

та повідомити інших покупців. Ця система може бути використана не тільки для харчової індустрії, але і для трекінгу інших типів продукції.

**Висновок:** завдяки використанню функції хешування, алгоритму консенсусу та децентралізації, блокчейн є максимально безпечною технологією, робить передачу даних швидшою та дешевшою. За допомогою смарт контрактів можливо проводити транзакції без участі посередників. Технології блокчейну і смарт контрактів мають великий потенціал у застосуванні в соціальній сфері, зокрема, у автомобільній техніці, сільському господарстві, захисті інтелектуальної власності, логістиці, цифровому голосуванні та ін.

### Література

1. *Michael Casey and Paul Vigna. The truth machine: the blockchain and the future of everything. Picador, 2019, 336p.*

2. *Anthony Lewis. The basics of bitcoins and blockchains. Mango, 2018, 408p.*

**С. Гапонюк**

*Науковий керівник – д.т.н., проф. Г. В. Микитин*

### КОНЦЕПЦІЯ SMART GRID

Процеси інтелектуалізації сьогодні в Україні розгортаються на рівні концепції Smart Grid, метою якої є підвищення надійності електропостачання; безвідмовності роботи енергосистем; підвищення енергетичної ефективності; збереження навколишнього середовища у частині впровадження відновлювальних джерел енергії.

Технології Smart Grid передбачають: облік енергоресурсів; автоматизацію розподільних мереж управління та моніторинг стану обладнання; автоматизацію магістральних електричних мереж; впровадження технологій використання альтернативних джерел енергії. Технології Smart Grid впроваджені в 10 країнах світу. Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2035 року в Україні впроваджується технологія Smart Grid.

*Технології Smart Grid для сегментів інтелектуальної інфраструктури:* системи автоматизованого обліку; інфраструктура систем зв'язку для енергооб'єктів; системи моніторингу стану електрообладнання; системи автоматизації для підвищення надійності і безвідмовності електропостачання; системи управління даними.

*Концепція Smart Grid* розглядається на основі структури «генерування електроенергії – мережі передавання – споживання».

*Генерування:* проблеми зміни клімату на Землі і прогнозований дефіцит органічних видів палива стимулює розвиток альтернативних джерел електроенергії, в першу чергу таких, як: вітрогенератори; сонячні фотоелектричні системи; генератори які працюють на біопаливі; приливні і хвильові генератори; генератори, що використовують тепло надр планети і т. д. Новий розвиток отримують і гідроаккумуляційні станції, які дозволяють більш ефективно використовувати вже вироблену електроенергію. Очікується, що в майбутньому кількість таких джерел буде неухильно зростати, а генеруючі потужності в новітній системі електропостачання будуть більш розподіленими, ніж концентрованими, як зараз.

*Передавання і розподіл* є ще одним напрямком концепції Smart Grid. Основною проблемою систем передавання і розподілу з точки зору екології/енергетики є регулювання електроенергії і тарифної політики. Уникнути втрат повністю неможливо, їх можна зменшити через впровадження новітніх технологій в систему передавання і розподілу електроенергії.

*Споживання* в структурі Smart Grid функціонує через систему автоматизованого контролю, у складі якої спеціальні «розумні лічильники», встановлені на підприємствах та в житлових приміщеннях. Система інформує про рівень споживання енергії, що дозволяє коригувати використання електрообладнання в часі і розподіляти енергію за потребами.

Технології Smart Grid згруповуються в такі напрямки: інтегровані комунікації; датчики та вимірювачі; високотехнологічні компоненти; інтелектуальне керування; інтерфейси та підтримка прийняття рішень. У таблиці 1 наведено покоління їх розвитку.

*Таблиця 1*

### **Характеристики технології Smart Grid 1.0/2.0/3.0**

Покоління	Ключові характеристики
Поточна ситуація	Аналогові лічильники, Цифрові лічильники, Системи керування для локальних рішень (DCS, BMS та інш.).
Smart Grid 1.0	Реагування на попит; AMI-мережа (на базі AMR, RTU і т.п. пристроїв); спеціалізоване ПЗ (EMS / SCADA); розподілена автоматизація.
Smart Grid 2.0	IP-протокол; електромобілі; зберігання енергії.
Smart Grid 3.0	Роумінг енергії; торгівля енергією Peer-to-Peer.

*Інтегровані комунікації передбачають:* автоматизацію підстанцій; реагування на попит; автоматизацію розподілу; впровадження систем

керування та спостереження (SCADA); систем керування мережею; безпроводних мереж; волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Система SCADA призначена для: забезпечення функціонування систем збору, обробки, відображення, архівування інформації про об'єкт моніторингу/управління (рис. 1).



Рис. 1. Функціональні групи можливостей SCADA- системи

SCADA-системи вирішують завдання: обмін даними з пристроями зв'язку та об'єктом в режимі реального часу через драйвери; обробка інформації; логічне управління; відображення інформації; ведення бази даних; аварійна ситуація та управління повідомленнями. Основними компонентами SCADA-системи є: драйвери/сервери введення-виведення інформації; диспетчерська система; програмований контролер; комунікаційна інфраструктура; системи реального часу; людино-машинний інтерфейс; віддалений термінал; програма-редактор; системи логічного управління; база даних реального часу; система управління тривожною сигналізацією; генератор звіту; зовнішні інтерфейси.

Датчики та вимірювачі використовують для моніторингу стану обладнання; підтримки стратегії керування в стабільному режимі енергопостачання. Вимірювальні технології охоплюють: мікропроцесорні системи моніторингу та вимірювання («розумні лічильники»); системи розподіленого моніторингу; системи вимірювання/аналізу електромагнітних параметрів; системи реєстрації часу споживання.

Високотехнологічні компоненти дозволяють забезпечити високу відмовостійкість, зберігання енергії на основі технології: пристроїв гнучкої системи передачі струму; кабелів з високотемпературними надпровідниками; розподіленого генерування та зберігання енергії.

Інтелектуальне керування забезпечує швидке діагностування та прийняття управлінського рішення щодо стану енергомережі на

основі: розподілених інтелектуальних агентів; програмного забезпечення автоматизованих систем; SCADA-систем.

*Удосконалені інтерфейси та підтримка прийняття рішень* спрямовані для ефективного керування енергосистемою за умови зростання кількості змінних. Функціональність: технології візуалізації, які зводять велику кількість даних у візуальні формати; програмні системи; симулятори; системи аналізу сценаріїв.

Згідно з Енергетичною стратегією України створення розумних екологічних систем та розумних енергосистем на основі технології Smart Grid забезпечуватиме: зменшення викидів вуглекислого газу в навколишнє середовище; впровадження відновлювальних джерел альтернативної енергетики: вітроенергетичних станцій та сонячних батарей; запровадження «розумних лічильників», з метою контролю енергопостачання та розподілу електроенергії за цільовими тарифами, прийнятими для споживачів. На період до 2035 року Smart Grid технології будуть запроваджені в розумних енергомережах і забезпечуватимуть безпечне використання електроенергії, енергоефективність цього використання та конкурентоспроможність альтернативних джерел енергії на ринку електроенергії.

**Висновок:** розглянуто технологічні компоненти та подано характеристики розвитку Smart Grid 1.0\2.0\3.0. Проаналізовано аспекти ефективності застосування концепції Smart Grid.

**П. Ерфан**

*Науковий керівник – д.т.н., проф. Г. В. Микитин*

## **КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ В ПРОЕКТУВАННІ РОЗУМНИХ БУДИНКІВ**

Застосування кіберфізичних систем (КФС) та забезпечення їх інформаційної безпеки є однією з актуальних задач інтелектуалізації суспільства у предметних сферах: медицини, екології, енергетики, логістики, оборонної промисловості т. і. **Актуальною є задача** використання безпечної структури КФС у проектуванні системи “Розумний будинок”. *Функціональність КФС* передбачає: контроль/відбір інформації від об’єктів інфраструктури – у фізичному просторі; зберігання/обробку/управління – у кібернетичному просторі; передавання/приймання – у комунікаційному середовищі. *Проектування системи “Розумний будинок”* (рисунок 1) ґрунтується на структурі КФС, яка виконує цільові функції: розпізнавання ситуацій на об’єкті, порівняння