АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ БЛИСКАВОК, ЯКІ УРАЖУЮТЬ ОБ'ЄКТИ ВЕЛИКИХ РОЗМІРІВ

Прилепа Р.Ф., студент, Шостак В.О., к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра техніки і електрофізики високих напруг

Вступ. Згідно нормативних документів, система блискавкозахисту (СБЗ) повинна перевірятись періодично щонайменше раз на рік (на початку сезону) або після кожного ураження блискавкою споруди на наявність пошкоджень [1]. Таким чином, для об'єктів великих розмірів (ЛЕП, АЕС, парки вітроустановок, фотоелектричні та інші електричні станції і підстанції) з метою швидкого виявлення та оперативного усунення пошкоджень є дуже важливим мати систему реєстрації блискавок. Наприклад, для визначення точного місця і характеру уражень та збору статистичних даних, у деяких країнах вже запроваджено ряд систем відео реєстрації блискавок на ЛЕП [2-4]. Відео камери також застосовують для калібрування локаційної точності систем дистанційної реєстрації блискавок, які аналізують їхні електромагнітні поля [2]. Отже, задача розробки систем моніторингу місць ураження блискавками є актуальною не лише для ЛЕП, а й для інших важливих об'єктів великих розмірів.

Мета роботи. Провести аналіз існуючих систем моніторингу блискавок на об'єктах великих розмірів та розробити прийнятну концепцію такої системи. Визначити основні характеристики системи моніторингу, які потрібно врахувати при її побудові.

Матеріали та результати досліджень. В роботі проведено аналіз існуючих систем моніторингу блискавок [2-5]. Наприклад, в Китаї впроваджено відповідні системи на ЛЕП [4] та в розподільних мережах [3], які використовують мережу Інтернет та високошвидкісні або звичайні відеокамери. Це дозволило спостерігати в режимі реального часу і реєструвати місце та процес розвитку розряду блискавки на лініях. Переваги використання швидкісних камер полягають у хорошому часовому розрізненні і можливості реєстрації короткотривалих складових блискавок. З іншого боку, застосування системи на високошвидкісних камерах має окремі недоліки, зокрема, великі габаритні розміри, високу вартість та великі масиви даних, які потрібно передавати, що є визначальним у випадку створення smart-мережі, яка складається із великої кількості таких пристроїв [3]. Тому більш раціональним є використання звичайних камер відеоспостереження, і такі системи теж вже діють в Китаї та Японії [2-4]. Це дозволило зменшити габарити системи моніторингу, її вартість, забезпечити можливість використання модулів автономного живлення та зменшення об'єму інформації для передачі (використовується циклічний запис і тригерування команди щодо занесення даних на постійне збереження лише під час появи блискавки). Основним недоліком звичайних камер є те, що у окремих випадках розряд блискавки може бути коротким, тобто представляти собою імпульс із тривалістю значно меншою одного кадру камери та часу запису інформації з кадру. Імпульс може збігтися в часі з процесом запису даних з кадру в пам'ять. Це питання потребує

вирішення, бо інакше деякі короткотривалі блискавки будуть пропущені відео системою.

Аналіз існуючих конфігурацій, дозволив запропонувати комплексну систему моніторингу блискавок, що уражують об’єкти великих розмірів, структуру якої представлено на рис. 1.

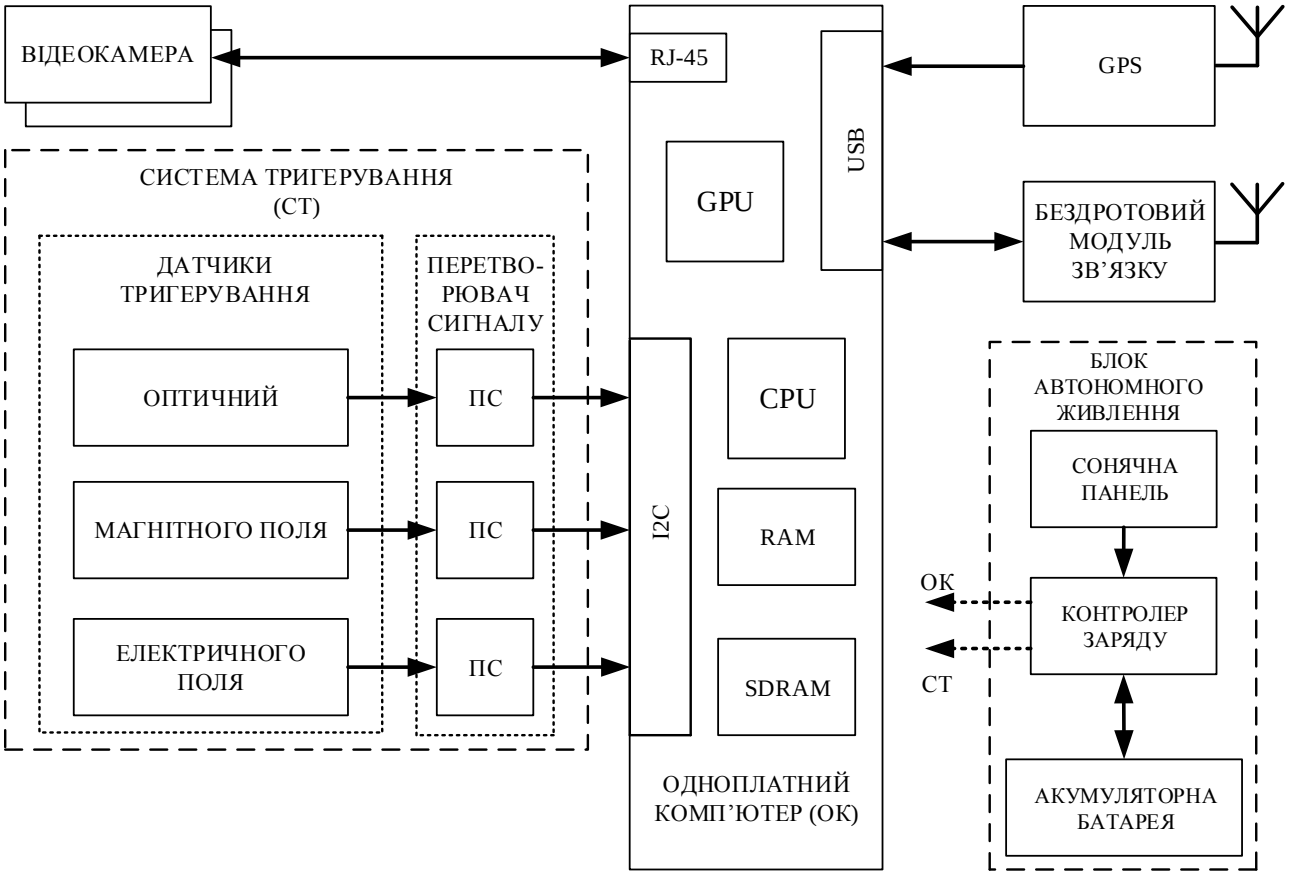

Рисунок 1 – Блок-схема системи автоматизованого моніторингу блискавок

Принцип реєстрації полягає в наступному. Запис відео відбувається циклічно в пам’ять відеокамери, і для виділення із потоку окремого фрагменту, а саме кадрів ураження блискавкою об’єкту, застосовують тригеруючий імпульс, який формується системою тригерування (СТ). В якості тригеруючої дії для цієї системи використовуються впливи, які виникають під час грозової активності та первинно реєструються датчиками, а далі відповідні сигнали за допомогою перетворювачів сигналів (ПС), підсилюються та фільтруються. В більшості існуючих систем використовують датчик лише одного типу – оптичний. В нашій системі запропоновано використовувати паралельно датчики різних явищ, що супроводжують розряд блискавки. За допомогою оптичного датчика записують зміну освітленості від спалаху блискавки в часі, що дає змогу не лише подати сигнал тригерування, але і додатково отримати дані для визначення форми хвилі струму розряду [6]. Це дасть інформацію про наявність і тривалість розряду та оцінити його небезпеку для споруди у випадку пропуску блискавки відеокамерою. У ситуації поганої видимості, обумовленої туманом або смогом, яскравого денного світла та слабкого світіння із зони

каналу (для деяких випадків безперервних чи імпульсних складових струму) оптичний спосіб тригерування може не спрацювати. Тоді можна розраховувати на антени магнітного та електричного полів, які реєструють зміну цих полів в залежності від струму блискавки (імпульсний чи безперервний) [7]. При появі на портах одноплатного комп'ютера (ОК, рис. 1) хоча б одного із сигналів від датчиків системи тригерування, відбувається надсилання команди для вилучення фрагменту відео із записом його в пам'ять (SDRAM) ОК та подальшим пересиланням за допомогою модуля зв'язку до центру керування та призначеним користувачам. Записи повинні містити мітку часу (від GPS) для синхронізації з іншими системами. Блок оптичного тригеруваня має також забезпечувати фільтрування від сторонніх засвічень (відблиски сонця, транспорт, габаритні вогні споруди і т.п.).

В системі використовують IP - відеокамери, у яких має бути порт для подачі тригеруючого сигналу. ОК повинен забезпечити обробку потоку відео та інших сигналів в режимі реального часу і мати периферійні порти вводу/виводу низького рівня. У випадку відсутності можливості живлення із мережі або з метою обмеження впливу індукованих перенапруг на лініях, застосовується блок автономного живлення системи, що складається із сонячної панелі, акумулятора та контролера заряду.

Висновок. На основі аналізу існуючих систем запропоновано концепцію комплексної системи моніторингу блискавок, які вражають об'єкти великих розмірів. Основні переваги цієї системи полягають у використанні IP-відеокамер із звичайною частотою кадрів та кількох датчиків тригерування і у можливості реєстрації окремих характеристик блискавки (зміни в часі електричного та магнітного полів, світіння каналу і оцінки параметрів струму).

Така система моніторингу дозволяє не тільки реєструвати місця ураження блискавками і швидко виявляти пошкодження та планувати їх усунення, а й збирати та аналізувати статистичні дані про блискавки на об'єктах.

Перелік посилань

1. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.
2. M. Matsui and N. Takano, "Evaluation of Lightning Location accuracy of JLDN with a lightning video camera system," *Asia-Pacific Int. Symp. on EMC*, Beijing, China, 2010.
3. B. Huang, Z. Fu, J. Chen and C. Gu, "Remote online observation system of power system lightning stroke," *32nd Int. Conf. on Lightning Protection*, Shanghai, 2014.
4. N. n. Yan, Z. Shi, N. Xu, B. Wang and Z. c. Fu, "Lightning stroke optical triggering circuit design for overhead line," *32nd Int. Conf. on Lightning Protection*, Shanghai, 2014.
5. N. Xiang and S. Gu, "A Precisely Synchronized Platform for Observing the Lightning Discharge Processes," Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conf., Wuhan, 2011.
6. D. Wang, N. Takagi, D. Hill, W. Gamerota, D. M. Jordan and M. A. Uman, "High speed optical observation on initiation process of lightning return strokes," *31st Int. Conf. on Lightning Protection*, Vienna, 2012.
7. Козлов О. Ю., "Датчики системи моніторингу блискавок", *Міжн. н.-т. конф. мол. учених, аспір. і студ."Сучас. пробл. ел.енер.тех. та автом."* – Київ: ФЕА НТУУ «КПІ», 2016.