

УДК 004.738.5

DOI: 10.20998/2411-0558.2026.02.09

Д. В. ЛИСЕНОК, студ., Національний університет "Чернігівська політехніка", Чернігів,

О. М. ХРОПАТИЙ, викл., Національний університет "Чернігівська політехніка", Чернігів,

О. В. КРАСНОЖОН, канд. техн. наук, доц., Національний університет "Чернігівська політехніка", Чернігів

ПІДХІД CERONEST ДО ДОМАШНЬОГО МОНІТОРИНГУ КЛІМАТУ ТА ВЕРИФІКАЦІЇ ВІДКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

У статті обґрунтовано підхід CerоNest як мобільне рішення для отримання графіків відключень електроенергії з можливістю їх верифікації за допомогою IoT-пристроїв. Показано, що наявні застосунки та інтеграції здебільшого відображають планові графіки й сповіщення, але не забезпечують перевірки фактичного стану та оцінювання розбіжностей між планом і реальністю. Запропоновано централізований доступ до графіків, сповіщень і показників мікроклімату, а також швидке підключення зовнішніх сервісів і власноруч розроблених IoT-модулів у межах легкого стандарту обміну даними. Л.: 7. Табл.: 1. Бібліогр.: 19 назв.

Ключові слова: домашній моніторинг клімату; верифікація відключень електроенергії; графіки відключень електроенергії; IoT-пристрої; показники мікроклімату; централізований доступ; стандарт обміну даними.

Актуальність теми дослідження. Нестабільність електропостачання в Україні, зокрема перепади напруги та розбіжність між плановими й фактичними відключеннями, ускладнює організацію віддаленої роботи та побутових процесів. Крім того, в рамках розумного будинку, якість роботи технологій Інтернету речей (IoT – Internet of Things) також залежить від електропостачання.

Відключення світла в першу чергу впливає на людей, оскільки наявний спосіб отримання графіків є незручним, а також має фактичний розрив з реальним, що досить сильно впливає на планування роботи та побуту кожної людини. Наступною областю є отримання інформації від власноруч створених розумних пристроїв централізовано в одному

додатку. Загалом, такі пристрої можуть бути підключені до реле напруги або до міні джерела безперебійного живлення, оскільки вони менш за все захищені від перепадів. Модуль CeroNest в такому сценарії може легко підключати пристрої за їх унікальним числовим ідентифікатором в мережі, як основної, так і додаткової для датчиків критичної важливості. Цим власноруч зібраним пристроям потрібно лише дотримуватися JSON (JavaScript Object Notation) стандарту.

В умовах нестабільної ситуації з графіками відключення світла, а також задля швидкого опрацювання даних з IoT-пристроїв, рішення CeroNest стає особливо актуальним.

Постановка проблеми. Попри наявність рішень для отримання графіків відключення електроенергії та широке використання технологій Інтернету речей, на практиці такі інструменти часто є незручними та вимагають від користувача додаткового часу. Ключова проблема полягає в тому, що користувачеві потрібна оперативна та перевірена інформація для планування роботи й побуту, однак доступні графіки не завжди відповідають фактичним подіям відключень.

Додатковою проблемою є те, що під час створення власних IoT-пристроїв, зокрема для отримання даних про мікроклімат, розробник змушений витратити час не лише на апаратну частину, а й на розробку механізмів збору та відображення показників. Крім того, дані з таких пристроїв часто не інтегровані в єдине середовище. У результаті виникає потреба в підході, який забезпечує централізований доступ до показників, надає механізми верифікації відключень електроенергії, формує повідомлення про поточний стан електропостачання, а також дозволяє підключати додаткові модулі, наприклад, для прогнозу погоди.

Основні проблеми полягають у наступному:

- розбіжність між плановими та фактичними відключеннями без можливості простої верифікації поточного стану;
- фрагментація каналів отримання інформації та незручність використання;
- складність швидкого підключення власноруч створених IoT-пристроїв у межах легкого стандарту обміну даними.

У межах цієї статті розглядається підхід CeroNest, спрямований на зменшення впливу зазначених проблем шляхом поєднання отримання графіків відключень із верифікацією фактичного стану та спрощенням інтеграції користувацьких IoT-пристроїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних системах розумного будинку поширеним підходом є використання центрального хаба, який формує екосистему IoT-пристроїв і сервісів. Комерційні хаби спрощують впровадження, проте часто супроводжуються обмеженнями щодо сумісності пристроїв і протоколів та підвищеною вартістю. Платформи з відкритим вихідним кодом можуть розгортатися на недорогих одноплатних комп'ютерах (наприклад, Raspberry Pi) та забезпечують можливість для користувачів самостійно розширювати функціональність рішення шляхом внесення змін до коду або розробки додаткових компонентів. У порівняльному дослідженні відкритих платформ домашньої автоматизації до переліку найкраще оцінених рішень віднесено, зокрема, Home Assistant, що підтверджує його доцільність як базової екосистеми для розумного будинку [1].

Спроби розв'язання задачі зручного доступу до графіків відключень електроенергії в Україні було виявлено насамперед у межах екосистеми Home Assistant через власноруч розроблені інтеграції. Зокрема, у відкритому репозиторії "HA Yasno Outages" на платформі GitHub реалізовано інтеграцію для Home Assistant [2], яка надає календар планових відключень, сенсори часу до наступних відключень та інші сутності на основі даних YASNO. Але він позиціонується як бренд енергетичних Київських і Дніпровських сервісів [3].

Подальшим розвитком підходу стала інтеграція "Svitlo Yeah | Світло Є" [4], яка масштабує отримання графіків відключень на ширший перелік регіонів та постачальників, додаючи календарі відключень, таймери зворотного відліку та статусні оновлення. У документації проекту наведено перелік підтримуваних регіонів і джерел даних, що демонструє тенденцію до уніфікації доступу до розкладів від різних енергопостачальників у межах Home Assistant.

Окремим напрямом є мобільні застосунки для відстеження відключень у Google Play. Приклади таких рішень включають застосунки, що надають користувачам перегляд розкладів. Зокрема, застосунок

"Світло" декларує відображення планових або аварійних відключень [5]; "ElectricityOff" акцентує на локальному збереженні даних і сповіщеннях [6]; "eSvitlo" орієнтований на Чернівецьку область та інформування за графіками [7].

Паралельно з напрямом інтеграції графіків відключень існує значний масив робіт щодо моніторингу параметрів мікроклімату на базі мікроконтролерів. Наприклад, у роботі [8] розглянуто віддалений моніторинг температури, вологості та атмосферного тиску із використанням ESP8266, що підтверджує практичну значущість підходів збору кліматичних даних на доступній елементній базі.

Для верифікації відключень за телеметрією підключених пристроїв у суміжних дослідженнях пропонується використовувати дані з мережевих IoT-пристроїв. Зокрема, у статті [9] показано, що дані з інтернет-підключених термостатів можуть застосовуватися для геопросторового відстеження масштабних відключень під час значних погодних подій.

Загалом, наявні праці та відкриті проекти підтверджують ефективність платформ на кшталт Home Assistant як основи для інтеграції домашніх IoT-пристроїв. Водночас мобільні застосунки здебільшого забезпечують лише перегляд графіків і сповіщення, не надаючи механізмів верифікації фактичних відключень. Дослідження з моніторингу мікроклімату на ESP8266 та підходи до виявлення відключень за даними підключених пристроїв обґрунтовують доцільність поєднання локальної телеметрії із зовнішніми джерелами, що є основою підходу CeroNest.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Незважаючи на наявні рішення та прогрес у формуванні графіків відключень електроенергії й інтеграції IoT-пристроїв, низка аспектів проблеми залишається невирішеною:

1. Наявні мобільні застосунки та інтеграції переважно відображають планові графіки відключень і надають сповіщення або відлік часу, проте не пропонують механізмів верифікації фактичного стану електропостачання та кількісного оцінювання розбіжностей між планом і реальністю.

2. Додатково спостерігається фрагментація рішень, де частина застосунків орієнтована на перегляд розкладів конкретного постачальника

або регіону, тоді як інші намагаються охопити широкий спектр джерел. Унаслідок цього користувачеві часто доводиться дублювати інструменти для виконання споріднених задач, особливо за наявності різних місць проживання. Відсутність єдиного централізованого середовища ускладнює одночасне вирішення задач перегляду графіків, отримання сповіщень і моніторингу домашніх IoT-сенсорів.

3. Також важливим фактором є стійкість до нестабільної мережі в Україні, оскільки в такому сценарії критично, щоб система могла працювати без постійного доступу до зовнішнього API, попередньо завантажуючи та зберігаючи дані локально. Додатково перспективним є використання даних з IoT-пристроїв як допоміжного джерела для оцінювання ймовірних змін ситуації на горизонті кількох днів.

Узагальнення аналізу публікацій та наявних рішень демонструє, що вони здебільшого забезпечують представлення планових графіків, але не формують цілісного підходу до верифікації фактичних відключень із кількісною оцінкою розбіжностей та централізованим поєднанням з IoT-телеметрією.

Мета статті. Метою статті є обґрунтування та опис підходу, а також майбутніх ідей CeroNest як рішення, орієнтованого насамперед на отримання графіків відключення електроенергії з можливістю їх верифікації за допомогою IoT-пристроїв. Додатково підхід передбачає швидке підключення IoT-пристроїв, передусім власноруч розроблених, для збору телеметрії та надання користувачеві централізованого доступу до даних у мобільному застосунку.

Основними завданнями статті є:

1. Проаналізувати наявні підходи до отримання графіків відключень електроенергії та інтеграції IoT-пристроїв, а також визначити їх обмеження щодо верифікації фактичного стану електропостачання та централізації даних.

2. Сформулювати вимоги до рішення для умов України, зокрема щодо роботи за умов нестабільного зв'язку та необхідності локального збереження даних.

3. Описати архітектуру підходу CeroNest і принципи взаємодії з IoT-пристроями, включно із легким стандартом обміну даними та механізмами швидкого додавання нових модулів.

4. Розкрити логіку отримання графіків відключень і підхід до їх верифікації на основі IoT-телеметрії, а також представлення результатів у мобільному інтерфейсі.

5. Окреслити практичні сценарії використання CeroNest і напрями подальшого розвитку, зокрема масштабування на різні регіони та постачальників, а також розширення набору IoT-модулів і доступних сервісів.

Запропонований підхід зменшує вплив розбіжностей між плановими та фактичними відключеннями на планування роботи й побуту, а також спрощує інтеграцію власноруч створених IoT-модулів у єдине середовище моніторингу та сповіщень.

Викладання основного матеріалу. Нестабільність електропостачання та зв'язку в Україні формує вимоги до систем, які мають підтримувати побутове й робоче планування на основі графіків відключень, а також забезпечувати збереження даних за відсутності гарантованого доступу до інтернету. Додатково, планові графіки нерідко мають суттєві розбіжності з фактичними подіями, тому наявні рішення не дають користувачеві надійного уявлення про поточний стан електропостачання за адресою проживання.

Підхід CeroNest реалізовано як мобільний застосунок [10], який у поточній бета-версії виконує роль центрального клієнта. Він поєднує отримання та локальне збереження графіків відключень, моніторинг телеметрії з домашніх датчиків, формування сповіщень, а також верифікацію фактичного стану електропостачання на основі IoT-пристроїв. Концептуальною основою цього принципу є підхід використання даних підключених пристроїв для фіксації відключень, який описаний у [9].

Ключові вимоги такого рішення можна сформулювати наступним чином:

1. Бути орієнтованим на автономну роботу, забезпечувати перегляд останніх актуальних даних, попередньо отриманих від зовнішніх сервісів, а також зчитування телеметрії з домашніх датчиків у локальній мережі.

2. Бути централізованим, щоб користувач отримував один інтерфейс для графіків, сповіщень і моніторингу телеметрії.

3. Підтримувати масштабування за джерелами даних і набором датчиків, щоб (у перспективі) охоплювати різні регіони та постачальників, а також спростувати додавання нових типів вимірювань, зокрема температури, вологості, тиску та індикаторів наявності живлення.

На рис. 1 наведено поточний вигляд інтерфейсу мобільного додатку CeroNest версії 0.4.3, його вихідний код, а також зібраний варіант розміщено на GitHub [10].

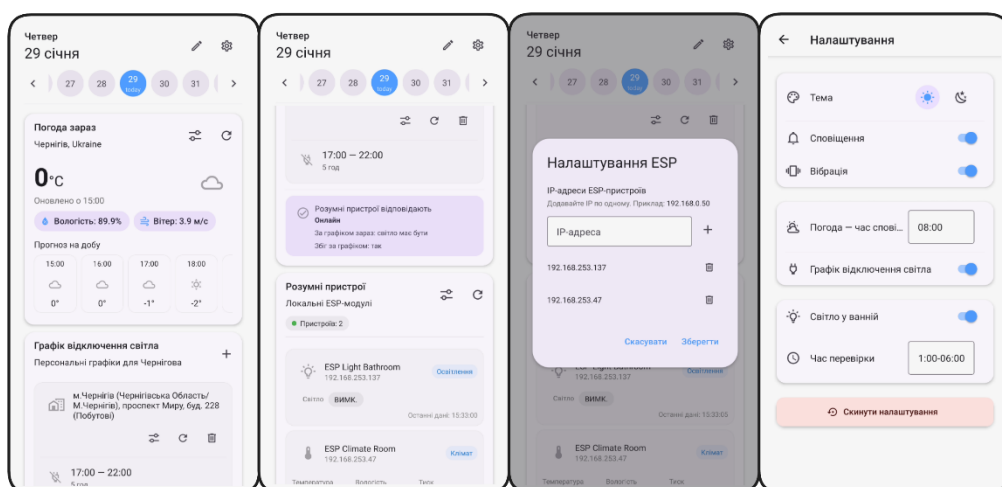


Рис. 1. Зовнішній вигляд інтерфейсу додатку CeroNest

Загальна архітектура CeroNest і потоки даних. Архітектура CeroNest версії 0.4.3 побудована як мобільний застосунок із локальним сховищем даних та набором IoT-пристроїв у домашній мережі. Пристрої надають телеметрію через HTTP, а застосунок виконує періодичне опитування, нормалізацію показників і збереження історії у локальній базі даних SQLite.

Для роботи IoT-пристроїв передбачено два сценарії мережевої доступності. Перший сценарій використовує домашній маршрутизатор.

Стандарт обміну з IoT-пристроями та модель телеметрії. Для спрощення інтеграції IoT-пристроїв, насамперед власноруч розроблених, у CeroNest застосовано уніфікований обмін даними у форматі JSON через HTTP. Практична мета такого підходу полягає в мінімізації обсягу робіт, необхідних для підключення нового пристрою, що знижує поріг входу та спрощує подальший розвиток системи.

У версії 0.4.3 передбачено модель, за якої IoT-пристрій надає телеметрію за HTTP-запитом методом GET до шляху /ceronest/info. Відповідь містить ідентифікацію пристрою, його роль і набір вимірювань, що дозволяє застосунку виконувати нормалізацію та накопичувати історію показників у локальному сховищі [10].

У табл. 1 наведено приклад переліку підтримуваних вимірювань, їх представлення у форматі JSON та одиниці вимірювання.

Таблиця 1

Приклад підтримуваних вимірювань телеметрії в CeroNest 0.4.3

Параметр	Ключ у JSON	Тип даних	Одиниці	Коментар
Температура	temperature	число	°C	Показник з датчика температури
Вологість	humidity	число	%	Відносна вологість
Атмосферний тиск	pressure	число	hPa	Тиск на рівні датчика
Стан освітлення	light	логічний	безрозмірно	Індикатор стану освітлення

Важливо, що доступність IoT-пристрою та наявність актуальної телеметрії можуть використовуватися як ознака наявності електропостачання. Надалі цей механізм розширюється на сценарій, коли телеметрія передається і через сервер збору даних, що забезпечує доступ до фактичного стану поза межами домашньої мережі.

Реалізація IoT-пристроїв на прикладі ESP8266. Приклади IoT-пристроїв реалізовано на базі мікроконтролерів ESP8266 NodeMCU [15], що зумовлено їх низькою ціною та наявністю вбудованого модуля бездротового зв'язку. Для зручності тестування застосовано конфігурації з

OLED-дисплеєм, які дозволяють локально контролювати поточні показники та стан пристрою.

У межах проекту реалізовано 2 типові приклади:

1. Кліматичний IoT-пристрій, який вимірює температуру та вологість за допомогою DHT11 [16], а також атмосферний тиск за допомогою BMP180 [17].

2. IoT-пристрій контролю освітлення, який використовує фоторезисторний модуль на базі компаратора LM393 [18] для визначення стану освітлення в приміщенні та може доповнюватися звуковою індикацією моменту відновлення електропостачання.

З огляду на ризики перенапруги, під час експлуатації таких пристроїв у побутовій мережі доцільно застосовувати засоби захисту від перепадів напруги, зокрема реле контролю напруги, щоб зменшити імовірність пошкодження електронних компонентів.

Принципові схеми прикладів, які побудовано в середовищі QElectroTech [19], наведено нижче, на рис. 3 і рис. 4.

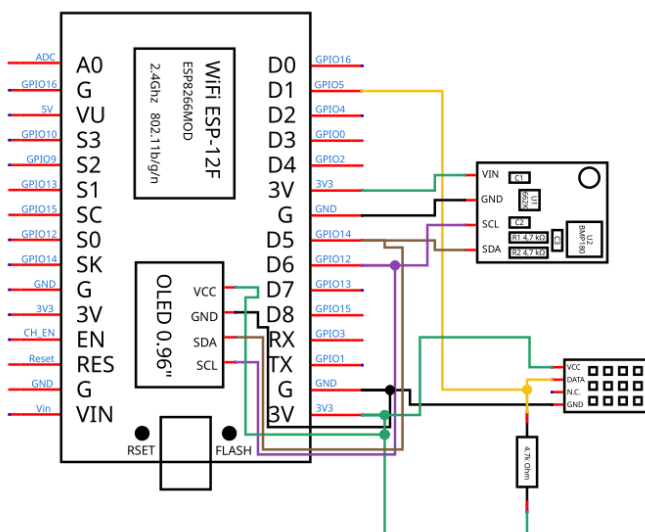


Рис. 3. Схема електрична принципова кліматичного IoT-пристрою

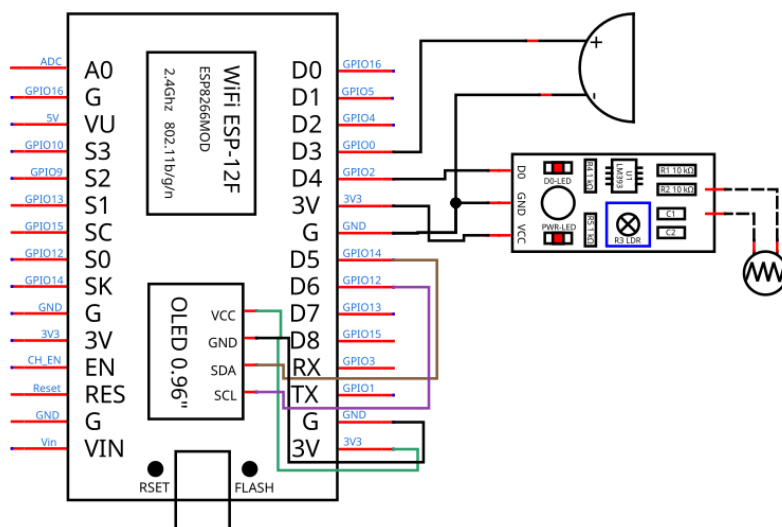


Рис. 4. Схема електрична принципова IoT-пристрою контролю освітлення зі звуковою індикацією

Отримання графіків відключень електроенергії. У версії 0.4.3 отримання графіків відключень реалізовано тільки для Чернігівобленерго [11], що відповідає початковій практичній задачі проєкту. Для користувача сформовано уніфікований сценарій вибору параметрів адреси та характеристик об'єкта:

1. Вибір типу об'єкта, зокрема побутового або юридичного.
2. Вибір адміністративного підрозділу.
3. Вибір населеного пункту.
4. Вибір вулиці.
5. Уточнення за номером будинку, якщо джерело підтримує таку фільтрацію.

Застосунок виконує запит до програмного інтерфейсу постачальника, отримує відповідь із графіком та зберігає її локально. Підтримується додавання кількох адрес. Після завантаження, графіки зберігаються протягом обмеженого часу, що дозволяє аналізувати зміни графіків у динаміці та підтримувати автономний доступ. Налаштування сповіщень дозволяють отримувати попередження про очікуване увімкнення або вимкнення відповідно до планового графіка.

Для підвищення придатності до масштабування у наступних версіях доцільним є розділення логіки на окремі шари:

1. Шар отримання даних для конкретних джерел.
2. Шар нормалізації для уніфікованого формату.
3. Шар представлення для календаря, стану, сповіщень і верифікації.

Інтерфейс додавання адреси та налаштування сповіщень на основі інтерфейсу версії 0.4.3 наведено на рис. 5.

Верифікація фактичних відключень і оцінювання розбіжностей.

Ключовою відмінністю підходу CeroNest є орієнтація не лише на відображення плану, а й на верифікацію фактичного стану електропостачання на основі телеметрії IoT-пристроїв. У найпростішому вигляді факт доступності IoT-пристрою та наявність актуальних даних інтерпретуються як ознака наявності електропостачання у місці встановлення. Такий підхід узгоджується з логікою, описаною в дослідженні щодо використання даних підключених пристроїв для фіксації відключень [9].

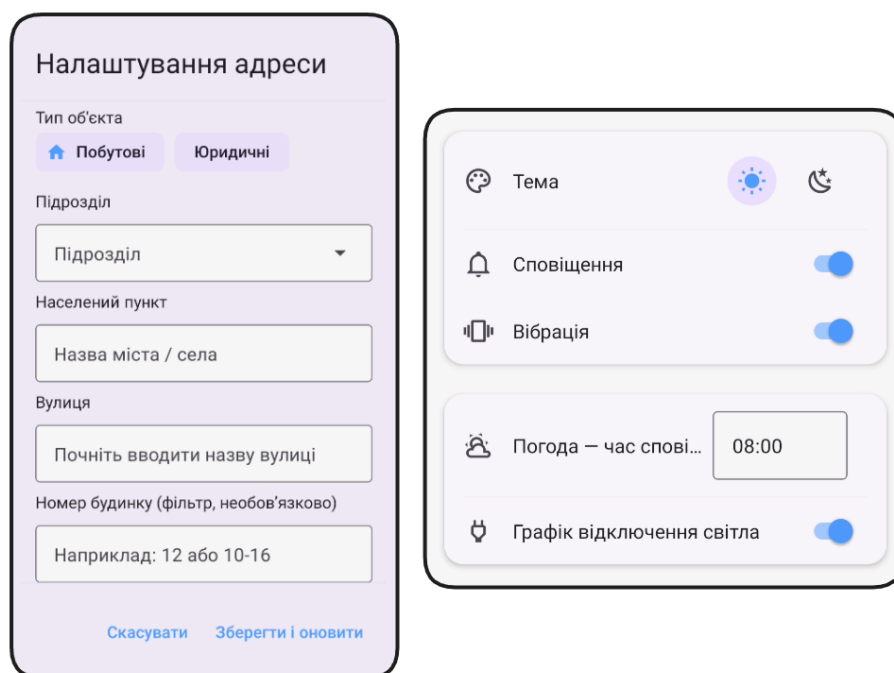


Рис. 5. Додавання адреси та налаштування сповіщень у модулі графіків

Для підвищення надійності в майбутньому потрібні механізми відсіювання хибних спрацювань, зокрема у випадках, коли відсутність відповіді зумовлена проблемами мережі, а не знеструмленням. Перспективним є введення сервера збору телеметрії, до якого IoT-пристрої передаватимуть показники, а мобільний застосунок отримуватиме агреговану інформацію незалежно від локальної мережі.

У версії 0.4.3 у модулі графіків відключень відображається поточний стан електропостачання у помешканні на основі доступності IoT-пристроїв. Вигляд поточного інтерфейсу верифікації наведено на рис. 6.

Реалізація кешування для локального доступу. Офлайн-орієнтованість CeroNest 0.4.3 забезпечується локальним збереженням зовнішніх даних, зокрема графіків відключень і результатів запитів до зовнішніх сервісів, а також внутрішніх даних, зокрема історії телеметрії. Це дозволяє зберігати корисність застосунку під час втрати зв'язку, що є типовим супутнім явищем у періоди знеструмлень.

Для обмеження використання пам'яті застосовується очищення застарілих даних. Перспективним є винесення параметрів періоду збереження у налаштування, щоб користувач міг керувати компромісом між глибиною історії та ресурсами пристрою.

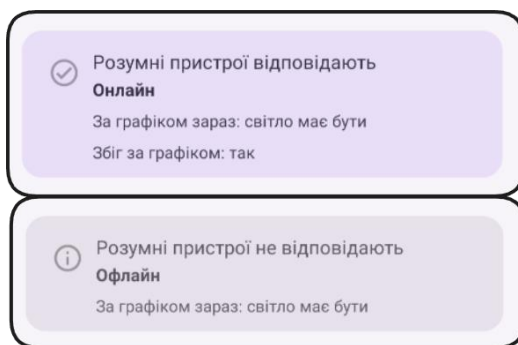


Рис. 6. Відображення фактичного стану електропостачання

Інтеграція зовнішніх сервісів і напрями розвитку. Логіка CeroNest передбачає підключення додаткових сервісів, які надають дані для побутових сценаріїв, зокрема прогноз погоди. У версії 0.4.3 реалізовано

отримання погодних даних із використанням програмного інтерфейсу MET Norway [12]. Для вибору місця використовується геокодування на основі Nominatim [13]. Такий підхід відповідає меті централізації різних типів даних у межах одного застосунку. Інтерфейс модуля погоди наведено на рис. 7.



Рис. 7. Інтерфейс модуля погодних даних

Подальший розвиток доцільно спрямувати на розширення переліку зовнішніх сервісів і створення механізмів підключення нових джерел за уніфікованими правилами. Перспективним є надання користувачеві можливості підключати власні джерела даних через конфігурацію в інтерфейсі без модифікації коду.

Практичні сценарії використання та поточні обмеження.

Сценарії використання CeroNest 0.4.3 відповідають типовим потребам користувача в умовах нестабільного електропостачання та потреби в централізованому доступі до даних. До таких сценаріїв належать планування віддаленої роботи за графіками та сповіщеннями, контроль параметрів мікроклімату, фіксація стану освітлення, а також робота в локальній мережі з опорою на кешовані дані [10].

Поточні обмеження та напрями доопрацювання включають такі положення:

1. Верифікація на основі доступності IoT-пристроїв потребує механізмів підвищення достовірності та підтримки доступу поза межами локальної мережі.

2. Масштабування на нові регіони та постачальників потребує розширення набору модулів отримання та нормалізації даних.

3. Поглиблення механізмів збереження даних є необхідним для подальшої аналітики, порівняння планових і фактичних подій та представлення історії.

4. Порівняння планових графіків із фактичним станом потребує формалізованої моделі оцінювання розбіжностей і правил обробки неоднозначних ситуацій.

5. Розширення переліку зовнішніх сервісів і підтримка підключення користувацьких джерел даних є окремим напрямом подальшого розвитку.

Висновки. У статті обґрунтовано підхід CeroNest як офлайн-орієнтованого мобільного рішення для централізованого доступу до графіків відключень електроенергії, телеметрії домашніх сенсорів і сповіщень, а також для верифікації фактичного стану електропостачання на основі даних IoT-пристроїв. Досягнення мети підтверджено описом реалізованої архітектури CeroNest версії 0.4.3 та її модулів взаємодії з локальними і зовнішніми джерелами даних.

Основні науково-практичні результати роботи:

1. Сформульовано вимоги до рішення для умов України, з акцентом на автономну роботу, централізацію інтерфейсу та можливість масштабування джерел даних і типів телеметрії.

2. Описано архітектуру CeroNest 0.4.3 з локальним сховищем і регулярним опитуванням IoT-пристроїв у домашній мережі, а також взаємодією із зовнішніми сервісами для графіків і погоди.

3. Запропоновано спрощений стандарт інтеграції IoT-пристроїв, який зводить підключення нового модуля до реалізації одного HTTP-запиту з відповіддю у форматі JSON за шляхом /ceronest/info та подальшої нормалізації у внутрішню модель.

4. Реалізовано прикладну частину на основі ESP8266, продемонстровано два типові пристрої та підтримку ключових вимірювань, а саме температура, вологість, атмосферний тиск, індикатор

освітленості, що забезпечує базу для моніторингу мікроклімату та фіксації наявності електропостачання.

5. Показано можливість верифікації фактичного стану електропостачання через доступність IoT-пристроїв і наявність актуальної телеметрії, що узгоджується з ідеєю використання даних підключених пристроїв для фіксації відключень.

Новизна підходу полягає в поєднанні трьох компонентів в одному локально-орієнтованому мобільному рішенні, а саме отримання графіків, автономне збереження даних і верифікація фактичного стану через IoT-телеметрію, з уніфікованим механізмом підключення нових модулів на основі JSON через HTTP. Практична цінність отриманих результатів полягає у зменшенні впливу розбіжностей між плановими графіками та реальними подіями на планування роботи і побуту, а також у скороченні трудомісткості інтеграції власних IoT-модулів до рівня одного стандартного інтерфейсу обміну.

Подальші перспективи досліджень і розвитку включають підвищення достовірності верифікації через правила відсіювання хибних спрацювань, запровадження сервера збору телеметрії для доступу поза межами локальної мережі, формалізацію моделі оцінювання розбіжностей між плановими і фактичними подіями, масштабування на нові регіони та постачальників, а також розширення механізму підключення зовнішніх сервісів і користувацьких джерел даних.

Обговорення результатів.

Під час написання цього матеріалу автори використовували ChatGPT моделі GPT 5.2 Thinking у режимі розширеного міркування для перевірки граматики й орфографії, уточнення якості формулювань, а також для контролю відповідності оформлення списку використаних джерел і структури матеріалу вимогам до статей. Додатково застосовувався перекладач DeepL для перевірки англійської анотації після ручного перекладу та перевірки за допомогою ШІ. Після використання зазначених інструментів автори виконали перевірку та беруть на себе повну відповідальність за зміст і достовірність публікації.

Список літератури

- 1.** Setz B. та ін. A Comparison of Open-Source Home Automation Systems // IEEE Access. 2021. Т. 9. С. 9–16. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3136025> (дата звернення: 01.02.2026).
- 2.** Dovhan D. ha-yasno-outages: Yasno electricity outages (due to war in Ukraine) integration for Home Assistant (версія v3.1.0) [Вихідний код] [Електронний ресурс]. 2026. URL: <https://github.com/denysdovhan/ha-yasno-outages> (дата звернення: 01.02.2026).
- 3.** YASNO. Сайт YASNO [Електронний ресурс]. URL: <https://yasno.ua/> (дата звернення: 01.02.2026).
- 4.** ALERTua. ha-svitlo-yeah: Svitlo Yeah | Світло Є (версія 0.6.27) [Вихідний код] [Електронний ресурс]. 2026. URL: <https://github.com/ALERTua/ha-svitlo-yeah> (дата звернення: 02.02.2026).
- 5.** Svitlo lab. Світло (версія 1.8.0) [Мобільний застосунок] [Електронний ресурс]. 2026. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?hl=uk&id=com.svitlo.app> (дата звернення: 02.02.2026).
- 6.** Horal Z. ElectricityOff (версія 6.1) [Мобільний застосунок] [Електронний ресурс]. 2026. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?hl=en&id=com.electricityoff> (дата звернення: 02.02.2026).
- 7.** LLC Inter Code. eSvitlo.cv (версія 2.0.1) [Мобільний застосунок] [Електронний ресурс]. 2025. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?hl=en&id=com.intercode.esvitlodev> (дата звернення: 03.02.2026).
- 8.** Skibel P., Matiko F., Demkiv I. Remote monitoring system for microclimate parameters of smart home and industrial premises based on ESP8266 microcontroller // Energy Engineering and Control Systems. 2025. Т. 11, № 2. С. 199–209. URL: <https://doi.org/10.23939/jeeecs2025.02.199> (дата звернення: 03.02.2026).
- 9.** Meier A., Ueno T., Pritoni M. Using data from connected thermostats to track large power outages in the United States // Applied Energy. 2019. Т. 256. С. 1–16. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113940> (дата звернення: 03.02.2026).
- 10.** cerobreatH. CeroNest (версія v0.4.3) [Вихідний код] [Електронний ресурс]. 2026. URL: <https://github.com/cerobreatH/CeroNest> (дата звернення: 03.02.2026).
- 11.** АТ Чернігівобленерго. Інформація про зареєстровані перерви в електропостачанні [Електронний ресурс]. URL: https://chernihivoblenergo.com.ua/power_outages (дата звернення: 04.02.2026).
- 12.** MET Norway. Documentation. MET Weather API [Електронний ресурс]. URL: <https://docs.api.met.no/doc/> (дата звернення: 04.02.2026).
- 13.** Nominatim developer community. Nominatim 5.2.0 Manual [Електронний ресурс]. URL: <https://nominatim.org/release-docs/latest/> (дата звернення: 04.02.2026).
- 14.** excalidraw. excalidraw: Virtual whiteboard for sketching hand-drawn like diagrams [Вихідний код] [Електронний ресурс]. URL: <https://github.com/excalidraw/excalidraw> (дата звернення: 04.02.2026).

15. NodeMCU. NodeMCU Documentation [Електронний ресурс]. URL: <https://nodemcu.readthedocs.io/en/release/> (дата звернення: 05.02.2026).
16. DHT11 Humidity & Temperature Sensor [Технічний опис] [Електронний ресурс]. URL: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf> (дата звернення: 05.02.2026).
17. Bosch Sensortec GmbH. BMP180 [Технічний опис] [Електронний ресурс]. URL: https://www.tinytronics.nl/product_files/000198_BMP180.pdf (дата звернення: 05.02.2026).
18. Rajguru Electronics. Arduino Photoresistor Detection Photosensitive Light Sensor [Технічний опис] [Електронний ресурс]. URL: <https://www.makershop.de/download/arduino-photoresistor-detection-photosensitive-light-sensor.pdf> (дата звернення: 05.02.2026).
19. QElectroTech. QElectroTech (версія 0.90) [Комп'ютерна програма] [Електронний ресурс]. 2023. URL: <https://qelectrotech.org/download.php> (дата звернення: 05.02.2026).

References

1. Setz, B., Graef, S., Ivanova, D., Tiessen, A., & Aiello, M. (2021). A comparison of open-source home automation systems. *IEEE Access*, 9, 6–16. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3136025>
2. Denysdovhan. (n.d.). *ha-yasno-outages: Yasno electricity outages (due to war in Ukraine) integration for Home Assistant* [Source code]. GitHub. <https://github.com/denysdovhan/ha-yasno-outages>
3. YASNO. (n.d.). *Innovatsiyni postachalnyk svitla ta hazu* [Innovative electricity and gas supplier]. <https://yasno.ua>
4. ALERTua. (n.d.). *ha-svitlo-yeah: A Home Assistant integration that provides power outage schedules for Ukraine* [Source code]. GitHub. <https://github.com/ALERTua/ha-svitlo-yeah>
5. Svitlo Lab. (2022). *Svitlo* (Version 1.8.0) [Mobile app]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.svitlo.app>
6. Horal, Z. (2024). *ElectricityOff* (Version 6.1) [Mobile app]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.electricityoff>
7. LLC Inter Code. (2024). *eSvitlo.cv* (Version 2.0.1) [Mobile app]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intercode.esvitlodev>
8. Skibel, P., Matiko, F., & Demkiv, I. (2025). Remote monitoring system for microclimate parameters of smart home and industrial premises based on ESP8266 microcontroller. *Energy Engineering and Control Systems*, 11(2), 199–209. <https://doi.org/10.23939/jeecs2025.02.199>
9. Meier, A., Ueno, T., & Pritoni, M. (2019). Using data from connected thermostats to track large power outages in the United States. *Applied Energy*, 256, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113940>
10. Lysenok, D. (n.d.). *CeroNest* (Version 0.4.3) [Source code]. GitHub. <https://github.com/cerobreath/CeroNest>
11. Chernihivoblenerho. (n.d.). *Vidkliuchennia u elektromerezhakh* [Power outages in electrical networks]. https://chernihivoblenergo.com.ua/power_outages
12. MET Norway. (n.d.). *Documentation*. MET Weather API. <https://docs.api.met.no/doc>

13. Nominatim. (n.d.). *5.2.0 manual*. <https://nominatim.org/release-docs/latest>
14. Excalidraw. (n.d.). *excalidraw: Virtual whiteboard for sketching hand-drawn like diagrams* [Source code]. GitHub. <https://github.com/excalidraw/excalidraw>
15. NodeMCU. (n.d.). *Documentation*. <https://nodemcu.readthedocs.io/en/release>
16. Mouser Electronics. (n.d.). *DHT11 humidity & temperature sensor* [Datasheet]. <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>
17. Bosch Sensortec. (n.d.). *BMP180* [Datasheet]. TinyTronics. https://www.tinytronics.nl/product_files/000198_BMP180.pdf
18. Rajguru Electronics. (n.d.). *Arduino photoresistor detection photosensitive light sensor* [Datasheet]. <https://www.makershop.de/download/arduino-photoresistor-detection-photosensitive-light-sensor.pdf>
19. QElectroTech. (2023). *QElectroTech* (Version 0.90) [Computer software]. <https://qelectrotech.org>

Статтю представив д-р техн. наук, професор кафедри інформаційних та комп'ютерних систем Національного університету "Чернігівська політехніка" Зайцев Сергій Васильович

*Надійшла (received) 21.12.2025
Стаття прийнята до друку 17.01.2026
Опублікована 27.03.2026*

Лисенок Денис, студент, кафедра інформаційних та комп'ютерних систем,
Національний університет "Чернігівська політехніка",
St. Shevchenko, 95, Chernihiv, Ukraine 14030
Tel.: +38 (097) 514-61-81, e-mail: cerobocka@stu.cn.ua
ORCID ID: 0009-0006-8372-4793

Хропатий Олександр, викладач, кафедра інформаційних та комп'ютерних систем,
Національний університет "Чернігівська політехніка",
St. Shevchenko, 95, Chernihiv, Ukraine 14030
Tel.: +38 (097) 514-61-81, e-mail: alexhropatyy@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-1979-4114

Красножон Олексій, викладач, канд. техн. наук, доцент,
кафедра інформаційних та комп'ютерних систем,
Національний університет "Чернігівська політехніка",
St. Shevchenko, 95, Chernihiv, Ukraine 14030
Tel.: +38 (097) 514-61-81, e-mail: wingcommander2011@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-2500-254X

УДК 004.738.5

Підхід CERONEST до домашнього моніторингу клімату та верифікації відключень електроенергії / Лисенок Д. В., Хропатий О. М., Красножон О. В. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2026. – № 2 (16). – С. 142 – 163.

Нестабільність електропостачання в Україні, зокрема перепади напруги та регулярні розбіжності між плановими графіками і фактичними подіями, ускладнює організацію віддаленої роботи та побутових процесів. Водночас системи розумного будинку залежать від безперервного живлення і мережевої доступності, а більшість наявних інструментів для відстеження відключень зводяться до перегляду графіків без перевірки реального стану за конкретною адресою. Окремою проблемою є фрагментація даних від власноруч створених IoT пристроїв, оскільки розробнику часто доводиться окремо реалізовувати збір, збереження та відображення телеметрії, що підвищує трудомісткість і знижує зручність використання.

У статті обґрунтовано підхід CeroNest як офлайн орієнтованого мобільного рішення, яке поєднує отримання графіків відключень електроенергії з можливістю верифікації фактичного стану електропостачання на основі даних IoT пристроїв і забезпечує централізований моніторинг параметрів мікроклімату. Метою роботи є формулювання практичних вимог для умов України та опис архітектури й принципів взаємодії компонентів CeroNest версії 0.4.3, включно з легким стандартом обміну даними, що спрощує інтеграцію користувацьких модулів і зовнішніх сервісів.

Підхід реалізовано як мобільний клієнт із сховищем та періодичним опитуванням IoT пристроїв у домашній мережі. IoT модулі надають телеметрію через HTTP і повертають уніфіковану відповідь у форматі JSON. Застосунок виконує нормалізацію вимірювань до узгодженої внутрішньої моделі та накопичує знімки та історію в локальній базі SQLite, що підтримує роботу за втрати зв'язку. У версії 0.4.3 графіки відключень отримуються поки що тільки з сервісу Чернігівобленерго, погодні дані завантажуються через API MET Norway, а перетворення назв населених пунктів у координати виконується за допомогою Nominatim. Описано два еталонні IoT пристрої на базі ESP8266, зокрема модуль мікроклімату з датчиками DHT11 і BMP180 та модуль контролю освітлення з фотодатчиком LM393. Механізм верифікації інтерпретує доступність пристрою та актуальність телеметрії як ознаку фактичної наявності електропостачання у місці встановлення.

Отримані результати демонструють централізований сценарій для графіків, сповіщень, моніторингу мікроклімату та базової верифікації в межах одного офлайн орієнтованого інтерфейсу, а також зниження часу інтеграції нового пристрою до виконання єдиного контракту JSON через HTTP. Новизна підходу полягає у поєднанні отримання графіків, локального кешування та верифікації стану електропостачання на основі IoT телеметрії в легкій розширюваній архітектурі, придатній до умов нестабільної мережі. Іл.: 4. Табл.: 2. Бібліогр.: 17 назв.

Ключові слова: домашній моніторинг клімату; верифікація відключень електроенергії; графіки відключень електроенергії; IoT-пристрої; показники мікроклімату; централізований доступ; стандарт обміну даними.

UDC 004.738.5

CERONEST approach to home climate monitoring and outage verification / Lysenok D.V., Khropatyu O.M., Krasnozhon O.V. // Herald of the National Technical University "KhPI". Series of "Informatics and Modeling". – Kharkiv: NTU "KhPI". – 2026. – No. 2 (16). – P. 142 – 163.

Unstable electricity supply in Ukraine, including voltage fluctuations and frequent mismatches between planned schedules and real outages, complicates remote work and everyday planning. Smart home solutions also depend on continuous power and network availability, while most existing outage-tracking tools are limited to viewing schedules and do not provide verification of the actual power state at a specific location. Another practical challenge is the fragmentation of telemetry from custom-built IoT devices, because developers often have to implement data collection, storage, and visualisation separately, which increases effort and reduces usability.

This paper substantiates the CeroNest approach as an offline-oriented mobile solution that combines access to electricity outage schedules with verification of the actual power supply state using IoT device data, and provides centralised monitoring of indoor microclimate parameters. The objective is to formulate practical requirements for Ukrainian operating conditions and to describe the architecture and interaction principles of CeroNest version 0.4.3, including a lightweight data-exchange convention that simplifies the integration of custom modules and external services.

The approach is implemented as a mobile client with local storage and periodic polling of IoT devices within a home network. IoT modules expose telemetry over HTTP and return a unified JSON response, which is normalised into a consistent internal data model. Measurement snapshots and history are stored in a local SQLite database to preserve functionality during connectivity loss. In version 0.4.3, outage schedules are currently obtained only from the Chernihivoblenergo service, weather forecasts are retrieved via the MET Norway API, and settlement names are converted to coordinates using Nominatim. Two reference IoT devices based on ESP8266 are described, including a microclimate module that uses DHT11 and BMP180 sensors and a light-status module that uses an LM393 photosensor. The verification mechanism interprets device availability and telemetry freshness as an indicator of actual power presence at the installation site.

The results demonstrate a consolidated workflow for schedules, notifications, microclimate monitoring, and basic verification within a single offline-oriented interface. The integration effort for a new device is reduced to implementing a single JSON-over-HTTP contract and supporting normalisation on the client side. The novelty of the approach lies in combining schedule acquisition, local caching, and power-state verification driven by IoT

telemetry within a lightweight extensible architecture suitable for unstable network conditions.
Figs.: 7. Tabl.: 1. Refs.: 19 items.

Keywords: home climate monitoring; electricity outage verification; electricity outage schedules; IoT devices; microclimate parameters; centralized access; data exchange standard.