

# АЛГОРИТМ УЗГОДЖЕНОЇ РОБОТИ УСТАНОВОК ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

*Запропоновано алгоритм узгодженої роботи установок та взаємодії системи накопичення електричної енергії з дизель-генераторною установкою для автономних енергетичних комплексів, з метою практичної реалізації запропонованої стратегії керування режимами роботи комбінованих автономних енергетичних комплексів та забезпечення оптимального перерозподілу генерованої потужності відновлювальних джерел енергії.*

**Ключові слова:** функціональний алгоритм, комбінована система, відновлювальні джерела енергії, фото-дизельна система електропостачання, режими роботи.

## **Abstract**

*The algorithm for coordinated operation of the electric energy storage system with a diesel generator set installations and interaction is proposed for autonomous energy complexes, with the aim of practical implementation of the proposed strategy for managing the modes of combined autonomous energy complexes operation and ensuring optimal redistribution of the renewable energy sources generated power.*

**Keywords:** functional algorithm, combined system, renewable energy sources, photo-diesel power supply system, operating modes.

## **Вступ**

Основною технічною проблемою, що виникає при практичному використанні установок відновлювальної енергетики в складі енергетичних систем, є необхідність узгодження режимів виробництва і споживання енергії. Співрозмірність потужностей генеруючих джерел і споживачів в автономних системах електропостачання призводить до погіршення якості вихідної напруги в періоди піків електричного навантаження, неефективного використання природної відновлюваної енергії, знижує загальний рівень надійності електропостачання споживачів [1-2].

Метою дослідження є розробка алгоритму узгодженої роботи установок та взаємодії системи накопичення електричної енергії з дизель-генераторною установкою для автономних енергетичних комплексів, впровадження якого реалізує запропоновану стратегію керування режимами роботи комбінованих автономних енергетичних комплексів та забезпечення оптимального перерозподілу генерованої потужності відновлювальних джерел енергії.

## **Результати дослідження**

Для розробки адаптивних алгоритмів, що оцінюють узгоджену роботу кількох генеруючих джерел загального споживача, необхідно зв'язати систему управління джерел з роботою центрального контролера. Алгоритм їх функціонування повинен забезпечити гарантоване постачання електричного навантаження, яке запитує споживач, у зазначених вище експлуатаційних режимах. При цьому необхідно врахувати кілька обмежень, що накладаються на роботу ФДЕС. Встановлена номінальна потужність робочих дизель-генераторів електростанції Рд.ном. повинна забезпечувати покриття максимального навантаження споживача [3].

В свою чергу частина енергії, запасена в накопичувач, повинна забезпечувати покриття максимального електричного навантаження на час перемикання в буферному режимі  $W_{\text{буф}}$  та тривалою роботою в циклічному режимі цикл.  $W_{\text{цикл}}$ . Мінімальна величина часу перемикання  $t_{\text{пер}}$  визначається часом пуску та виведення на номінальний режим дизель-генератора (ДГ) і визначається залежно від його типорозміру від кількох секунд до хвилин. Реальна величина  $t_{\text{пер}}$  залежить від характеру зміни добового графіка навантаження, встановлених потужностей СФЕС та ДГУ і може

становити до кількох годин [4].

На сьогоднішній день, в накопичувачах електричної енергії (НЕЕ) використовуються різні види акумуляторних батарей. Для коректного проектування інтелектуальної логіки управління необхідно враховувати максимальну глибину розряду (Depth of Discharge – DoD) акумуляторів, де сучасні технології можуть дозволити забезпечити до 80% від їх номінальної ємності.

Алгоритм узгодженої роботи різнотипних установок ВДЕ приведений на рис. 1.

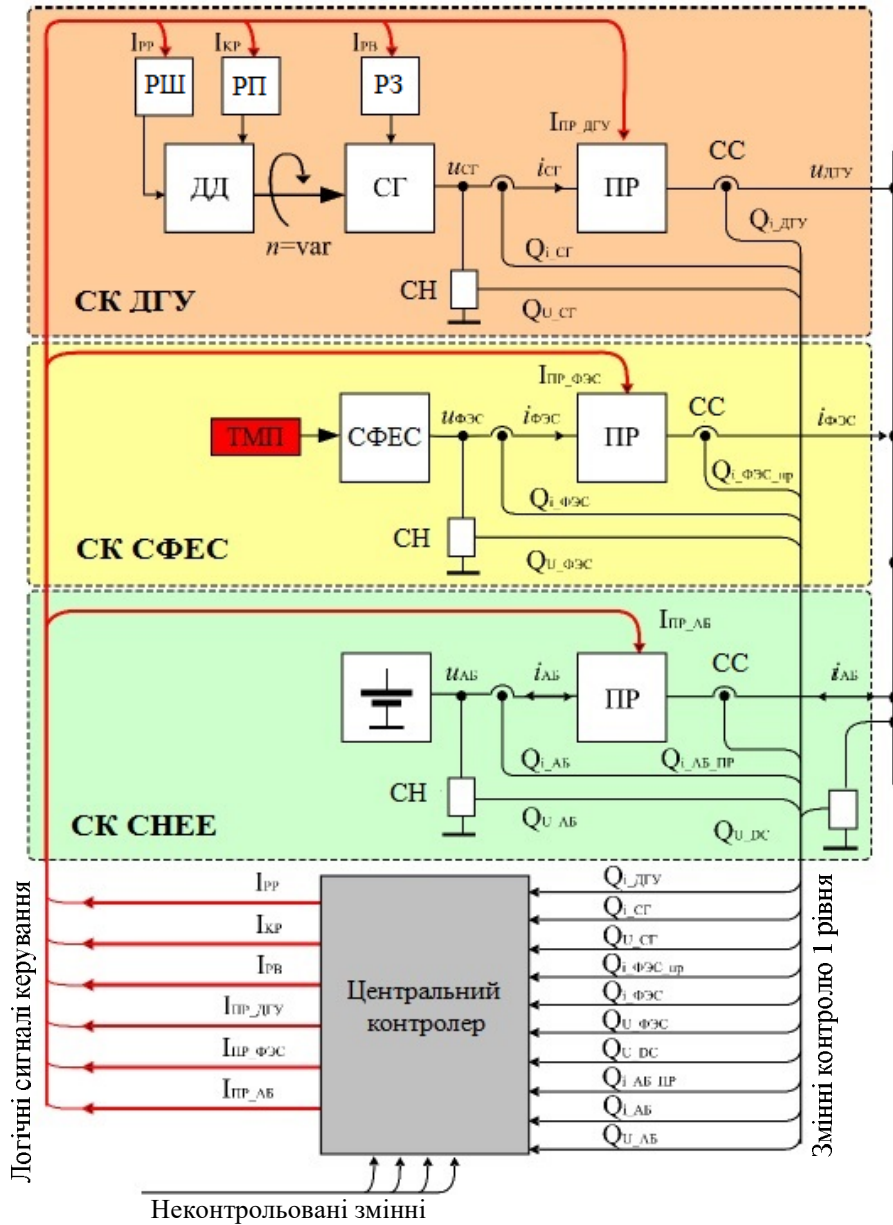


Рис. 1. Алгоритм узгодженої роботи різнотипних установок ВДЕ

Для ефективної та надійної роботи в режимах заряду/розряду СНЕЕ, а також відстеження залишкової ємності необхідно передбачити канали системи сенсорів для центрального контролера. Максимізація енергетичної ефективності автономної ФДЕС на центрального контролера також має враховувати такі додаткові функції:

1. забезпечити завантаження ДГ у бажаних режимах лише на рівні 30-70% від його встановленої потужності;
2. не допускати небажаних частих включень/відключень ДГУ, особливо в режимах роботи на малих навантаженнях;
3. для СФЕС проводиться розрахунок максимальної потужності, яку можна «зняти» в умовах за

ТМП-технології. Відповідне значення подається у свій DC/DC перетворювач СФЕС [3-4].

На рис. 1 у спрощеній конфігурації представлена СК ФДЕС, що включає системи керування (СК) первинного рівня кожного джерела, які реалізує «оперативний» алгоритм управління. Так, за поточним значенням напруги та струму СНЕЕ, що знімаються з відповідних сенсорів напруги (СН) і сенсора струму (СС), в СК СНЕЕ проводиться розрахунок залишкової ємності накопичувача за показником SOC. Якщо SOC перевищує 95% від повної ємності СНЕЕ, СК формує керуючий сигнал на зупинку ДГУ, де електричні сигнали подаються на спеціальні релейні пристрої: РШ – регулятор швидкості обертання ДГ, КП – регулятор положення ТНВД, РЗ – регулятор збудження СГ. Окрім зупинки ДГУ, формується сигнал-команда на переведення СНЕЕ в режим розряду через відповідний перетворювач (ПР). При зниженні SOC нижче 20% формується сигнал-команда на запуск ДГУ та переведення накопичувача в режим заряду від СФЕС. Відповідні сигнали управління подаються на перетворювач DC/DC, чим забезпечується його функціонування в режимі керованого джерела струму (СФЕС) при заряді та стабілізатора напруги при розряді (СНЕЕ). Даний алгоритм управління підвищує експлуатаційний ресурс ДДУ, оскільки скорочується кількість мотогодин його роботи в небажаних часових інтервалах графіка навантаження.

### Висновки

Розроблено стратегію ефективного енергоменеджменту фото-дизельної системи електропостачання. Система будується за модульним принципом з підключенням окремих генеруючих установок через індивідуальні силові перетворювачі. Енергетичний баланс із урахуванням надлишків енергії, що генерується від фотоелектричної станції, забезпечується за допомогою системи накопичення електроенергії. Запропоновано функціональний алгоритм взаємодії системи накопичення електричної енергії з дизель-генераторною установкою для автономних енергетичних комплексів, а також ефективні алгоритми керування їх робочими режимами із врахуванням оптимального завантаження ДДУ.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Green M. A. Third generation photovoltaics: advanced solar electricity generation / M. A. Green. – Springer-Verlag, Berlin. – 2003. – 160 p.
2. Лежнюк П.Д. Вплив інверторів СЕС на показники якості електричної енергії в ЕС. / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, І.О. Гунько - УДК 621.316.
3. Тугай Д. В. Моделювання режимів роботи сонячної електростанції в SMART GRID системі електропостачання / Д. В. Тугай, Ю. П. Колонтаєвський, С. В. Котелевець, Е. С. Савчук // : Актуальні проблеми світлотехніки : матеріали VI міжнар. наук.-техн. конф. – Харків, 4–6 жовтня 2017 р. / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – С. 132–133.
4. Будівництво промислових СЕС [Електронний ресурс] / Інжинірингова компанія – Нові енергетичні технології. – Режим доступу : <http://iknet.com.ua/uk/presentation/full/ses>

**Щербина Роман Вікторович** — ст. гр. ЕПА-22м, Факультет електроенергетики та електромеханіки.

**Олександр Анатолійович Паянок** — к.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Науковий керівник: **Олександр Анатолійович Паянок** — д.т.н., доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oapayanok@gmail.com.

**Scherbyna Roman V** — student of the group EPA-22m, Faculty of Electricity and Electromechanics.

**Payanok Oleksandr A** — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.

Supervisor: **Payanok Oleksandr A** — Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oapayanok@gmail.com.