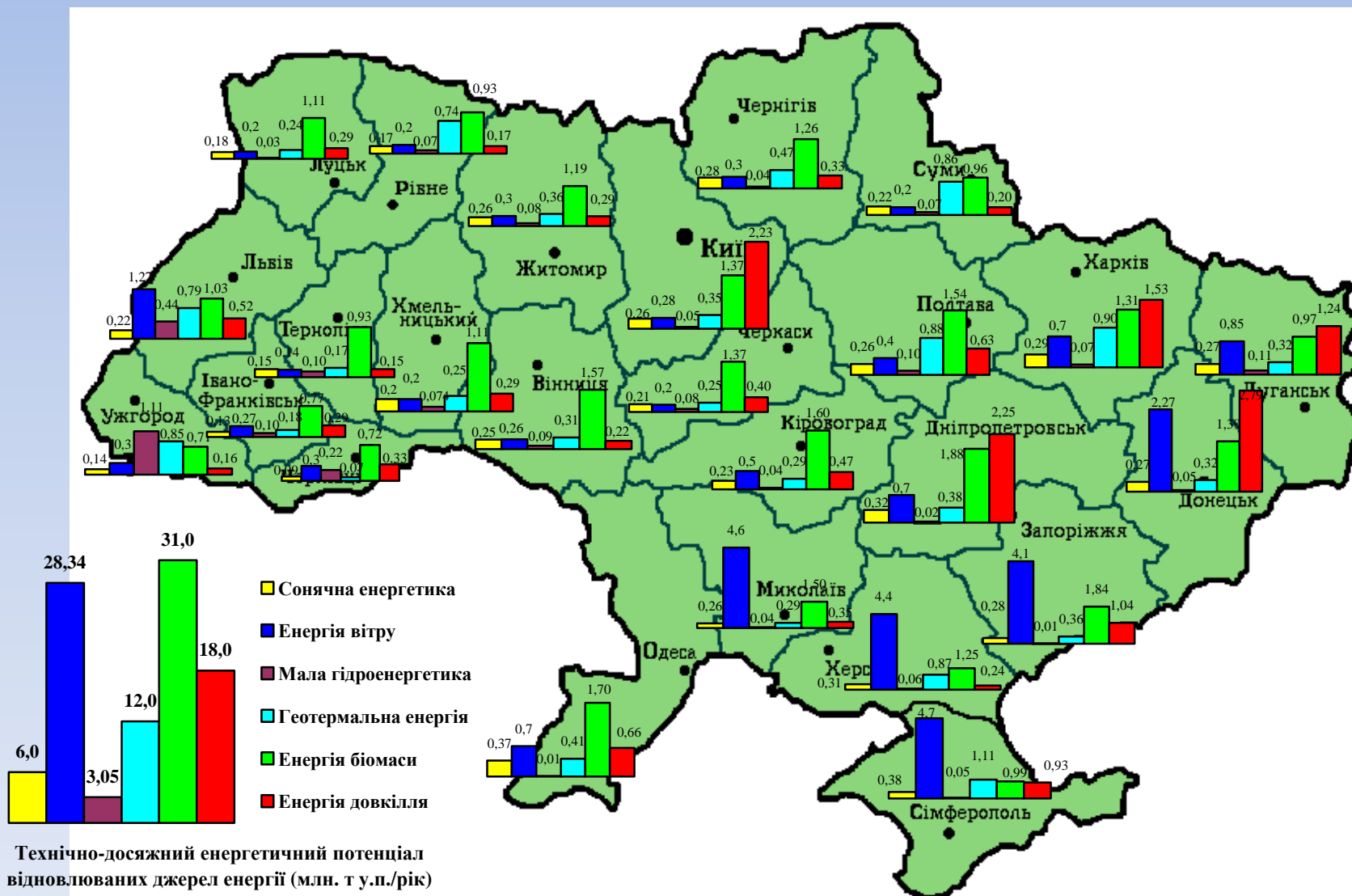
Основними **задачами дослідження** є такі:

- аналіз стану та перспектив розвитку вітроенергетики в Україні;
 - дослідження конструктивних особливостей вітроустановок різних типів;
 - порівняння ефективності схем приєднання вітроустановок до електричної мережі;
- дослідження впливу ВЕС на електричну мережу.

Об'єкт дослідження: вітроелектричні установки.

Предмет дослідження – методи оптимізації транспортування електроенергії у розподільних електричних мережах шляхом приєднання вітрової електростанції.

Технічно-досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії (млн. т у. п.)



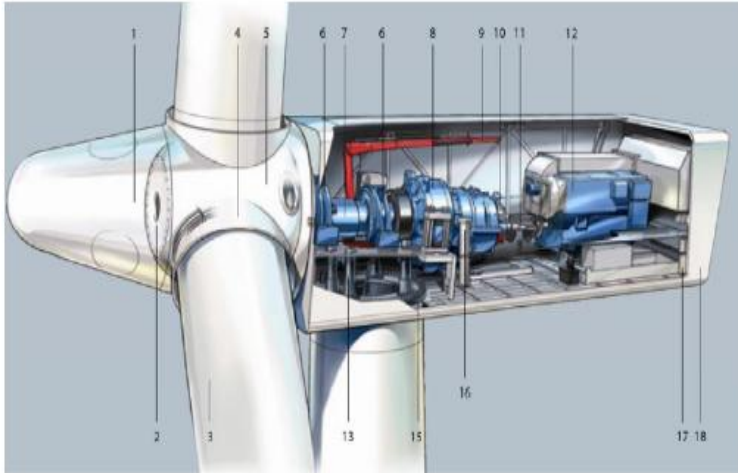
Потенціал відновлюваної енергетики в Україні

№	ВДЕ	Річний технічно-досяжний потенціал	
		млрд. кВт·год/рік	млн. т у.п./рік
1.	Вітроенергетика	79,8	28
2.	Сонячна енергетика , в тому числі:	38,2	6
2.1.	– електрична	5,7	2
2.2.	– теплова	32,5	4
3.	Мала гідроенергетика	8,6	3
4.	Біоенергетика, в тому числі:	178	31
4.1.	– електрична	27	10,3
4.2.	– теплова	151	20,7
5.	Геотермальна теплова енергетика	97,6	12
6.	Енергія довкілля	146,3	18
Загальні об'єми заміщення традиційних ПЕР		548,5	98

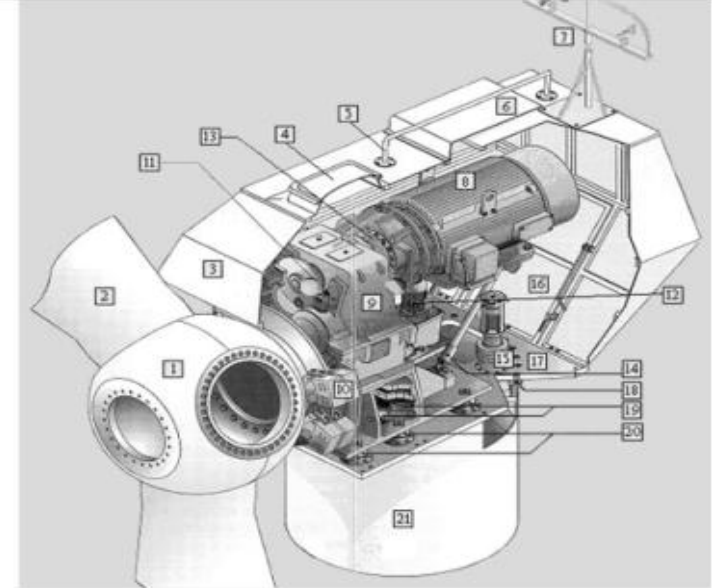
ВЕС на карті України



Конструктивне компонування гондол ВЕУ великої потужності провідних фірм світу



- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 – Оголовок ротора; | 10 – Гальмівний диск; |
| 2 – Кріплення оголовка ротора; | 11 – Зчеплення; |
| 3 – Лопать; | 12 – Генератор; |
| 4 – Підшипник лопаті; | 13 – Привод нищпорення гондоли; |
| 5 – Вітроколесо; | 14 – Вежа; |
| 6 – Корінні підшипники; | 15 – Кільце нищпорення гондоли; |
| 7 – Головний вал; | 16 – Масляний фільтр; |
| 8 – Редуктор (мультиплікатор); | 17 – Генератор; |
| 9 – Кран для обслуговування; | 18 – Корпус гондоли |

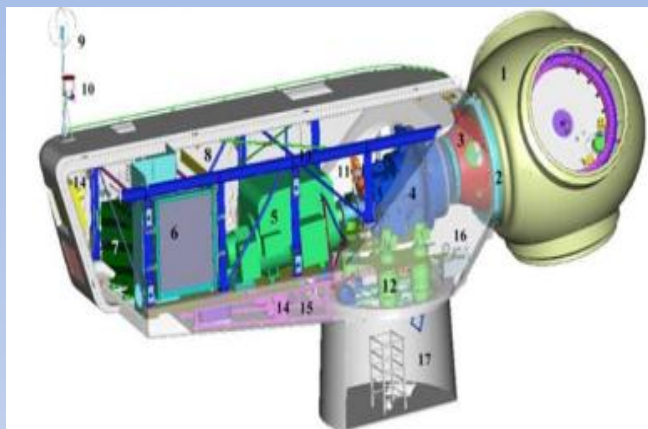


- | | |
|--|---|
| 1 – оголовок ротора; | 11 – вторинний гальмо; |
| 2 – лопать; | 12 – гідралічний агрегат; |
| 3 – звукоізольована гондола; | 13 – еластична муфта; |
| 4 – скляна кришка; | 14 – кріплення генератора; |
| 5 – огорожа безпеки; | 15 – двигун повороту гондоли; |
| 6 – вентиляційний люк; | 16 – люк для обслуговування; |
| 7 – метеостанція: датчики швидкості і напрямку вітру, блискавковідвід; | 17 – підстава гондоли (плита); |
| 8 – генератор; | 18 – болти кріплення плити до поворотного кільця; |
| 9 – редуктор; | 19 – гальмо поворотного механізму; |
| 10 – робочий гальмо; | 20 – гасителі вібрації; 21 – башта |

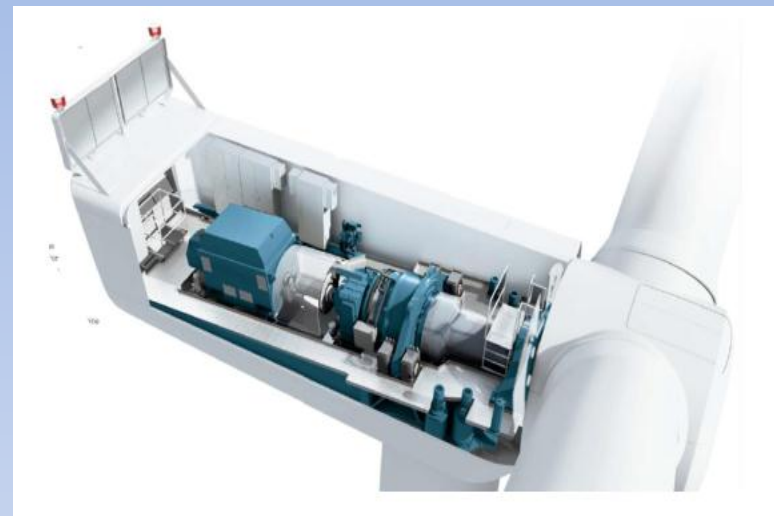
SWT-3.6-107 потужністю 3,6 МВт фірми Siemens

TW 600 потужністю 600 кВт фірми Tacke Windtechnik

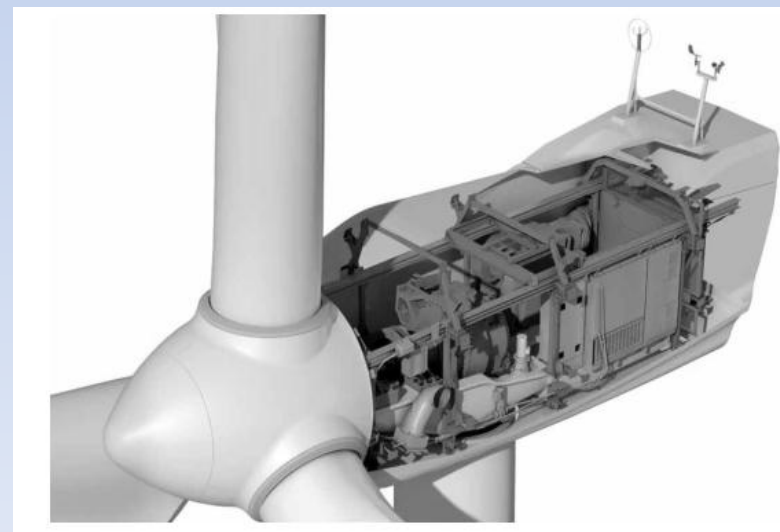
Конструктивне компонування гондол ВЕУ великої потужності провідних фірм світу



- | | |
|--|--|
| 1. Обтічник ротора; | 10. Габаритний вогонь; |
| 2. Головний підшипник; | 11. Механічний гальмо; |
| 3. Муфта зчеплення валів; | 12. Привід обертання гондoli навколо вертикальної осі; |
| 4. Редуктор; | 13. Траверса крана; |
| 5. Генератор; | 14. Водяне охолодження; |
| 6. Комутаційне обладнання з контролером; | 15. Система змащення; |
| 7. Трансформатор; | 16. Мазило головного підшипника; |
| 8. Інвертор; | 17. Башта |
| 9. Датчик вітру; | |



N117/3000 потужністю 3,0 МВт Nordex AG



G114-2.5MW потужністю 2,5 МВт фірми Gamesa

FL2500 потужністю 2500 кВт фірми
Fuhländer Виндтехнолоджи,
(виготовляється в м. Краматорськ, Україна)

Типи вітроприймних пристроїв

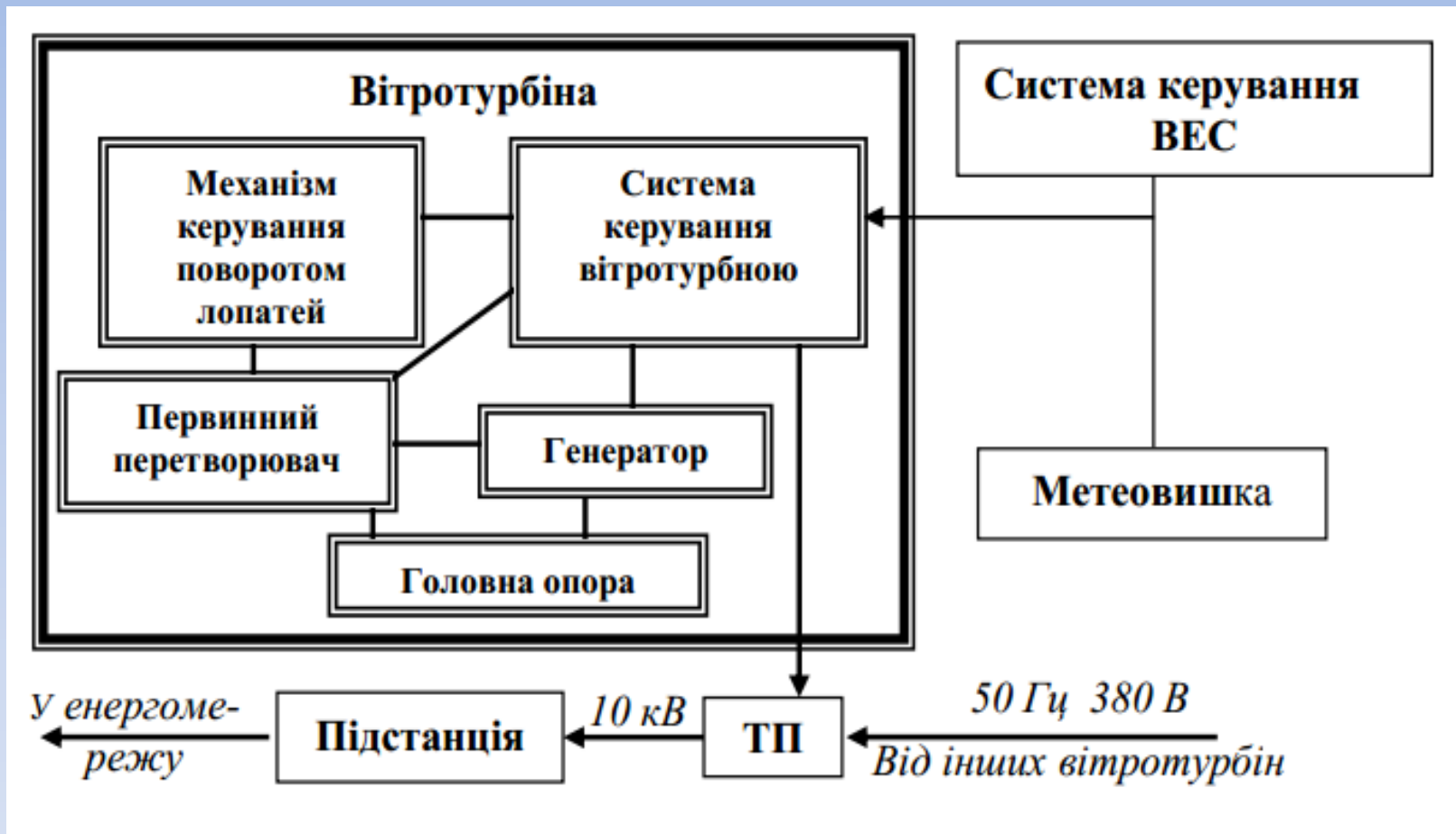


Горизонтально-осьові ВЕУ

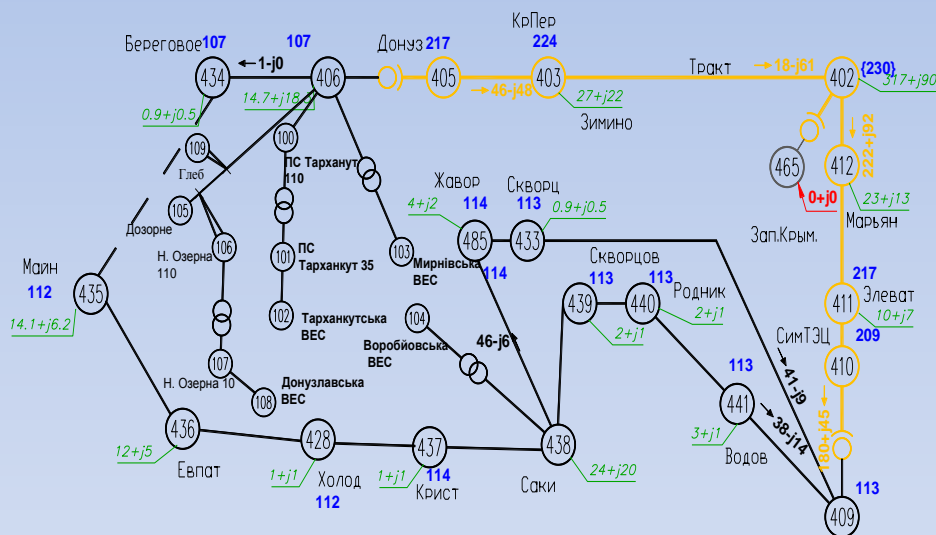


Вертикально-осьові ВЕУ

Функціональна схема ВЕУ



Результати визначення втрат, зумовлених функціонуванням окремих ВЕС



Фрагмент схеми «Кримської ЕС»

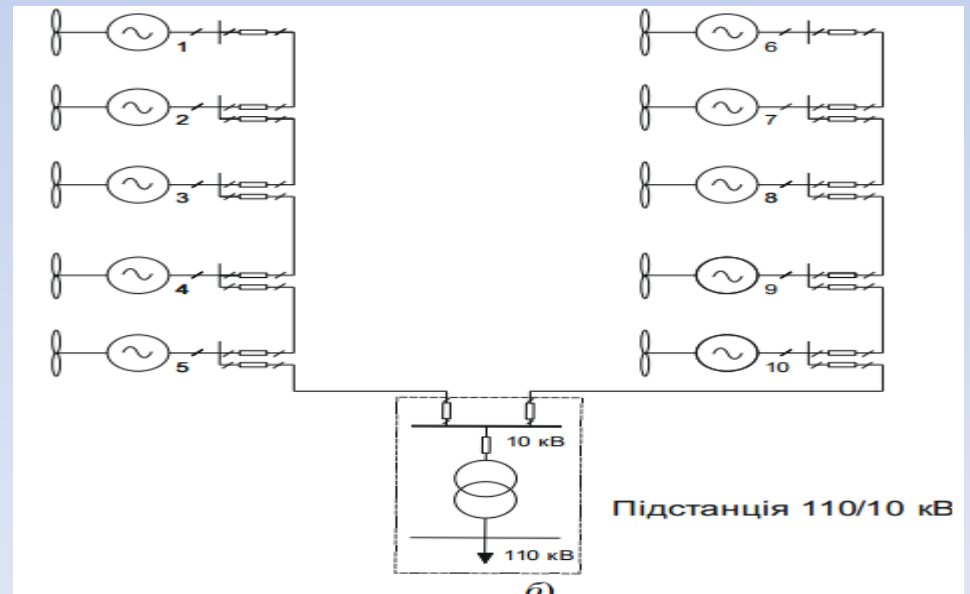
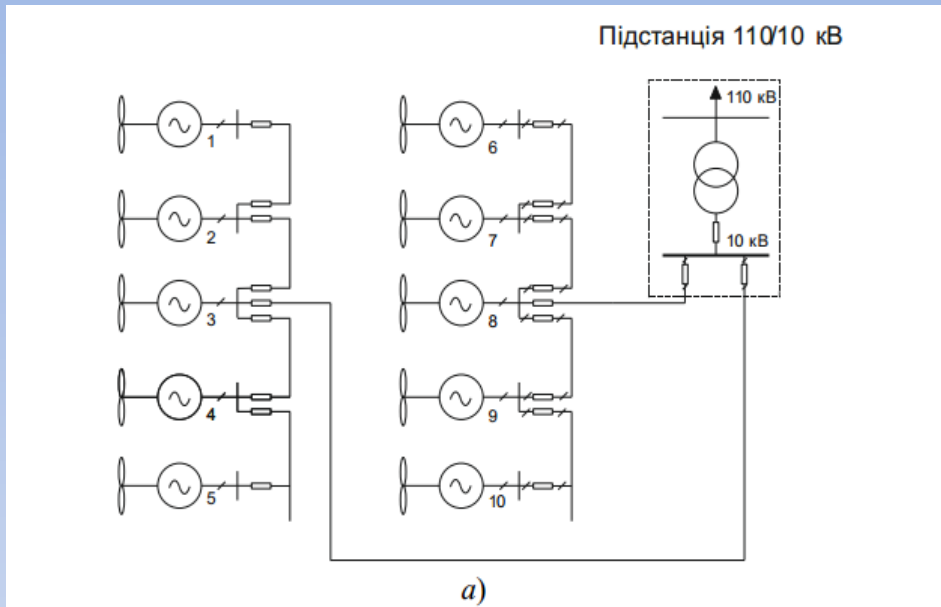
Таблиця 1- Розподіл втрат потужності у режимі роботи АГ із споживанням реактивної потужності

№ вузла	Розрахункова потужність вузла		Коефіцієнти розподілу втрат потужності	Втрати активної потужності від вузла, МВт
	P_r , МВт	Q_n , МВАр		
108	10,9	8,18	-0.138+0.227j	0,347
104	2,3	1,73	-0.061-0.363j	-0.559
103	16,7	12,52	-0.12+0.136j	-0.306
102	13,8	10,35	-0.123+0.151j	-0.133

Таблиця 2 - Розподіл втрат потужності у режимі роботи АГ з компенсацією реактивної потужності

№ вузла	Розрахункова потужність вузла		Коефіцієнти матриці розподілу втрат потужності	Втрати активної потужності від вузла, МВт
	P_r , МВт	Q_n , МВАр		
108	10,9	0	-0.009+0.151j	-0.103
104	2,3	0	-0.055-0.326j	0.069
103	16,7	0	-0.032+0.103j	-0.542
102	13,8	0	-0.028+0.112j	-0.387

Варіанти принципів схем електричних з'єднань ВЕС



Структура вартості будівництва вітроустановки потужністю 2 МВт

Компоненти	Середня вартість, євро/кВт	В % від загальної вартості	В % від вартості вітроустановки
Вартість турбіни, включаючи транспортування	928	75,6	100,00
Фундамент	80	6,5	8,62
Електроапарати	18	1,5	1,94
Підключення до мережі	109	8,9	11,75
Системи керування	4	0,3	0,43
Консультації	15	1,2	1,62
Земля	48	3,9	5,17
Фінансове забезпечення	15	1,2	1,62
Дорога	11	0,9	1,19
Разом	1228	100	132,33

Висновки

- 1. Перехід до розширеного використання розосереджених джерел енергії, а саме вітроелектроустановок, дозволить вирішити ряд існуючих проблем, пов'язаних з забрудненням навколишнього середовища та глобальним потеплінням, зменшить загрозу енергетичної та економічної кризи. Спираючись на результати теоретичних та практичних досліджень техніко-економічних аспектів проектування й експлуатації ВЕУ в Україні, показано можливість і доцільність їх застосування.
- 2. Результати дослідження впливу ВЕУ на втрати електроенергії в електричних мережах дозволяють стверджувати, що у більшості випадків для ВЕС їх робота призводить до зменшення втрат. Запропоновано структурну схему, що дозволить забезпечити децентралізацію функцій керування.
- 3. Виробництво електричної енергії за рахунок відновлюваних джерел її транспортування та розподіл в умовах децентралізації генерування пов'язані з необхідністю узгодження інтересів окремих учасників енергообміну. Ця комплексна задача не може бути розв'язана без розвитку інформаційної інфраструктури та інтелектуалізації систем керування. Втрати електроенергії на її транспортування від РДЕ до ЕМ енергоринку, або до окремого споживача згідно договору на її постачання можуть виступати важелем впливу на функціонування таких станцій. Таким чином можна забезпечити участь РДЕ у вирішенні комплексної задачі підвищення ефективності функціонування ЕМ на взаємовигідних умовах.
- 4. Досліджено безпеку роботи вітроустановок в складі електроенергетичної системи в буревію та ЕМІ. Для забезпечення роботи надійної роботи ЕЕС необхідно встановлення спіральних та маятникових гасителів вібрації. Для захисту елементів ЕЕС від дії ЕМІ необхідне встановлення різних захисних екранів.