



**X Міжнародна науково-практична конференція**

# **МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ГІБРИДНІЙ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІЙ СИСТЕМІ З АКУМУЛЯТОРОМ ДЛЯ ПОТРЕБ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ**

**О.О. Шавьолкін, Є.Ю. Становський, Р.М. Марченко**

# Вступ

Із зростанням внеску відновлювальних джерел електроенергії (ВДЕ) в загальну генерацію електроенергії наявними стали проблеми з нерівномірністю генерації у часі. Найбільше розповсюдження зараз мають фотоелектричні системи (ФЕС). Це зумовлює нові підходи до реалізації ФЕС: зниження «зелених» тарифів, вирівнювання генерації електроенергії ФЕС в розподільчу мережу (РМ), локалізації використання енергії в місцях генерації. В цих умовах для систем електроживлення локальних об'єктів ЛО (побутові комплекси, підприємства малого бізнесу і т.п.) перспективним є використання гібридних ФЕС з накопичувачами електроенергії та підключенням до РМ. Використання акумуляторних батарей (АКБ) обумовлює збільшення вартості і ставить актуальним питання зменшення витрат на електроенергію споживану ЛО з РМ. Це пов'язано з удосконаленням управління генерацією, енергоспоживанням та перерозподілом енергії.

**Мета роботи:** Підвищення ефективності гібридної фотоелектричної системи з акумулятором для потреб локального об'єкту шляхом удосконалення управління за прогнозом з імітаційним моделюванням енергетичних процесів в системі, розвиток принципів реалізації системи енергоменеджменту.

**Задачі для вирішення:**

- формалізувати опис енергетичних процесів в ФЕС з переналаштуванням роботи з регулюванням генерації фотоелектричної батареї або струму акумуляторної батареї та врахуванням ліміту потужності, що споживається з мережі;
- розробити модель енергетичних процесів в системі «мережа змінного струму – фотоелектрична батарея – акумулятор – перетворювальний агрегат – навантаження локального об'єкту» для добового циклу з оцінкою ефективності;
- здійснити дослідження системи у різних погодних умовах за архівними даними.

**Наукова новизна** полягає в удосконаленні принципів завдання струму акумуляторної батареї згідно прогнозу генерації енергії фотоелектричної батареї, ступеню заряду акумуляторної батареї та ліміту потужності, що споживається з мережі.

**Об'єкт дослідження** - електромагнітні процеси у перетворювальному агрегаті автономної сонячної електростанції.

**Предмет дослідження** - алгоритми керування, структури силових кіл і кіл керування.

**Методи дослідження:** методи теорії електричних кіл, розкладання в ряд Фур'є, елементи теорії автоматичного регулювання, методи математичного та комп'ютерного моделювання.

# Основні матеріали дослідження

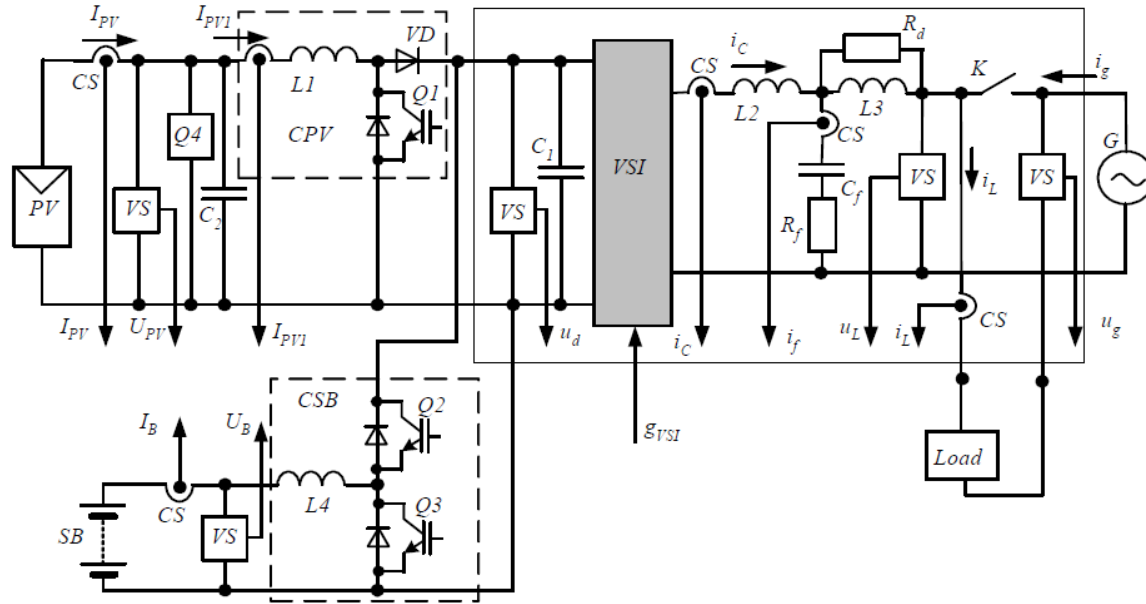


Рисунок 1 – Структура фотоелектричної системи

# За тризонною тарифікацією мають місце наступні зони навантажень:

- пікове (влітку з  $t_2=8.00$  до  $t_3=11.00$  та  $t_5=20.00$  до  $t_6=23.00$ );
- напівпікове (денне) (з  $t_1=7.00$  до  $t_2=8.00$ , з  $t_5=11.00$  до  $t_6=20.00$  та з  $t_6=23.00$  до  $t_7=24.00$ );
- нічне (з  $t_7=24.00$  до  $t_1=7.00$ )

Ключовим в управлінні ФЕС є формування  $Q^*$  протягом доби, що здійснюється завданням значення  $I_B$ . Розглядаємо використання літій-іонної АКБ з обмеженням ступеню розряду (DOD): взимку  $Q^* \geq 20\%$  (DOD  $\leq 80\%$ ), влітку  $Q^* \geq 40\%$  (DOD  $\leq 60\%$ ).

# Модель АКБ

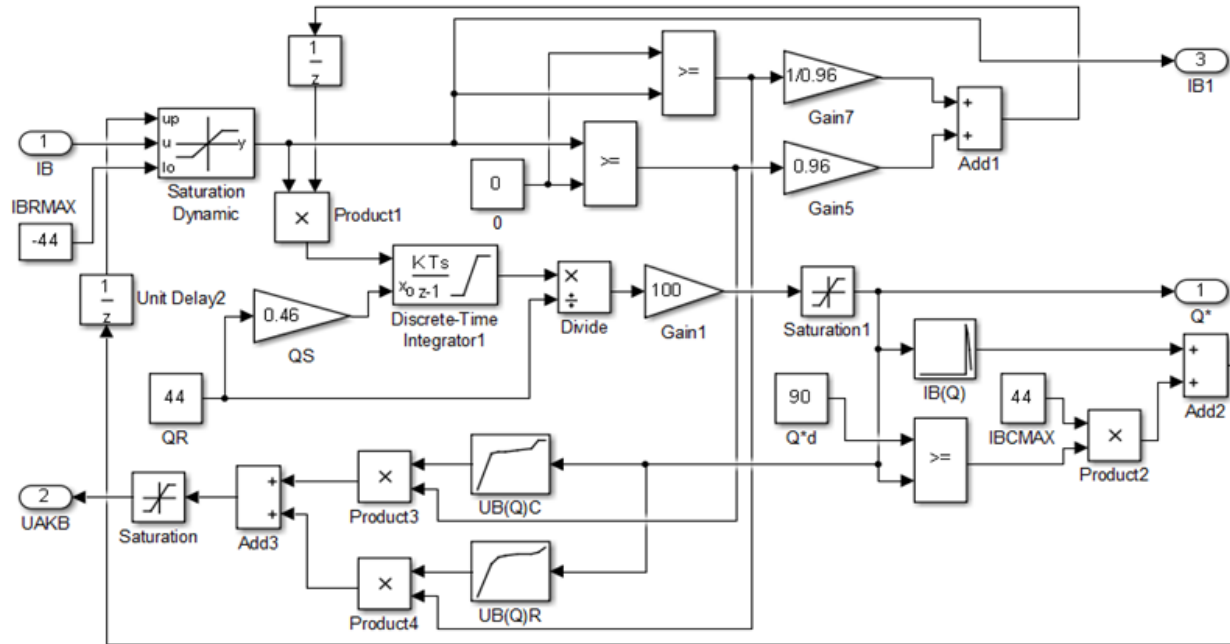
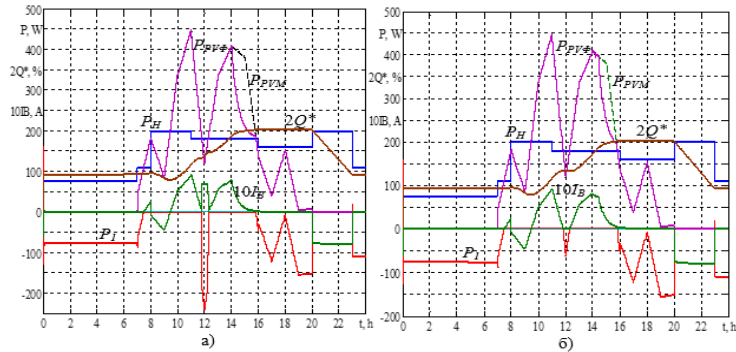


Рисунок 2 – Модель аккумуляторної батареї

# Результати моделювання



$$k_E = C_1 / C_2$$

рис.2, а:  $k_{E1}=3.067, k_{E2}=3.71, k_{E3}=4.62$

рис.2, б:  $k_{E1}=3.3, k_{E2}=4.09, k_{E3}=5.13$

рис.2, в:  $k_{E1}=3.35, k_{E2}=4.16, k_{E3}=5.23$

рис.2, г:  $k_{E1}=1.525, k_{E2}=1.9, k_{E3}=2.39.$

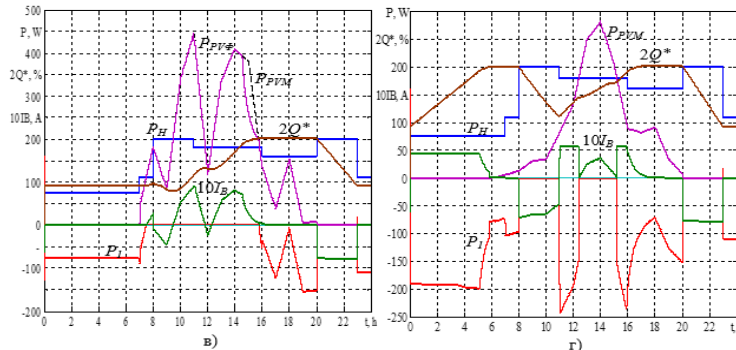


Рисунок 3 – Осцилограми роботи ФЕС:

- а) з зарядом АКБ від РМ у разі провалу генерації ФБ; б) з виключенням заряду АКБ від РМ у разі провалу генерації ФБ;
- в) з розрядженням АКБ у разі провалу генерації ФБ;
- г) робота за низької генерації ФБ ( $W_{PV}=1320$  Вт·год) з обмеженням потужності, що споживається з РМ при заряді АКБ



# Висновки

**Висновки.** Переналаштування роботи ФЕС в процесі моделювання роботи з регулюванням генерації фотоелектричної батареї або струму акумуляторної батареї та врахуванням ліміту потужності, що споживається з мережі досягається введенням додаткових змінних з прив'язкою до заданого графіку ступеню заряду АКБ. За результатами моделювання підтверджено можливість більш повного використання енергії ФБ із зменшенням витрат на спожиту з мережі електроенергію у разі завдання струму АКБ з урахуванням ступеню заряду і енергії, яка генерується ФБ в денний час. Так, за однакових погодних умов за рахунок розряду АКБ під час «провалу» генерації ФБ досягнуто зниження витрат на 9% -12%.

**Дякую за увагу!**