

**Дурас М.В.**

Національний науковий центр

«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

## ТИПИ АВТОНОМНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ УКРАЇНИ ТА СПОСОБИ ЇХ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО СПОЖИВАЧІВ

У статті проведено вибір автономних джерел електроенергії, що використовуються на території України. Виконано їх класифікацію за різними ознаками та наведено опис. Розглянуто схеми під'єднання до споживачів вітрових, сонячних і біогазових установок.

**Ключові слова:** джерела електроенергії, відновлювальні джерела електроенергії, автономні джерела електроенергії, сонячна батарея, вітрогенератор, гідроелектростанція, біогазова установка, когенератор, міні-ТЕЦ, дизель-генератор, бензиновий генератор, газогенератор.

**Постановка проблеми.** Останнім часом діюча енергосистема в Україні та світі не в змозі забезпечувати в повному та якісному обсязі потреби населення. Усе більшого поширення набувають автономні джерела електроенергії. З розвитком технологій неважко знайти необхідне обладнання, але головною проблемою залишається обрати найвигідніший тип і схему, що задовольняють потреби споживачів у повному обсязі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Станом на поточний час проблемами систематизації та вибором найдосконаліших і найдоречніших автономних джерел електроенергії займається низка науковців, серед яких варто відмітити А.К. Курманова, Д.О. Кулагіна, Н.Н. Гладишева та інших.

**Постановка завдання.** Розгляд наявних типів автономних джерел електроенергії, їх класифікація та схеми підключення до споживачів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Існує декілька класифікацій електроенергетичних ресурсів:

1. За типом відновлення: відновлювані, невідновлювальні.
2. За ступенем автономності: автономні, неавтономні, автономні, пов'язані з енергосистемою.

До відновлювальних джерел електроенергії належать вітер, сонце, вода, біомаса.

До невідновлюваних зараховують нафтопродукти, вуглеводневий скраплений/природний газ, вугілля, ядерну енергію [1].

Автономні джерела – це джерела енергопостачання, не пов'язані із централізованими системами тепло- та електропостачання.

За призначенням автономні джерела поділяють:

- для вироблення тільки теплової енергії (так звані модульні котельні);

- для вироблення теплової та електричної енергії (когенераційні установки, міні-ТЕЦ);
- для вироблення, крім теплової та електричної енергії, холоду (тригенераційної установки);
- автономні джерела, що виробляють тільки електричну енергію [2].

**Основні типи автономних джерел електроенергії України:** вітроелектростанції; сонячні електростанції; гідроенергетичні установки; когенераційні біогазові установки; дизель-/газо-/бензогенератори.

### Вітроелектростанції (ВЕС)

Є різні види роторів вітрогенераторів (рис. 1–3) [3].

Для електростанцій великої потужності зазвичай використовують горизонтальну вісь обертання, для побутових споживачів – як з вертикальною віссю обертання, так і з горизонтальною. До ортогональних роторів належать ротори Дар'є та гелікоїдний ротор.

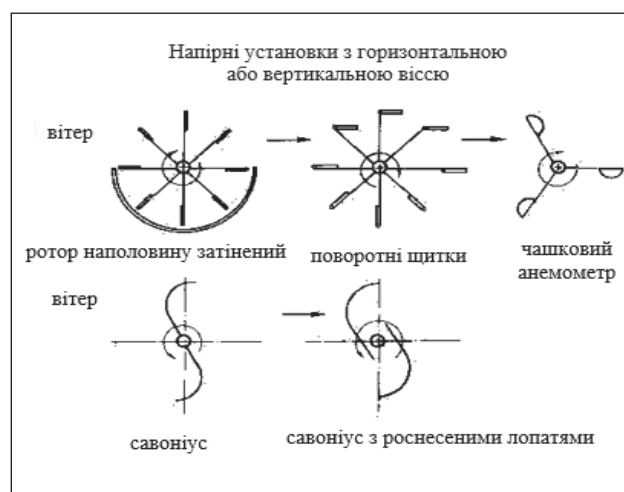


Рис. 1. Напірні установки з горизонтальною або вертикальною віссю

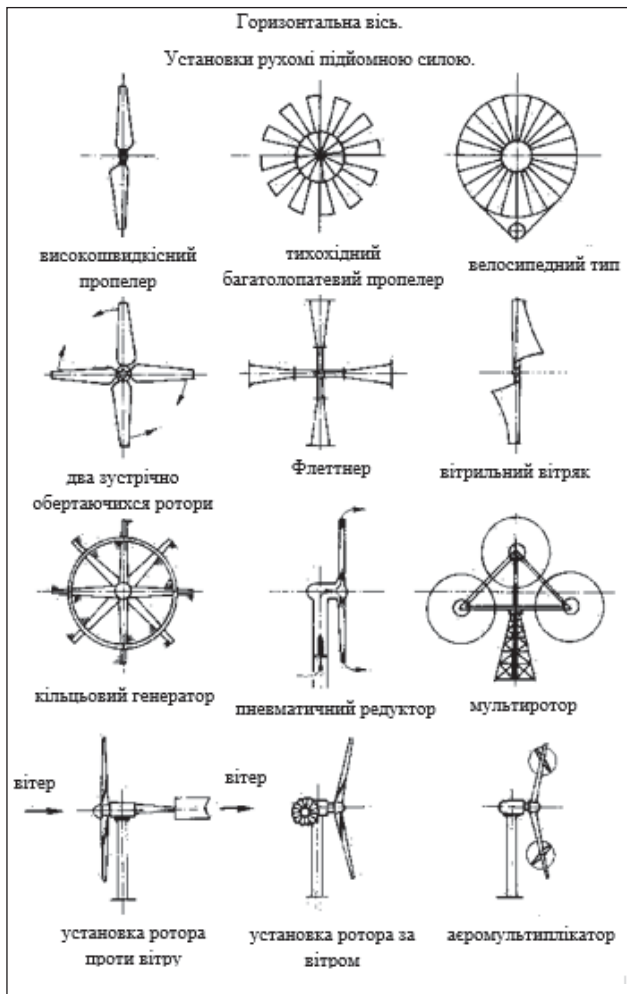


Рис. 2. Ротори вітрогенераторів з горизонтальною віссю обертання

Однією із цікавих новинок є вітряки Ленца. Замість звичайних підшипників у вертикальних осях, які часто виходить з ладу через постійне механічне навантаження, використовуються магнітні [4].

Згідно з даними компанії «Апеком», існують кілька типів підключення вітроенергетичних установок (далі – ВЕУ) у мережу побутового споживача.

За типом споживача розрізняють:

- автономні ВЕУ (off-grid);
- мережеві ВЕУ (on-grid).

Автономні ВЕУ використовуються з акумуляторами. Зазвичай через непостійність вітру вони використовуються спільно з мережею, дизель-генераторами чи сонячними панелями. У випадку використання мережевих ВЕУ працюють спільно з мережею, але не вимагають акумуляування електроенергії. Надлишки енергії вітру спрямовуються в загальну мережу [5].

На рисунках нижче подано варіанти підключення вітроустановок до споживачів.

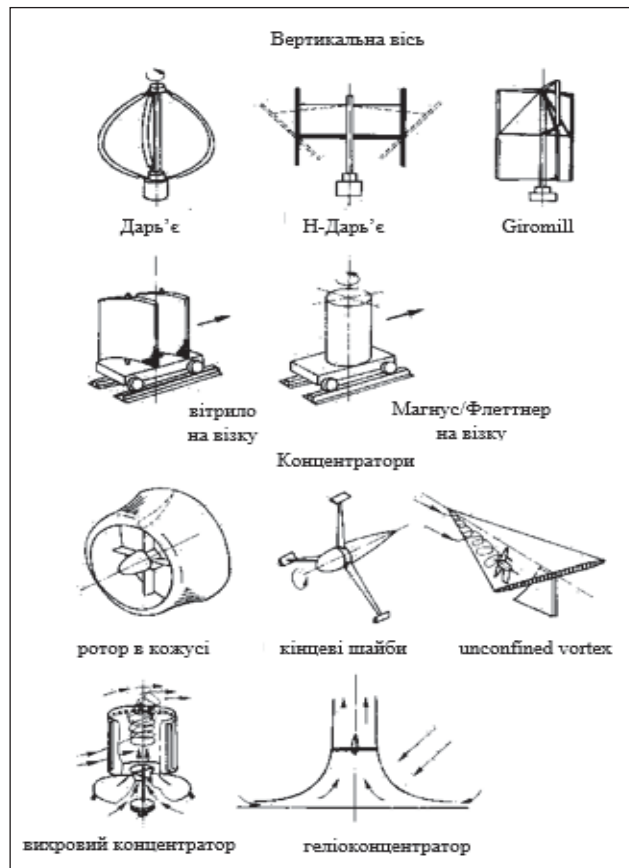


Рис. 3. Ротори вітрогенераторів з вертикальною віссю обертання

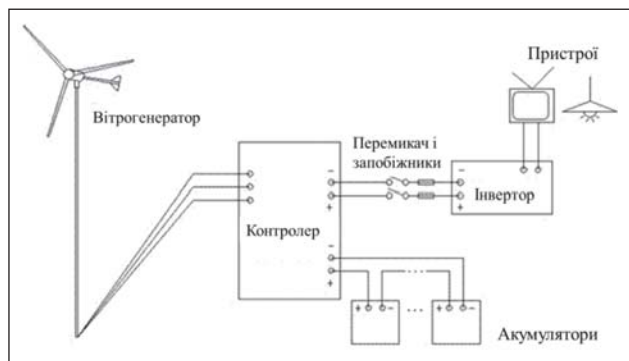


Рис. 4. Схема автономної off-grid системи

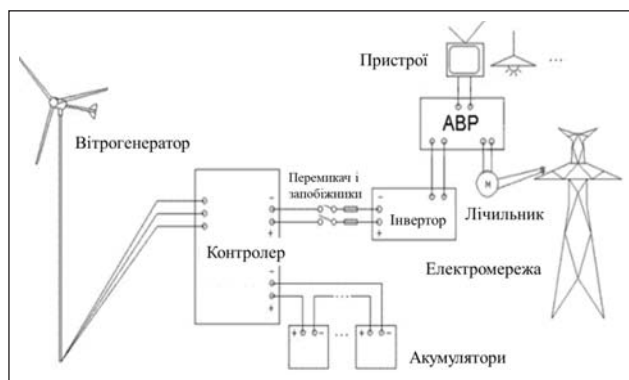


Рис. 5. Схема автономної off-grid системи паралельно з мережею

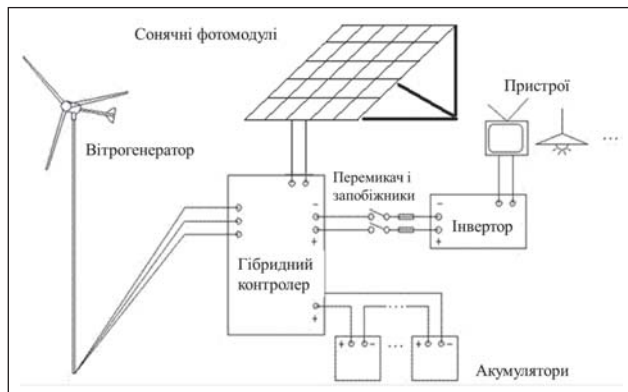


Рис. 6. Схема автономної off-grid системи гібридної із сонячними батареями

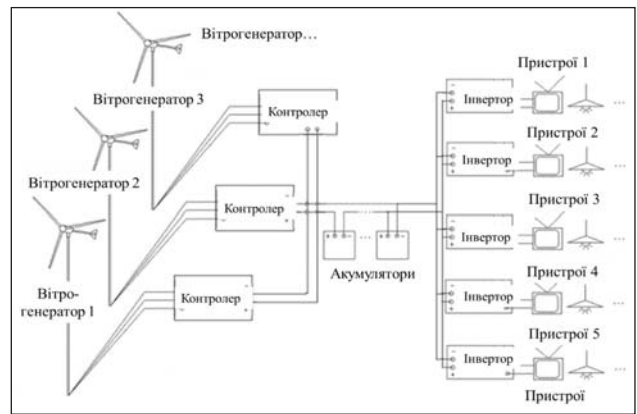


Рис. 9. Схема автономної off-grid системи з особистою локальною мережею

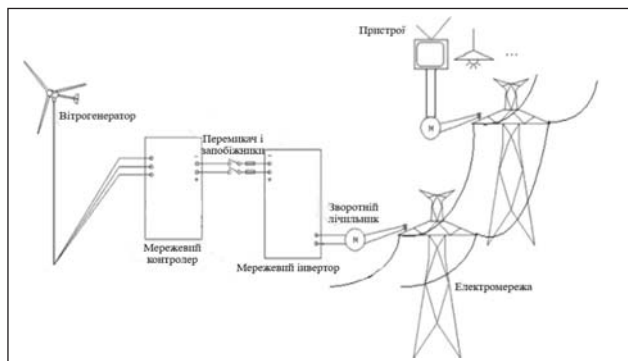


Рис. 7. Схема автономної on-grid системи

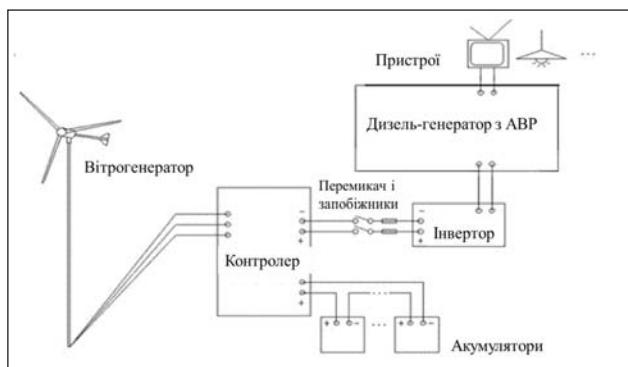


Рис. 8. Схема автономної off-grid системи гібридної з дизель-генератором

У термодинамічних – тепла енергія сонця перетворюється в механічну, а механічна – в електричну, застосовуються при великих інвестиціях і на великі потужності.

Фотоелектричні станції перетворюють сонячну енергію прямо в електроенергію [6]. Як автономні джерела електроенергії для промислових і побутових споживачів в основному використовують фотоелектричні СЕС. Застосовують як резервні та як автономні фотоелектричні системи.

Існує декілька варіантів використання фотоелектричних систем споживачами. Загальні приєднання сонячних панелей ідентичні схемам приєднання вітроенергетичних установок до споживачів.

### Сонячні електростанції (далі – СЕС)

Сонячні електростанції поділяються на термодинамічні та фотоелектричні (рис. 10).

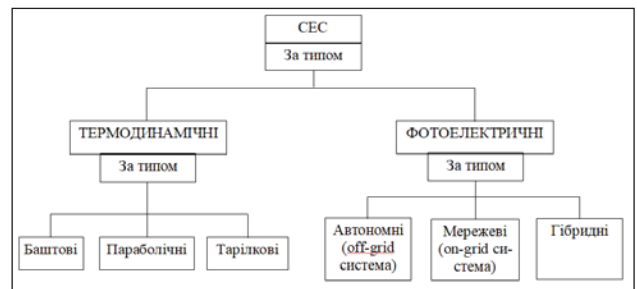


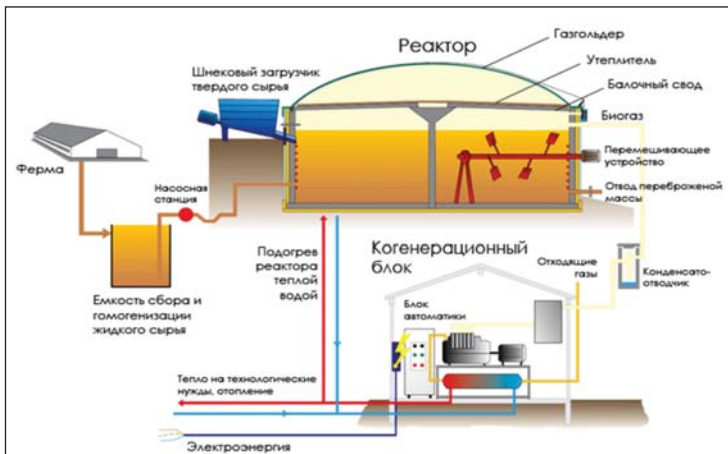
Рис. 10. Класифікація сонячних електростанцій

### Гідроелектростанція (далі – ГЕС)

Гідроелектростанції входять до складу гідровузлів. Гідровузлу – це комплекс споруд для одержання електроенергії, водопостачання та інших потреб. Для побутових споживачів використовуються зазвичай міні- й мікроГЕС.

Міні- й мікроГЕС – це мобільні або переносні гідроенергетичні установки. До таких установок належать мікроГЕС рукавного типу й установки з вільнотекучими турбінами. МікроГЕС рукавного типу – для використання енергії води на передгірних і гірських ділянках річок зі значними ухилами дна річки та великими швидкостями потоку [7].

Типи міні-ГЕС залежно від принципу роботи: 1. Водяне колесо – це колесо з лопатями, встановлене перпендикулярно поверхні води, найбільш простий варіант для саморобної ГЕС; 2. ГЕС – гірлянда – трос, із жорстко закріпленими на ньому роторами, зануреними у воду; 3. Ротор Дар'є – це вертикальний ротор, який обертається за рахунок різниці тисків на його лопатях, застосовується для промислових мікроГЕС; 4. Пропелер – це підводний «вітряк» з вертикальним ротором, підходить у тому випадку, якщо русло річки більше ніж 10 м у ширину [8].



**Рис. 11. Технологічна схема отримання біогазу, добрива та електроенергії з тваринницьких відходів у сільському господарстві [10]**

Біогазова установка – пристрій для переробки органічних відходів у біогаз та органічні добрива. Біогазова станція – комплекс споруд, що складається з пристроїв для підготовки сировини, виробництва біогазу й добрив, очищення та зберігання біогазу, виробництва електроенергії й тепла [9]. А.К. Курманов у статті наводить класифікацію біогазових установок за принципом використання газу: електричної й теплової енергії (рис. 11), для виробництва теплоти, для виробництва газу [10, с. 174].

#### Дизель-/газо-/бензогенератори

Найчастіше дизель-генератори класифікують за типом виконання: тропічний, північний, мор-

ський (відповідно до кліматичних умов); стаціонарний або мобільний (дизель-генератор на причепах); з шумопоглинаючими ґратами (кожухом) і без. Д.О. Кулагін, Д.В. Яценко та О.В. Яценко розробили класифікацію дизель-генераторних електромеханічних систем за тяговими категоріями [11, с. 143].

Класифікація бензогенераторів за типом: 1. Рамні. Найбільш поширені бензогенератори, більше застосовуються в побуті; 2. Інверторні. Компактні й сучасні пристрої для подачі більш стабільного і якісного електроживлення.

Газогенератори: пряма модель – для палива використовують бітумінозну «заправку» – вугілля або напівкокс; зворотна модель – для роботи використовуються смоляний матеріал [12].

**Висновки.** Україна має досить значний потенціал автономних енергоджерел. Використовуючи вищезазначені дані, для кожного регіону потрібно підбирати найбільш оптимальні з них. Окремі види джерел вимагають більшого вивчення. Зважаючи на політичний, економічний та екологічний напрями розвитку нашої держави, можна підсумувати, що вибір автономних відновлювальних джерел електроенергії стає одним із пріоритетних та основних напрямів енергетики.

#### Список літератури:

1. Виды источников энергии и их использование. URL: <http://beelead.com/vidy-istochnikov-energii/> (дата звернення: 20.07.2018).
2. Гладышев Н.Н., Короткова Т.Ю. Автономные источники тепловой и электрической энергии малой мощности: учебное пособие. Санкт-Петербург: СПбГТУ, 2010. 323 с.
3. Хайнер Дёрнер. Философия конструирования ветроустановок. URL: [http://rosinmn.ru/VETRO\\_sein\\_oder\\_nicht\\_sein.html](http://rosinmn.ru/VETRO_sein_oder_nicht_sein.html) (дата звернення: 21.07.2018).
4. Характеристики, классификация и отличия ветрогенератора Ленца. 2018. URL: <https://mirenergii.ru/energijavetra/xarakteristiki-klassifikaciya-i-otlichiya-vetrogeneratora-lenca.html> (дата звернення: 22.07.2018).
5. Ветрогенераторы. 2012. URL: <http://apekom.eu/vetrogenerator.html> (дата звернення: 22.07.2018).
6. Плачкова С.Г., Плачков И.В. Солнечная электроэнергетика. Энергетика: история, настоящее и будущее: научно-познавательное издание. 2013. URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-1/2-1-2> (дата звернення: 22.07.2018).
7. Плачкова С.Г., Плачков И.В. Гидроэнергетика. Энергетика: история, настоящее и будущее: научно-познавательное издание. 2013. URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-2/62-entsiklopediya/rozvitok-teploenergetiki-ta-gidroenergetiki/chastina-2-gidroenergetika/rozdil-4-osnovni-tipi-umovi-ekspluatatsiji-rezhimi-roboti-ges-i-gaes/174-4-1-osnovni-tipi-ges-i-sklad-sporud> (дата звернення: 23.07.2018).
8. Малые гидроэлектростанции (МГЭС). 2012. URL: [http://www.gigavat.com/mini\\_ges.php](http://www.gigavat.com/mini_ges.php) (дата звернення: 23.07.2018).
9. Биогазовая станция. АльтЭнерго. URL: <http://www.altenergo.su/biogas/> (дата звернення: 25.07.2018).
10. Курманов А.К. Совершенствование технологии производства биогаза. Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 3. С. 170–177.
11. Кулагін Д.О., Яценко Д.В., Яценко О.В. Класифікація дизель-генераторних електромеханічних систем по тяговим категоріям. Науковий вісник ТДАТУ. № 7. С. 141–147.
12. Где используются газовые генераторы. URL: <http://aqua-tehnik.ru/gazogenerator-dlya-vyrabotki-elektroenergii-na-prigodnom-gaze> (дата звернення: 26.07.2018).



## ТИПЫ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ УКРАИНЫ И СПОСОБЫ ИХ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ПОТРЕБИТЕЛЯМ

*В статье проведен выбор автономных источников электроэнергии, используемых на территории Украины. Выполнены их классификация по различным признакам и описание. Рассмотрены схемы подключения к потребителям ветровых, солнечных и биогазовых установок.*

**Ключевые слова:** источники электроэнергии, возобновляемые источники электроэнергии, автономные источники электроэнергии, солнечная батарея, ветрогенератор, гидроэлектростанция, биогазовая установка, когенератор, мини-ТЭЦ, дизель-генератор, бензиновый генератор, газогенератор.

## TYPES OF UKRAIANAIN AUTONOMOUS ELECTRIC ENERGY SOURCES AND HOW TO CONNECT THEM TO CONSUMERS

*The choice of autonomous electric energy sources used in Ukraine is given in the article. Their various grounds classification and the description is given. The schemes of connection to consumers of wind, solar and biogas installations are considered.*

**Key words:** electric energy sources, renewable electric energy sources, autonomous electric energy sources, solar cell, wind generator, hydro power plant, biogas plant, cogenerator, mini thermal power station, diesel generator, gasoline generator, gas generator.