



## АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Лисенко О. В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-11-74

**Анотація** – робота присвячена використанню відновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві. Проведений аналітичний аналіз використання відновлювальних джерел енергії для підвищення якості електроенергії в сільськогосподарському виробництві. Виконано оцінку можливого рівня збитків від низької якості електричної енергії на сучасних об'єктах АПК та проведений аналіз існуючих технологій використання відновлюваних джерел енергії. Електропостачання сільськогосподарських підприємств та інших невеликих об'єктів АПК, з точки зору електроспоживання об'єктів може бути здійснено за різними альтернативними варіантами: через мережу об'єднаної енергосистеми; комбіноване та автономне. Найбільш доступними видами відновлюваної енергії для малих споживачів є енергія сонячного випромінювання, вітру і біопалива. З огляду на значну зонально-кліматичну особливість відновлюваних джерел енергії, дослідження їх використання слід проводити для конкретних кліматичних зон, прагнучи при цьому до максимальних узагальнень отриманих результатів.

**Ключові слова** – якість електропостачання, відновлювані джерела енергії, збитки, сільськогосподарське виробництво.

**Постановка проблеми.** Відхилення показників якості електроенергії від нормованих значень призводить до негативних наслідків – наносяться збитки від порушення нормального ходу технологічних процесів, скорочується строк служби електрообладнання, зростають витрати і втрати електроенергії, виникають аварійні ситуації [1].

Починаючи з 50-х років, електрифікація сільського господарства України здійснювалася високими темпами. Розвиток державних енергосистем і приєднання до них сільських електричних мереж дозволили охопити централізованим електропостачанням близько 99 % господарств і завершити важливий етап електрифікації - забезпечення електроенергією споживачів у сільській місцевості. У



зоні децентралізованого електропостачання залишилися лише окремі господарства, розташовані переважно в західних районах країни й віддалені на значну відстань від мереж енергосистем. Побудовані в цей період сільські електричні мережі здебільшого в цей час відробили свій ресурс і вимагають заміни або реконструкції. Ситуація значно погіршилася у зв'язку з різким скороченням обсягів будівництва й реконструкції сільських розподільних електричних мереж в останні роки, починаючи з 2013 року, пов'язаним з фактичною відсутністю фінансування із централізованих державних джерел і нестачею коштів місцевих бюджетів і енергетичних підприємств [2].

Енергоефективність кожного об'єкта агропромислового комплексу (АПК) сприяє розвитку інфраструктури АПК в цілому. Створення матеріально-технічних умов для ефективного використання виробничого потенціалу АПК зменшує собівартість готової продукції. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва на пряму залежить від обслуговуючих галузей, підвищуються вимоги до якості обслуговування.

*Аналіз останніх досліджень.* Проблемам якості електричної енергії та надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів присвячена велика кількість робіт, де розглядаються технічні та організаційні шляхи її підвищення [1, 3].

Так в роботі [4] наведено результати досліджень впливу відхилення показників якості електроенергії на технологічні процеси на зернотоках, у спорудах захищеного ґрунту, овоче- та фруктосховищах. Проведений аналіз у роботі [5] розкриває вплив відхилення напруги і частоти струму на технологічну складову збитку в тваринництві та наведено методика визначення технологічної складової збитку при відхиленні показників якості електроенергії від номінального значення. Вирішенню питання незадовільної надійності електропостачання сільськогосподарських об'єктів присвячена робота [6]. У [7] проведений аналіз реструктуризації сільського господарства для використання електроенергії, наданої відновлюваними джерелами енергії.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою роботи є проведення аналітичного аналізу використання відновлювальних джерел енергії для підвищення якості електроенергії в сільськогосподарському виробництві. Оцінити можливий рівень збитків від низької якості електричної енергії на сучасних об'єктах АПК та провести аналіз існуючих технологій використання відновлюваних джерел енергії.



*Основна частина.* У сільському господарстві споживачі електроенергії розосереджені на значній території, а потужності їх порівняно невеликі. Це зумовлює деякі особливості електропостачання. Сільські електричні мережі здебільшого протяжні і мають невелику потужність.

Навантаження низьковольтних мереж сільських населених пунктів коливається від 3 до 8 кВт/км і становить у середньому 5 кВт/км, що значно менше, ніж навантаження мереж навіть невеликих міст, де воно становить 10–60 кВт/км. Тому електропостачання виробничих підприємств і населених пунктів у сільській місцевості відрізняється від електропостачання промисловості і великих міст. Подача електроенергії до великої кількості порівняно малопотужних об'єктів, розосереджених на значній території призводить до великої протяжності мереж (у розрахунку на одиницю потужності споживача). Цей показник у багато разів перевищує цю величину в інших галузях народного господарства, а вартість електропостачання у сільському господарстві становить до 75% загальної вартості електроенергії, враховуючи витрати на придбання робочих машин. [8]

Рівень збитку в сільському господарстві в значній мірі залежить від виду підприємства і його розмірів. За рівнем електроспоживання й складності електрообладнання великі тваринницькі комплекси та птахоферми відповідають промисловим підприємствам.

Крім того, погіршення якості електроенергії призводить також до порушення нормальної роботи сільськогосподарських споживачів.

Тут важливим показником якості напруги є її відхилення. Особливо чутливі до відхилень напруги освітлювальні установки. У сільськогосподарському виробництві знайшло широке застосування ультрафіолетове опромінення тварин і птахів, що дозволяє збільшити несучість курей-несучок, знизити захворюваність і падіж тварин, збільшити середньодобові прирости. При зниженні напруги помітно зменшується світловий потік, а при його підвищенні підвищується доза опромінення, різко знижується термін служби ламп, і відбувається перевитрата електроенергії [9, 10].

Порушення режиму електропостачання й збитки викликають також неповнофазні режими, які можуть виводити з ладу електрообладнання. Відомі випадки масового виходу з ладу електродвигунів.

В АПК, у міру підвищення рівня індустріалізації виробництва сільськогосподарської продукції, збиток від перерв в електропостачанні і зниження якості напруги неухильно зростає. Особливо це проявляється при електропостачанні споживачів першої категорії, до яких відносяться: комплекси з виробництва молока на



400 і більше голів; комплекси з вирощування і відгодівлі 12 тис. і більше свиней; 5 тис. і більше голів великої рогатої худоби; птахофабрики з виробництва яєць на 100 тис. і більше курей-несучок; птахофабрики м'ясного напрямку на 1 млн. і більше курчат і т.д. [9].

Електропостачання сільськогосподарських підприємств та інших невеликих об'єктів АПК, з точки зору електроспоживання об'єктів може бути здійснено за різними альтернативними варіантами (рис.1).

Централізоване електропостачання має наступні явні переваги:

- висока якість напруги;
- висока надійність електропостачання;
- гарантія обслуговування лінії електропередачі кваліфікованим персоналом.

Однак собівартість одержуваної при цьому електроенергії для віддалених об'єктів АПК виявляється надмірно високою, що обумовлено наступними причинами:

- підприємства змушені оплачувати проектування і будівництво лінії електропередачі, включаючи обладнання точки приєднання до системи і знижувальну (10/0,4 кВ) трансформаторну підстанцію.
- тарифи на електроенергію збільшуються швидше, ніж ціни закупки на продукцію;

Крім того, завдяки їхньому низькому навантаженню (до 10 кВт) досить невиправданими виявляються трансформаторні підстанції, розраховані на більш високе навантаження.

Для розглянутих об'єктів більш прийнятними виявляються варіанти комбінованого або автономного електропостачання. Паливні електростанції, бензинові або дизельні, в даний час є основними засобами автономного електропостачання. Вони давно пройшли стадію дослідного виробництва, і їх серійний випуск налагоджений вітчизняними підприємствами і зарубіжними компаніями в великому діапазоні потужностей.

Світовий досвід свідчить про підвищення останнім часом інтересу до застосування в сільському господарстві нетрадиційних (відновлюваних) джерел електроенергії (ВДЕ), якими є ВЕС і фотоелектричні станції на сонячних батареях (ФЕС). Це пов'язано з цілим комплексом причин, основними з яких є:

- зростаючий збиток від перерв в електропостачанні споживачів від центральних джерел електроенергії;
- зростаючий тариф на електроенергію від центральних енергосистем;
- обмеженість природних запасів, палива;

- зростання проблеми забруднення навколишнього середовища (негативні екологічні наслідки традиційної енергетики).

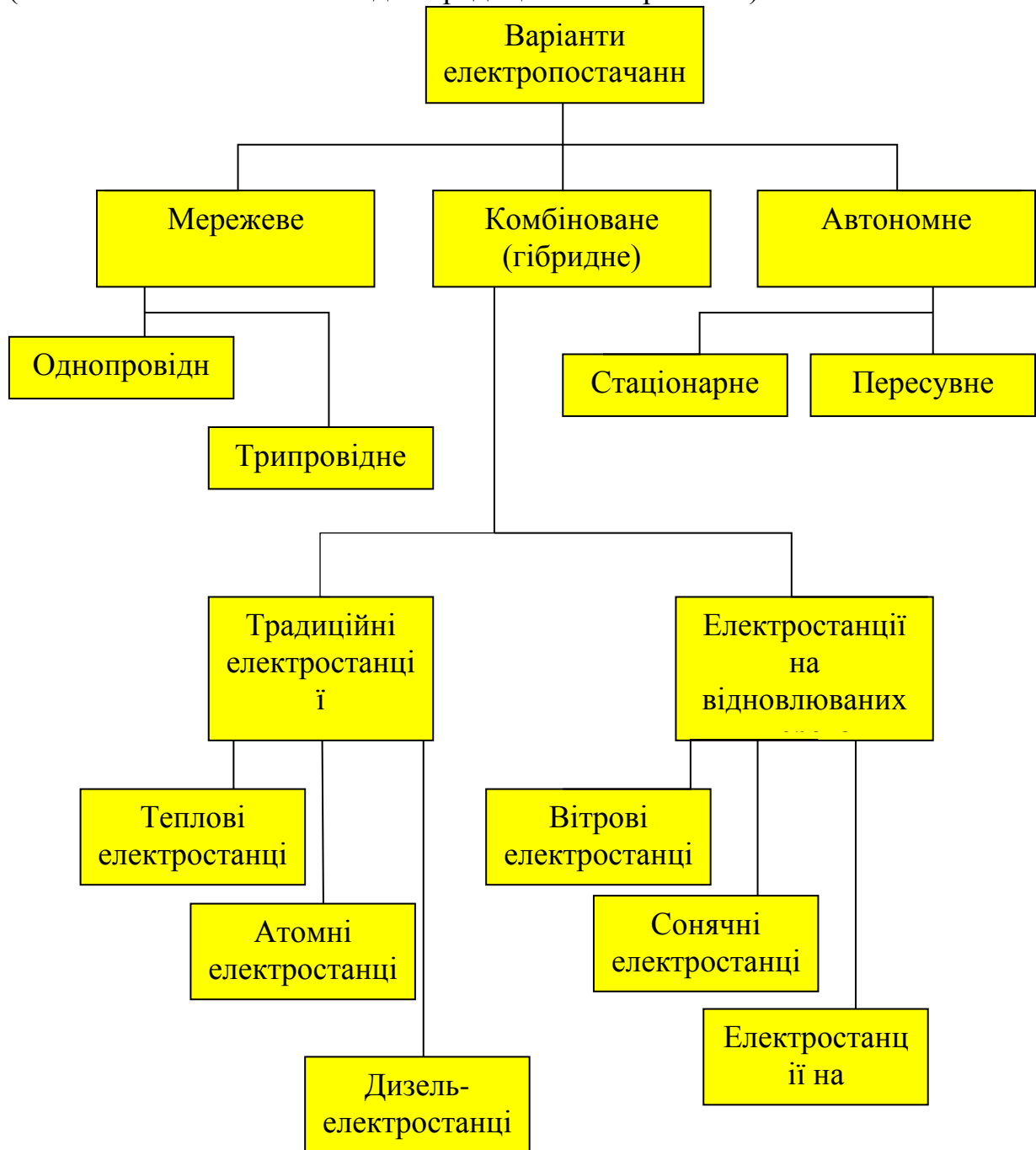


Рис. 1. Варіанти електропостачання

Застосуванню ВДЕ сприяє той факт, що значно вдосконалена їх конструкція і покращилися експлуатаційно-технічні характеристики генераторів і узгоджувальних пристроїв при спільній роботі із зовнішньою мережею. Найбільш доступними видами відновлюваної енергії для малих споживачів є енергія сонячного випромінювання, вітру і біопалива. Однак, не дивлячись на те, що за кордоном вже з



середини двадцятого століття випускаються досить конкурентоспроможні перетворювачі цих видів енергії в електроенергію, а в цьому столітті за кордоном відбувається небувалий сплеск досліджень по підвищенню їх ефективності. На Україні немає виробників конкурентоспроможних електростанцій на поновлюваних джерелах енергії, а частка їх використання в десятки і сотні разів нижче, ніж в розвинених країнах.

Широкі перспективи розкриваються перед ВДЕ при використанні їх в якості додаткових (резервних) джерел електроенергії сільськогосподарських споживачів.

Сучасні ВЕС ефективно працюють при швидкостях вітру  $3 + 25$  м / с. Крім того, ВЕС ефективно використовуються в регіонах із середньою річною швидкістю вітру  $3 + 5$  м / с. Аналіз річного числа годин ефективного використання ВЕС, показує, що в середньому для більшості районів це число доходить до 2000 год.

Донедавна однією з основних причин, що стримувала застосування ВЕС була низька якість вироблюваної електроенергії, що обумовлена нерівномірністю вітрового потоку. Це призводить до значної зміни частоти обертання вітроколеса, і відповідно до коливань напруги, частоти електроенергії, що генерується і потужності, що віддається в цілому.

Економічність малої вітроенергетики в сільському господарстві підвищується при переході на використання в ВЕС типових проектів і уніфікованих вузлів, а також при застосуванні компактного серійного вітро- і електроенергетичного обладнання.

З урахуванням конструктивних і експлуатаційно-технічних характеристик, доцільно створювати ВЕС з невеликими габаритами вітроколеса, а підвищення встановленої потужності ВЕС отримувати за рахунок включення на паралельну роботу конструктивних типових рішень ВЕС.

Застосування електростанцій, що перетворюють енергію сонця в електричну енергію, є перспективним напрямком, оскільки в даний час зменшилася вартість фотоелементів і, в перспективі, очікується її значне зменшення [7]. Як відомо,  $1 \text{ м}^2$  сонячних батарей, виробляє близько 1 кВт електроенергії постійного струму при сонячній середньої активності. Для перетворення електроенергії в змінний струм застосовуються статичні перетворювачі - інвертори. Середньомісячна температура повітря з квітня по жовтень в південних регіонах України знаходиться в межах від  $+ 9^\circ$  до  $+ 23^\circ\text{C}$  і хмарності в ті ж місяці від 47% до 56% Висновки. Формулюються висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.





Однак, не дивлячись на відновлення досліджень щодо застосування ВДЕ, такі системи електропостачання на їх основі удосконалюються повільно. Це багато в чому пояснюється тим, що дослідження, в основному, проводилися і проводяться в напрямку розвантаження великих енергетичних систем, тобто, для розвантаження паливних електростанцій і ТЕЦ в централізованій системі електропостачання. Великі вітроелектростанції та сонячні електростанції мають великий термін окупності (зниження тарифів на електроенергію не спостерігалось протягом усіх успішних впроваджень відповідних установок), відповідно, їх менш потужні аналоги не можуть бути ефективними і при комбінованому і автономному використанні. Крім того комбіновані і автономні електростанції працюють в інших умовах, що істотно відрізняються від умов системного використання, отже, методики формування мережних електростанцій на поновлюваних джерелах енергії не можуть бути застосовані без істотних змін для проектування комбінованих і автономних систем електропостачання.

За кордоном такі системи електропостачання працюють в умовах, що значно відрізняються від українських. По-перше, зарубіжні автономні об'єкти мають в кілька разів більшу встановлену потужність електроприймачів. По-друге, в розвинених країнах надлишок виробленої електроенергії власники автономних електростанцій можуть продавати в мережу енергетичних компаній. По-третє, розвинені країни розвивають відновлювальну енергетику і з урахуванням розширення ринку її реалізації.

*Висновки.* Світовий інтерес до поновлюваних джерел енергії дозволяє припустити великі перспективи їх використання.

Природні і кліматичні умови південних регіонів України, зокрема Запорізької області, одного з основних сільськогосподарських регіонів країни, сприяють широкому й ефективному впровадженню ВЕС та ФЕС.

Таким чином актуальним стає вдосконалення невеликих електростанцій на відновлювальних джерелах енергії, які працюватимуть в комбінованих або автономних системах електропостачання. Це в свою чергу вимагає наукового аналізу енергетичних установок на основі ВДЕ і умов їх роботи. З огляду на значну зонально-кліматичну особливість поновлюваних джерел енергії, такі дослідження слід проводити для конкретних кліматичних зон, однак, прагнучі при цьому до максимальних узагальнень отриманих результатів.

*Література*

1. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д. Г. Войтюк [та ін.] // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – №1 (6). – С. 3–12.
2. Єгорова О. Ю. Комплексне забезпечення надійності і якості електропостачання у сільських розподільних мережах / О. Ю. Єгорова // Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. – 2016. – № 2. – С. 41-43.
3. Gustafson, R. J. (1988). *Fundamentals of electricity for agriculture*. St. Joseph, Michigan.
4. Савченко В. В. Вплив якості електричної енергії на технологічні процеси в рослинництві / В. В. Савченко, О. Ю. Синявський // Енергетика і автоматика. – 2015. – № 2. – С. 47-54.
5. Синявський О. Ю. Вплив відхилення показників якості електроенергії на технологічну складову збитку в тваринництві / О. Ю. Синявський, В. В. Савченко // Енергетика та автоматика. – 2016. – № 1. – С. 59-67.
6. Добровольська Л. Н. Проблеми надійності електропостачання сільськогосподарських об'єктів / Л. Н. Добровольська, М. В. Романюк, Д. С. Собчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2015. – № 164. – С. 56-57.
7. Bardi, U., Asmar, T. El, & Lavacchi, A. (2013). Turning electricity into food: the role of renewable energy in the future of agriculture. *Journal of cleaner production*, 53, 224-231.
8. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу : підручник / В. В. Козирський, В. В. Каплун, С. М. Волошин. – К. :Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
9. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
10. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1987. – 191 с.





## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Лысенко О. В.

### **Аннотация**

Работа посвящена использованию возобновляемых источников энергии в сельскохозяйственном производстве. Проведен аналитический анализ использования возобновляемых источников энергии для повышения качества электроэнергии в сельскохозяйственном производстве. Выполнена оценка возможного уровня убытков от низкого качества электрической энергии на современных объектах АПК и проведен анализ существующих технологий использования возобновляемых источников энергии. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и других небольших объектов АПК, с точки зрения электропотребления объектов, может быть осуществлено по разным альтернативными вариантами: через сеть объединенной энергосистемы; комбинированное и автономное. Наиболее доступными видами возобновляемой энергии для малых потребителей является энергия солнечного излучения, ветра и биотоплива. Учитывая значительную зонально-климатическую особенность возобновляемых источников энергии, исследования возможности их использования следует проводить для конкретных климатических зон.

## **ANALYSIS OF USE RENEWABLE ENERGY SOURCES FOR INCREASING THE QUALITY OF ELECTRICAL SUPPLY IN AGRICULTURAL PRODUCTION**

O. Lysenko

### **Summary**

This paper is devoted to the use of renewable energy sources in agricultural production. An analytical analysis of the use of renewable energy sources for improving the quality of electricity in agricultural production has been carried out. The estimation of the possible level of losses from the low quality of electric energy on the modern objects of the agroindustrial complex and an analysis of the existing technologies of the use of renewable energy sources has been carried out. Electricity supply of agricultural enterprises and other small objects of agrarian and industrial complex, from the point of view of electric power consumption can be carried out on various alternative variants: through the network of the power system; hybrid and autonomous. The most affordable types of renewable energy for small consumers are the energy of solar radiation, wind and biofuels. Given the significant zonal-climatic feature of renewable energy, research on their use should be carried out for specific climatic zones, however, while seeking to maximize the generalization of the results.