

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**МИСЬКО ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ**

УДК 621.3

**АВТОНОМНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ВІТРОДИЗЕЛЬНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, старший викладач  
**Поталіцин Сергій Юрійович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Рецензент:** кандидат технічних наук, старший викладач  
кафедри фізики  
**Сіткар Оксана Андріївна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №36 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Основними проблемами енергопостачання ізольованих від енергосистем, споживачів є дальній транспорт палива для локальних дизельних електростанцій (ДЕС). В самих важкодоступних районах ці проблеми поглиблюються за рахунок нераціональної транспортної схема.

Одним з перспективних напрямків розвитку автономного енергозбереження, що дозволяють в значній мірі вирішити проблеми ДЕС, є відновлювальна енергетика, зокрема вітрова енергія.

Зростання цін на дизельне паливо сприяє підвищенню вартості електроенергія, що виробляється дизельними електростанціями, тому важливим напрямком в розвиток децентралізованого енергозбереження є застосування вітроелектро станцій (ВЕС) в складі автономних електросистем.

Використання поновлюваних джерел енергії в складі автономних енергетичних систем дозволяє знизити собівартість виробленої електроенергії, що істотно підвищує їх техніко-економічну ефективність. На даний момент в світі застосовуються різні варіанти побудови гібридних електростанцій на базі ВЕС, але оптимальну структуру системи не визначено.

Наукові дослідження в області електропостачання автономних споживачів на базі ВДЕС за останні 10 років присвячений ряд науково-дослідницьких робіт: П.П. Безруких, В.Г.Николаев, М.А. Сурков, В.Р. Киушкіна, А.А. Аверин, А.В. Бобров, В.В. Вессарт, А.В. Чебодаєв, А.Н. Дорошин, Н.М. Парников, Р.В. Пугачев, Томільсон Андрій, Ньюфаундленд; Джефріс Уільям Q. Ph.D.

В роботах розглядаються питання: математичного моделювання робочих режимів автономних електроенергетичних систем, алгоритмів роботи ВДЕС, оцінка економічної ефективності системи, проте існує ряд проблем в даній області, які до кінця не вивчені, наприклад – це узгодження режимів роботи компонентів, що входять в складу вітро-дизельних електростанцій.

**Мета роботи:** підвищення енергоефективності автономних вітро-дизельних електроенергетичних систем шляхом раціонального вибору основного генеруючого обладнання та оптимізації його робочих режимів..

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є енергетичні процеси в автономній вітро-дизельній електроенергетичній системі. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

### **Наукова новизна отриманих результатів:**

Розроблені алгоритми раціонального формування режимів енергоперетворення в вітро-дизельній електроенергетичній системі і алгоритм управління режимами ВДЕС з керованої баластної навантаженням.

Вивчені способи визначення поточного навантаження споживання і вітрового потенціалу, запропоновано вдосконалену методика визначення навантаження автономного споживача, виконано моделювання енергетичних характеристик вітру, моделювання статичних режимів роботи елементів автономної вітро-дизельної електроенергетичної системи.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Розроблені рекомендації щодо підвищення енергоефективності автономних електроенергетичних систем шляхом вибору раціонального складу ВДЕС та режимів роботи енергетичного обладнання.

#### **Апробація.**

1. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018.- Т. 3. – 54.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків, переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 111 арк. формату А4, графічна частина – 6 аркушів формату А1

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми наукових досліджень та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити.

**В аналітичній частині** проведено аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами, виконано постановку задачі на дипломну роботу.

**В науково-дослідній частині** проведено моделювання енергетичних характеристик вітру та статичних режимів роботи вітроелектростанції.

**В технологічній частині** в результаті проведених досліджень запропонована методика для прогнозного розрахунку режимів електроспоживання автономних енергетичних систем при мінімумі вихідних даних.

**В конструкторській частині** запропоновано метод підвищення енергетичної ефективності гібридної системи електропостачання з застосуванням регульованої баластної навантаження.

**В спеціальній частині** розроблено алгоритм управління режимами ВДЕС з керованою баластною навантаженням.

**В частині «Обґрунтування економічної ефективності»** обґрунтована економічна ефективність інвестиційних проектів вітро-дизельних електростанцій.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто актуальні проблеми пожежної безпеки при гасінні електроустановок, проаналізовано заходи з охорони праці, при монтажі й експлуатації трансформатора.

**В частині «Екологія»** проаналізовано сучасний екологічний стан України, розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

## ВИСНОВКИ

Проведений аналіз проблем автономного електропостачання показав, що в даний час в децентралізованих районах України використовуються в основному дизельні електростанції, робота яких не досить ефективна. Витрати на виробництво електроенергії вироблюваної ДЕС, більшу частину яких складають витрати на паливо, визначають високу вартість генеруючої електроенергії.

Проведений аналіз можливих варіантів побудови вітро-дизельних електростанцій дозволив визначити перспективну схему побудови ВДЕС, яка характеризується досить складною структурою і вимагає проведення спеціальних досліджень.

Проаналізовано три моделі визначення характеристик вітру для вибору ВЕУ: розрахунок вітрового потенціалу через середню швидкість показав, що даний метод можна використовувати для попереднього вибору ВЕУ і провести грубу оцінку ефективності її застосування. Модель розрахунку швидкості вітру, через апроксимацію по функції Вейбулла, дозволяє отримати досить точний прогноз вироблення електроенергії ВЕУ, а так само дає можливість детально оцінити техніко-економічну ефективність її застосування. модель з погодинної дискретизацією середньоквадратичного відхилення з розподілу Ван-дер-Ховена, дозволяє більш точно розрахувати швидкість вітру для вибору ВЕУ необхідної потужності.

Розроблено математичну модель, що описує статичні режими роботи ВЕС з використанням статичної імітаційної моделі характеристик вітру.

В результаті проведених досліджень запропонована методика для прогнозного розрахунку режимів електроспоживання автономних енергетичних систем при мінімумі вихідних даних. За допомогою даної методики можна визначити не тільки річний обсяг спожитої електроенергії, а й розрахувати більш детальні показники, такі як добові графіки електричних навантажень в будь-який день року з годинною дискретизацією, зимовий і літній максимуми навантажень окремо для кожної групи споживачів.

Результати проведених досліджень свідчать про те, що для підвищення енергетичної ефективності ВДЕС необхідно ретельно узгоджувати встановлену потужність ДЕС, ВЕС і АБ з урахуванням вітрових умов в місці розміщення електростанції і прогнозного графіка електричних навантажень, і використовувати ефективні алгоритми управління її робочими режимами.

Проведений порівняльний аналіз робочих режимів ВДЕС з запропонованими алгоритмами управління показує, що в більшості практичних випадків використання першого алгоритму управління є кращим, з огляду на значно менших втрат енергії і більш економічної витрати палива ДЕС. Однак, ВДЕС зі другим алгоритмом управління можуть виявитися конкурентоспроможними в системах електропостачання, в яких велика частина електроенергії використовується на опалення і гаряче водопостачання. У подібних системах може виявитися доцільним розміщувати баластні опору безпосередньо у споживача, виключивши таким чином нагрівальну навантаження зі складу корисної.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Мисько О.В. Автономні системи електропостачання на основі енергоефективних вітро-дизельних електростанцій [Текст] / Поталіцин С.Ю., Мисько О. В. Тези доповіді на VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018.- Т. 3. – 54.

### АНОТАЦІЯ

Розроблені алгоритми раціонального формування режимів енергоперетворення в вітро-дизельної електроенергетичній системі і алгоритм управління режимами ВДЕС з керованої баластної навантаженням.

Вивчені способи визначення поточного навантаження споживання і вітрового потенціалу, запропоновано вдосконалену методика визначення навантаження автономного споживача, виконано моделювання енергетичних характеристик вітру, моделювання статичних режимів роботи елементів автономної вітро-дизельної електроенергетичної системи.

**Ключові слова:** вітро-дизельна електростанція, автономне живлення, електроенергетична система.

### ANNOTATION

The algorithms of rational formation of energy conversion modes in the wind-diesel electric power system and the algorithm of control of the regimes with controlled ballast load are developed.

The methods of determining the current load of consumption and wind potential, an advanced method for determining the load of the autonomous consumer, the modeling of the energy characteristics of the wind, the modeling of the static operating modes of the elements of the autonomous wind-diesel electric power system has been proposed.

**Key words:** wind-diesel power plant, autonomous power supply, electric power system.