

УДК 621.311:001.57

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СЛІДКУЮЧОЇ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Автор – Сатановський Д. С., студ.

Наукові керівники – Ужеловський В. О., канд. техн. наук, доц.;

Ужеловський А. В., канд. техн. наук, доц.; Ткачов В. С., канд. техн. наук, доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури;

Кравець Г. В., виклад. I кат.

Державний навчальний заклад

«Дніпровський технікум зварювання та електроніки імені Є. О. Патона»

**Постановка проблеми.** Науково-технічний прогрес в галузі розвитку технічних систем передбачає можливості підвищення енергоефективності цих систем за допомогою вироблення енергії з нетрадиційних джерел. Згідно проекту «Енергетичної стратегії України до 2030 року і подальшої перспективи», основними напрямками розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в нашій країні є : використання енергії вітру і гідроенергії для виробництва електроенергії; сонячної і геотермальної енергії – для виробництва тепла; утилізація відходів біомаси, твердих побутових відходів і т. п. – шляхом спалювання або отримання біогазу для виробництва тепла і електроенергії; використання біогазу як моторного палива [7–10].

**Мета дослідження.** Дослідження шляхів отримання оптимальних показників роботи сонячної електростанції та моделювання режимів роботи.

Для досягнення поставленої мети в роботі використані методи математичного та імітаційного моделювання з використанням прикладного пакету Matlab (Simulink).

Існують різні підходи до реалізації завдання управління. Один із них – це побудова алгоритму управління на базі емпіричного алгоритму, наприклад, на базі широковідомих ПД (пропорційно-інтегро-диференційних) – регуляторів.

Простота таких регуляторів, з одного боку, дозволяє досить швидко розробляти системи управління, а з іншого обмежує діапазон об'єктів, якими вони можуть задовільно управляти. Багатосторонність ПД-керування забезпечує протягом тривалого часу значимість і популярність даного виду регулювання [1–4; 8]. Сучасна обчислювальна техніка та прикладні програми дозволяють вже на стадії дослідження і проектування створювати моделі систем екстремального автоматичного керування (СЕАК), які завдяки своїм характеристикам можуть забезпечувати протікання технологічного процесу з оптимальними параметрами.

**Виклад матеріалу.** В даній роботі створена і досліджена в пакеті Matlab (Simulink) імітаційна модель системи оптимального керування просторовим положенням сонячної станції. Загальний вигляд структурної схеми з включенням вузла екстремального керування та нейроконтролера приведений на рис.1. Структурна схема містить два ідентичні контури системи регулювання положення в просторі сонячної панелі – по азимутальному та зенітному кутах. Таке введення контурів дає можливість удосконалити структурну схему, оскільки для підтримки оптимального режиму роботи системи запропоновано застосовувати не лише ПД-контролер, а і в кожному контурі свої контури екстремальних регуляторів. Схема дає уявлення про взаємозв'язки елементів системи та їх математичний опис, дозволяє відстежити перехідні процеси, що відбуваються в контурах регулювання просторового положення фотопанелі.

Контури регулювання, приведені на на рисунку включають елементи системи регулювання, позначені передатними функціями: Gain1-Gain5 – Підсилювачі та перетворюючі пристрої сигналів керування і переміщення сонячних панелей; W1(p)-W6(p) – передавальні функції пускових та виконавчих пристроїв переміщення панелі; ПД(s) – контролери (PID Controller – PID Controller2); du/dt (Dervative – Dervative1), Produkt-Produkt1 – елементи екстремальних контурів регулювання; Gain1, Gain4 – датчики кутів повороту сонячної панелі; Sine Wave1, Sine Wave2, Transport Delay3, Transport Delay3 – імітаційні ланцюги сигналів від фотодатчиків сонячного випромінювання (об’єкт регулювання); W7(p), W8(p), Transport Delay5 – імітаційний ланцюг очисного пристрою сонячної панелі.

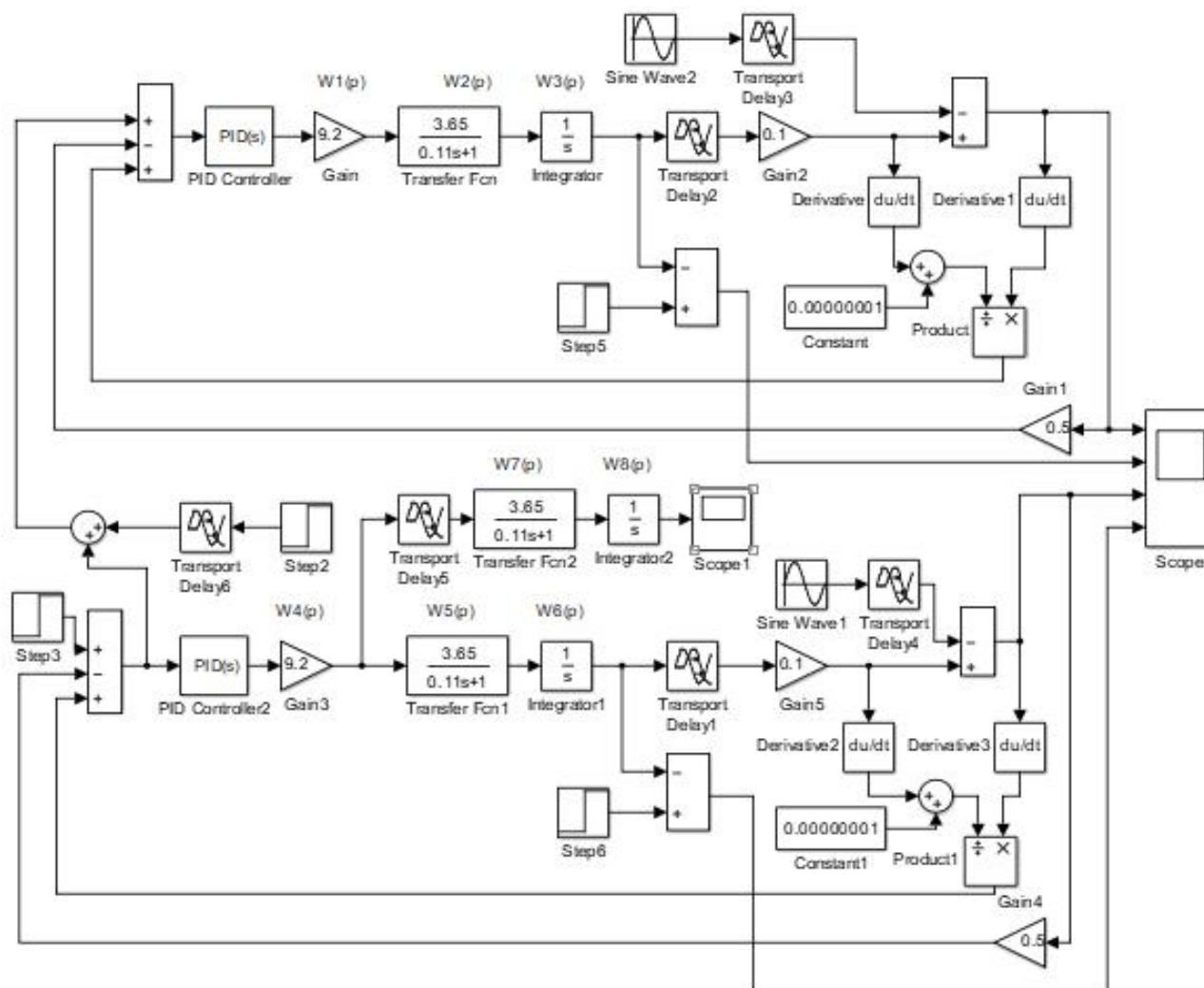


Рис. 1. Структурна схема СЕАК в контурах регулювання положенням фотопанелі з включенням вузла екстремального керування та пристроїв її очищення

Передаточні функції елементів даної системи та їх динамічні параметри були прийняті і задіяні із врахуванням технічних характеристик, рекомендацій, приведених в літературі та довідниках [5; 6].

Робота імітаційної моделі автоматизованої слідкуючої системи підвищення ефективності використання сонячних панелей відбувається в наступній послідовності: після пуску системи нижній (на схемі) контур відпрацьовує оптимальне азимутальне положення фотопанелі. Після фіксації положення, коли сигнал розузгодження досягне

допустимого, здійснюється (з витримкою часу, що враховує можливість випадкової або тимчасової зміни пускового сигналу) пуск верхнього (на схемі) контура регулювання, оскільки в цьому випадку сигнал пуску надходить від блоку Step2. Блок також забезпечує заданий, примусовий інтервал перевірки оптимального положення фотопанелі.

**Результати дослідження.** Розроблена і досліджена імітаційна модель системи керування та підтримки оптимального режиму роботи сонячної станції дозволяє простежити вплив просторового положення фотопанелі на отримання максимальної кількості електроенергії при введенні екстремальних контурів регулювання. В імітаційну модель системи автоматичного керування процесом орієнтування для покращення якісних показників роботи введено два підлеглі контури просторового регулювання положення панелей та пристрій очищення панелей.

#### **Висновки.**

1. Розроблена автоматизована імітаційна слідкуюча система позиціонування сонячних панелей для отримання електроенергії забезпечує оптимальне розташування сонячних панелей в просторі.

2. Результати роботи можуть бути використані при проектуванні подібних систем і впроваджені в навчальний процес з вивчення дисциплін «Теорія автоматичного керування» та «Комп'ютерні технології, проектування та дослідження систем автоматичного управління технологічними процесами та виробництвом». та виконанні магістерських і курсових робіт у навчальному процесі.

#### **Список використаних джерел**

1. Авторське посвідчення № UA 69628. Пристрій підвищення ефективності використання систем сонячних батарей. Голік А. П., Соченко П. С., Синєглазов В. М., Калмикова Л. М., Зеленков О. А., Власюк І. І., Сидоренко К. М. UA. 10.05.2012.

2. Авторське посвідчення № UA 54441. Пристрій оптимального використання сонячних батарей. Сидоренко К. М., Соченко П. С., Маринич Т. О., Власюк І. І., Євстропов А. А., Синєглазов В. М., Зеленков О. А. 10.11.2010.

3. Авторське посвідчення № UA 119594. Екстремальний регулятор потужності сонячної батареї. Цінько О. О. 25.09.2017.

4. Авторське посвідчення № UA 120526. Двопривідна система орієнтації сонячних панелей. Степаненко В. В., Лістовщик Л. К. 10.11.2017.

5. Ключев А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Москва : Энергоатомиздат, 1997. 464 с.

6. Попович М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування : підруч. Київ : Либідь, 1997. 544 с.

7. URL: <http://www.elektruk.info/main/news/401-kak-ustroeny-i-rabotayut-solnechnye-batarei.html>

8. URL: <https://alternative-energy.com.ua>

9. URL: <http://events.pstu.edu/konkurs-energy/wp-content/uploads/sites/2/2018/03/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5.pdf>

10. URL: <https://ecology.unian.ua/alternativeenergy/1112310-perspektivnist-vikoristannya-energiji-sontsya.html>

11. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itpf/2016/paper/viewFile/1470/1164>

12. URL : <https://smarteco.biz.ua/shop/solar-street-light/>