

ному часі, користуючись матеріалами з Х. Також чат-бот відповідає на ті запитання, які відхиляє більшість інших сервісів ІІІ [4].

Застосування GPT-базованих чат-ботів відкриває нові горизонти в автоматизації взаємодії з користувачами. Наприклад, у сфері маркетингу вони дають змогу створювати персоналізовані повідомлення та рекламні матеріали, що підвищує ефективність комунікації з клієнтами та сприяє розвитку брендів. У сфері електронної комерції чат-боти можуть оптимізувати процеси купівлі, надаючи клієнтам допомогу у виборі товарів та оформленні замовлень. Проте впровадження таких систем супроводжується низкою викликів. Серед них – необхідність забезпечення етичності відповідей, уникнення упередженості в даних, а також гарантування безпеки та конфіденційності інформації користувачів. До того ж важливо враховувати обмеження моделей у розумінні контексту та забезпечити належний контроль якості відповідей [5].

Інтелектуальні боти мають значний потенціал для трансформації взаємодії між людьми й цифровими системами, використовуючи складні обчислення та алгоритми. Їх впровадження може суттєво підвищити ефективність обслуговування клієнтів, оптимізувати бізнес-процеси та сприяти розвитку нових форм комунікації. Водночас важливо усвідомлювати та вирішувати пов'язані з цим виклики, забезпечуючи етичність, безпеку та якість роботи таких систем.

Список використаних джерел

1. Hillel IT School. URL: <https://blog.ithillel.ua/articles/what-is-chatgpt-and-how-to-use-it> (дата звернення 16.05.2025).
2. Happy Monday. URL: <https://happymonday.ua/shho-take-gemini-vid-google> (дата звернення 16.05.2025).
3. Grok 3: що відомо про нову версію чат-бота на основі штучного інтелекту від компанії Ілона Маска xAI (оновлено). *Медіамейкер*. 27.03.2025. URL: <https://mediamaker.me/news/kompaniya-x-prezentovala-chatbot-na-osnovi-shi-grok/> (дата звернення 16.05.2025).
4. Піжук О. І. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка, управління та адміністрування*. Вип. 3(89). С. 41–46. URL: <http://ema.ztu.edu.ua/article/view/185177> (дата звернення 16.05.2025).

УДК 621.311:004.8

*Яценко В. В., здобувач вищої освіти 3 курсу спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Ніколюк П. К., д-р фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри інформаційних технологій*

МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ У ПОБУТОВІЙ ЕНЕРГОМЕРЕЖІ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Моделювання систем – процес створення спрощених копій реальних об'єктів чи процесів з метою їх дослідження, аналізу поведінки та пошуку методів їх покращення [1]. Цей підхід набув широкого застосування у багатьох критичних галузях – у транспортних мережах, медицині, енергетиці.

Сучасні енергомережі стикаються з безпрецедентними викликами, серед яких: нестабільність у роботі систем генерації відновлюваних джерел енергії, залежність від погодних умов, необхідність балансування пікових навантажень, інтеграція розподілених систем зберігання енергії та загальне зростання навантаження на систему через постійне збільшення кількості електричних пристроїв.

В українських реаліях ситуація ускладнюється наслідками цільових атак на енергетичну інфраструктуру, що змушує операторів мереж одночасно забезпечувати енергопостачання в умовах дефіциту потужності та оперативно відновлювати пошкоджені об'єкти. У відповідь на ці виклики споживачі активно долучаються до балансування навантаження через використання автономних генераторів і систем зберігання енергії у періоди відсутності централізованого електропостачання. Такі екстремальні умови вимагають від системи управління енергоресурсами надзвичайної гнучкості та адаптивності, що важко реалізувати в межах класичних підходів.

Стандартні системи управління енергомережами спираються на жорстко закріплені правила та сценарії, які враховують обмежений набір параметрів. Німеччина базується саме на такому підході [2]. Такі системи забезпечують базовий рівень надійності, демонструють недостатню ефективність у динамічних умовах. Екстремальні погодні явища внаслідок змін клімату, коливання обсягу споживання та генерації, а також зростаюча складність самих мереж – основні причини, чому сучасні енергосистеми потребують більш прогресивних методів управління.

Адаптивні алгоритми, зокрема машинне навчання і штучний інтелект, відкривають нові можливості в управлінні енергосистемами. Вони здатні аналізувати великі масиви даних, враховують численні фактори, що неможливо врахувати вручну, та пропонують оптимальні стратегії розподілу ресурсів у режимі реального часу, тому можуть стати ефективною заміною класичних систем.

Метою цього дослідження є аналіз наявної системи управління енергоресурсами та способів, що можуть її покращити. Під час дослідження необхідно розглянути поточну енергосистему та правила, за якими вона функціонує, визначити переваги та недоліки наявного підходу, дослідити потенційні алгоритми та методи оптимізації, оцінити переваги й обмеження кожного з запропонованих методів, розглянути комбінований підхід, що поєднає аспекти різних методів, визначити найбільш доцільний алгоритм з урахуванням специфіки української енергосистеми і підсумувати отримані результати.

У статті «Enhancing Energy Efficiency: Advances in Smart Grid Optimization» розглядаються сучасні технології оптимізації енергомереж із використанням штучного інтелекту, машинного навчання та Інтернету речей [4]. Автори акцентують на інтелектуальних системах керування, що забезпечують ефективний розподіл навантаження та адаптацію до змін попиту в режимі реального часу. Застосування таких рішень дає змогу оптимізувати керування побутовими приладами, інтегрувати відновлювані джерела енергії та зменшити втрати в локальній мережі.

Традиційною основою для управління енергосистемами протягом багатьох десятиліть є системи, що базуються на правилах [3]. Така архітектура передбачає застосування заздалегідь встановлених протоколів дій відповідно до поточного

стану системи. Наприклад, якщо навантаження досягає критичного рівня, запускається процедура відключення певних груп споживачів відповідно до пріоритетності. В Україні такий підхід реалізується через графіки відключень. Перевагами таких систем є простота впровадження, прозорість прийняття рішень, надійність, низькі вимоги до ресурсів, можливість ручного втручання. Недоліками є обмежена адаптивність, низька оптимальність у складних ситуаціях, складність масштабування, низька ефективність під час інтеграції відновлюваних джерел енергії та відсутність можливості прогнозувати ситуацію надалі.

Для подолання цих обмежень використовуються математичні методи оптимізації, зокрема лінійне програмування та жадібні алгоритми. Вони дають змогу формалізувати задачу розподілу енергії як систему рівнянь з обмеженнями та цільовою функцією. Перевагами є врахування економічних факторів, можливість максимально енергоефективного балансування кількох цілей. Недоліками є складність для великих систем, потреба у точних даних, динамічних перерахунках та деталізації моделі.

З розвитком технологій машинне навчання та штучний інтелект набувають все більшого значення і знаходять призначення у різноманітних моделях та системах [5]. Машинне навчання дає змогу виявляти закономірності у даних, формуючи моделі для прогнозування та оптимізації. Натомість штучний інтелект охоплює не лише навчання з даних, а й міркування, планування, прийняття рішень. На відміну від машинного навчання, він не лише здійснює прогнозування, а і може керувати системою комплексно. Сильними сторонами їх використання є здатність працювати з великими даними, виявляти приховані закономірності, висока адаптивність до різноманітних умов. Слабкими – вимоги до ресурсів, потреба в даних, складність інтерпретації, ненадійність у критичних ситуаціях, висока вартість і складність впровадження.

Для вирішення цієї задачі можна скористатися комбінованим рішенням, що поєднує переваги всіх підходів – архітектура з кількома рівнями реагування.

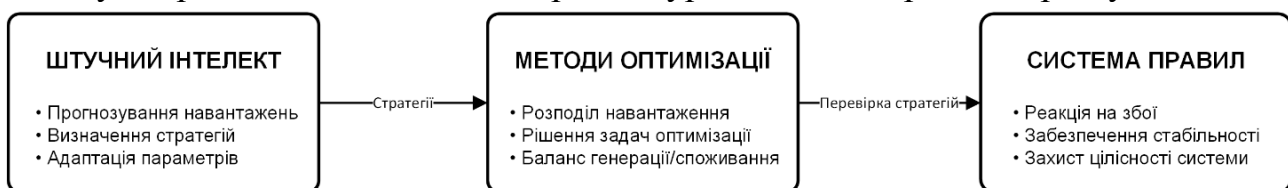


Рис. 1. Багаторівнева архітектура реагування

У такій багаторівневій архітектурі базовий рівень реалізує систему правил для забезпечення стабільності у разі відмов інших рівнів. Середній рівень виконує економічно ефективний розподіл навантаження за допомогою оптимізаційних алгоритмів. Верхній рівень – система штучного інтелекту, що прогнозувати зміни, буде адаптувати параметри та пропонувати стратегії на майбутнє. Комбінований підхід дасть змогу уникнути більшості збоїв, швидко адаптуватися до змін, ефективно керувати системою, поступово її вдосконалювати, навіть працюючи з неповними даними. Основні недоліки цього підходу – складність реалізації, потенційні конфлікти між рівнями, висока вартість впровадження, складність тестування, потреба у кваліфікованому персоналі. Для української енергосистеми

такий підхід є найбільш перспективним: він забезпечує стабільність у кризових умовах і максимальну ефективність у нормальних.

Отже, кожен підхід до управління енергосистемами має власні переваги та обмеження. Умови сучасної енергетики потребують гнучких, адаптивних рішень, тому саме комбіновані моделі, що поєднують стабільність правил, ефективність алгоритмічного підходу та гнучкість штучного інтелекту, мають найвищий потенціал серед названих. Впровадження таких систем може стати новим етапом у еволюції енергетичних мереж.

Список використаних джерел

1. System modeling. URL: <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/engineering/mechanical-engineering/system-modeling/> (дата звернення: 17.05.2025).
2. TransmissionCode 2007 Network and System Rules of the German Transmission System Operators. URL: <https://www.vde.com/resource/blob/937766/bfe325518ace878935966b6efbc493e4/transmissioncode-2007--network-and-system-rules-of-the-german-transmission-system-operators-data.pdf> (дата звернення: 17.05.2025).
3. What are Rules Based Systems? URL: <https://www.nected.ai/blog/rules-based-systems> (дата звернення: 17.05.2025).
4. Kushawaha V., Gupta G., Singh L. Enhancing Energy Efficiency: Advances in Smart Grid Optimization URL: https://www.researchgate.net/publication/380703430_Enhancing_Energy_Efficiency_Advances_in_Smart_Grid_Optimization (дата звернення: 17.05.2025).
5. Artificial Intelligence (AI) vs. Machine Learning. URL: <https://ai.engineering.columbia.edu/ai-vs-machine-learning/> (дата звернення: 17.05.2025).