

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра електричних станцій та систем

# Вітрові електростанції в електричних мережах

Керівник: д.т.н., професор

Лежнюк П. Д.

Студентка гр. ЕС-17м

Бойко А.В.

# Завдання

- розглянути поняття вітрових електростанцій, визначити їх переваги та недоліки;
- ознайомитися з історією розвитку ВЕС в світі та Україні;
- виявити технічні особливості та обслуговування вітрових установок;
- визначити особливості приєднання ВЕС до електричної мережі
- вивчити принцип роботи;

Метою роботи є визначення технічних особливостей ВЕС, експлуатації та обслуговування, приєднання ВЕС до електричної мережі, порівняння переваг та недоліків, стан та перспективи розвитку ВЕС в світі та Україні, визначення найбільш ефективної стратегії покращення розвитку відновлюваної енергетики з урахуванням економічної ефективності підключення вітрових електростанцій до мережі.

Предметом бакалаврської роботи є підключення ВЕС до енергосистеми. Об'єтом роботи є вітромеханічні та вітроелектричні установки.

# Місце ВЕС у відновлюваній енергетиці



- Вітрові електростанції - це система відновлюваної енергетики, оскільки вітер – відновлюване джерело енергії. Саме тому вони так поширені серед різних країн світу, адже не потребують додаткових затрат, що надає значну перевагу перед іншими електростанціями.
- Найбільше поширення з установок, що приєднуються до мережі, сьогодні одержали вітроенергетичні установки (ВЕУ) з одиничною потужністю від 100 до 500 квт.
- Всього у світі в даний час нараховується близько 3 млн. вітроустановок, з них приблизно 3,5 тис. у країнах СНД.

# Переваги та недоліки

## • **Переваги**

- Переваги для довкілля. Відновлювальне джерело енергії, що зменшує залежність від викопного палива, скорочує рівень викидів парникових та інших шкідливих газів і сприяє боротьбі зі зміною клімату.
- Енергія вітру доступна практично в будь-якій країні й не залежить від коливання цін на викопне паливо, запаси якого невпинно скорочуються.
- Розширення світового ринку вітроенергетики призвело до значного падіння цін на енергію, що виробляється вітром. Сучасні ВЕУ щорічно виробляють у 180 разів більше електроенергії, ніж 20 років тому. При цьому кіловат виробленої енергії подешевшав щонайменше вдвічі.

## • **Недоліки**

- *Економічні недоліки* Відносно високі питомі інвестиції у вітроенергетичні проекти в порівнянні з традиційними галузями енергетики, що працюють на викопному паливі.
- *Екологічні недоліки:* шумові впливи, можлива шкода для птахів та інших видів тварин, стробоскопічний ефект у північних регіонах.
- Одне з основних обмежень розвитку вітроенергетики – це необхідність розташування установок у певних районах із високою інтенсивністю вітру. Інше обмеження полягає в необхідності виведення з експлуатації земель, які могли б бути використані під інші види господарської та природоохоронної діяльності.

# Проблеми встановлення ВЕС в електричні мережі

При встановленні ВЕС виникає дві актуальні задачі:

- Для заданої потужності ВЕС вибрати оптимальне місце приєднання;
- Для заданого місця приєднання вибрати оптимальну встановлену потужність ВЕС.

Якість ВЕС практично не призводить до підвищення надійності електропостачання споживачів, оскільки:

- Графіки видачі потужності ВЕС та споживання не співпадають;
- ВЕС не мають належних засобів регулювання напруги та частоти, щоб працювати автономно.

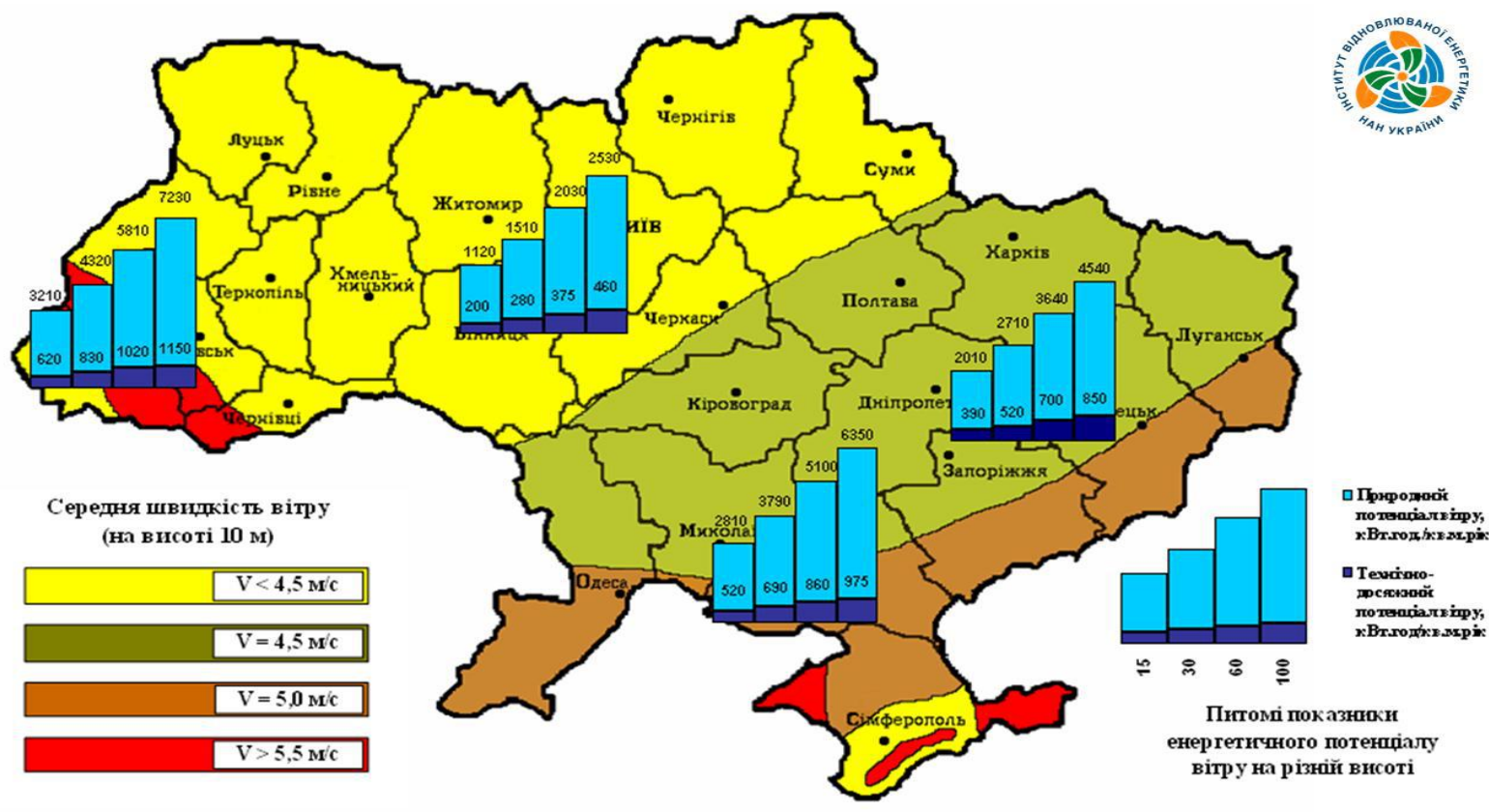
# Вітрові електростанції у світі

- Станом на кінець 2014 року на вітроелектрогенерацію ЄС припадало 128,8 ГВт встановлених потужностей із 134,0 ГВт всього в Європі (106,0 ГВт та 109,6 ГВт відповідно для 2012 року). Дані потужності забезпечують майже 10% виробництва електроенергії [Євросоюзу](#). В таких країнах як [Данія](#) та [Шотландія](#) вітрогенерація виробляє більше третини електроенергії.
- Вітроенергетика [Єврокомісією](#) віднесена до одних з [пріоритетних](#) напрямів розвитку електрогенерації. Щорічне зростання потужностей становить 13,1%
- У міру удосконалювання устаткування ВЕУ і збільшення обсягу їхнього випуску вартість ВЕУ, а значить і вартість виробленої ними енергії знижуються. Якщо в 1981 р. вартість електроенергії виробленої ВЕУ, складала приблизно 30 американських центів за квт./год, то сьогодні вона складає 6-8 центів.
- У 2014 році Євросоюз виділив 67 млн. євро на створення двох експериментальних плаваючих вітроелектростанцій потужністю 51 МВт.



Вітряна електростанція в Пеністон, [Південний Йоркшир](#), [Англія](#).

# Перспективи ВЕС в Україні



- Існуючі на сьогоднішній день в Україні потужності вітрових електростанцій перевищують 51 МВт, а з моменту, коли запрацювала перша вітчизняна вітрова електростанція, вироблено понад 80 млн кВт.год. електроенергії. За оцінками фахівців, загальна потенційна потужність української вітроенергетики становить 5000 МВт. Узбережжя Чорного та Азовського морів, гористі райони Кримського півострова (особливо північно-східне узбережжя) і Карпат, Одеська, Херсонська, Запорізька, Львівська і Миколаївська області найбільш підходять для будівництва вітрових електростанцій. Тільки потенціал Криму достатній для виробництва більш ніж 40 млрд кВт.год. електроенергії щороку.
- У світі Україна займає 14 місце за встановленою потужністю вітроагрегатів.

# Технічні особливості ВЕС

- Сьогодні запропоновано безліч варіантів механізмів для перетворення вітру в електричну енергію. Основним його елементом є вітроколесо. За принципом роботи та схемою будови вітроколеса вітрові електростанції поділяються на 3 класи:
  - крильчасті (пропелерні) — мають вітроколесо з лопатями, розташованими перпендикулярно до валу;
  - карусельні або роторні;
  - барабанні.
- Необхідно враховувати, що при розташуванні поруч кількох вітряків вони повинні розташовуватися не ближче ніж за три висоти один від одного аби не перехоплювати «чужий» вітер.
- Турбіни з горизонтальною віссю і високим коефіцієнтом швидкохідності мають найбільше значення коефіцієнта використання енергії вітру (0,46-0,48). Віротурбіни з вертикальним розташуванням осі менш ефективні (0,45), але мають ту перевагу, що не вимагають настроювання на напрямок вітру.



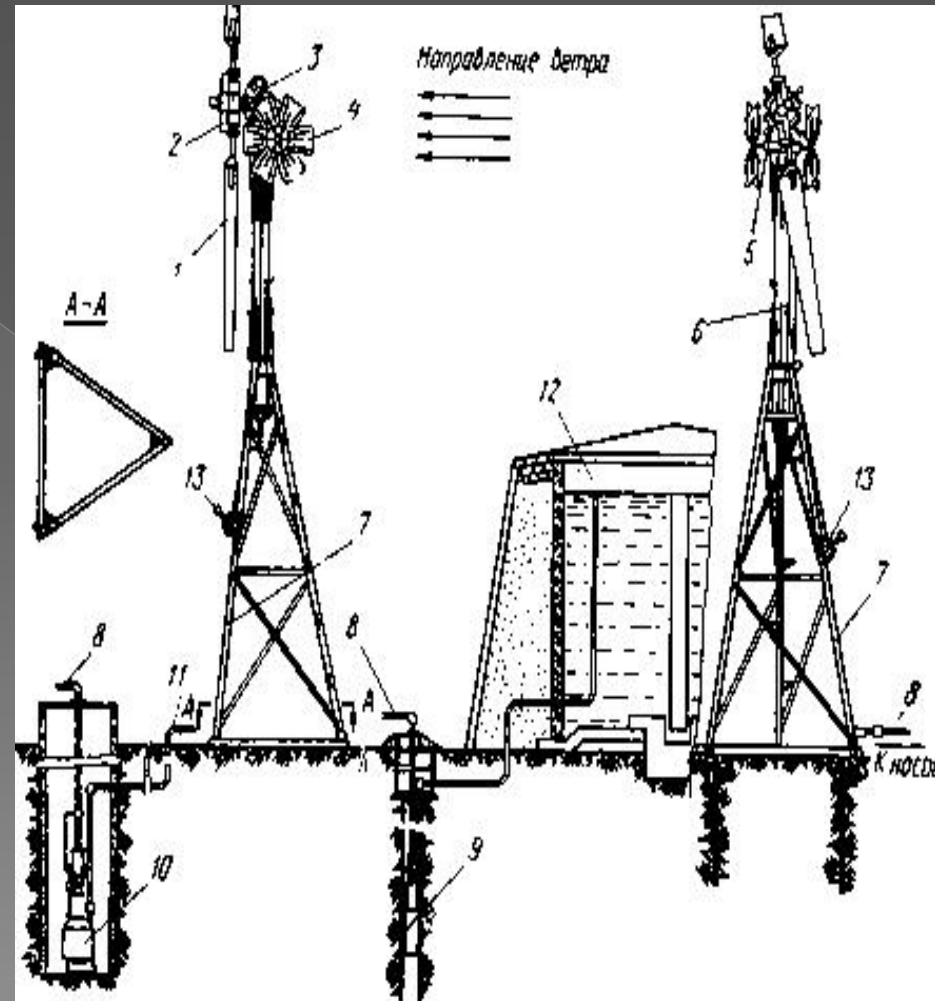
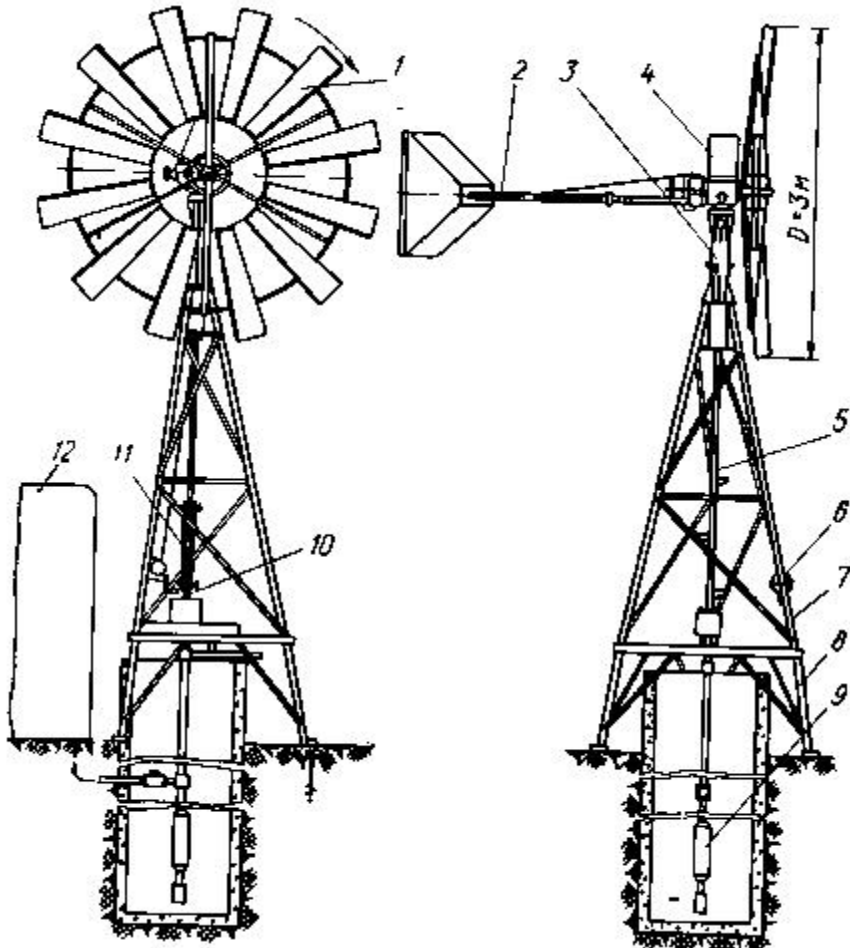
### а) вітропомеханічні агрегати

- 1 – ротор; 2 – хвіст; 3 – поворотний пристрій; 4 – гондола;  
5 – приводна штанга; 6 – пусковий механізм; 7 – опора;  
8 – основа; 9 – насос; 10 – штанга насоса; 11 – ручний привод;  
12 – резервуар

### б) вітроелектричні агрегати

- 1 – ротор; 2 – мультиплікатор; 3 – електрогенератор;  
4 – відрози; 5 – гондола; 6 – опора; 7 – основа;  
8,11 – трубопровід; 9 – запурений насос;

- 4 – відрози; 5 – гондола; 6 – опора; 7 – основа;



# Проблеми експлуатації промислових вітроустанов

- - велика кількість вітрових електроустановок (ВЕУ), розміщених на великих територіях під відкритим небом, що не мають огороження;
- - основне устаткування ВЕУ розташоване на висоті;
- - електромагнітне випромінювання від ВЕУ, яке може впливати на роботу систем радіозв'язку;
- - неможливість сталого забезпечення виробництва електроенергії;
- - розкидання деталей на значні відстані у разі аварійного руйнування ротора ВЕУ;
- - високий ступінь автоматизації керування роботою ВЕУ;
- - залежність роботи ВЕС від швидкості вітру;

# Технічне обслуговування ВЕУ

- Здійснюється виїзними бригадами, кожна з яких складається не менш ніж із двох осіб;
- Усі перевірки й випробування систем ВЕУ повинні виконуватися відповідно до інструкцій заводу-виробника і НД;
- Регламент технічного обслуговування повинен передбачати:
  - візуальний огляд устаткування;
  - контроль кріплення-устаткування і вузлів;
  - перевірку справності систем автоматики, захистів і діагностики (у тому числі тестування);
  - проведення спеціальних вимірів, перевірок, регулювання і змащення вузлів, облік окремих деталей, які вичерпали ресурс;
  - заміну оливи, деталей чи вузлів, зношених у процесі експлуатації;
  - відновлення лакофарбових покриттів у разі їхнього пошкодження;
  - перевірку й випробування електричного устаткування.

Дякую за увагу!