

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Конспект лекцій
з дисципліни:
**«Перспективи розвитку системи
електропостачання»**
Частина 2

для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (G3 «Електрична інженерія»), I ступеня вищої освіти (бакалавр) освітньої програми «Енергетичний менеджмент» та «Електротехнічні системи електроспоживання» денної та заочної форми навчання

Конспект лекцій з дисципліни «Перспективи розвитку системи електропостачання» Частина 2 для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (G3 «Електрична інженерія»), I ступеня вищої освіти (бакалавр), освітньої програми «Енергетичний менеджмент» та «Електротехнічні системи електроспоживання» денної та заочної форми навчання / Укл. : В.Ю. Міщенко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2026. – 37 с.

Укладачі:

В.Ю. Міщенко, к.т.н., старш.викл.

Рецензент:

Ю.Б. Ліуш, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск:

Шрам О.А., зав. кафедри, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електропостачання промислових
підприємств»
Протокол № 6.
від « 25 » грудня 2025р.

Рекомендовано до видання
НМК електротехнічного
факультету
Протокол № 6.
від « 22 » січня 2026р.

ЗМІСТ

5	Енергоринок України.....	56
5.1	Структура енергоринку.....	56
5.2	Структура тарифу на електроенергію.....	58
5.3	Види тарифів.....	58
5.4	Облік електричної енергії.....	60
5.5	Класифікація приладів обліку електроенергії.....	63
6	Споживання електричної енергії.....	66
6.1	Поняття та визначення.....	66
6.2	Класифікація за ступенем надійності електропостачання.....	66
6.3	Класифікація за ступенем і величиною напруги.....	67
6.4	Класифікація за ознаками фізичних параметрів.....	68
6.5	Класифікація за функціональними ознаками.....	69
7	Smart metering.....	72
7.1	Загальні поняття.....	72
7.2	Рівні організації системи Smart metering.....	74
7.3	Сфери використання Smart metering.....	78
8	Smart city.....	82
8.1	Переваги Smart city.....	82
8.2	Сервіси розумного міста.....	84
8.3	Розумне освітлення в місті.....	86
8.4	Перспективи впровадження Smart city в Україні.....	87
	Перелік джерел посилань.....	89

5 ЕНЕРГОРИНОК УКРАЇНИ

5.1 Структура енергоринку

Відповідно до Закону «Про електроенергетику» вся електроенергія повинна продаватися тільки через оптовий ринок. Функції «єдиного покупця» і оператора ринку виконує Державне підприємство «Енергоринок», яке створене на базі Національного диспетчерського центру (НДЦ) України. Повна структура енергоринку представлена на рисунку 5.1 [1].

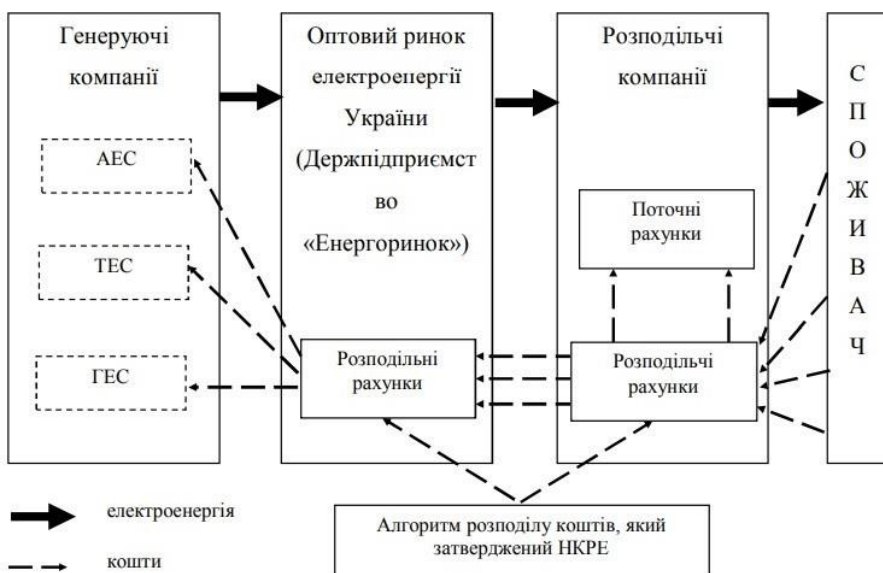


Рисунок 5.1 – Структура енергоринку [1]

Держпідприємство «Енергоринок» виконує такі функції:

- диспетчеризація;
- формування оптової ціни на електроенергію (компанії ТЕС продають свою електроенергію на оптовий ринок за механізмом цінових заявок, тобто щодня повідомляють, скільки коштуватиме електроенергія в наступну добу, що залежить від вартості палива,

стану устаткування, завантаження потужностей та інших факторів, а АЕС, ГЕС – за регульованим тарифом);

- організація прийому і виходу суб'єктів підприємницької діяльності в члени Енергоринку.

Головними завданнями функціонування ринку електричної енергії в Україні є [1]:

- упорядкування торгівлі електроенергією;
- створення умов централізованої конкуренції між виробниками та між постачальниками електроенергії;
- запровадження ринкових відносин в операціях купівлі-продажу електроенергії;
- формування цін на електроенергію за ринковими принципами;
- утворення прозорої системи розрахунків за електроенергію у всіх торгових операціях між членами ОРЕ та забезпечення права самостійного вибору споживачем постачальника електроенергії;
- утворення бази для ефективного фінансового менеджменту в енергетичних компаніях з метою залучення стратегічних інвесторів;
- збереження єдиної енергетичної системи України;
- забезпечення фінансової стабільності енергетичної галузі держави.

Щодо НКРЕ, то Національна комісія регулювання електроенергетики на оптовому ринку виконує наступні функції:

- здійснює економічне регулювання діяльності суб'єктів природних монополій з транспортування електроенергії магістральними і розподільними мережами;
- контролює діяльність на суміжних ринках виробництва і постачання електроенергії;
- захист прав споживачів;
- контролює діяльність енергокомпаній шляхом видачі ліцензій.

5.2 Структура тарифу на електроенергію

Сьогодні тарифи на електроенергію в Україні формуються за витратною методикою (витрати + норма рентабельності) і жорстко регулюються НКРЕ. Виняток складають енергогенеруючі компанії ТЕС, які продають електроенергію за ціновими заявками, і незалежні постачальники (без власних мереж), які продають електроенергію споживачам за договірною ціною. Для інших енергогенеруючих компаній, системного оператора (держпідприємство «Енергоринок»), мережевої компанії (НЕК «Укренерго») і обласних енергопостачальних компаній (обленерго) НКРЕ затверджує фіксовані тарифи, рівень яких періодично переглядається. Розрізняють роздрібний тариф на спожиту електроенергію, тариф на передачу електроенергії місцевим (локальним) електричним мережам і тариф на постачання електроенергії [1].

Для побутових споживачів вартість електричної енергії фіксована і затверджується Кабінетом міністрів України. Для всіх інших споживачів кінцеву вартість можна визначити за виразом:

$$B_{\text{ел.ен.}} = Ц(T) + T_{\text{передачу}} + T_{\text{розподіл}}$$

де $Ц(T)$ – ціна або тариф на електричну енергію з комерційної пропозиції

$T_{\text{передачу}}$ – тариф на передачу електроенергії;

$T_{\text{розподіл}}$ – тариф на розподіл електроенергії.

Також слід пам'ятати, що ці всі тарифи вказуються без врахування податку на додану вартість (ПДВ), який складає 20%.

5.3 Види тарифів

Тарифи поділяються на регульовані й нерегульовані тарифи. Для нерегульованих тарифів ціна за спожиту електроенергію протягом часу постійна. Для регульованих змінюється.

Регульовані тарифи підрозділяються на [1]:

- двозонні тарифи, диференційовані за періодами часу;

- тризонні тарифи, диференційовані за періодами часу.

Ставка тарифу (тобто сам тариф) для кожного періоду часу визначається шляхом множення встановленого роздрібного тарифу для споживачів відповідного класу на тарифний коефіцієнт.

Визначення меж періодів (нічного, денного, напівпікового і пікового) протягом доби залежить від сезону. Межі періодів часу протягом доби для кожного сезону встановлюються відповідними службами НЕК «Укренерго» при узгодженні з НКРЕ. Так, для розрахунків споживачів (крім населення), за електроенергію були встановлені наступні межі тарифних зон, а тарифні коефіцієнти представлені в таблиці 5.1:

- за тризонним тарифом диференційованим за періодами часу:

- січень, лютий, листопад і грудень: пікова зона (8:00-10:00, 17:00-21:00); напівпікова зона (6:00-8:00, 10:00-17:00, 21:00-23:00); нічна зона (23:00-6:00);

- березень, квітень, вересень і жовтень: пікова зона (8:00-10:00, 18:00-22:00); напівпікова зона (6:00-8:00, 10:00-18:00, 22:00-23:00); нічна зона (23:00-6:00);

- травень, червень, липень і серпень: пікова зона (8:00-11:00, 20:00-23:00); напівпікова зона (7:00-8:00, 11:00-20:00, 23:00-24:00); нічна зона (24:00-7:00);

- за двозонним тарифом, диференційованим за періодом часу: денний період (7:00-23:00); нічний період (23:00-7:00)

Таблиця 5.1 – Тарифні коефіцієнти для різних тарифів на електроенергію

Період часу	Нічний	Денний	Напів-піковий	Піковий
Двозонні тарифи, диференційовані за періодами часу				
Тарифні коефіцієнти	0,5	1,0	-	-
Тривалість періоду, год	8	16	-	-
Тризонні тарифи, диференційовані за періодами часу				
Тарифні коефіцієнти	0,4	-	1,0	1,5
Тривалість періоду, год	7	-	11	6

Переваги двоxtарифного лічильника.

Двохтарифні мають дисплей, за допомогою якого можливе відстеження витрат електроенергії. Використання таких лічильників дозволить істотно заощадити електроенергію, а значить, і Ваші кошти. Двохтарифні лічильники дозволяють оплачувати електроенергію за нічним і денним тарифами. Це суттєва економія, адже тарифи у нічний час вдвічі менше. Використання таких електролічильників буде вигідно людям, які ведуть нічний спосіб життя.

Переваги багатотарифного лічильника енергії, у разі трьохзонного обліку:

Лічильники мають дещо іншу специфіку розрахунку споживаної електроенергії. Наприклад, трифазна модель НК 2303 АРЗТ.1000.М.11, до 4 тарифів і 12 часових зон, з автоматичним переходом на зимовий і літній час. Під час використання трьох зонної системи оплати, вартість спожитої енергії буде змінюватися чотири рази на добу. У нічний час її вартість становитиме близько 40%, від основної вартості, вранці і ввечері - приблизно 140%, а вдень - 97%. Тобто у разі використання багато тарифних лічильників за основу береться добовий період, протягом якого люди споживають різну кількість електроенергії.

5.4 Облік електричної енергії

Облік електроенергії є невід'ємною частиною нормального технічного та економічного функціонування електроенергетичної системи, що безпосередньо здійснюється за допомогою лічильників електричної енергії. Різноманіття особливостей і режимів роботи складових частин електроенергетичної системи позначилося на видах і способах обліку електричної енергії, а також типах лічильників.

Основною метою обліку електричної енергії є одержання достовірної інформації про виробництво, передачу, розподіл і її споживання на оптовому й роздрібному ринках для розв'язання наступних основних техніко-економічних завдань:

- фінансових розрахунків за електричну енергію й потужність між суб'єктами ринку (енергопостачальними організаціями й споживачами електроенергії) з урахуванням її якості;

- визначення й прогнозування техніко-економічних показників виробництва, передачі й розподілу електроенергії в енергетичних системах;

- визначення й прогнозування техніко-економічних показників споживання електроенергії на підприємствах промисловості, транспорту, сільського господарства, комунально-побутовим сектором та ін.;

- забезпечення енергозбереження й керування електроспоживанням.

Облік активної електроенергії повинен забезпечувати визначення її кількості (і в необхідних випадках середніх значень потужності):

- виробленої генераторами електростанцій;

- спожитої на власні й господарські потреби (роздільно) електростанцій і трансформаторних ПС, а також на виробничі потреби енергосистеми;

- відпущеної споживачам по лініях, що відходять від шин електростанцій безпосередньо до споживачів;

- переданої в мережі інших власників або отриманої від них;

- відпущеної споживачам з електричної мережі;

- переданої на експорт і отриманої по імпорту. Організація обліку активної електроенергії повинна забезпечувати можливість:

- визначення відпуску електроенергії в електричній мережі різних класів напруги енергосистем;

- складання балансів електроенергії для госпрозрахункових підрозділів енергосистем і споживачів; - контролю над дотриманням споживачами заданих їм режимів споживання й балансів електроенергії;

- розрахунків споживачів за електроенергію по чинних тарифах, у тому числі багатоставочним і диференційованим;

- керування електроспоживанням.

Облік реактивної електроенергії повинен забезпечувати можливість визначення її кількості, отриманої споживачем від електропостачальної організації або переданої їй, якщо за цими даними проводяться розрахунки або контроль дотримання заданого режиму роботи пристроїв компенсації реактивної потужності.

Облік електроенергії проводиться на основі вимірів за допомогою лічильників електроенергії й інформаційно-вимірювальних систем. Для обліку електроенергії повинні використовуватися засоби вимірів, типи яких затверджені Держстандартом і внесені до Державного реєстру засобів вимірів.

Державний метрологічний контроль і нагляд за засобами вимірів, які застосовуються при проведенні обліку електроенергії, здійснюється органами Держстандарту й акредитованими їм метрологічними службами на основі діючої нормативної документації.

Постачальник засобів вимірів, використовуваних для обліку електричної енергії й контролю її якості, повинен мати ліцензію на їхнє виготовлення, ремонт, продаж або прокат. Організація експлуатації засобів обліку електроенергії повинна вестися відповідно до вимог діючих нормативно-технічних документів і інструкцій заводів виготовлювачів. Експлуатаційне обслуговування засобів обліку електроенергії повинне здійснюватися спеціально навченим персоналом.

При обслуговуванні засобів обліку електроенергії повинні виконуватися організаційні й технічні заходи щодо забезпечення безпеки робіт відповідно до чинних правил. Відомства можуть на підставі діючих правових і нормативно - технічних документів розробляти й затверджувати в межах своєї компетенції відомчі нормативно - технічні документи в області обліку електроенергії, що не суперечать сьогоденням Правилам. Періодична перевірка засобів вимірів, використовуваних для обліку електричної енергії й контролю її якості, повинна проводитися в строки, установлені Держстандартом. Перестановка, заміна, а також зміна схем включення засобів обліку проводиться за згодою енергопостачальної організації.

Розрахунки за електроенергію здійснюються на підставі даних про її спожиту кількість, певну за допомогою приладів обліку. Установлені відповідно до вимог законодавства прилади обліку повинні бути введені в експлуатацію не пізніше місяця, що впливає за датою їх установки, а їх застосування повинне початися при

здійсненні розрахунків за електроенергію не пізніше першого числа місяця, що впливає за місяцем уведення цих приладів обліку в експлуатацію.

До установки приладів обліку, а також при виході з ладу, втраті або після закінчення строку експлуатації приладів обліку розрахунки за електроенергію здійснюються із застосуванням установлених відповідно до законодавства розрахункових способів визначення спожитого кількості електричної енергії.

5.5 Класифікація приладів обліку електроенергії

У цей час на вітчизняному ринку представлена велика кількість видів приладів обліку електроенергії, які залежно від принципу їх дії класифікують по типу підключення, вимірюваним величинам, конструкції [1].

По типу підключення:

- лічильники прямого включення в силовий ланцюг;
- лічильники трансформаторного включення, що підключаються до силового ланцюга через спеціальні вимірювальні трансформатори

По вимірюваних величинах:

- однофазні (вимір змінного струму 220В, 50Гц);
- трифазні (380В, 50Гц). Сучасні електронні трифазні лічильники підтримують однофазний облік.

Однофазні лічильники – використовуються для вимірювання енергії в однофазних мережах (зазвичай домашнього використання). У однофазних два входи та один вихід. Трифазні лічильники – використовуються для вимірювання енергії у трифазних мережах (зазвичай для промислового використання). У трифазних три входи та один вихід.

По конструкції:

1) Індукційні (електромеханічні електrolічильники) - електrolічильники, у яких магнітне поле нерушливих струмопровідних котушок впливає на рухливий елемент із провідного матеріалу. Рухливий елемент являє собою диск, по якому протікають струми,

індуковані магнітним полем котушок. Кількість спожитої електроенергії, у цьому випадку, прямо пропорційно числу обертів диска.

2) Електронні (статичний електролічильник) - електролічильники, у яких змінний струм і напругу впливають на твердотільні (електронні) елементи для створення на виході імпульсів, число яких пропорційно вимірюваній активній енергії. Інакше кажучи, виміру активної енергії такими електролічильниками засновані на перетворенні аналогових вхідних сигналів струму й напруги в рахунковий імпульс. Вимірювальний елемент електронного електролічильника служить для створення на виході імпульсів, число яких пропорційно вимірюваній активній енергії. Рахунковий механізм являє собою електромеханічне (має перевага в областях з холодним кліматом, за умови установки приладу на вулиці) або електронний пристрій, що містить як запам'ятовувальний пристрій, так і дисплей.

3) Гібридні лічильники електроенергії - рідко використовуваний проміжний варіант із цифровим інтерфейсом, вимірювальною частиною індукційного або електронного типу, механічним обчислювальним пристроєм.

Вимоги до приладів обліку електроенергії.

До основних вимогам, пропонованим до приладів обліку електричної енергії, можна віднести клас точності, «тарифність» і міжпіврічний інтервал.

Клас точності. Один з основних технічних параметрів електролічильника. Він показує погрішності вимірів приладу. До середини 90-х років усі встановлювані в житлових будинках електролічильники мали клас точності 2,5 (тобто максимально припустимий рівень погрішності цих приладів становив 2,5%). В 1996 році був уведений новий стандарт точності приладів обліку, використовуваних у побутовому секторі - 2,0. Саме це стало поштовхом до повсюдної заміни індукційних лічильників на більш точні, із класом точності 2,0.

«Тарифність». Важливим технічним параметром електролічильника. Ще зовсім недавно всі електролічильники, застосовувані в побуті, були одностарифними, тобто здійснювали облік електричної енергії по одному тарифу. Функціональні можливості сучасних лічильників дозволяють вести облік електроенергії по зонах доби й навіть часом року, дозволяючи значно заощаджувати

електроенергію й розвантажити електромережі в піковий годинник, за рахунок так званої «прання вночі». Двотарифний лічильник електрики здатний вести роздільний облік у різний час доби. У цей час, одним зі способів заощаджувати на рахунках за електрику є двотарифна система обліку електроенергії.

Міжповірочний інтервал. Із часом деталі електролічильника зношуються, і клас точності електролічильника неминуче міняється. Наступає момент, коли електролічильник необхідно повторно перевірити на точність його показань. Період з моменту первинної перевірки (звичайно з дати виготовлення) до наступної перевірки називається міжповірочним інтервалом (МПІ). Обчислюється МПІ в літах і вказується в паспорті електролічильника. Звичайно електронні лічильники значно уступають у тривалості МПІ в порівнянні з індукційними лічильниками, тому що комплектація, використовувана в більшості вітчизняних електронних лічильників, складається з деталей, стабільність параметрів яких виробник не нормує.

6 СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

6.1 Поняття та визначення

Приймач електричної енергії (електроприймач) [2] – апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інший вид енергії. Отже приймачем електричної енергії є електрична частина механізму або технологічної установки, що одержує електроенергію з мережі й витрачає її на виконання технологічних процесів, які супроводжуються перетворенням електроенергії в інші види енергії: механічну, теплову, світлову тощо. Деякі технологічні установки мають у своєму складі декілька електроприймачів: верстати, крани, прокатні стани і т. п. Розглядаючи технологічну установку як єдине ціле говорять про споживача електричної енергії.

Споживач електричної енергії (електроспоживач) [2] – електроприймач або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом, які розміщуються на певній території. На підприємствах СЕЕ поєднує групу електроприймачів технологічної установки, цеху, корпусу або підприємства в цілому, на підставі їхніх характерних функцій (ознак). Приміром, характерною функцією деякого промислового підприємства є виробництво певної продукції. Саме підприємство в цілому може розглядатися як СЕЕ, до складу якого входять інші електроспоживачі (цехи, дільниці), розташовані на відповідній території (підприємства, цеху, дільниці). У містах СЕЕ є будинки (житлові, громадського призначення тощо), мікрорайони, райони. Місто в цілому також є споживачем електричної енергії. Зазначимо, що розгляд електроспоживачів, їхньої структури й технічних характеристик набуває важливого значення при дослідженні взаємодії систем споживання і розподілу електричної енергії.

6.2 Класифікація за ступенем надійності електропостачання

Надійність електропостачання – здатність системи електропостачання забезпечити споживачів електроенергією, що

відповідає вимогам якості, без аварійних перерв у електропостачанні і порушень технологічного процесу споживача.

Надійність електропостачання в основному залежить від обраної схеми розподільної мережі системи живлення, ступеня резервування окремих елементів системи (ліній, трансформаторів, електричних апаратів тощо). Під час вибору схеми враховують кількість споживачів, їхню потужність, рівень надійності електропостачання складових споживача (приймачів електричної енергії). Класифікація електроприймачів за ступенем надійності і вимоги до їхніх систем електропостачання наведені в ПУЕ, де електроприймачі розподілено на три категорії й надано такі визначення **категорій надійності електроприймачів**.

«Електроприймачі **першої категорії** – електроприймачі, переривання електропостачання яких може спричинити: небезпеку для життя людей, значний матеріальний збиток споживачам електричної енергії (пошкодження дорогого основного обладнання, масовий брак продукції), розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства. В складі електроприймачів першої категорії виділяється особлива група електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрози життю людей, вибухам, пожежам і пошкодженням високовартісного основного обладнання, втраті важливої інформації.

Електроприймачі **другої категорії** – електроприймачі, перерва електропостачання яких призводить до масового недовипуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів.

Електроприймачі **третьої категорії** – решта електроприймачів, що не підпадають під визначення першої та другої категорій.»

6.3 Класифікація за ступенем і величиною напруги

На енергоринку України споживачів електричної енергії поділяють за ступенем напруги і за характером використання електричної енергії.

За ступенем напруги споживачів поділяють на два класи. До **першого** класу належать: – споживачі які отримують електричну енергію на напрузі 27,5 кВ і вище; – промислові підприємства із середньомісячними обсягами споживання 150 млн кВт·год та більше незалежно від ступеня напруги. До **другого** класу належать споживачі, які отримують електричну енергію зі ступенем напруги нижче 27,5 кВ.

За характером (цілями) використання електричної енергії споживачів поділяють на дві групи. До **першої** групи належать суб'єкти господарської діяльності та фізичні особи-підприємці. До **другої** групи відносять населення.

За величиною напруги електроприймачі поділяють на дві групи: до 1 000 В і більше 1 000 В. Для електроприймачів групи до 1 000 В встановлено такі номінальні напруги: – на постійному струмі – 6, 12, 27, 48, 60, 110; 220, 440 В; – на однофазному змінному струмі – 6, 12, 27, 40, 60, 110, 220 В; – на трифазному змінному струмі – 40, 60, 220, 380, 660 В.

Електроприймачі змінного струму напругою більше 1 000 В мають такі значення номінальних напруг: (6), 10, 20, 35, 110, 220, 330, 500, 750, 1 150 В. ДСТУ EN 50160:2014 надає класифікацію напруг електричних мереж загального призначення, що відповідає класифікації Європейського комітету зі стандартизації (фр. Comité Européen de Normalisation, CEN): – низька напруга НН (англ. low voltage, LV) – напруга, середньоквадратичне номінальне значення якої $U_n \leq 1$ кВ; 26 – середня напруга СН (англ. medium voltage, MV) – напруга, середньоквадратичне номінальне значення якої 1 кВ $\leq U_n \leq 35$ кВ; – висока напруга ВН (англ. high voltage, HV) – напруга, середньоквадратичне номінальне значення якої 36 кВ $\leq U_n \leq 150$ кВ.

6.4 Класифікація за ознаками фізичних параметрів

За родом струму СЕЕ поділяють на такі групи: – електроспоживачі змінного струму промислової частоти 50 Гц (у деяких країнах 60 Гц);

– електроспоживачі змінного струму підвищеної або зниженої частоти;

– електроспоживачі постійного струму.

За кількістю фаз змінного струму електроприймачі поділяють на трифазні й однофазні. За ознакою «частота змінного струму» електроприймачі можна поділити на три характерні групи: промислової, підвищеної та зниженої частоти.

Найбільша питома вага у електроспоживачів промислової частоти. Підвищеною вважається будь-яка частота, більша за промислову, зниженою – частота, менша від промислової.

За ознакою «номінальна потужність» електроспоживачів умовно можна поділити на такі групи [2]:

- малої потужності – до 1,0 кВт;
- середньої потужності – до 100 кВт;
- великої потужності – декілька МВт;
- надвеликої потужності – десятки МВт.

За ознакою «режим нейтралі» електроспоживачів змінного струму можна поділити на три групи: з глухо заземленою нейтраллю, з ізольованою нейтраллю та з компенсованою нейтраллю.

6.5 Класифікація за функціональними ознаками [2]

Класифікація електроспоживачів за функціональними групами обумовлена потребою враховувати функціональні особливості СЕЕ (належність до певної галузі виробництва, тарифів і системи розрахунків за електроенергію тощо). Як уже зазначалося, загальноприйнятої класифікації СЕЕ немає, зокрема й за функціональними ознаками. Такий стан питання обумовлений тим, що дуже багато функціональних груп електроспоживачів.

Як приклад, розглянемо деякі з них, а саме [2]:

- промислові та прирівняні до них електроспоживачі;
- електрифікований залізничний транспорт;
- електрифікований міський транспорт;
- непромислові споживачі;
- сільськогосподарські споживачі;
- споживачі комунального господарства міст;
- побутові споживачі.

Промислові електроспоживачі – це сама енергоємна група СЕЕ. На їхню частку припадає 60–70 % споживання електричної

енергії. В Україні, у зв'язку із затяжною економічною кризою, їхня частка в сумарному споживанні ЕЕ на сьогодні значно зменшилася.

До промислових споживачів належать підприємства всіх галузей економіки (будівництво, машинобудування, транспорт, гірничодобувна промисловість, металургія тощо), підприємства матеріально-технічного постачання і заготівель, підприємства зв'язку, підприємства комунального господарства і побутового обслуговування.

Ця група СЕЕ характеризується наступними особливостями:

- застосовуються різні системи розрахунків за електроенергію і компенсацію реактивної потужності електроустановок;

- СЕЕ, що беруть участь у регулюванні навантаження, у години добових максимумів і працюють за погодженням з енергосистемою графіком, користуються пільговим тарифом за електроенергію;

- СЕЕ, які можуть регулювати своє електроспоживання за зонами доби, користуються диференційованим тарифами на електроенергію за періодами доби;

- електропостачальна організація здійснює планування електроспоживання у кіловат-годинах і передбачає лімітування навантаження споживача в години максимуму навантаження енергосистеми.

Електрифікований транспорт – вид транспорту, який для руху використовує електричну енергію (залізниця, метрополітен, трамвай, тролейбус). У приводі використовується тяговий електродвигун. Характерна відмінність від приводу двигунами внутрішнього згорання – висока екологічність. За обсягами споживання електричної енергії це друга, після промислових підприємств, група СЕЕ.

Сільськогосподарські споживачі – це споживачі електроенергії, що безпосередньо виробляють сільськогосподарську продукцію (зрощувальні системи та їхні станції, майстерні ремонту сільськогосподарських машин і механізмів тощо).

Промислові та прирівняні до них споживачі залежно від споживаної потужності поділяють на дві групи: із приєднаною потужністю 750 кВА і більше; із приєднаною потужністю менше 750 кВА.

Усі зазначені групи електроспоживачів залежно від напруги поділяють на два класи: перший клас напруги – 35 кВ і більше; другий клас напруги – менше 35 кВ.

Побутові споживачі: населення; підсобні, присадибні, індивідуальні, садові ділянки і дачі, що перебувають в особистому користуванні; гаражі для особистих машин; особисті майстерні художників і скульпторів; системи освітлення дворів, сходів і номерних ліхтарів. Це сама чисельна група СЕЕ.

За ознакою **виду перетворення електроенергії** споживачів поділяють:

- устаткування перетворення ЕЕ в енергію електричного, енергію магнітного, енергію електромагнітного полів;
- устаткування перетворення ЕЕ в енергію руху (обертання, лінійне переміщення, коливання), енергію тепла (електричні печі, електричні котли, електроконвектори та ін.), енергію освітлення.

7 SMART METERING

7.1 Загальні поняття

Smart grid — електрична мережа, що містить різноманітні оперативні та енергоощадні заходи, включаючи розумні лічильники, розумних споживачів, поновлювані джерела енергії та ресурси забезпечення енергоефективності. Електронне керування параметрами електроенергії, керування її виробництвом і розподілом є важливими аспектами розумної енергосистеми. Політика розумної енергосистеми у Європі організована Європейській технологічній платформі розумних енергосистем. Розгортання технології розумних енергосистем також передбачає фундаментальний перегляд сфери послуг енергетики, хоча типове використання цього терміна фокусується на технічній інфраструктурі [3].

Створення та реалізація концепції Smart Grid (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology) та основної її складової – Smart Metering (системи інтелектуального обліку електроенергії) дозволяють успішно вирішувати наступні завдання [3]:

- підвищення надійності та якості електропостачання;
- підвищення енергетичної ефективності;
- збереження навколишнього середовища

Ключовими сегментами на яких значною мірою позначається розвиток Smart Grid-технологій, є:

- облік енергоресурсів;
- автоматизація розподільних мереж;
- керування режимами роботи та моніторинг стану електротехнічного устаткування;
- автоматизація магістральних електричних мереж, вузлових підстанцій і регулювання перетікань;
- електричні мережі та установки споживачів;
- нетрадиційні та поновлювані джерела енергії.

Разом із ступенем диверсифікації енергетичного виробництва інтелектуальні мережі є основою до підвищення надійності енергопостачання з урахуванням збільшення частки поновлюваних джерел енергії в структурі генерації країни.

Оснoву мереж Smart Grid становлять інтелектуальні системи обліку генерації, передавання й споживання електричної енергії – Smart Metering.

Система Smart Metering передбачає установлення інтелектуальних приладів обліку у виробника й споживача, автоматизацію системи опитування, оброблення даних і надання інформації щодо виробництва, передавання, розподілу і споживання енергоресурсів з реалізацією функцій:

-облік різного виду енергоресурсів (електроенергія, гаряча та холодна вода, тепло, газ);

-двонаправлений облік електроенергії; (Термін «двонаправлений» відноситься до того факту, що прилад може вимірювати потік електрики у двох напрямках - веде облік споживаного струму, а також відданого в мережу.)

-багатотарифна схема обліку;

-тривале зберігання та передавання облікових даних і подій;

-захист від несанкціонованих дій;

-віддалене керування електроспоживанням тощо.

На рисунку 7.1 наведено Інтелектуальні прилади обліку з можливістю зберігання і передавання даних на основі технології Smart Metering [3].

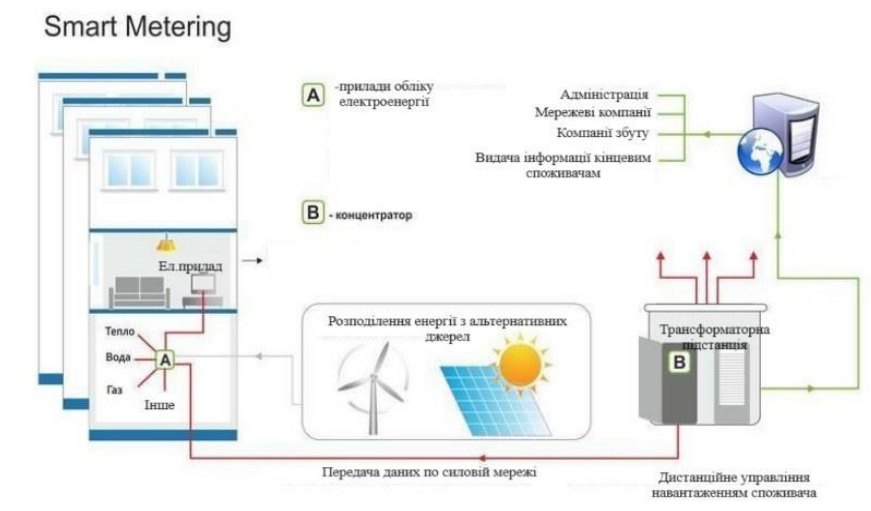


Рисунок 7.1 – Інтелектуальні прилади обліку

Напрямок розвитку та впровадження «розумного обліку» електроенергії як компонента Smart Grid контролюється і підтримується державою в багатьох зарубіжних країнах. Облік електроенергії за допомогою «розумних лічильників» дозволяє оптимізувати енергоспоживання, знижувати комерційні й технічні втрати енергії, зменшувати необхідність у нових енергетичних потужностях і, нарешті, надає кінцевому споживачеві можливість управляти своїм енергоспоживанням у режимі реального часу.

Найбільш ефективним організаційним заходом із боротьби з розкраданням електроенергії має стати масове впровадження автоматизованих систем обліку електроенергії (АСКОЕ), в які об'єднуюватимуть інтелектуальні прилади обліку з можливістю зберігання і передавання даних на основі технології Smart Metering. Такі системи дозволяють вирішувати відразу комплекс важливих завдань, включаючи віддалене зняття показань з приладів обліку, автоматичну фіксацію їх у певному проміжку часу, виявлення точок втрат, а також миттєве дистанційне обмеження в навантаженні або повне відключення від електроенергії неплатників.

«Розумні» лічильники дозволяють зберігати дані про обсяги споживання в незалежній пам'яті і передавати їх по каналах зв'язку на віддалений сервер, розташований у центрі оброблення даних. Такі прилади обліку мають захист від фізичного втручання і сигналізують про будь-які спроби несанкціонованого втручання в їхню роботу. За рахунок широких функціональних можливостей інтелектуальні системи є ефективним інструментом для підвищення платіжної культури споживачів і мають впроваджуватися паралельно із застосуванням комплексу технічних заходів для попередження та усунення фактів розкрадання електроенергії.

Системи Smart Metering за умови ефективного метрологічного забезпечення є важливими елементами для створення «розумних» мереж Smart Grid з мінімізацією втрат електроенергії.

7.2 Рівні організації системи Smart metering

Створення систем Smart Metering передбачає формування декількох рівнів (рисунок 7.2) [3]:

- верхній;

- середній;
- нижній.

Верхній рівень Smart Metering, в основі якого лежить MDM система (Meter Data Management), який забезпечує комплексне управління інфраструктурою, включаючи дистанційний збір, зберігання, обробку даних результатів вимірювань, управління навантаженням споживачів, моніторинг стану елементів системи та багато іншого.

Середній рівень представляє собою комунікаційну середу, яка забезпечує безпечний та захищений обмін даними між верхнім та нижнім рівнями.

Нижній рівень містить інтелектуальні прилади обліку, що встановлені на боці споживача. СКБД — система керування базами даних.

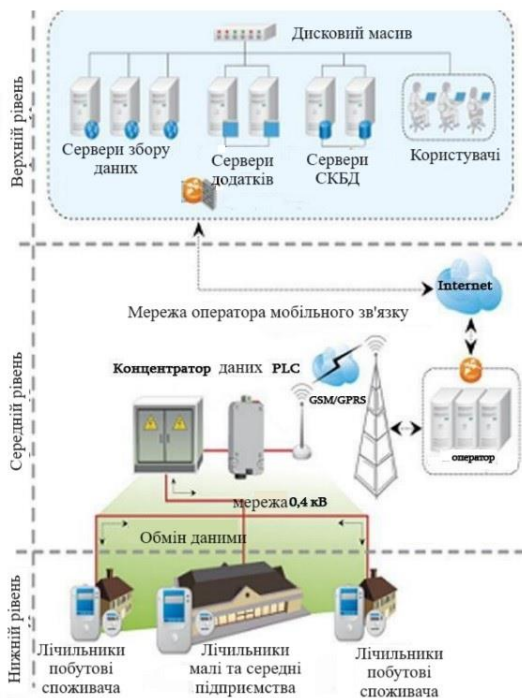


Рисунок 7.2 – Рівні організації Smart Metering [3]

Головною перевагою інтелектуальної системи обліку для збутових компаній є простота здійснення дистанційного відключення (обмеження) споживача за неплатежі (або невнесену передоплату за споживану електроенергію) без використання комутаційного устаткування споживача.

Відносно споживачів – фізичних осіб: «Інтелектуальна система вимірювань – це сукупність пристроїв керування навантаженням, приладів обліку, комунікаційного устаткування, каналів передавання даних, програмного забезпечення, серверного устаткування, алгоритмів, кваліфікованого персоналу, які забезпечують достатній обсяг інформації та інструментів для керування споживанням електроенергії згідно з договірними зобов'язаннями сторін з урахуванням установлених критеріїв енергоефективності й надійності».

Відносно системи в цілому – інтелектуальна система вимірювань – це автоматизована комплексна система вимірювань електроенергії (з можливістю вимірювань інших видів енергоресурсів), визначення облікових показників і розв'язання на їхній основі технологічних і бізнес-завдань, яка дозволяє інтегрувати різні інформаційні системи суб'єктів ринку.

Інтелектуальна система обліку електроенергії (ICOE) дозволяє здійснювати такі функції в побутовому секторі:

- дистанційне одержання від кожної точки виміру (вузла обліку) у побутового споживача відомостей про відпущену або спожиту електроенергію;

- розрахунки внутрішньоб'єктного (виробничий споживач, багатоквартирний житловий будинок, селище) балансу надходження й споживання енергоресурсів з метою виявлення технічних і комерційних втрат і впровадження заходів щодо ефективного енергозбереження;

- контроль параметрів енергоресурсів, які поставляються, для виявлення й реєстрації їх відхилень від договірних значень;

- виявлення фактів несанкціонованого втручання в роботу приладів обліку або зміни схем підключення споживача;

- застосування санкцій проти злісних неплатників через обмеження споживаної потужності або повного відключення енергопостачання;

- аналіз технічного стану й відмов приладів обліку;
- підготовка звітних документів про електроспоживання;
- інтеграція з білінговими системами.

Додаткові можливості, які стимулюють установа «інтелектуальних» приладів обліку:

- інтеграція з вимірювальними приладами інших енергоресурсів, з білінговими та інформаційними системами збутових і мережевих компаній, муніципальних адміністрацій тощо;

- розширені функції відображення на дисплеї лічильника всієї можливої (у разі первинних вимірювань струмів і напруг) інформації – від добового графіка активної потужності, напруги, частоти до показників надійності (допустимого часу відключення) і грошових показників – вартості споживання та залишків «кредитної лінії» тощо;
- двосторонній інформаційний зв'язок збутової компанії й споживача, тобто передавання споживачеві відповідних повідомлень, дистанційна інформація про зміну тарифу, відключення або обмеження енергоспоживання тощо.

Вже понад 10 років у ряді країн Європи й США за фінансової та організаційної державної підтримки впроваджуються технології «розумних вимірювань» – Smart Metering. Поряд з державною стратегією й відповідною юридичною базою впровадження подібних технологій вимагає розвитку спеціалізованих програмних комплексів, які вирішують технологічні завдання, адаптовані під вимоги та умови конкретної країни або регіону.

Перед системами програмного забезпечення Smart Metering стоять такі ключові завдання [3]:

- дистанційне зчитування показань приладів обліку енергоресурсів;
- робота з більшою (часом, багатомільйонною) кількістю точок обліку із забезпеченням при цьому високого рівня продуктивності;
- дистанційний контроль параметрів якості електроенергії;
- дистанційне керування приладами обліку енергоресурсів;
- дистанційне параметрування приладів обліку енергоресурсів;
- дистанційне керування енергоспоживанням;
- реєстрація подій приладів обліку, фактів несанкціонованого доступу;

Використання сучасних метрологічних систем дає змогу запобігати несанкціонованим діям завдяки більш ефективним вимірюванням таких параметрів, як неузгоджене навантаження, струм через нейтральний провід, постійні струми від випрямлячів, а також здатність виявляти зовнішні магнітні поля та розходження між загальною кількістю виставленої до оплати енергії і загальним обсягом вироблення енергії за відповідним повідомленням по мережі AMR.

Зокрема, високоінтегровані гнучкі вимірювальні СнК Teridian 71M6543F/43H (багатофазні) і 71M6541D/41F/42F (однофазні), які підтримують широкий спектр програм з точністю до класу 0,2, призначаються для використання в житлових, комерційних і промислових приміщеннях. Ці прилади містять високочастотне мікропроцесорне ядро, 32-бітовий СЕ, годинник реального часу (RTC) з низьким енергоспоживанням і цифровою термокомпенсацією, до 64 КБ флеш-пам'яті і 5 КБ ОЗУ, а також драйвер ЖКдисплея, що забезпечує високий рівень інтеграції і можливість програмування, а використання шунтів замість трансформаторів струму дає можливість знизити вартість комплектуючих.

Системи обліку електроенергії одного з основних світових лідерів виробництва інтелектуальних приладів обліку – компанії Echelon Corporation дозволяють реєструвати одночасно до 64 (з 80 можливих) типів вимірювань з інтервалами від 1 хв до однієї доби. Таким чином, обсяг інформації, яку можна використовувати для аналізу, в розрахунку на 30 млн абонентів, може становити десятки трильйонів вимірювань на рік.

Цей напрям, який отримав назву Meter Data Analytics (MDA), можна вважати наступним етапом розвитку інформаційно-аналітичних технологій в Smart Metering.

7.3 Сфери використання Smart metering

Розумні системи обліку мають широку сферу застосування, у чому полягає одна з їхніх переваг. Вони актуальні для будь-якого енергоносія [3]:

- електроенергія;
- вода;

- тепло;
- газ;
- нафта.

Автоматизації підлягають системи водопостачання та енергетики як житлових будинків, так і системи на підприємствах. Це вигідне рішення для промисловості, оскільки розумні прилади обліку дозволяють контролювати споживання ресурсів та стежити за справністю мереж.

Таким чином, розумні лічильники не тільки допомагають економно споживати ресурси, а й дозволяють мінімізувати наслідки аварій. Економія та безпека – пріоритети для кожного споживача.

Переваги Smart metering для багатоквартирних будинків [3].

Жителі багатоквартирних будинків отримують низку переваг, використовуючи розумні лічильники. Якщо датчики встановлені у системі водопостачання, можна уникнути зайвих витрат за оплату комунальних послуг. Зі Smart metering показання завжди точні та передаються автоматично, без необхідності контролю людиною.

Автоматизована система дозволяє підрахувати об'єм води, використаний конкретним будинком. Потім обчислюється обсяг, який використовували мешканці будинку за лічильниками. Сума, що залишилася, ділиться на всіх жителів, у яких немає лічильників. Завдяки цьому можна скоротити витрати та не платити за воду, яку ви не використовували.

Встановлення розумних лічильників входить до автоматизованої системи обліку, яка отримує та передає показання, наприклад, про використання води. На основі цих даних система будує модель споживання та може сигналізувати про відхилення. Якщо датчики встановлені в магістралі, то повідомлення про падіння тиску внаслідок прориву труби приходить до центру управління та про це негайно дізнається аварійна бригада. Завдяки своєчасним повідомленням комунальні служби можуть контролювати стан мереж та мінімізувати витрати від аварій.

Як працює інтелектуальна система Smart metering [3].

Система розумних датчиків працює на основі інформаційних та комунікаційних технологій у поєднанні з IoT-технологіями (Інтернетом речей).

Інтернет речей (*Internet of Things, IoT*) – концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані давачі (датчики), а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами в автоматичному режимі, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Окрім давачів, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі.

Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів. Також використовується спеціалізоване програмне забезпечення, яке розроблене для розумного міста та його складових. Для телеметрії використовується стандарт NB-IoT, (переклад з англійської-Вузькосмуговий Інтернет речей — це стандарт радіотехнології глобальної мережі малої потужності, розроблений 3GPP для пристроїв і послуг стільникової мережі.), який застосовується для пристроїв із низькими обсягами обміну даними. Його переваги полягають у гнучкому управлінні енергоспоживанням, великою ємністю мережі. Також варто зазначити, що сигнал може проникати навіть у підвальні приміщення з товстим залізобетонним фундаментом. NB-IoT-технології забезпечують надійне, захищене від перешкод з'єднання з мережею. Для передачі даних використовуються частоти, що ліцензуються — такі канали зв'язку контролюються державною службою від незаконного втручання.

Технологія може бути реалізована у двох напрямках: з новими лічильниками; зі старими лічильниками.

Лічильники старого зразка вимагають заміни із встановленням спеціального обладнання. Усі складові, включаючи новий лічильник, розміщуються в габаритній шафі вагою близько 130 кг, яка надійно захищає конструкцію. Перш ніж підключити таку конструкцію до будинку, проводиться експертна оцінка та складається індивідуальний план підключення. Якщо вже встановлені імпульсні лічильники нового зразка або лічильники з виходом wireless M-Bus, залишається лише підключити спеціальні модеми, які зчитують інформацію та передають її NB-IoT-мережі в хмарну платформу.

Дані від вузла обліку проходять за допомогою спеціального програмного забезпечення, потрапляють у систему управління

підприємством відповідного водоканалу. Для дистанційного керування SIM-картами та їх трафіком використовується Центр керування IoT від Київстар. Цей сервіс дозволяє автоматизувати керування IoT SIM-картками та налаштувати віддалений контроль за частотою та обсягами передачі даних у режимі 24/7.

Сервіс можна використовувати без прив'язки до стану рахунку завдяки постоплаті. Розділити інтернет-трафік можна між усіма IoT-пристроями, щоб зменшити витрати на переліміти. Онлайн моніторинг пристроїв, доступ до статистики та аналітики через особистий кабінет значно спрощують керування приладами.

8 SMART CITY

8.1 Переваги Smart city

Концепція Smart city полягає в тому, щоб підвищити ефективність функціонування міста, а разом з тим і рівень життя людей. Автоматизація процесів за допомогою спеціально розроблених датчиків та програм дає додаткові можливості.

Джерелами даних для збору та аналізу інформації можуть бути різні системи [3]:

- smart metering;
- waste management;
- розумне освітлення;
- еко-моніторинг;
- управління світлофорами;
- розумний паркінг;
- розумна зупинка;
- smart ticket;
- безпечне місто.

Управляти розумними пристроями цих систем зручно за допомогою Центру керування IoT. Сервіс дозволяє налаштовувати за певними правилами роботу SIM-карт в пристроях та контролювати їх трафік в режимі реального часу. До цієї платформи можна підключити, зокрема, розумні лічильники, які контролюють постачання газу, води та електроенергії міськими мережами.

Smart metering — це інтелектуальні лічильники, які здійснюють детальний аналіз показників споживання. Вони дозволяють провести якісний моніторинг інформації для розрахунку комунальних послуг. Завдяки цьому можна дізнатися реальні витрати та зробити точні підрахунки. Усе це сприятливо позначається на ефективності роботи міських комунікацій та оптимізації витрат, економить ресурси. Також система за показниками від вбудованих датчиків тиску може діагностувати наявність аварій на певних ділянках та повідомляти про них водоканал. Це може допомогти швидко відреагувати на ситуацію та своєчасно провести ремонт, мінімізувавши втрати.

Waste management – це система управління відходами, яка включає їх збір, транспортування та утилізацію. Вона

спрямована на зниження негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. Вторинна переробка сировини також позитивно відбивається на економіці, тому так актуальна у світі.

Крім того, система waste management передбачає оснащення сміттєвих баків спеціальними датчиками. Вони аналізують інформацію про наповненість бака та сигналізують, коли ємність необхідно звільнити. Бригада виїжджає тільки туди, де є робота: раціональний розподіл робочої сили та техніки теж допомагає уникнути зайвих витрат. Таким чином можна підтримувати чистоту, не витрачаючи зайвих ресурсів.

У багатьох містах розумні технології вже стали реальністю, а в найбільших мегаполісах світу використовуються цілі комплекси розумних механізмів. Розумне місто вже працює в Токіо, Нью-Йорку, Барселоні, Амстердамі та інших містах. Місцеві муніципалітети відзначають, що така система спрощує управління міськими процесами та підвищує комфортність життя. Городяни підтверджують, що в розумному місті жити зручніше та безпечніше.

Розумне місто — це система управління міською інфраструктурою за допомогою інформаційних та комунікаційних технологій в поєднанні з IoT (Інтернетом речей). Концепція також включає роботу IT-додатків, за допомогою яких мешканці міст можуть скористатися державними послугами.

Елементи смарт-сіті можна знайти в організації роботи транспорту, вивезення сміття, облаштування паркінгів, зупинок та вуличного освітлення. Інвестиції в розумне місто дозволяють розробити нові сервіси, які автоматизують процеси управління міським життям. Камери та датчики збирають і аналізують інформацію, з їх допомогою можна управляти тими процесами, які завжди були на ручному управлінні [3].

Переваги Smart city для муніципалітету та жителів міста

Система смарт-сіті має свої переваги для влади та для жителів. Якщо мерія докладает зусиль до розвитку міста, враховує потреби жителів, робить його більш зручним та безпечним, то отримує:

- зростання чисельності населення; інвестиції;
- податки.

Кожен хоче жити в населеному пункті, де є все необхідне для роботи, навчання, відпочинку, розвитку. Саме тому тисячі українців

переїжджають з невеликих міст та сіл в мегаполіси, які активно розвиваються та дають широкі можливості.

Завдяки децентралізації міська влада стала вкладати більше коштів у розвиток інфраструктури. Тепер рівень надходжень до міського бюджету залежить більшою мірою від ефективності роботи влади, тому чиновники змушені шукати способи залучення в проекти бізнесу та іноземних інвесторів. Інвестиції, робота кафе та ресторанів, магазинів та сервісів приносять місту податки, а значить – ресурси для розвитку. Для жителів мегаполісів впровадження смарт-сіті теж приносить тільки плюси. Перш за все, це безпека – одна з базових потреб кожної людини. Їй сприяє наявність вуличного освітлення, регульовані світлофори та камери спостереження. Усе це складається в одну систему, яка дає відчутти себе захищеним поза домом. Відсутність пробок, чисті двори, швидке вирішення проблем з комунікаціями – усе це привертає жителів та підвищує рівень життя.

Смарт-сіті дозволяє правильно організувати роботу комунальників. Тому вони можуть оперативніше реагувати на аварійні ситуації та швидко їх долати. Ефективна робота міської влади викликає довіру у жителів, а за їх підтримки можна розраховувати на залучення іноземних інвестицій. Іноземні компанії вважають за краще базуватися в надійних локаціях, а інвестори завжди обирають перспективні проекти.

8.2 Сервіси розумного міста

Моніторинг навколишнього середовища

Екомоніторинг теж відноситься до проектів смарт-міста. Це довгострокові спостереження за станом навколишнього середовища, які дозволяють спрогнозувати небезпечні зміни. Завдяки чому можна уникнути безлічі аварій, захистити здоров'я громадян. Зміни в навколишньому середовищі відбуваються не тільки під впливом природних факторів. Чималу роль відіграє й антропогенний фактор, тому спостереження та аналіз інформації необхідні скрізь, де працює та живе людина.

Світлофори та управління ними

Управління світлофорами – це можливість організувати безпечний та зручний рух автотранспорту в місті. Пропускна здатність

доріг збільшується, кількість аварій зменшується, а користуватися транспортом стає більш комфортно. Світлофорні системи оснащуються контролерами, які працюють в автоматичному режимі. Це особливо актуально на перехрестях, де автомобілі чекають перемикання сигналу.

Автоматизація світлофорів регулює пропускну здатність доріг в залежності від щільності потоку машин – де машин істотно більше, там зелений сигнал горить довше. Пропускна здатність зростає, а аварійних ситуацій стає менше. У години «пік» та на особливо жвавих ділянках доріг такі світлофори необхідні, щоб знизити рівень стресу водіїв та пішоходів, убезпечити їх від аварій.

Розумні зупинки громадського транспорту

У систему «розумна зупинка» входять, зокрема, електронні табло, які відображають інформацію про рух автобусів, тролейбусів. Табло показує, скільки часу залишилося до прибуття того чи іншого виду транспорту на маршруті. Є інформація про рівень пробок та годинник. Така корисна інформація дає більшу зручність у використанні транспорту.

Смарт-паркінг та стоянки

Розумний паркінг – незамінна технологія для мегаполісів, яка активно використовується в Європі. Щоб величезна кількість машин не заважала життю міста, а водіям було зручно користуватися особистим транспортом, використовується система смарт-паркінг. Завдяки їй скористатися стоянкою стає набагато легше. Спеціальні датчики допомагають знайти вільне місце та припаркувати машину, а також проконтролюють оплату за парковку.

Якщо використання звичайної стоянки відбирає у водія багато часу та нервує, то розумний паркінг особливих зусиль не вимагає. Тому більшість водіїв охочіше використовують спеціальні парковки, а не займають тротуари, а місто в результаті отримує додатковий прибуток в бюджет.

Розумний квиток на громадський транспорт Smart ticket – ще одна затребувана технологія, яка робить більш комфортними поїздки в громадському транспорті. Пасажири можуть оплачувати свої електронні квитки онлайн – для цього валідатори оснащуються датчиками з SIM-картами. Така система вже працювала в Маріуполі. Управління картами йде за допомогою Центру керування IoT.

Городянам легше оплачувати проїзд, а місто краще розуміє, яка кількість пасажирів користується громадським транспортом.

Безпечне місто – система відеоспостереження Концепція безпечне місто включає в себе комплекс заходів щодо підвищення безпеки життя. Це камери зовнішнього спостереження, які фіксують, що відбувається і допомагають уникнути злочинів – пограбувань, нападів, викрадень машин. За допомогою датчиків фіксуються також аномальні явища і події.

Ці заходи не тільки підвищують комфортність і безпеку для жителів, але й допомагають місцевій владі тримати все під контролем. Чим менше непередбачених подій, аварій і злочинів, тим комфортніше і безпечніше життя населеного пункту. А головне – це дозволяє уникнути екстрених витрат і більш ретельно спланувати бюджет, використовуючи його на благо жителів.

8.3 Розумне освітлення в місті

Система розумного освітлення дозволяє налагодити міське освітлення, зробити простір більш безпечним та знизити витрати. Місцева влада витрачає чималу частину бюджету на оплату електроенергії, а з **розумним освітленням** можна ці витрати скоротити. Вуличні ліхтарі оснащуються лампочками зі спеціальними датчиками, які реагують на рухи. Коли на вулиці нікого немає, ліхтар світить на 10-15% від номінальної потужності, а коли з'являється перехожий — лампочка включається на всю потужність. Датчики також можуть регулювати рівень освітленості: влітку загоряються пізніше, а взимку – раніше [3].

Прикладом для України можна вважати Львів, де встановлено понад 30 тис. розумних ліхтарів. Заміна старих лампочок новими, оснащеними датчиками, швидко окупається та призводить до економії.

Як заощадити на вуличному освітленні?

Варіанта два: переходити на LED і робити ліхтарі розумними

Вуличне освітлення – одна зі сфер, над якою найближчими роками добре попрацюють IoT-експерти спільно з місцевою владою. Якщо камери стають очима, можна сказати, що ліхтарі стають вухами розумних міст. Згідно з даними Міністерства регіонального

будівництва, в Україні функціонує близько 2 млн джерел освітлення на вулицях.

Проблема в тому, що освітлення обходиться місцевій владі дуже дорого. І насамперед тому, що на енерговитратні лампи розжарювання, ртутні і люмінесцентні лампи досі припадає близько 30% усіх джерел світла.

Щоб вулиці не були темними, місцева влада витрачає чималі суми. І вони збільшуються із зростанням тарифів на електроенергію.

Загальна сума, необхідна для функціонування всіх наявних джерел світла в Україні, вимірюється в сотнях мільйонів гривень на рік і становить значну частину витрат ЖКГ. Щоб заощадити на світлі, українські міста придумують різні варіанти. **Один з найпоширеніших** – замінити старі лампи на LED- світильники. Наприклад, Житомир цього року планує збільшити кількість таких джерел світла до 8600 і сподівається стати першим в Європі містом, яке повністю перейде на світлодіодне зовнішнє світлення. **Ще один спосіб заощадити** – зробити вуличне освітлення розумним.

Тобто зробити так, щоб лампи не горіли даремно, а тільки тоді, в тих місцях і в тих випадках, де потрібне світло. Ініціативи щодо переходу на розумне вуличне освітлення є, наприклад, у Львові. Домогтися економії електроенергії можна завдяки встановленню датчиків освітленості і руху. Перші дозволяють збільшувати потужність ламп, лише коли світла не вистачає. Другі надають можливість включати ліхтар, лише коли до нього наближається об'єкт. Для переходу на розумне освітлення важливо, наскільки багатofункціональною є сама система, яка буде управляти ліхтарями. Так, у Львові працює кілька сотень спеціальних шаф, до яких підключено близько 30000 ліхтарів. Кожна шафа відповідає за роботу близько сотні ліхтарів. Це дає місту можливість оперативно вмикати і вимикати освітлення на різних ділянках вулиць, контролювати аварії.

8.4 Перспективи впровадження Smart city в Україні

В Україні в розвитку смарт-сіті беруть участь великі компанії-лідери в своїх галузях [3].

У числі проектів смарт сіті в українських містах стали з'являтися «розумні ліфти». Ліфти в багатоповерхових будинках обладнали модемами і сім-картами, завдяки чому підйомники працюють більш стабільно. Вони застраховані від перевантаження і аварійних зупинок. Не менш корисна і зручна технологія – розумні зупинки. Вони оснащені табло, які показують час до прибуття транспорту. Зворотний відлік дозволяє більш точно спланувати час і вибрати відповідний маршрут.

Як правило, ними оснащують центральні зупинки, де найбільший потік пасажирів. Чим більше жителів в місті, тим актуальніше придбання розумних табло з інформацією про роботу транспорту. У маленьких населених пунктах це може виявитися не так актуально, на відміну від систем розумного освітлення.

У Маріуполі працював проект smart ticket. Єдиний квиток на весь автомобільний громадський транспорт – це зручна та проста система для жителів. Валідатори рахують поїздки, знімають плату за проїзд та ведуть облік пасажирів. Таким чином зникає потреба в роботі кондуктора, а водій може займатися виключно дорогою. Це допомагає уникнути аварій, забезпечити пасажиром безпеку та контролювати пасажиропотік, щоб транспорту на маршрутах завжди було достатньо. Сучасні технології, які впроваджуються в різні сфери життя, допомагають міській владі вирішити актуальні проблеми. Реалізація великих проектів, таких як смарт-сіті, можлива лише за підтримки надійних та досвідчених компаній, які гарантують роботу технологій. Такі проекти підвищують комфорт життя, допомагають залучити інвестиції та сприяють розвитку міст.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. М.А. Юдін. Механізм формування вартості електроенергії в енергосистемі України: інструментарій обліково-аналітичного забезпечення [моногр.] / М.А. Юдін, С.В.Філіппова, А.В.Левицька. – Одеса: ОНПУ, 2014. – 151 с.

2. Охріменко В.М. Споживачі електричної енергії: підручник / В. М. Охріменко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 286 с.

3. І.В. Касаткіна. Інтелектуальні системи електропостачання. Навчальний посібник / І.В. Касаткіна, С.М. Бойко, О.А. Жуков – 2023. – 151 с.