УДК 621.311.

П. Д. Лежнюк, д. т. н., проф.; Жан-П'єр Нгома, к. т. н.; А. В. Килимчук

АВТОМАТИЗАЦІЯ МАЛИХ ГЕС ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ РОБОТИ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ

Розглянуто принципи створення автоматизованої системи керування малими гідроелектростанціями. Показано, що така система повинна бути ієрархічною, формуватися на опорній ГЕС і опиратися на нижньому рівні на локальні автоматичні системи.

***Ключові слова**: малі гідроелектростанції, автоматизація, структура, принципи.*

Вступ

На сьогоднішній день і в перспективі в енергобалансі всіх країн світу зростає частка відновлювальних джерел електроенергії (ВДЕ). Так, у країнах Євросоюзу розглядається можливість доведення цієї частки в 2020 р. до 20%. Значна роль тут відводиться ГЕС, зокрема малим ГЕС [1 – 3].

Із зростанням значення малих ГЕС в енергобалансі країни актуальним стає розвиток методичного, інформаційного й технічного забезпечення експлуатації малих ГЕС [3, 4]. Важливим у цьому напрямку є комплексність і методологічна єдність у прийнятті рішень щодо покращення експлуатаційних характеристик малих ГЕС при роботі їх в енергосистемі. Як показує досвід експлуатації різних електроенергетичних об'єктів, у тому числі електростанцій, найліпше це досягається із застосуванням автоматизованих систем керування (АСК).

Ця стаття присвячена розробці ієрархічної АСК малими ГЕС, з метою підвищення ефективності останніх при роботі їх в енергосистемі.

Особливості малих ГЕС як об'єкта керування

Експлуатація малих гідроелектростанцій має ряд особливостей, порівняно з традиційними джерелами енергії [5, 6]:

– невелика одинична потужність ГЕС (від 100 кВт до 20 МВт) та часто низький коефіцієнт використання встановленої потужності протягом доби не дозволяють отримувати значні надходження від реалізації електроенергії, що призводить до необхідності максимального скорочення експлуатаційних витрат;

– одному суб'єкту енергоринку може підпорядковуватися 10 і більше малих ГЕС, розташованих у різних областях та регіонах країни, що істотно ускладнює централізацію диспетчерського керування ними, враховуючи практичну відсутність промислових каналів зв'язку;

– підвищення вимог енергоринку щодо автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) в області оперативності обміну інформацією між операторами та споживачами вимагає вдосконалення засобів інформаційного забезпечення, встановлених на малих ГЕС;

– продуктивність малих ГЕС значною мірою залежить від фактично непередбачуваного впливу навколишнього середовища, що призводить до ускладнень у процесі планування режимів їх роботи;

– неузгодженість норм і правил експлуатації водних ресурсів у поєднанні з людським фактором накладає штучні, часто необґрунтовані, обмеження в задачах забезпечення ефективності роботи гідростанцій цього класу.

Для забезпечення ефективної експлуатації малих ГЕС необхідним є впровадження засобів автоматизації процесу вироблення електроенергії. При цьому автоматизовані системи

керування, що розробляються, мають забезпечувати виконання таких задач:

– повна автоматизація інформаційного обміну між ГЕС та розрахунково-диспетчерським центром (у перспективі – оператором енергоринку) для розв’язання задач комерційного обліку електроенергії;

– контроль стану основного обладнання, його захист у анормальних режимах роботи та забезпечення надійності роботи ГЕС у цілому;

– забезпечення централізованого керування основними процесами, маневреності ГЕС та максимальної ефективності використання первинної енергії протягом заданого періоду роботи;

– мінімізація необхідної кількості обслуговуючого персоналу для АСК та станції в цілому.

Структурна схема АСК малих ГЕС

Для реалізації вказаних задач необхідною умовою є забезпечення можливості централізованого керування об’єктом у реальному часі. Разом з тим, зазначена умова не може бути забезпечена через просторову розгалуженість об’єктів і відсутність надійних каналів зв’язку між ними та диспетчерським центром. Виходячи з цього, АСК із заданим переліком функцій (рис. 1) може бути побудована як централізована система оперативного керування з децентралізацією функцій реального часу за рахунок застосування локальних (у перспективі адаптивних) систем автоматичного керування (САК).

Враховуючи структурну та апаратну складність цієї системи керування, а також вимоги щодо мінімізації капітальних та експлуатаційних витрат, АСК має будуватися, спираючись на результати детального техніко-економічного аналізу. Врахувавши ці чинники, останнього розроблено концепцію автоматизації малих ГЕС, головними принципами якої є:

– обґрунтована послідовність розробки та впровадження АСК передбачає черговість реалізації задач автоматизованої системи керування;

– реалізація трирівневої ієрархічної структури з виділенням двох рівнів об’єктів керування (ГЕС) – об’єктів нижчого рівня та "опорних" об’єктів – зменшує капітальні витрати на апаратну та програмну реалізацію АСК;

– повна автономність об’єктів керування (ГЕС) усіх рівнів у нормальних (планових) режимах їх роботи дозволяє забезпечити керованість об’єктів та виконання ними заданих функцій протягом певного періоду часу навіть у разі відмови каналів зв’язку з верхнім ієрархічним рівнем.

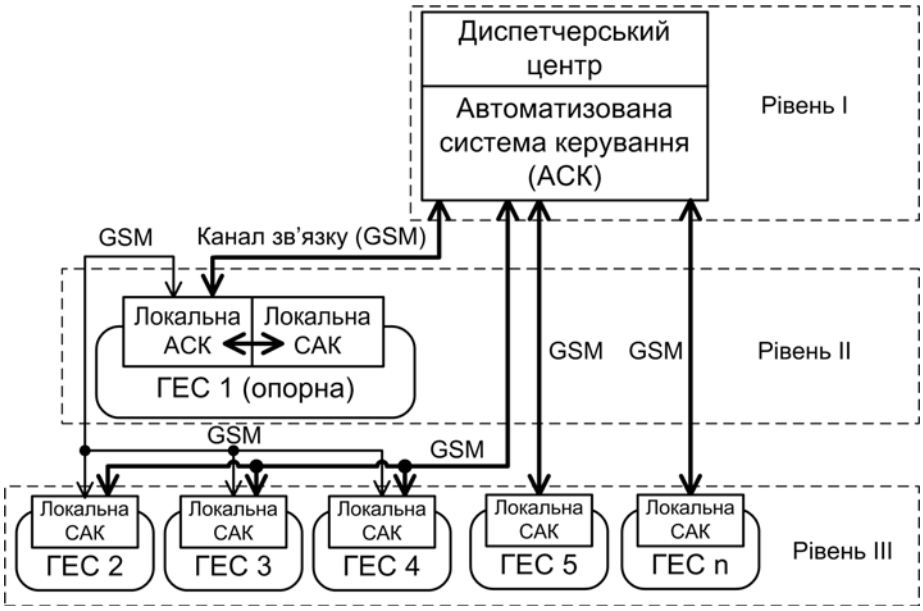

Рис. 1. Структурна схема АСК ГЕС

Практична реалізація АСК малих ГЕС

Розробка та впровадження автоматизованої системи керування групою малих ГЕС передбачає ряд завершених етапів, кожен з яких відповідає реалізації певного кола задач.

На першому етапі розв'язуються задачі автоматизації комерційного обліку електроенергії як необхідної умови функціонування ГЕС в енергоринку, розробляється апаратне та програмне забезпечення для збору та передачі даних щодо півгодинних графіків відпуску електроенергії та формування звітної документації згідно з діючими нормативними документами. Додатковими завданнями цього етапу є тестування обраних інтелектуальних лічильників, апаратної платформи та каналів зв'язку, підготовка оперативного персоналу до роботи з новим обладнанням.

На наступному етапі реалізації АСК за мету ставиться автоматизація процесу виробництва електроенергії та забезпечення автономності ГЕС у нормальних (планових) режимах їх роботи. Розв'язуються задачі дистанційного маневрування ГЕС, автоматичного контролю працездатності та захисту їх основного обладнання і, таким чином, зменшення необхідної кількості обслуговуючого персоналу. При цьому істотно збільшується перелік інформаційного забезпечення, оскільки для ведення заданого дистанційно режиму ГЕС із прийняттям елементарних рішень з керування ними необхідно:

– контролювати рівень води у верхньому басейні та зупиняти агрегати в разі досягнення мінімального рівня;

– контролювати режим роботи генераторів з використанням вимірювальних приладів щита керування та відповідно коригувати потужність турбін;

– контролювати параметри механічної частини ГЕС (підшипники генераторів, турбін, передач тощо) та зупиняти агрегати у разі досягнення граничних значень за вібрацією та температурою;

– реєструвати аварійні та передаварійні ситуації, а також присутність персоналу та сторонніх осіб на території ГЕС (включаючи періодичне відеоспостереження) з інформуванням вищого ієрархічного рівня керування (диспетчерського центру), а також обслуговуючого персоналу.

Вирішення проблем інформаційного забезпечення задачі ведення режиму ГЕС вимагає розширення апаратно-програмної частини локальних систем керування (рис. 2) – встановлення сенсорів (С) механічних та електричних параметрів, а також виконавчих органів (ВО), об'єднаних у інформаційну мережу нижнього рівня, PLC-контролерів для організації виконання задач реального часу та обміну даними між підсистемами АСК тощо.

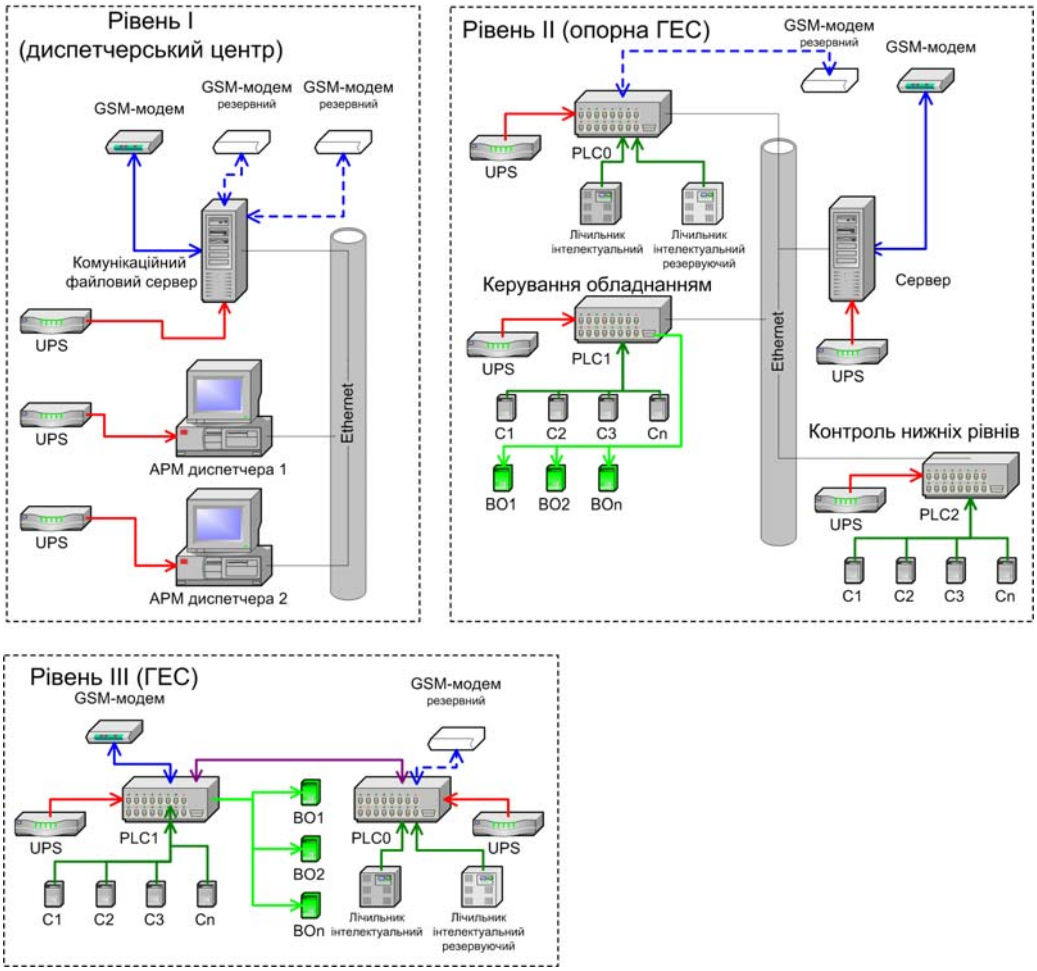

Рис. 2. Структурна схема апаратної реалізації АСК ГЕС

Третій етап розробки та реалізації АСК ГЕС починається з виділення (за територіальною ознакою, встановленою потужністю, кількістю та кваліфікацією обслуговуючого персоналу) опорних ГЕС. Саме на таких станціях виконується встановлення додаткового обладнання для організації локальної автоматизованої системи керування ними та сполучених з ними ГЕС нижчого рівня. PLC-контролери таких об’єктів об’єднуються в локальну мережу Ethernet, що забезпечує можливість обміну даними між ними та сервером локальної АСК. Останній оснащується програмним забезпеченням, що дозволяє накопичувати та аналізувати ретроспективні дані власної локальної САК та САК сполучених ГЕС, підвищувати ефективність використання водних ресурсів, прогнозувати аварійні ситуації та ліквідувати аварії з мінімальними збитками.

Отже, локальні АСК опорних ГЕС призначені для автономного програмного керування режимами роботи ГЕС відповідно до змін умов експлуатації. Сюди відносяться зміна параметрів навколишнього середовища, результати оперативного аналізу режимів роботи їх обладнання та інформації про можливі аварійні ситуації, аналізу тенденцій зміни основних параметрів (електричних, механічних.

Очевидно, що реалізація описаної АСК малими ГЕС вимагає, крім належної апаратної реалізації, розробки відповідного математичного та програмного забезпечення, яке для окремої ГЕС (особливо ГЕС рівня II) потребує значних капітальних витрат та витрат часу. Але економічний ефект, пов’язаний з покращенням керованості та маневреності ГЕС, із підвищенням надійності роботи та ефективності використання водного потенціалу, за приблизними оцінками дозволить компенсувати усі зазначені витрати протягом 3 – 4 років.

Висновки

1. Сучасні умови та особливості експлуатації малих ГЕС на енергетичному ринку вимагають підвищення рівня автоматизації процесів, пов'язаних з виробленням електроенергії.

2. Поетапна розробка та реалізація автоматизованої системи керування дозволяє послідовно створити систему, максимально адаптовану до складу та параметрів малих ГЕС, що підпорядковуються окремому суб'єкту енергоринку.

3. Трирівнева ієрархія АСК ГЕС забезпечує високу надійність та ефективність системи і, разом з тим, дозволяє суттєво скоротити капітальні витрати на розробку та впровадження АСК.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Celso Penche. Layman's Handbook On How To Develop A Small Hydro Site (Second Edition). – DG XVII European Commision 200 rue de la Loi B-1049 Bruselas Belgica. – 1998. – 266 p.

2. Smail Khennas, Andrew Barnett. Best Practices For Sustainable Development Of Micro Hydro Power In Developing Countries (Final synthesis report). – The Department for International Development, UK, The World Bank. – 2000. – 119 p.

3. Анализ состояния и перспективы развития малой гидроэнергетики в Украине / Ю. Вихарев, А. Карамушка, А. Никиторович, В. Рябошапка // Энергетическая политика Украины. – 2005. – № 6. – С. 90 – 96.

4. Осадчук В. А. Современные проблемы гидроэнергетики // Энергетика и электрификация. – 2007. – № 1. – С. 13 – 16.

5. Лежнюк П. Д., Кулик В. В., Никиторович О. В. Повышение эффективности эксплуатации малых ГЭС средствами автоматического управления // Гидроэнергетика Украины. – 2007. – № 3. – С. 38 – 41.

6. Компенсація реактивної потужності асинхронних генераторів на малих гідроелектростаціях [Електронний ресурс] / Лежнюк П. Д., Нікіторович О. В., Жан-П'єр Нгома // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – №2. – Режим доступу до журналу http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-2/2008-2.files/uk/08lpdhps_uk.pdf

Лежнюк Петро Дем'янович – д. т. н., професор завідувач кафедрою електричних станцій і систем.
Вінницький національний технічний університет

Жан-П'єр Нгома – асистент кафедри електротехніки, університет Дуала, Камерун.

Килимчук Антон Володимирович – магістр кафедри електричних станцій і систем.
Вінницький національний технічний університет