

# АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ ТА РОБОТИ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

**Косточка І.В., студент, Красняк М.С., студент**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії*

**Вступ.** Із зростанням впровадження ГЕС в енергобалансі країни актуальним стає розвиток методичного, інформаційного й технічного забезпечення експлуатації ГЕС [1]. Постійний моніторинг та аналіз стану обладнання, режимів його роботи та виробництва електроенергії необхідний для тривалої та безпечної експлуатації ГЕС. Протягом життєвого циклу обладнання піддається впливу низки факторів природного та техногенного походження, що впливають на їхній його стан. Таким чином, надійність роботи та експлуатації ГЕС, їх безпека та термін експлуатації безпосередньо залежать від комплексності підходів до моніторингу, аналізу стану та своєчасного ремонту чи відновлення обладнання. Крім того, своєчасне виявлення відхилень від допустимих та гранично допустимих норм режимних параметрів дозволяє запобігти аварійним ситуаціям та забезпечити ефективне функціонування [1]. Важливим напрямком підвищення ефективності використання є комплексність і методологічна єдність у прийнятті рішень щодо покращення експлуатаційних характеристик 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).

**Мета роботи.** Опис та аналіз особливостей експлуатації ГЕС, задач, принципів проектування і вимог до структури систем автоматичного контролю (АСК) та їх складу, завдань АСК щодо забезпечення ефективної та безпечної роботи ГЕС.

**Матеріали і результати досліджень.** Експлуатація гідроелектростанцій має ряд особливостей [2-3].:

- одному суб'єкту енергоринку може підпорядковуватися 10 і більше ГЕС, розташованих у різних областях та регіонах країни, що вимагає істотного ускладнення при централізації диспетчерського керування ними, враховуючи практичну відсутність промислових каналів зв'язку;
- вимоги енергоринку щодо автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) в області оперативності обміну інформацією між операторами та споживачами підвищуються, що вимагає вдосконалення засобів інформаційного забезпечення, встановлених на 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 гідроелектростанцій. Для забезпечення

ефективної експлуатації ГЕС необхідним є впровадження засобів автоматизації процесу вироблення електроенергії. При цьому автоматизовані системи керування, що розробляються, мають забезпечувати виконання таких задач:

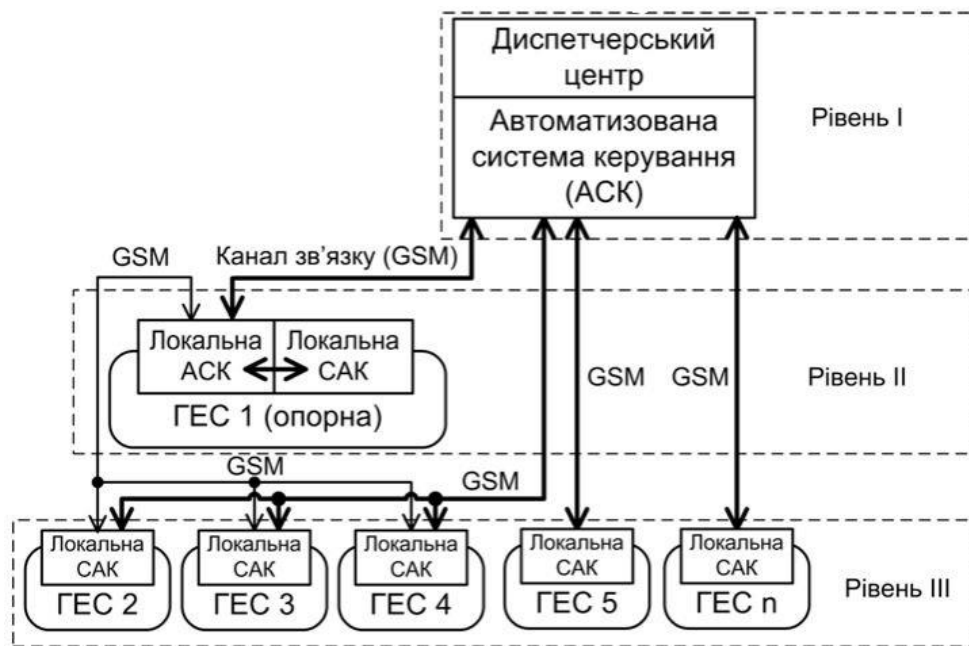
- повна автоматизація інформаційного обміну між ГЕС та розрахунково-диспетчерським центром (у перспективі – оператором енергоринку) для розв'язання задач комерційного обліку електроенергії;
- забезпечення централізованого керування основними процесами, маневреності ГЕС та максимальної ефективності використання первинної енергії протягом заданого періоду роботи;
- контроль стану основного обладнання, його захист у аномальних режимах роботи та забезпечення надійності роботи ГЕС у цілому;
- мінімізація необхідної кількості обслуговуючого персоналу для АСК та станції в цілому.

Для реалізації вказаних задач необхідною умовою є забезпечення можливості централізованого керування об'єктом у реальному часі. Перелік функцій АСК [4], яка повинна виконувати наведені вимоги, наведений на (рис. 1). Така АСК може бути побудована як централізована система оперативного керування реальним часом за рахунок застосування локальних 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, згідно якого головними принципами при створенні такої системи є:

- черговість реалізації задач автоматизованої системи керування, яка обґрунтована послідовністю розробки та впровадження АСК передбачає;
- реалізація трирівневої ієрархічної структури з виділенням двох рівнів об'єктів керування (ГЕС) – об'єктів нижчого рівня та "опорних" об'єктів;
- зменшення капітальних витрат на апаратну та програмну реалізацію АСК;
- повна автономність об'єктів керування (ГЕС) усіх рівнів у нормальних режимах їх роботи, що дозволить забезпечити керуваність об'єктів та виконання ними заданих функцій протягом певного періоду часу навіть у разі відмови каналів зв'язку з верхнім ієрархічним рівнем.

Розробка та впровадження автоматизованої системи керування ГЕС передбачає ряд завершених етапів, кожен з яких відповідає реалізації певного кола задач [4, 5].

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 часових графіків відпуску електроенергії та формування звітної документації згідно з діючими нормативними документами.



Рисунк 1 – Структурна схема АСК ГЕС

На другому етапі реалізації АСК за мету ставиться автоматизація процесу виробництва електроенергії та забезпечення автономності ГЕС у нормальних 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.

Для прийняттям елементарних рішень з керування 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: 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.

Контроль параметрами роботи ГЕС може бути забезпечено контролером [6], який у свою чергу буде отримувати та обробляти дані від

інших допоміжних пристроїв захисту, контролю, тощо, відповідно до отриманої інформації забезпечувати надання керуючих сигналів для регулювання, відповідно до програмного забезпечення:

Програмований логічний контролер дозволить забезпечити:

1) Контроль аналізаторів мережі і захист:

- по частоті напруги;
- захист від асинхронного ходу;
- по мінімальних активній та реактивній потужності;
- по максимальних активній та реактивній потужності;

2) Керування синхронізаторами (плавна синхронізація):

- по напрузі;
- по частоті;
- по зсуву фаз;

3) Контроль за забезпеченням реле напруги захисту по:

- перекосу фаз;
- перевищенню напруги;
- зниженню напруги;
- чергування фаз (захист від увімкнення в протифазі);

4) Контроль за забезпеченням трансформатором нульової послідовності захисту від замикань на землю;

5) Слідкування за давачем обертів, який повинен забезпечити захист генератора по обертах і відсутність обертів при закритих шандорах;

б) За допомогою світлової колони (три кольори: зелений, жовтий, червоний) та звукової сирени інформувати персонал про зміну роботи генераторів (зупинка, пуск, стоп, аварія, поломка).

Для нормальної роботи ГЕС повинна бути оснащена рівнеміром гідростатичного типу, що коректно працює в усі пори року, контролюючи рівень води у верхньому б'єфі, а також при встановленні ще одного рівнеміра - контроль нижнього б'єфу, а ще двох - контроль стану забрудненості очисних решіток, показання якого також повинні реєструватися програмованим логічним контролером.

На основі залежностей параметрів різного обладнання в АСК можна включати додаткові алгоритми контролю роботи та захистів (для прикладу: режим самовтягування в мережу, контроль ковзання і т.д.).

АСК обов'язково повинна включати систему збору інформації і обліку, до задач якої відноситься:

- збір інформації;
- перетворення та аналіз отриманої інформації;
- обробка інформації в режимі run-time;
- архівування даних;
- візуалізація інформації у вигляді мнемосхем;
- створення графіків;
- представлення інформації у вигляді таблиць;
- протокол аварій;

- протокол подій;
- можливість надсилання інформаційних повідомлень через мережу інтернет;
- можливість інтегруватися у верхню (центральну SCADA) (коли кілька об'єктів генерації зводяться на один центральний диспетчерський пункт зі синхронізацією всіх даних);
- локальне та віддалене (через інтернет захищеним каналом) керування станцією з редагуванням параметрів роботи ГЕС;
- робота по режиму рівень води=const;
- робота по режиму  $\cos\phi$ =const;
- робота по режиму  $P_{акт.}$ =const;
- робота по режиму  $Q_{акт.}$ =const;
- робота по режиму пріоритетності генератора (рівномірне напруження мотогодин, виведення в ремонт машини);
- можливість задання часових уставок роботи обладнання.

**Висновки.** АСК ГЕС призначені для автономного програмного керування режимами роботи ГЕС відповідно до умов експлуатації, включаючи зміну параметрів навколишнього середовища, результати оперативного аналізу режимів роботи їх обладнання та інформації про можливі аварійні ситуації, тенденцій зміни основних параметрів (електричних, механічних). Очевидно, що реалізація АСК ГЕС вимагає, крім належної апаратної реалізації, розробки відповідного математичного та програмного забезпечення, 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, дозволить компенсувати усі зазначені витрати протягом відносно невеликого періоду.

#### Перелік посилань

1. Суходоля О.М., Сидоренко А.А. Бегун С.В., Білуха А.А. За редакцією Суходолі О.М, Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроенергетики України. Аналітична доповідь. НІСД, 2014, – 54 с.
2. Безпека гребель: як УКРГІДРОЕНЕРГО здійснює контроль за станом гідроспоруд. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://uhe.gov.ua/media\\_tsentr/novyny/bezpeka-grebel-yak-ukrgidroenergo-zdiysnyue-kontrol-za-stanom-gidrosporud](https://uhe.gov.ua/media_tsentr/novyny/bezpeka-grebel-yak-ukrgidroenergo-zdiysnyue-kontrol-za-stanom-gidrosporud)
3. Коцар О. В. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання], Навч. посібн. - К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017, -- 44 с.
4. Лежнюк П. Д., Жан-П'єр Нгома, Килимчук А. В. Автоматизація малих ГЕС як засіб підвищення ефективності їх роботи в електричній мережі. Енергетика та електротехніка, Наукові праці ВНТУ, 2008, № 3, с. 1-5
5. Шульга В. А., Чугунніков В. С. Рассовський В. Л., Бісовецький Ю. А. Щучик Е. С., Кухтаров С. А. Рудик Б. А., Пудлик А. Н., Автоматизована система контролю гідротехнічних споруд (АСК ГТС) Дніпровської ГЕС — від задуму до втілення, Гідроелектричні станції, 3—4/2017, ISSN 1812-9277
6. Світовир - група інжинірингових компаній в секторі енергетики та промислової автоматизації. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://svitovyr.ua/HPP/>