

Міністерство освіти і науки України

**Вісник  
Харківського  
національного  
технічного університету  
сільського господарства  
імені Петра Василенка**

Технічні науки

**Випуск 196**

**"Проблеми енергозабезпечення та  
енергозбереження в АПК України"**

2018

ББК 40.71  
УДК 621.316

*Друкується за рішенням вченої ради ХНТУСГ імені Петра Василенка  
від 25.10.2018 р., протокол № 2.*

**Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 196 "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – Харків: ХНТУСГ, 2018. – 130 с.**

**ISBN 5-7987-0176X**

196-й випуск Вісника Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка вміщує статті, в яких наведені результати науково-дослідних робіт, проведених в університеті, а також в інших закладах вищої освіти і на підприємствах України та зарубіжжя.

Випуск згруповано за розділами: "Енергоменеджмент та автоматизація управління в системах електро- та теплопостачання", "Комп'ютерно-інтегровані технології, системи та засоби автоматизації", "Ресурсозберігаючі електротехнології с.-г. виробництва".

Вісник розрахований на наукових працівників, аспірантів, викладачів та інженерно-технічний персонал, які працюють у цих наукових напрямках.

**Редакційна колегія:**

**Нанка О. В.** – канд. техн. наук, доцент, академік Інженерної Академії України (відповідальний редактор);

**Лисиченко М. Л.** – доктор техн. наук, професор (заст. відповідального редактора);

**Мороз О. М.** – доктор техн. наук, професор (заст. відповідального редактора);

**Косуліна Н. Г.** – доктор техн. наук, професор;

**Кунденко М. П.** – доктор техн. наук, професор;

**Мірошник О. О.** – доктор техн. наук, професор;

**Тимчук С. О.** – доктор техн. наук, професор;

**Сорокін М. С.** – канд. техн. наук, доцент;

**Черемісін М. М.** – канд. техн. наук, професор;

**Черенков О. Д.** – доктор техн. наук, професор;

**Чорна М. О.** – канд. техн. наук (технічний редактор);

**Фурман І. О.** – доктор техн. наук, професор, академік Академії наук вищої освіти України (відповідальний секретар).

**Наукове фахове видання**

*Атестовано ВАК України*

*(Перелік № 9, Бюлетень ВАК України № 4. – 2010. – С. 3)*

**ББК 40.71**

**ISBN 5-7987-0176X**

© Харківський національний технічний університет  
сільського господарства імені Петра Василенка

## ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕСУРСІВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ВІТРОВИХ І СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕЗАЛЕЖНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АПК

Рубаненко О. О.

*Вінницький національний аграрний університет*

*Запропоновано створювати мікромережі та використовувати біоресурси для компенсації нестабільності вітрових і сонячних електричних станцій.*

**Постановка проблеми.** Потужні підприємства АПК, які використовують сучасне обладнання не тільки українських, а й європейських виробників (наприклад, ферми ВРХ – компресори, доїльні установки, холодильні установки) потребують забезпечення якісним і надійним тепло- та електропостачанням, тому навіть незначене порушення технологічного процесу призводить до великих збитків [1]. Більшість технологічних процесів частково або повністю автоматизовані, і будь-які незаплановані зміни параметрів потребують внесення коректив в системи керування, що призводить до збільшення затрат на обслуговування і збільшують собівартість продукції (підвищення ціни з 9,5 грн. до 12,5 грн. – 1 л молока). Власники таких підприємств вимушені шукати шляхи вирішення цієї проблеми, враховуючи стан електричних мереж і обладнання підстанцій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В звіті про результати діяльності національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг за 2017 рік зазначено, що технічний стан інфраструктури галузі наближається до критичного через високий ступінь зношеності обладнання, технологічну відсталість, відсутність достатнього рівня інвестицій тощо [2]. Також в звіті наголошено, що порівняно з країнами ЄС показники SAIDI в Україні є значно вищими, що зумовлено високим рівнем зносу електричних мереж в Україні, а також значно вищою часткою кабельних мереж у країнах ЄС, що зменшує частоту перерв в електропостачанні. Так як лінії електропередач 10-0,4 кВ сільської місцевості, як правило, повітряні то й пошкоджуються вони частіше.

**Мета статті.** Дослідження створення мікроелектромереж, в яких основним джерелом електроенергії буде СЕС, ВЕС і біогазові установки, а споживачами підприємства АПК.

**Основні матеріали дослідження.** Потужні агропромислові комплекси, займають значні території, їх будують ближче до сировини, тому електропостачання здійснюється від мереж 10-0,4 кВ, в окремих випадках 110 кВ. З метою забезпечення якісного тепло- та електропостачання підприємства АПК все частіше використовують поновлювані джерела енергії, які є не тільки різних різновидів (СЕС, ВЕС, малі ГЕС, біогазові установки), а й мають широкий діапазон потужностей генераторів [3]. Використання альтернативних джерел енергії, забезпечить не лише енергетичну незалежність підприємств АПК, а стане додатковим джерелом доходу, що регламентується Законом Укра-

їни "Про електроенергетику" та Законом України "Про альтернативні джерела енергії" (зі змінами, внесеними Законом України "Про ринок електричної енергії"), в яких передбачено механізм стимулювання розвитку виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії шляхом встановлення "зеленого" тарифу, на рис.1 показана встановлена потужність виробників електричної енергії з ВДЕ за "зеленим" тарифом у 2017 році [2].

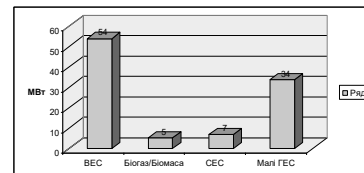


Рисунок 1 – Відсотковий розподіл встановленої потужності виробників електричної енергії з ВДЕ за "зеленим" тарифом у 2017 році

Як видно з рис. 1, по даним національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, найбільшої популярності здобули ВЕС і малі ГЕС. Так як, малі ГЕС потребують значних капіталовкладень і спеціальних природних умов, то ВЕС і СЕС доступні більшості. У Вінницькій області найбільш широким попитом користуються СЕС, різної потужності. Наявність "зеленого" тарифу робить Україну привабливою для інвестицій, що спостерігається на прикладі Вінницької області (Саудівська Аравія, Китай та інш.) [4]. Так, протягом 2017 року на території області побудовано 8 нових сонячних станцій та введено в експлуатацію додаткові потужності на 2 електростанціях загальною встановленою електричною потужністю 43,9 МВт [4] (автономні СЕС не враховані). Аналізуючи вартість введення 1 кВт встановленої потужності СЕС ціна коливається від 1000 \$ до 1000 євро, але особливо вартісними є системи акумулювання електроенергії. Не маючи власної системи акумулювання підприємство все рівно буде залежним від централізованого електропостачання, вже на етапі резервування потужності, потрібно мати резерв в якості ГЕС і ТЕС. Так введення СЕС і ВЕС дасть змогу вирішити проблему електропостачання АПК, лише частково. Стрімке зростання частки електроенергії, що генерується СЕС і ВЕС вплине на роботу ОЕС України, так як буде вимагати використовувати додаткові балансуєчі резерви, із-за недосконалості системи прогнозування генерації СЕС

і ВЕС [5]. Як зазначено в [5], балансування ОЕС України забезпечується за рахунок ГЕС/ГАЕС та ТЕС при потужності ВДЕ менше 3000 МВт, подальше балансування без розвантаження АЕС неможливе. Тому актуальною є задача використання біоресурсів для компенсації нестабільності вітрових і сонячних електричних станцій. Дослідження створення ММ в Україні є актуальною задачею, вирішення якої дасть змогу забезпечити потужні підприємства АПК якісною електроенергією в потрібному об'ємі. Розвиток технологій використання біоресурсів для генерування електроенергії стане не тільки додатковим джерелом доходу для підприємств АПК, а й вирішить ряд екологічних проблем. В подальшому, біоенергетичні технології мають великий потенціал для резервування і балансування електричних систем з СЕС і ВЕС. Це особливо актуально для таких потужних підприємств, як ПАТ "Миронівський хлібопродукт" ТМ "Наша Ряба" та інш., які завжди забезпечені потрібною кількістю сировини для ефективної роботи біогазових установок, та потребують значних затрат електроенергії. Для потужних підприємств АПК, які включають в себе декілька різних за технологічними процесами потужних споживачів, створення енергоефективних комплексів є найбільш вигідним, тому що дозволяє використовувати різнопланові джерела електроенергії, наприклад СЕС і біогазові установки. Біогазові установки є джерелом резервування електроенергії, що генерують СЕС. В статті [6] зазначено, що Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії – близько 29 млн. т у.п. за даними 2015 року. В роботі [7] була запропонована схема мікроелектромережі лише з СЕС і розглянуті алгоритми керування параметрами режиму мікроелектромережі по відхиленню частоти, впровадження складних алгоритмів керування можна уникнути шляхом використання біогазових установок, які будуть генерувати електроенергію і забезпечать споживачів тепловою енергією, як показано на рис.2.

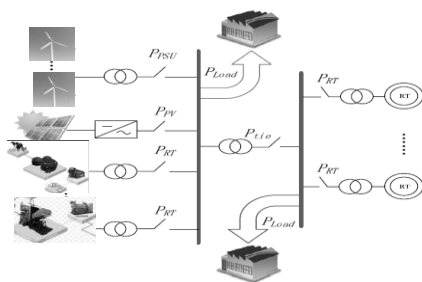


Рисунок 2 – Структура мікроелектромережі тепло-та електропостачання підприємства АПК з використанням ВЕС, СЕС і біогазових установок

**Висновки.** Дослідження створення мікромереж є актуальною задачею, вирішення якої дасть змогу забезпечити потужні підприємства АПК якісною електроенергією в потрібному об'ємі. Застосування біоресурсів для електропостачання підприємств АПК є перспективним напрямком вирішення проблем балансування електричних мереж, які можуть виникнути із-за використання ВЕС і СЕС.

## Список використаних джерел

1. Козирський В. В. Електропостачання агропромислового комплексу / Козирський В. В., Каплун В. В., Волошин С. М. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
2. Звіт про результати діяльності Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, у 2017 році. К.: НКРЕКП, 2018. 300 с.
3. Козирський В. В. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / В. В. Козирський, Ю. І. Тугай, В. М. Бодунов, О. В. Гай // Технічна електродинаміка. – 2011. – № 5. – С. 63-67.
4. Вінниччина продовжує займати лідируючі позиції серед областей України у сфері відновлювальної енергетики / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vin.gov.ua/dep-zhkh/8512-vinnychchyna-prodovzhuie-zaimaty-lidyruuchi-pozytsii-sered-oblastei-ukrainy-u-sferi-vidnovliuvalnoi-enerhetyky>.
5. Залучення сонячних та вітрових електростанцій до покриття навантаження ОЕС України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ua.energy/wpcontent/uploads/2018/04/Zaluchenny-a-VDE.pdf>.
6. Гелетуха Г. Г. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна // Промислова теплотехніка. – 2017. – № 39. – С. 60-64.
7. Ya. Xu, Ch. Li, Z. Wang, N. Zhang, B. Peng Load Frequency Control of a Novel Renewable Energy Integrated Micro-Grid Containing Pumped Hydropower Energy Storage // VOLUME 6, 2018 June 20, 2018.

## Анотація

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРЕСУРСОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВЕТРОВЫХ И СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕЗАВИСИМОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Рубаненко Е. А.

*Предложено создавать микросети и использовать биоресурсы для компенсации нестабильности ветровых и солнечных электростанций.*

## Abstract

### USE OF BIORESURS FOR COMPENSATION OF INSTABILITY OF WIND AND SOLAR ELECTRIC STATIONS WITH THE AIM OF PROVIDING INDEPENDENT ELECTRICITY SUPPLY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

O. Rubanenko

*It is proposed to create micro-networks and to use bioresources to compensate instability of wind and solar power stations.*

## ЗМІСТ

### ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРО- ТА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗМІШАНОГО НАВАНТАЖЕННЯ З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ В ЗАДАЧІ ОЦІНКИ ВИКРИВЛЕННЯ НАПРУГИ В ТОЧЦІ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЄДНАННЯ <i>Сасенко Ю. Л., Калюжний Д. М., Свергуненко С. В.</i> .....	3
ТЕПЛОВІ АКУМУЛЯТОРИ ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИВАТНОГО ДОМОГОСПОДАРСТВА <i>Жарков А. В.</i> .....	6
<b>ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕСУРСІВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ВІТРОВИХ І СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕЗАЛЕЖНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АПК</b> <i>Рубаненко О. О.</i> .....	8
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ "СОРЕРТ" ДЛЯ РАСЧЕТОВ ЭМИССИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА <i>Быкова Е. В.</i> .....	10
МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІРІВ КОМПОНЕНТІВ МІСЦЕВОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ <i>Дудніков С. М., Савченко О. А., Попадченко С. А., Зінченко Д. А.</i> .....	13
ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОСТАДІЙНОГО ПРОЦЕСУ ГАЗИФІКАЦІЇ СОЛОМИ <i>Цивенкова Н. М., Ярош Я. Д., Голубенко А. А., Терещук М. Б.</i> .....	15
ВПЛИВ ДОСТОВІРНОСТІ ВХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ <i>Сгоров О. Б., Сгорова О. Ю.</i> .....	18
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АКУМУЛЯЦІЇ ДЛЯ БАЛАНСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ <i>Федорчук С. О., Неміровський І. А., Івахнов А. В.</i> .....	21
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ <i>Мірошник О. О., Довгопола А. С., Глушач Є. В., Романенко Я. А.</i> .....	24
ФОРМУВАННЯ НАБОРУ ІНФОРМАТИВНИХ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ЗМІННИХ БАЗОВОГО РІВНЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ВОДОПОСТАЧАННЯ <i>Давиденко Н. В.</i> .....	27
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ MICRO GRID ЯК СКЛАДОВОЇ ЧАСТИНИ SMART GRID <i>Попадченко С. А., Бабич К. Р.</i> .....	30
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВОГО ПРОФИЛЯ <i>Жуков С. Ф., Важинский А. И., Коробкин О. С.</i> .....	35
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДОЩУВАННЯ МАШИНИ ФРОНТАЛЬНОЇ ДІЇ З СЕКТОРНИМИ НАСАДКАМИ <i>Середа А. І. Хандола Ю. М., Назаренко О. Ю.</i> .....	38
ЗАХОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ <i>Кучанський В. В., Нестерко А. Б., Гунько І. О.</i> .....	41
БЕНЧМАРКІНГ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОПРОВІДНИХ ГОСПОДАРСТВ: ФОРМУВАННЯ ГРУПИ ПАРТНЕРІВ <i>Давиденко Л. В.</i> .....	43

Наукове фахове видання

**Вісник**  
**Харківського національного технічного університету**  
**сільського господарства імені Петра Василенка**

**Випуск 196**

Технічні науки

**"Проблеми енергозабезпечення та**  
**енергозбереження в АПК України"**

Відповідальний за випуск – Мороз О. М.  
Технічний редактор – Чорна М. О.

Підписано до друку 25.10.2018 р.  
Формат 60 × 84 / 8 папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Офсетний друк. Умов. друк. арк. 14,3.  
Тираж 500 примірників.

---

Віддруковано: поліграфцентр "Влавке", ФОП Панов А. М.  
Свідоцтво про державну реєстрацію В03 № 100291.  
61002, м. Харків, вул. Раднаркомівська, 10 оф. 6  
тел. +38(057)714-06-74, +38(050)976-32-87  
copy.vlavke@gmail.com, www.vlavke.com