

## МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Швец С. В.<sup>1</sup>, Воропай В. Г.<sup>2</sup><sup>1</sup>Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",  
<sup>2</sup>Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

*Для забезпечення оперативності контролю стану енергосистеми та зменшення потоків передачі даних запропоновано мережецентричну концепцію використання групи безпілотних літальних апаратів*

**Постановка проблеми.** Сучасні системи управління і контролю стану енергосистем містять у собі велику кількість різноманітного обладнання, рознесеного територіально, крім того, найчастіше потрібне об'єднання систем управління різних об'єктів. Тому мережецентричну систему управління і контролю стану енергосистем представляють у вигляді множини підсистем, розбитих на кластери, які об'єднані одна з одною. До сучасних систем управління в електроенергетиці пред'являються високі вимоги до масштабованості, надійності й відмовостійкості. В основу таких систем покладена децентралізована диспетчеризація [1] і високий потенціал в аспектах масштабування й реконфігурації. Крім того, ще одним безсумнівним плюсом є можливість уніфікації.

Об'єднання концепцій мережецентричної організації в системах електропостачання, принципів децентралізованої диспетчеризації та резервування продуктивності обчислювальних вузлів дозволяє суттєво підвищити показники надійності й відмовостійкості систем управління і контролю стану енергосистем. Разом з тим, принципи функціонування подібних мережецентричних систем з розподіленою диспетчеризацією й кластеризацією відрізняються від раніше розроблених і реалізованих концепцій: відсутність виділених управляючих елементів, недетермінованість завдань управління, а також недетермінованість комунікаційного середовища порушують питання про необхідність синтезу комплексу методів, що забезпечують їхнє усталене функціонування [2; 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішення проблем функціонування та розвитку енергетичної інфраструктури в значній мірі визначаються вирішенням проблем по енергобезпеці [3].

Тут забезпечується можливість завдання власної моделі режимів забезпечення енергетичної безпеки з використанням мультиагентних принципів на основі smart grid [2] і єдиної регіональної інтелектуальної мережецентричної системи управління для кожного окремого компонента енергосистеми [1].

Одним із ключових напрямків підвищення ефективності роботи енергосистеми є формування інтегрованого інформаційного простору про її стан на основі новітніх інформаційних технологій. Мінімізація тривалості циклу ухвалення рішення, збільшення продуктивності обчислювальних систем, ефективний розподіл інформаційного потоку між апаратними ресурсами системи контролю стану енергосистеми за допомогою уніфікованого мережевого багатифункціонального цифрового обладнання дозволяють досягти максимального рівня ситуаційної поінформованості

та керованості режимами енергосистеми [1; 3]. Таким чином, пропонується підхід, що надає концепції мережецентричного управління науковий характер, а розглянуті системні парадигми дозволяють дивитися на неї як на інженерну конструкцію.

**Мета статті.** Розробка концепції використання групи безпілотних літальних апаратів у складі системи оперативного обслуговування енергосистеми, побудованої на принципах мережецентризма.

**Основні матеріали дослідження.** Структура системи оперативного обслуговування енергосистеми (СОЕ), побудованої на принципах мережецентризма [2-3] з розподіленою диспетчеризацією та кластеризацією, має у своєму складі, крім розгалуженої підсистеми цифрових вимірювальних модулів, групу безпілотних літальних апаратів (БПЛА) [2].

Багато із задач БПЛА [3] вимагають для одержання практичних результатів застосування суперобчислень із величезною кількістю вихідних даних, які повинні надходити на суперкомп'ютер у режимі реального часу. Якщо використовувати традиційні БПЛА з оператором і прийомом/передачею даних по радіоканалу, то реальні автоматизовані системи "захлинаються" від потоків даних, які треба ще зберігати та передавати комп'ютеру для обробки. Про зворотній потік управління БПЛА звичайно навіть мова й не йде, тому що результати не вдається одержати в реальному часі.

Застосування мультиагентного підходу полягає в створенні групи БПЛА. Така група складається із БПЛА-агентів, які здатні "спілкуватися" між собою й обмінюватися даними з базовою станцією або з мережею базових станцій.

Передача інформації здійснюється як між БПЛА-агентами, так і між БПЛА-агентами і людиною-оператором. Серед об'єктів цієї групи будуть виконавчі та інтелектуальні об'єкти, що мають бази даних і знань, які потрібні для досягнення цілей функціонування енергосистеми.

Пошук необхідної інформації для реалізації обраної стратегії використання БПЛА-агентів є важливим етапом функціонування колективу роботів. Такі моделі застосовуються для:

- оптимального вибору структури каналів зв'язку, що забезпечують мінімальну витрату енергії на одержання максимально корисної інформації;
- концентрацію зусиль усіх роботів на досягненні мети, поставленої оператором;
- орієнтацію дій колективу роботів на одержання корисної інформації з мінімальним ризиком.

Комплекс БПЛА, як правило, складається з одного БПЛА й базової станції під управлінням людини. Іноді використовують кілька комплексів, при цьому кожний БПЛА прив'язаний до своєї базової станції. Обмін інформацією між комплексами відбувається тільки на землі, між базовими станціями. Таку роботу комплексу можна представити, як дворівневу систему управління. Верхній рівень управління здійснюється базовою станцією. Тут визначається глобальне завдання для БПЛА, задається висота польоту, швидкість польоту, маршрут, точки збору інформації і т.д. Нижній рівень управління здійснюється автопілотом БПЛА, який діє по записаній програмі з базовою станцією та управляє виконавчими механізмами.

Використання групи "інтелектуальних" БПЛА для виконання спільної задачі характеризується відсутністю автономної "твердої" постановки задачі, дозволяючи групі оперативно ухвалювати рішення щодо зміни сценарію виконання поставленого завдання. Наприклад, при: появі нового джерела цінної інформації, виходу з ладу частини наявних ресурсів, зміни критеріїв прийняття рішень та ін.

Саме для вирішення подібних проблем застосовуються мультиагентні технології, в основі яких лежить поняття – інтелектуального агента.

Для можливості реалізації застосування мультиагентного підходу додається проміжний середній рівень, який реалізується за рахунок додаткового мікрокомп'ютера встановленого в БПЛА. Таким чином, виходить нова трьохрівнева система управління БПЛА-агента. Для створення трьохрівневої системи управління необхідно переглянути апаратне оснащення одиночного БПЛА. На верхньому рівні залишається комп'ютер під управлінням людини – базова станція. Її завдання: визначення глобальної місії для групи БПЛА-агентів (наприклад, параметри території дослідження, завдання способів дослідження, висота польоту і т.д.); розбивка глобального завдання на частини для кожного БПЛА-агента; обмін інформацією із БПЛА-агентами; збір і обробка інформації від групи; формування нової глобальної місії групі залежно від нової інформації, яка поступає на базову станцію. На середньому рівні управління БПЛА-агента перебуває бортовий мікрокомп'ютер. Бортовий мікрокомп'ютер – головне обладнання системи управління БПЛА. Його основна мета: виконати поставлене йому завдання. Для цього він виконує п'ять основних функцій: генерація оновлень до програми польоту для автопілоту; обробка даних навігаційного обладнання й телеметрії; робота з додатковим обладнанням; спілкування з мікрокомп'ютерами інших БПЛА; відправлення даних на базову станцію й одержання від неї нових завдань. На нижньому рівні управління залишається автопілот БПЛА-агента. Але нова програма тепер створюється мікрокомп'ютером. Такий алгоритм дії групи підходить до будь-яких задач візуального моніторингу стану елементів енергосистеми.

**Висновки.** Мережецентричні рішення дозволяють використовувати універсальні засоби організації інформаційного обміну для об'єднання різних технологій, які належать до різних компонентів енергосистеми, характерними відмінностями яких є властивості "частина – ціле" і відношення "система – зовнішнє

середовище". Параметри та структура такої системи управління можуть оперативно коректуватися відповідно до поточної інформації про внутрішні стани енергосистеми і характеристики її режимів, які надходять у формі цифрових даних. Використання БПЛА-агентів у складі СОЕ відкривають нові перспективи створення інтелектуальних кіберфізичних систем, які вже в найближчому майбутньому стануть невід'ємною частиною середовища проживання людини в інформаційному просторі "Інтернет речей". Однак, цей процес вимагає не тільки інноваційних інженерних ідей, але й розробки цілісних наукових концепцій, об'єднаних універсальною науковою парадигмою. У рамках такої парадигми інформація повинна розглядатися як фундаментальна концепція об'єктивної реальності, у рамках якої фізична реальність є у своїй основі "цифровою" і, отже, обчислювальною.

### Список використаних джерел

1. Иванов Д. Я. Принципы организации децентрализованных сетевых информационных-управляющих систем / Д. Я. Иванов, Э. В. Мельник // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 4. – С. 25-30.
2. Сокол Е. И. Сетевая оптимизация оперативного обслуживания элементов энергосистемы / Е. И. Сокол, О. Г. Гриб, С. В. Швец // Электротехника и электромеханика. – 2016. – №3. – С. 67-72.
3. Сокол Е. И. Формирование обслуживания энергосистемы по критерию точности / Е. И. Сокол, О. Г. Гриб, С. В. Швец // Научно-технический журнал "Энергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК". – № 1(4). – Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2016. – С. 37-40.

### Аннотация

#### СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Швец С.В., Воропай В.Г.

*Для обеспечения оперативности контроля состояния энергосистемы и уменьшения потоков передачи данных предложена сетевая концепция использования группы беспилотных летательных аппаратов.*

### Abstract

#### NETWORK-CENTRIC ASPECTS OF THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

S. Shvets, V. Voropay

*To ensure the efficiency of state control of the energy system and reducing data flow of the proposed network-centric conception of the use of unmanned aerial vehicles.*