

ЦИФРОВА ПІДСТАНЦІЯ. ПЕРЕВАГИ ТА ОСОБЛИВОСТІ

М.Ф. Сопель¹, канд. техн. наук, **С.П. Денисюк²**, докт. техн. наук, **О.В. Сподинський³**, магістр 1–3 – Ін-т електродинаміки НАН України, пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

Наведено матеріал про перспективи використання мікропроцесорного обладнання та новітніх комунікаційних технологій на електричних підстанціях завдяки розвитку та впровадженню новітніх стандартів обміну даними, на основі яких будуються цифрові підстанції. Бібл. 7, рис. 2, таблиця.

Ключові слова: цифрова підстанція, комунікаційні технології, МЕК 61850, РЗА і ПА, інтелектуальний електронний пристрій.

З початку розробки у електроенергетиці проектів автоматизованих систем керування технологічними процесами на підстанціях (АСК ТП ПС) відбувся значний розвиток апаратних і програмних засобів систем керування на ПС [3, 5]:

- з'явилися високовольтні цифрові трансформатори струму та напруги;
- розроблюється первинне та вторинне електромережеве обладнання з вбудованими комунікаційними портами;
- виробляються мікропроцесорні контролери;
- прийнято міжнародний стандарт МЕК 61850, який регламентує представлення даних про ПС, як об'єкт автоматизації, а також протоколи цифрового обміну даними між мікропроцесорними інтелектуальними електронними пристроями (IED – англ.) ПС, включаючи пристрої контролю та керування, релейного захисту та автоматики (РЗА), протиаварійної автоматики (ПА), телемеханіки, лічильники електричної енергії.

Все це створює технічні та технологічні передумови для побудови підстанції нового покоління – цифрової підстанції (ЦПС), на якій організація всіх потоків інформації при вирішенні задач моніторингу, аналізу та керування здійснюється в цифровій формі [3]. Саме завдяки розвитку комунікаційних технологій та оснащення традиційного електротехнічного устаткування цифровими портами стало можливим інтегрування обладнання на всіх рівнях ПС в єдину систему на ЦПС.

Перехід до передачі сигналів у цифровому вигляді на всіх рівнях керування ПС дав

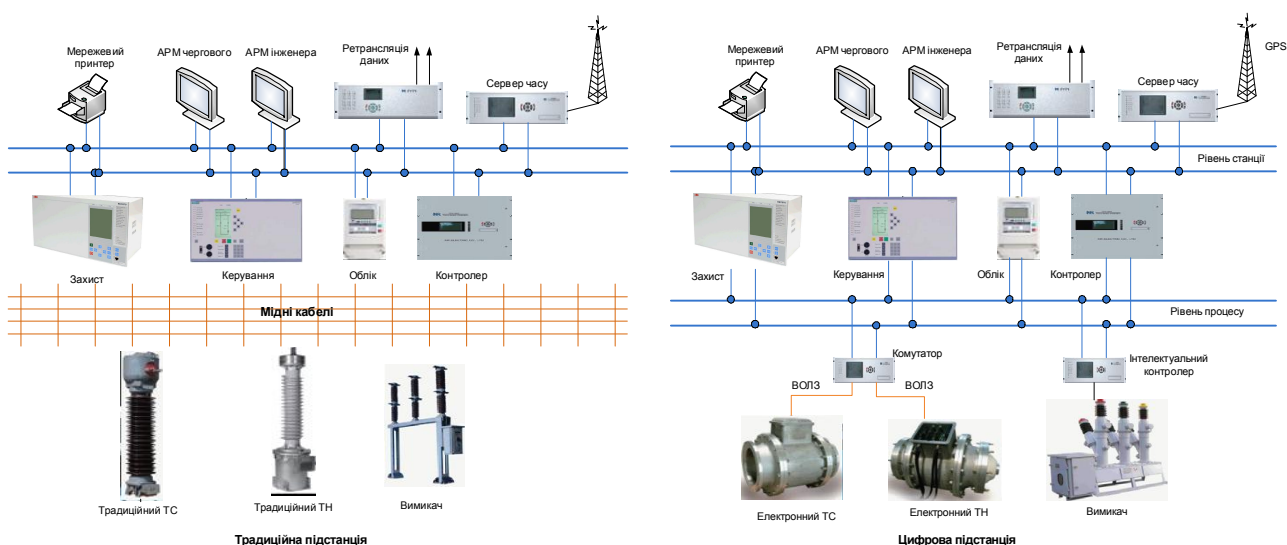


Рис. 1

зможу отримати ряд переваг, а саме [4, 5]:

- суттєво зменшити затрати на кабельно-провідникову продукцію у вторинних колах і кількість каналів для їх прокладання, наблизивши джерела цифрових сигналів до первинного обладнання (на рис. 1 показано порівняння між традиційною та цифровою підстанціями);
- покращити електромагнітну сумісність (ЕМС) сучасного вторинного обладнання – мікропроцесорних приладів і вторинних кіл завдяки використанню волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ);
- спростити і здешевити конструкцію мікропроцесорних інтелектуальних електронних пристроїв за рахунок виключення трактів введення аналогових сигналів;
- уніфікувати інтерфейси інтелектуальних електронних пристроїв (IED), тобто суттєво спростити взаємозамінність цих пристроїв (у тому числі пристрої різних виробників);
- підвищити точність вимірювань (особливо при струмах $10...15\% I_n$) та обліку електричної енергії та визначення місць пошкоджень ЛЕП [4];
- зменшити площі земельних ділянок, необхідних для будівництва ПС, за рахунок використання оптичних цифрових трансформаторів струму та напруги, сучасного мікропроцесорного вторинного обладнання.

В основу ідеї побудови ЦПС покладена заміна багатокількісних провідних зв'язків для обміну традиційними аналоговими та дискретними сигналами на уніфікований обмін цифровими повідомленнями [5], які забезпечують можливість розподіленої реалізації функцій системи автоматизації підстанції і повну функціональну сумісність інтелектуальних електронних пристроїв різних виробників. Найбільш повно на сьогодні досліджені питання обміну інформацією в рамках стандарту МЕК 61850 [4] для таких пристроїв та підсистем, як вимірювальні трансформатори струму та напруги, комутаційні апарати, мікропроцесорні термінали релейного захисту та автоматики, АСК ТП.

Основна відмінність цього стандарту від попередніх стандартів МЕК полягає в тому, що в даному випадку не йде мова про просте впровадження нового протоколу передачі даних. Основним напрямком стандарту є систематизація інформаційної моделі підстанції. Центральною частиною стандарту є МЕК 61850-6, яка присвячена мові описання конфігурації підстанції (SCL).

За допомогою мови SCL можна описати:

- однолінійну схему підстанції;
- логічні (функціональні) вузли, з'єднані з силовим обладнанням;
- інтелектуальні електронні пристрої;
- локальну обчислювальну мережу (ЛОМ) ПС.

При цьому питання інтеграції складних видів електротехнічного обладнання, в першу чергу, силових трансформаторів, автотрансформаторів і шунтових реакторів, комплектних елегазових розподільчих устаткувань (КРУЕ), вимикачів мають розглядатися в контексті функцій самостійного аналізу даних і самодіагностики [6].

Саме підвищення інтелектуальної складової (впровадження Smart-технології) в обладнанні ЦПС зробило можливим виконання ЦПС необслуговуючими та самодіагностуючими (рис. 2), а саме:

- розвиток засобів та методів безперервної діагностики (контроль деградації характеристик, контроль готовності до виконання операцій, контроль метрологічних характеристик);
- розширення кількості функцій, що реалізуються в кожному терміналі;
- перекладання частини розрахунково-діагностичних задач на інтерфейсні модулі (Smart-IED).

Слід також зауважити необхідність такого компонента ЦПС, як програмно-технічний комплекс (ПТК) ЦПС, який є програмно-апаратним ядром ЦПС, що координує основні інформаційні потоки в ЦПС та автоматизовані процеси прийняття і реалізації рішень по керуванню обладнанням ЦПС [5].

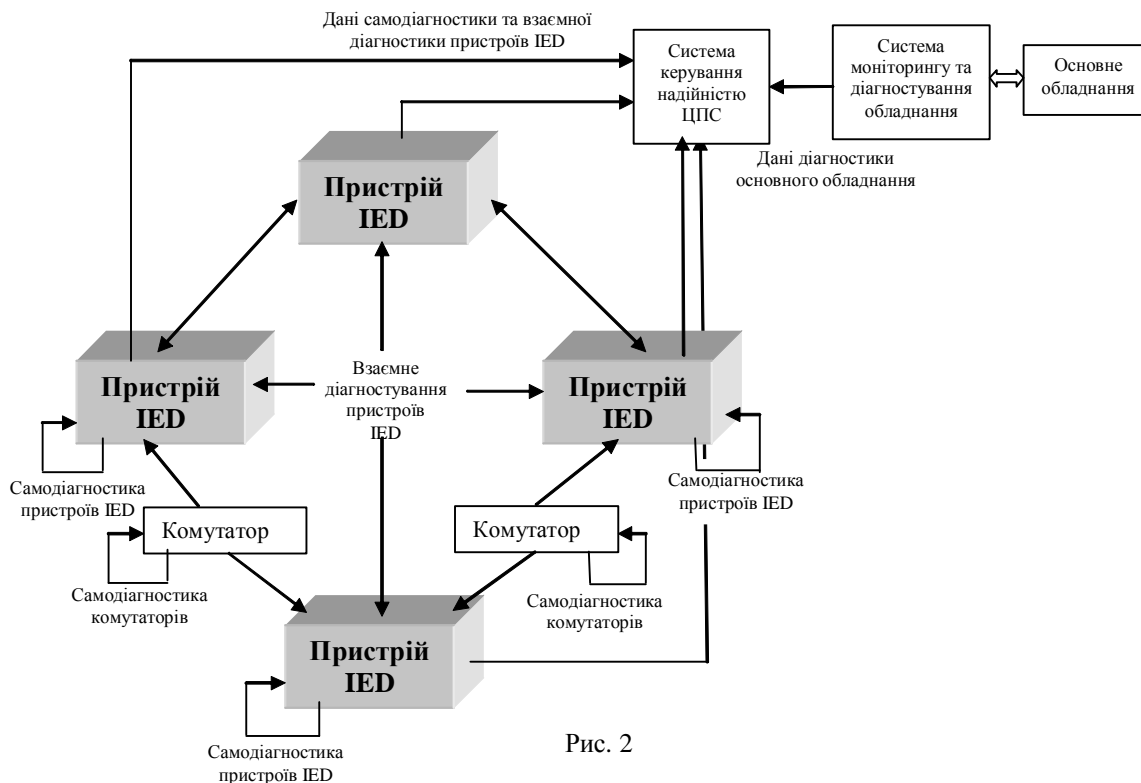


Рис. 2

Для цієї мети ПТК має забезпечити:

- ведення актуалізованої моделі технологічних процесів підстанції, як основи для побудови алгоритмів контролю, аналізу, достовіризації інформації та керування функціонуванням ПС;
- роботу підсистем аналізу технологічних ситуацій, у т.ч. підтримки процесів прийняття рішень по керуванню в складних/аварійних ситуаціях на основі актуальної моделі;
- організацію та ведення баз даних (БД) стану обладнання ЦПС, відслідковування його передаварійного стану і видачу попереджувальних або аварійних сигналів та повідомлень;
- взаємодію з центрами керування з вищими рівнями ієрархії керування електроенергетичної системи;
- телекерування обладнанням ЦПС з забезпечення контролю його можливостей, допустимості та безпеки (з урахуванням реального стану обладнання ПС), а також успішне виконання команд керування.

Аналізуючи викладене, зробимо порівняння традиційних ПС та ЦПС. Результати порівняння зведені до таблиці.

<i>Традиційна ПС</i>	<i>Цифрова ПС</i>
Відсутність первинної цифрової обробки сигналів	Наявність цифрової обробки сигналів
Насичення та ферорезонанс в ТС та ТН	Відсутність насичення та ферорезонансу в цифрових перетворювачах
Вплив силового обладнання на вторинні кола	Відсутність впливу силового обладнання на вторинні кола
Низька надійність та якість передачі сигналів	Висока надійність та якість передачі сигналів
Велика кількість кабельно-провідникової	Мала кількість кабельно-провідникової продукції
Вибухонебезпечність	Відсутність мастила, целюлози та елегазу (SF6)
Високі затрати на монтаж та експлуатацію устаткування	Низькі затрати на монтаж та експлуатацію устаткування

У цілому, розглядаючи проблеми інтелектуалізації та інформатизації на електроенергетичних об'єктах (ЕЕО) України, у тому числі на ПС, слід зазначити, що її вирішення знач-

ною мірою спрямоване на розв'язання задачі забезпечення спостережуваності шляхом інформатизації ЕЕО "знизу-вгору" та створення необхідного інформаційно-програмного середовища (ІПС) [1]. Так, на ПС 750...220 кВ спостерігається технічне переозброєння морально та фізично застарілого устаткування, як наслідок, такі ПС стають інтегрованими, більш спостережуваними та керованими. Чого не скажеш про ПС напругою 154 кВ і нижче, технічне переоснащення яких незначне і забезпечення спостережуваності та керованості відбувається повільно. Також до зазначених проблем слід віднести те, що при будівництві ПС на новітньому устаткуванні використовуються старі принципи побудови ПС, а це, як наслідок, не дає позитивного ефекту від впровадження новітніх технологій.

Для подальшого вдосконалення ПС потрібні загальні вимоги та умови побудови інтелектуальних та інформативних ПС всіх рівнів напруги:

- впровадження принципово нової нормативно-технічної документації;
- створення нових проектних рішень;
- впровадження РЗА і ПА на Smart-платформі;
- використання цифрової обробки сигналів;
- впровадження на ПС комунікаційного обладнання та ВОЛЗ;
- створення інтегрованих систем.

Отже, безперервний висхідний розвиток електроенергетики та комунікаційних технологій, підвищення вимог до функцій захисту, вимірювальних трансформаторів та основного обладнання сприятиме подальшому розвитку та вдосконаленню ЦПС, підвищенню ефективності та зручності керування, надійності її роботи.

1. Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Денисюк С.П., Левітський В.Г., Рибіна О.Б. Інформатизація та інтелектуалізація систем керування в електроенергетиці: деякі підсумки за останні роки // Техн. електродинаміка. – 2007. – № 3. – С. 51–58.
2. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Денисюк С.П. Інформатизація електроенергетичних систем та електричних об'єктів // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАН України, 2007. – № 1 (16), Ч. 1. – С. 9–15.
3. *Development and Application of Digital Substations*. China Power New Energy Group.
4. IEC 61850, "Communication networks and system in substations", Ed.1, 2003.
5. HardFiber – шина процесу згідно MEK 61850. Брошура GE Multilink: [сайт] URL: http://www.gedigitalenergy.com/products/brochures/HardFiber_ru.pdf
6. *Rahmatian F. Design and Application of Optical Voltage and Current Sensors for Relaying*. Power Systems Conference and Exposition, 2006. PSCE '06. 2006 IEEE PES. – P. 532–537. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/4075697/4075698/04075809.pdf>
7. *Drew Baigent, Mark Adamiak, Ralph Mackiewicz* Communication Networks and Systems in Substations: An Overview for Users. GE Multilink, 2009. URL: <http://pm.geindustrial.com/faq/documents/general/IEC61850.pdf>

УДК 621.311:681.3

М.Ф. Сопель¹, канд. техн. наук, **С.П. Денисюк**², докт. техн. наук, **О.В. Сподинский**³, магистр

1–3 – Ін-т електродинаміки НАН України,

пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

Цифровая подстанция. Преимущества и особенности

Приведен материал о перспективах использования микропроцессорного оборудования и новейших коммуникационных технологий на электрических подстанциях за счет развития и внедрения новейших стандартов обмена данными, на основе которых строятся цифровые подстанции. Библ. 7, рис. 2, таблица.

Ключевые слова: цифровая подстанция, коммуникационные технологии, МЭК 61850, РЗА и ПА, интеллектуальное электронное устройство.

M.F. Sopol¹, **S.P. Denysyuk**², **O.V. Spodynskiy**³

1–3 – Institute of Electrodynamics National Academy of Sciences of Ukraine,

Peremohy, 56, Kiev-57, 03680, Ukraine

Digital substation. Advantage and peculiarities

In this article the material, about the prospects of microprocessor equipment and advanced communication technologies in electric substations, due to the development and implementation of new standards for data exchange - based on which digital stations are built. References 7, figures 2, table.

Key words: digital substation, communication technologies, IEC 61850, relay protection, automation and automatic, intelligent electronic device.

Надійшла 18.05.2011
Received 18.05.2011