

УДК 658.5:620.9

DOI: <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2026-1-21>

СТРАТЕГІЧНА МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Ю. М. ЛИТВИНЮК

аспірант,

Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9324-5807>

Анотація. *Мета.* У статті обґрунтовано необхідність переходу підприємств відновлювальної енергетики від функціонально-ієрархічної моделі управління до стратегічно-адаптивної, зумовлену високою мінливістю ринкового середовища, залежністю генерації від природно-кліматичних факторів та зростанням безпекових ризиків. **Методика дослідження.** Визначено сутність та ключові характеристики обох моделей управління, проведено їх порівняльний аналіз і доведено обмеженість застосування традиційних ієрархічних підходів у сфері відновлюваної енергетики. **Результати.** Запропоновано стратегічну модель організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, що базується на принципах адаптивності, резильєнтності, ризик-орієнтованості, цифрової інтегрованості та децентралізації управлінських рішень. Модель включає п'ять взаємопов'язаних контурів управління: стратегічний, ризик-контур, операційно-диспетчерський, цифрово-аналітичний та комерційний. Обґрунтовано, що центральним елементом системи виступає ризик-контур, який визначає режими функціонування підприємства та забезпечує перехід від реактивного до превентивного управління. Доведено, що інтеграція цифрових технологій, прогностичної аналітики та інструментів ринкової взаємодії забезпечує узгодженість стратегічних, тактичних і операційних рішень, підвищує точність планування генерації та сприяє мінімізації небалансів. **Практична значущість результатів дослідження.** Запропонована модель трансформує підприємство відновлювальної енергетики з виробника електроенергії у суб'єкт забезпечення енергетичної стабільності, що підвищує його стійкість, інвестиційну привабливість і конкурентоспроможність у умовах воєнних та ринкових викликів.

Ключові слова: відновлювальна енергетика, система управління, стратегічно-адаптивна модель, ризик-орієнтоване управління, енергетична стійкість, цифровізація, data-driven управління, прогнозування генерації, балансування потужностей, енергетичний ринок.

Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із найважливішими науковими чи практичними завданнями. Сучасний розвиток енергетичного сектору характеризується прискореною трансформацією ринкових механізмів, інтеграцією до європейського енергетичного простору, цифровізацією виробничих процесів та зростанням ролі відновлюваних джерел енергії у забезпеченні енергетичної безпеки держави. Підприємства відновлювальної енергетики стають важливим елементом енергетичної системи, оскільки виконують не лише функцію виробництва електроенергії, а й забезпечують балансування потужностей, стабільність енергопостачання та адаптацію енергосистеми до декарбонізаційних вимог.

Водночас функціонування таких підприємств відбувається в умовах підвищеної невизначеності, що зумовлена залежністю генерації від погодних факторів, коливаннями цін на електроенергію, регуляторними змінами та воєнними загрозами для енергетичної інфраструктури. Традиційні функціонально-ієрархічні системи управління, орієнтовані на стабільні виробничі процеси, не забезпечують необхідної швидкості реагування

та узгодженості управлінських рішень у таких умовах, що призводить до зростання небалансів, фінансових втрат і зниження стійкості функціонування підприємств. За цих обставин виникає потреба у формуванні нової управлінської архітектури, здатної інтегрувати стратегічне прогнозування, ризик-менеджмент, цифрову аналітику та ринкові механізми взаємодії. Особливої актуальності набуває розроблення стратегічної моделі організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, яка забезпечуватиме превентивний характер управління, узгодженість стратегічних і операційних рішень та підвищення стійкості функціонування підприємств у турбулентному середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання трансформації системи управління підприємствами енергетичного сектору, зокрема переходу від функціонально-ієрархічних підходів до стратегічно-адаптивних моделей, у контексті цифровізації, підвищення ризиковості та необхідності забезпечення енергетичної стійкості, набули значної актуальності в наукових публікаціях останніх років. У роботах В. Грушка [1] акцентовано увагу на інтеграційних процесах

України з європейським енергетичним простором через синхронізацію з ENTSO-E як чиннику зміни логіки функціонування енергоринку та підвищення вимог до управління стійкістю. А. В. Негляд [2] обґрунтовує необхідність посилення енергоефективності, впровадження технологій Індустрії 4.0 та стратегічного управління як основи конкурентоспроможності й сталого розвитку підприємств енергетичного сектору. Т. В. Полозова [3] розкриває методологічні засади управління стратегічним розвитком підприємств енергетичного ринку України, підкреслюючи значення узгодження стратегічних рішень із динамікою зовнішнього середовища.

Окремий напрям досліджень зосереджений на переосмисленні організаційних моделей управління та впливі цифрової трансформації на їх еволюцію. Зокрема, Д. В. Крилов [5] аналізує зміну моделей управління підприємством під впливом цифрових змін, що спричиняє зростання ролі аналітики та прискорення управлінських циклів. Практичні аспекти впровадження data-driven підходу до управління компанією висвітлено Д. Кучером [6], що підсилює аргументацію переходу від регламентно-процедурної логіки до управління на основі даних. Питання інтеграції ESG-стандартів у практику управління та оцінювання готовності бізнесу до їх імплементації розкрито у відповідному аналітичному дослідженні [7], що є важливим для підприємств відновлювальної енергетики як галузі, орієнтованої на принципи сталого розвитку. Технологічну основу цифровізації управління, зокрема використання Інтернету речей як інструменту збору даних та моніторингу, представлено у праці М. Ю. Самойленка [8]. У свою чергу, застосування цифрових двійників як інструменту моделювання та аналізу складних об'єктів енергетичної інфраструктури обґрунтовано П. П. Лободою [9]. Питання інтелектуального прогнозування генерації, що є критичним для балансування потужностей у ВДЕ, висвітлено у роботах П. О. Зінкевича, В. В. Шпака, М. В. Маслія [10] та І. Мірошніченко, Т. Кравченко, Ю. Дробіна [11], де розглядаються сучасні підходи до прогнозування виробітку на основі інтелектуальних методів та аналітичних моделей.

Водночас, попри наявність вагомих наукових напрацювань щодо стратегічного управління, цифрової трансформації, ESG-орієнтації та прогнозу аналітики в енергетиці, питання комплексної побудови стратегічно-адаптивної моделі організації системи управління саме підприємствами відновлювальної енергетики залишається недостатньо розкритим. Обмежено дослідженням є інтегрування ризик-орієнтованої логіки управління, цифрово-аналітичних інструментів та ринкових механізмів (балансування, небаланси, контракти) у єдину багатоконтурну систему,

здатну забезпечувати стійкість генерації, фінансову життєздатність і безперервність функціонування в умовах воєнних та ринкових викликів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на певну кількість наукових досліджень, присвячених стратегічному управлінню підприємствами енергетичного сектору, цифровій трансформації, інтеграції ESG-принципів та прогнозуванню генерації, низка аспектів залишається недостатньо опрацьованою. Передусім це стосується специфіки організації системи управління саме на підприємствах відновлювальної енергетики, діяльність яких характеризується стохастичністю виробітку, залежністю від погодних факторів, необхідністю балансування потужностей та підвищеними безпековими ризиками.

У наявних дослідженнях управління переважно розглядається або з позицій класичного стратегічного менеджменту, або в межах цифровізації та енергоефективності, однак відсутній цілісний підхід до побудови інтегрованої моделі, у якій стратегічні, ризикові, операційні, комерційні та аналітичні процеси функціонують як єдина система. Недостатньо розкритими залишаються питання пріоритетності ризик-орієнтованої логіки прийняття рішень, переходу від реактивного до превентивного управління та узгодження режимів генерації з ринковими сигналами у реальному часі. Обмежено досліджено роль багатоконтурної архітектури управління, у якій цифрова аналітика, прогнозування генерації та ринкова поведінка інтегруються у стратегічний рівень прийняття рішень. Також потребує подальшого обґрунтування механізм функціонування системи управління, здатної одночасно забезпечувати енергетичну стабільність, фінансову життєздатність і стійкість підприємства в умовах воєнних та ринкових викликів. Отже, актуальним є формування стратегічної моделі організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, яка поєднуватиме ризик-орієнтованість, цифрову аналітику та багаторівневе управління у єдину адаптивну управлінську архітектуру.

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою статті є теоретико-методичне обґрунтування стратегічної моделі організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, здатної забезпечити їх адаптивність, енергетичну стійкість та економічну результативність в умовах нестабільного ринкового середовища, цифрової трансформації та зростання безпекових ризиків. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення таких завдань: розкрити сутність функціонально-ієрархічної та стратегічно-адаптивної моделей управління і визначити їх відмінності; обґрунтувати

необхідність переходу підприємств відновлювальної енергетики до ризик-орієнтованої логіки управління; визначити принципи побудови стратегічної моделі організації системи управління; сформувати багатоконтурну структуру управління та розкрити функціональне призначення її складових; обґрунтувати роль цифрово-аналітичних інструментів і прогнозування генерації у процесі прийняття управлінських рішень.

Реалізація поставленої мети спрямована на формування науково обґрунтованих положень щодо побудови стратегічно-адаптивної системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, здатної забезпечити їх конкурентоспроможність, фінансову життєздатність та стійке функціонування в умовах воєнних і ринкових викликів.

Методи дослідження. У процесі дослідження використано діалектичний метод для виявлення трансформації управлінських підходів у відновлювальній енергетиці під впливом цифровізації та зростання ризиків. Системний підхід застосовано для розгляду підприємства як багаторівневої соціально-технічної системи. Методи аналізу та синтезу використано для узагальнення наукових підходів і формування структури стратегічної моделі управління. Індукція та дедукція забезпечили формування узагальнених висновків щодо принципів функціонування багатоконтурної системи управління.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. «Сучасні підходи до управління підприємствами енергетичного сектору передбачають реалізацію наступних завдань в сфері енергоефективності, впровадження інноваційних технологій Індустрії 4.0 та стратегічного управління, що дозволить підвищити їх конкурентоспроможність та забезпечити стійкий розвиток шляхом оптимізації використання ресурсів, зниження операційних витрат, підвищення надійності енергопостачання та адаптації до динамічних змін ринку» [2].

У реаліях сьогодення підприємства відновлювальної енергетики потребують переходу від функціонально-ієрархічного управління до стратегічно-адаптивної моделі управління, яка базується на інтеграції ризик-орієнтованого, цифрового та проактивного підходів [4].

Функціонально-ієрархічна модель управління – це традиційна організація менеджменту підприємства, що базується на вертикальній системі підпорядкування та поділі управлінської діяльності за функціями. У межах такої моделі структура управління будується за принципом рівнів (вищий, середній, оперативний), а кожен структурний підрозділ виконує чітко визначену функцію: виробництво, облік, фінанси, постачання, збут, технічне обслуговування тощо.

Основними характеристиками функціонально-ієрархічного управління є:

- централізоване прийняття управлінських рішень;
- вертикальні інформаційно-комунікаційні потоки;
- жорстка регламентація процедур;
- розподіл відповідальності за функціональними підрозділами;
- орієнтація на стабільні господарські (виробничі) процеси;
- реактивний характер управління, тобто реагування після виникнення відхилення.

Така модель є ефективною в умовах передбачуваного середовища та безперервного виробничого циклу, однак у сфері відновлювальної енергетики, на наш погляд, її застосування обмежується високою залежністю від погодних факторів, коливань генерації та нестабільності ринку електроенергії. Через багаторівневу систему погоджень і повільну передачу інформації суб'єкт господарювання втрачає швидкість реагування, що призводить до операційних і фінансових втрат, а також зниження стійкості функціонування.

У свою чергу, стратегічно-адаптивна модель управління – це інтегрована система менеджменту, орієнтована на безперервне узгодження стратегічних цілей підприємства зі змінами екзогенного середовища шляхом використання прогнозування, ризик-менеджменту та цифрової аналітики. На відміну від традиційної ієрархії, вона базується на принципах гнучкості, децентралізації та проактивності.

Ключовими характеристиками стратегічно-адаптивної моделі є:

- прийняття рішень на основі даних, тобто data-driven;
- горизонтальна взаємодія структурних підрозділів;
- сценарне планування та прогнозування;
- інтегрований ризик-менеджмент;
- децентралізоване оперативне управління;
- проактивний характер управління, а саме попередження відхилень;
- швидка корекція режимів функціонування.

У підприємствах відновлювальної енергетики така модель дозволяє управляти не лише виробництвом електроенергії, а й енергетичною стабільністю, балансуванням потужностей, ринковими ризиками, безпековими загрозами тощо, а управлінські рішення приймаються з урахуванням прогнозів генерації, цінних сигналів ринку, технічного стану обладнання та екзогенних факторів, що забезпечує підвищення адаптивності та конкурентоспроможності суб'єкта господарювання.

Порівняльна характеристика моделей управління підприємствами відновлювальної енергетики наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика моделей управління підприємствами відновлювальної енергетики

Критерії	Функціонально-ієрархічне управління	Стратегічно-адаптивна модель управління
Організаційна структура	Жорстка вертикальна ієрархія	Гнучка мережево-процесна структура
Прийняття рішень	Централізоване, багаторівневе погодження	Децентралізоване, швидке
Характер управління	Реактивний (після відхилень)	Проактивний (на основі прогнозів)
Інформаційні потоки	Вертикальні, повільні	Горизонтальні та інтегровані
Основа прийняття рішень	Регламенти та досвід	Дані, аналітика та сценарне моделювання
Планування	Жорстке довгострокове	Гнучке сценарне та адаптивне
Управління ризиками	Епізодичне, фрагментарне	Інтегрований ризик-менеджмент
Роль цифрових технологій	Допоміжна	Базова – data-driven управління
Швидкість реагування	Низька	Висока
Узгодженість структурних підрозділів	Функціональна ізольованість	Кросфункціональна взаємодія
Управління генерацією ВДЕ	За планом виробництва	За прогнозом виробітку і ринку
Робота з ринком електроенергії	Пасивна	Активна ринкова стратегія
Стійкість до зовнішніх загроз	Обмежена	Висока адаптивність
Інвестиційна привабливість	Середня	Підвищена
Конкурентоспроможність	Стабільна у статичних умовах	Висока у турбулентному середовищі

Джерело: побудовано автором на основі [5]

Таким чином, перехід до стратегічно-адаптивної моделі управління забезпечує підприємствам відновлювальної енергетики швидкість реагування, зменшення ризиків небалансів, підвищення ефективності управління ресурсами та стійкість функціонування в умовах нестабільного енергетичного ринку і воєнних викликів.

Стратегічна модель організації системи управління повинна ґрунтуватися на таких принципах:

- адаптивність – здатність системи швидко реагувати на зміну генерації, погодних умов, атак на енергосистему та ін.;
- резильєнтність – забезпечення стійкості функціонування при пошкодженні активів підприємства;
- цифрова інтегрованість – управління на основі даних у режимі реального часу;
- децентралізованість рішень – делегування оперативного управління на рівень об'єктів генерації;
- ризик-орієнтованість – пріоритет управління загрозами над управлінням ресурсами;
- синхронізація з енергосистемою ENTSO-E – управління балансом потужностей.

Синхронізація енергосистеми України з європейською мережею ENTSO-E відбулася 16 березня 2022 року, що забезпечило фізичне об'єднання та роботу в єдиному енергопросторі, а також є стратегічним кроком, який здійснений екстрено після початку зовнішньої воєнної агресії та підвищив енергетичну безпеку, дозволив отримувати аварійну допомогу й уможливив експорт/імпорт електроенергії з ЄС [1].

Таким чином, управління підприємством відновлювальної енергетики має переходити від виробничої логіки «виробити електроенергію» → до логіки «керувати енергетичною стабільністю».

Стратегічна модель організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики повинна складатися з п'яти взаємопов'язаних контурів управління (рис. 1):

- стратегічний контур → довгострокова стійкість;
- ризик-контур → антикризове управління;
- операційно-диспетчерський контур → стабільність генерації;
- цифрово-аналітичний контур → Data-Driven управління [6];
- комерційний контур → фінансова життєздатність.

Стратегічний контур у структурі запропонованої моделі є верхнім рівнем управління, який формує довгострокові орієнтири розвитку підприємства відновлювальної енергетики та визначає його роль у системі енергетичної безпеки. А саме призначення його полягає у забезпеченні стабільності функціонування підприємства в умовах високої невизначеності ринкового, технологічного та безпекового середовища.

На відміну від традиційного стратегічного планування, що орієнтується переважно на розширення виробничих потужностей і фінансові показники, стратегічний контур підприємств відновлювальної енергетики ґрунтується на концепції стійкості, тобто ключовим результатом управління виступає не максимізація обсягів генерації,

а здатність підприємства підтримувати функціонування за будь-яких умов – від ринкових коливань до фізичних руйнувань інфраструктури.

У межах стратегічного контуру формуються такі базові напрями управління:

- диверсифікація генерації – передбачає поєднання різних типів відновлювальних джерел (сонячної, вітрової генерації та накопичувачів енергії) з метою згладжування коливань виробітку та зменшення залежності від погодних умов – такий підхід трансформує підприємство з моногенератора у гнучку енергетичну систему;

- управління портфелем проєктів – охоплює оцінювання інвестиційної доцільності нових станцій, реконструкцію існуючих потужностей, вибір географічного розміщення та пріоритетність фінансування – портфель розглядається як інструмент балансування ризиків і доходності;

- планування стійкості до руйнувань – передбачає розміщення об'єктів з урахуванням безпекових факторів, резервування критичних елементів інфраструктури, модульність станцій та можливість швидкого відновлення після пошкоджень – у результаті стратегія розвитку інтегрує елементи інженерної та енергетичної безпеки;

- ESG-орієнтований розвиток – стратегія підприємства формується з урахуванням екологічних, соціальних та управлінських критеріїв: зменшення вуглецевого сліду, взаємодія з громадами, прозорість управління, дотримання стандартів сталого розвитку – підвищує інвестиційну привабливість та доступ до міжнародного інвестування [7];

- інтеграція до європейських енергетичних ринків – передбачає узгодження діяльності підприємства з правилами ENTSO-E, розвиток експортного потенціалу, участь у ринках допоміжних послуг і адаптацію до європейського регуляторного середовища [1].

Таким чином, стратегічний контур формує довгострокову архітектуру функціонування підприємства та задає параметри для всіх інших контурів управління; визначає допустимий рівень ризику, структуру генерації та інвестиційну політику, перетворюючи підприємство відновлювальної енергетики з виробника електроенергії на елемент інфраструктури енергетичної стійкості.

Ризик-контур є центральним елементом запропонованої стратегічної моделі організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, оскільки саме він визначає логіку функціонування всіх інших контурів. Основне призначення полягає у попередженні, локалізації та мінімізації негативного впливу ендегенних і екзогенних загроз на безперервність генерації, фінансові результати та технічний стан енергетичної інфраструктури.

На відміну від класичних систем управління, де ризики розглядаються як допоміжний аспект фінансового контролю, у підприємствах відновлювальної енергетики ризик-контур виступає координуючим механізмом прийняття управлінських рішень, що обумовлено високою залежністю генерації від погодних умов, регуляторних змін, стану енергосистеми, безпекових факторів тощо. У результаті управління будується за принципом: «оцінка ризику» → «вибір режиму функціонування» → «економічний результат», а не навпаки.

У межах ризик-контуру реалізуються такі ключові напрями:

- управління фізичними загрозами – охоплює оцінювання ризиків пошкодження енергетичних об'єктів, визначення критичних вузлів інфраструктури, розроблення сценаріїв аварійного відключення, відновлення роботи станцій тощо, а також враховуються можливі руйнування, перебої живлення, обмеження роботи мереж і необхідність резервування обладнання;

- кібербезпека технологічних систем – передбачає захист автоматизованих систем управління та SCADA-інфраструктури від несанкціонованого доступу, втручання у роботу обладнання та втрати даних, а особливу роль відіграє моніторинг аномалій, сегментація мережі та забезпечення безперервності управління генерацією;

- балансування генерації – містить оцінювання ризику небалансів електроенергії, прогнозування відхилень виробітку та визначення резервних режимів роботи, а основною метою є мінімізація штрафів і підтримка стабільності енергосистеми;

- прогнозування дефіциту потужності – передбачає діагностику погодних факторів, технічного стану обладнання та ринкових сигналів для визначення імовірності зниження виробітку або перевантаження мережі та на основі цього приймаються управлінські рішення щодо накопичення, обмеження генерації, купівлі електроенергії та ін.;

- страхування та резервування – охоплює формування резервних фінансових і технічних ресурсів, використання страхових інструментів, створення аварійних запасів обладнання, контрактних резервів потужності та ін.

Так чином, ризик-контур перетворює систему управління підприємством відновлювальної енергетики з реактивної у превентивну, тобто забезпечує координацію стратегічних, тактичних, операційних і комерційних рішень, спрямовуючи їх на підтримання безперервності генерації та збереження економічної стабільності навіть у кризових умовах.

Операційно-диспетчерський контур забезпечує безперервність виробництва електроенергії та підтримання технологічної стабільності роботи

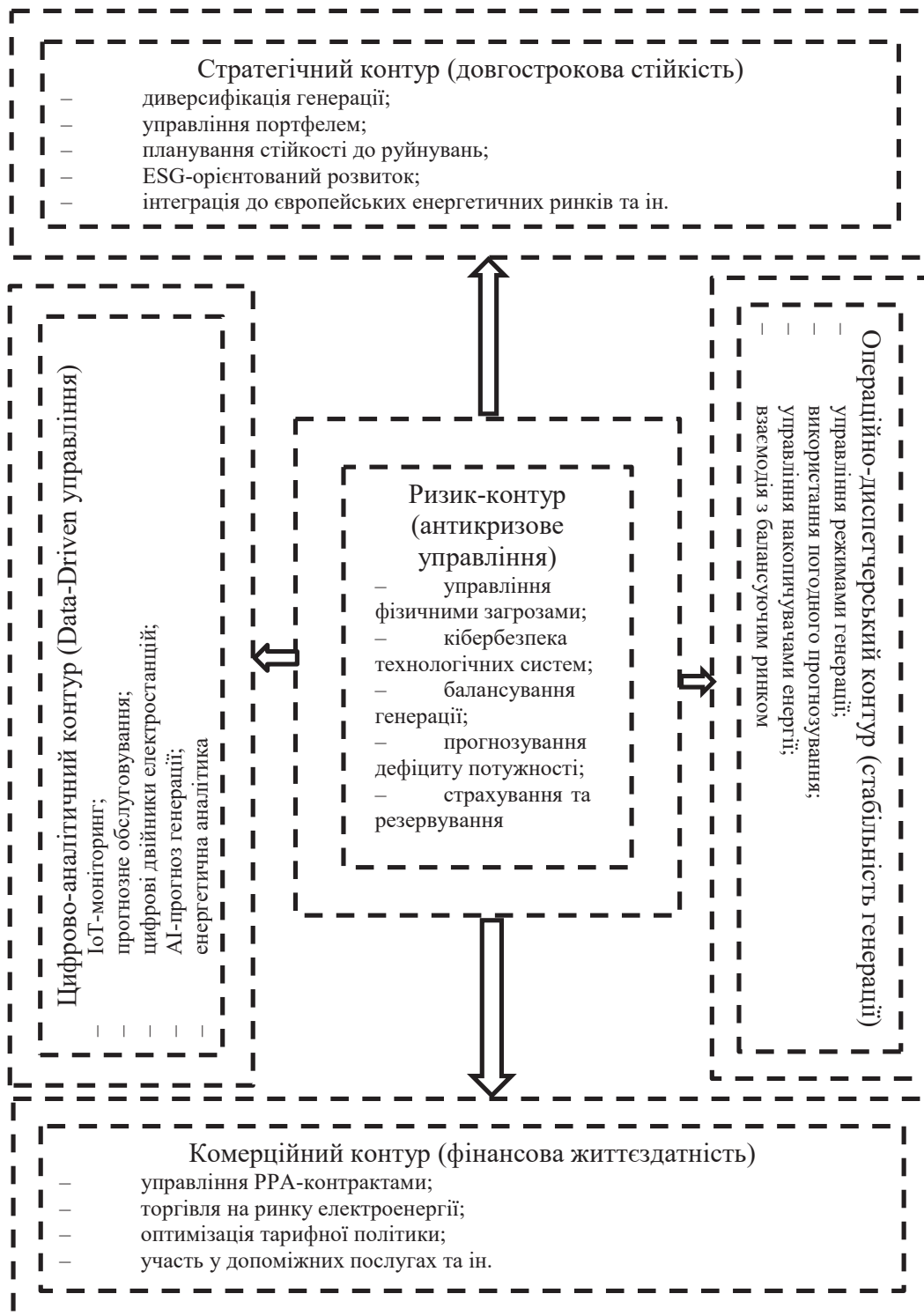


Рис. 1. Стратегічна модель організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики

Джерело: побудовано автором

об'єктів відновлювальної енергетики, а функціонування його спрямоване на реалізацію стратегічних і ризик-орієнтованих рішень у режимі реального часу, тобто саме на цьому рівні відбувається практичне управління процесами генерації.

Необхідно відмітити, якщо стратегічний контур визначає напрями розвитку, а ризик-контур

формує допустимі режими функціонування, то операційно-диспетчерський контур забезпечує їх технічне виконання, тобто поєднує технологічне управління обладнанням, диспетчеризацію та взаємодію з енергосистемою, перетворюючи аналітичні рішення у конкретні виробничі дії.

До ключових функцій операційно-диспетчерського контуру належать:

- регулювання режимів генерації – оперативна зміна навантаження електростанцій з урахуванням прогнозу виробітку, стану мережі та вимог оператора системи передачі; управління здійснюється шляхом коригування кута нахилу панелей, налаштування інверторів, обмеження або підвищення потужності та переведення обладнання у резервні режими;

- застосування погодного прогнозування – постійний аналіз метеоданих для визначення очікуваних обсягів генерації, що дозволяє своєчасно коригувати виробіток залежно від рівня сонячної радіації, швидкості вітру та температури і зменшувати небаланси;

- керування системами накопичення енергії – організація процесів заряджання і розряджання накопичувачів для згладжування пікових коливань генерації, підтримання частоти та формування резерву потужності, що забезпечує технологічну стабільність роботи;

- взаємодія з балансуємим ринком – участь у балансуванні енергосистеми через зміну обсягів генерації або використання резервів, що одночасно сприяє стабільності мережі та формує додаткові доходи.

Таким чином, операційно-диспетчерський контур виступає технологічним ядром системи управління підприємствами відновлювальної енергетики: він забезпечує реалізацію прогнозних і управлінських рішень у практичній діяльності, підтримує стабільність генерації та зменшує технічні відхилення, що особливо важливо за умов нестабільного зовнішнього середовища та варіабельності відновлюваних джерел.

Цифрово-аналітичний контур формує інформаційну основу функціонування всієї стратегічно-адаптивної системи управління, перетворюючи дані на управлінські рішення шляхом інтеграції технологічної, фінансової та ринкової інформації в єдине аналітичне середовище. Саме на цьому рівні відбувається перехід від інтуїтивного до data-driven управління.

Контур поєднує цифрові платформи, системи збору даних, аналітичні алгоритми та інтелектуальні моделі, що забезпечують безперервний моніторинг обладнання, прогнозування параметрів роботи електростанцій і підтримку прийняття рішень на стратегічному, тактичному та операційному рівнях. Основні складові цифрово-аналітичного контуру:

- IoT-моніторинг обладнання – передбачає використання сенсорів і телеметрії для збору даних про роботу інверторів, турбін, трансформаторів, мережевих вузлів тощо, а отримана інформація дозволяє відстежувати технічний стан

обладнання в реальному часі та оперативно виявляти відхилення [8];

- прогнозне обслуговування – на основі історичних даних і алгоритмів машинного навчання визначається імовірність відмови обладнання та оптимальний час проведення ремонту, що зменшує аварійність, скорочує простої та оптимізує витрати на технічне обслуговування;

- цифрові двійники електростанцій – створюються математичні моделі об'єктів генерації, що відтворюють їх поведінку за різних умов експлуатації, також вони дозволяють тестувати сценарії роботи станції без втручання у фізичний процес та оцінювати наслідки управлінських рішень [9];

- AI-прогноз генерації – застосування алгоритмів штучного інтелекту забезпечує прогноз виробітку електроенергії з урахуванням погодних умов, стану обладнання та історичних закономірностей, що підвищує точність планування та зменшує небаланси [10, 11];

- енергетична аналітика – передбачає обробку великих масивів даних щодо генерації, споживання, ринкових цін і режимів роботи енергосистеми, а на її основі формуються рекомендації щодо оптимальних режимів роботи та ринкової поведінки підприємства.

Цифрово-аналітичний контур виконує роль інформаційного центру стратегічної моделі управління, забезпечуючи узгодженість рішень на всіх рівнях – від стратегічного до оперативного, а його функціонування суттєво підвищує точність прогнозування, оперативність реагування на зміни зовнішнього середовища та ефективність використання ресурсів, що є критично важливим для стабільної роботи підприємств відновлювальної енергетики в умовах турбулентності та невизначеності.

Комерційний контур відповідає за економічні результати діяльності підприємства та перетворює вироблену електроенергію у передбачувані грошові потоки. Основне його призначення полягає у формуванні доходів, підтриманні ліквідності та забезпеченні довгострокової інвестиційної привабливості шляхом ефективної участі на енергетичних ринках.

На відміну від традиційної генерації, де прибутковість визначається передусім обсягами виробництва, у відновлювальній енергетиці фінансовий результат значною мірою залежить від обраної ринкової стратегії. Тому комерційний контур функціонує у тісному зв'язку з ризиковим та операційним контурами: режим виробітку визначає можливості реалізації, а ринкові сигнали – доцільність генерації або накопичення енергії.

До ключових інструментів комерційного контуру належать: управління РРА-контрактами, що забезпечує стабільність доходів і зменшує рин-

кові ризики через оптимізацію структури довгострокових і ринкових цін; участь у сегментах ринку електроенергії («на добу наперед», внутрішньодобовому та балансуєчому) з урахуванням прогнозів виробітку та цінових сигналів; оптимізація тарифної політики, спрямована на мінімізацію небалансів і штрафів; надання допоміжних послуг енергосистемі (резерв потужності, регулювання частоти, підтримка напруги), що створює додаткові джерела доходу. Отже, комерційний контур забезпечує фінансову життєздатність підприємства, узгоджуючи виробничі можливості з кон'юнктурою ринку. Він перетворює процес генерації на економічно ефективний бізнес-процес та формує основу інвестиційного розвитку і довгострокової конкурентоспроможності підприємства.

Аналіз п'яти взаємопов'язаних контурів стратегічної моделі управління свідчить, що їх взаємодія побудована за принципом пріоритетності ризиків над виробничими та фінансовими параметрами. Центральне місце в системі посідає ризик-контур, який виконує координаційну функцію та визначає допустимі режими функціонування підприємства.

Висновки. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано необхідність переходу підприємств відновлювальної енергетики від функціонально-ієрархічної до стратегічно-адаптивної моделі управління, що зумовлено високою варіативністю генерації, ринковою нестабільністю, цифровізацією енергетичного сектору та зростанням безпекових ризиків. Доведено, що традиційні

підходи, орієнтовані на виробничу логіку та централізоване прийняття рішень, не забезпечують достатнього рівня гнучкості та швидкості реагування у сфері відновлювальної енергетики.

Запропоновано стратегічну модель організації системи управління підприємствами відновлювальної енергетики, що ґрунтується на принципах адаптивності, резильєнтності, ризик-орієнтованості, цифрової інтегрованості та децентралізації рішень. Модель має багатоконтурну структуру та включає стратегічний, ризик, операційно-диспетчерський, цифрово-аналітичний і комерційний контури управління, взаємодія яких забезпечує узгодження стратегічних, тактичних і оперативних рішень. Встановлено, що центральним елементом системи виступає ризик-контур, який формує логіку функціонування підприємства за принципом «оцінка ризиків → режим роботи → економічний результат» та забезпечує перехід від реактивного до превентивного управління.

Обґрунтовано, що інтеграція цифрових технологій, прогнозувальної аналітики, інтелектуального прогнозування генерації та ринкових механізмів управління підвищує точність планування, мінімізує небаланси та сприяє стабільності генерації й фінансовій життєздатності підприємства. Запропонована модель трансформує підприємство відновлювальної енергетики з виробника електроенергії у суб'єкт забезпечення енергетичної стійкості, що підвищує його інвестиційну привабливість, конкурентоспроможність і здатність функціонувати в умовах воєнних та ринкових викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грушко В. Синхронізація об'єднаної енергосистеми України з ENTSO-E: Економічний вимір. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2022. № 2 (66). С. 9–16. URL: <https://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/498>
2. Негляд А. В. Сучасні підходи до управління підприємствами енергетичного сектору: виклики та перспективи розвитку. *Економіка і управління*. 2025. Вип. 1. С. 176–182. DOI: <https://doi.org/10.32782/2312-7872.1.2025.25>
3. Полозова Т. В. Управління стратегічним розвитком підприємств енергетичного ринку України. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2024. Volume 9. № 1. С. 162–168.
4. Transforming from a Hierarchical Organization Structure to an Adaptive, Organism-Like Model. URL: https://www.efinternationaladvisors.com/post/transforming-from-a-hierarchical-organization-structure-to-an-adaptive-organism-like-model?utm_source
5. Крилов Д. В. Трансформація моделей управління підприємством в умовах цифрових змін. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2025. № 20. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-20-04-01>
6. Кучер Д. Дані для зростання: як впровадити data-driven підхід в управлінні компанією. URL: <https://epravda.com.ua/columns/2023/07/18/702342/>
7. Дослідження готовності бізнесу до впровадження ESG стандартів: Висновки і рекомендації. URL: <https://gto.dixigroup.org/assets/images/files/doslidzhennia-esg-2025-rekomendatsii-ofisu-zelenoho-perekhodu-1.pdf>
8. Самойленко М.Ю. Принципи застосування технології інтернет речей у сучасному світі техніки. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. 2020. Том 31 (70) Ч. 1 № 6. С. 142–148.
9. Лобода П.П. Методи та програмні засоби обробки даних цифрового двійника конфайнменту Чорнобильської атомної електростанції. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Київ, 2023. 199 с.

10. Зінкевич П. О., Шпак В.В., Маслій М.В. Порівняльний аналіз інтелектуальних методів прогнозування генерації електроенергії фотоелектричними станціями (ФЕС). *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами* : матеріали XI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції, 27 листопада 2024 р., м. Київ. Київ : НУХТ, 2024. С. 61–62.
11. Miroshnuchenko I., Kravchenko T., Drobyna Y. Forecasting electricity generation from renewable sources in developing countries (on the example of Ukraine). *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*. 2021. Vol. 10. P. 164–198. DOI: <https://doi.org/10.33111/nfimte.2021.164>

REFERENCES

1. Hrushko, V. (2022). Synkronizatsiia obiednanoi enerhosystemy Ukrainy z ENTSO-E: ekonomichniy vymir. *Vcheni zapysky Universytetu "KROK"*, no. 2 (66), pp. 9–16. Available at: <https://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/498>
2. Nehliad, A. V. (2025). Suchasni pidkhody do upravlinnia pidpriemstvamy enerhetychnoho sektoru: vyklyky ta perspektyvy rozvytku. *Ekonomika i upravlinnia*, Issue 1, pp. 176–182. DOI: <https://doi.org/10.32782/2312-7872.1.2025.25>
3. Polozova, T. V. (2024). Upravlinnia stratehichnym rozvytkom pidpriemstv enerhetychnoho rynku Ukrainy. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, no. 9 (1), pp. 162–168.
4. Transforming from a Hierarchical Organization Structure to an Adaptive, Organism-Like Model (n.d.). Available at: <https://www.efinternationaladvisors.com/post/transforming-from-a-hierarchical-organization-structure-to-an-adaptive-organism-like-model>
5. Krylov, D. V. (2025). Transformatsiia modelei upravlinnia pidpriemstvom v umovakh tsyfrovyykh zmin. *Problemy suchasnykh transformatsii. Seriya: ekonomika ta upravlinnia*, no. 20. DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2025-20-04-01>
6. Kucher, D. (2023). Dani dlia zrostantia: yak vprovadyty data-driven pidkhid v upravlinni kompaniieiu. Available at: <https://epravda.com.ua/columns/2023/07/18/702342/>
7. Doslidzhennia hotovnosti biznesu do vprovadzhennia ESG standartiv: vysnovky i rekomendatsii (2025). Available at: <https://gto.dixigroup.org/assets/images/files/doslidzhennia-esg-2025-rekomendatsii-ofisu-zelenoho-perekhodu-1.pdf>
8. Samoilenko, M. Yu. (2020). Pryntsypy zastosuvannia tekhnologii internetu rechei u suchasnomu sviti tekhniki. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Seriya: tekhnichni nauky*, 31 (70), Part 1, No. 6, pp. 142–148.
9. Loboda, P. P. (2023). Metody ta prohramni zasoby obrobky danykh tsyfrovoho dviinyka konfainmentu Chornobylskoi atomnoi elektrostantsii. PhD dissertation. National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 199 p.
10. Zinkevych, P. O., Shpak, V. V., & Maslii, M. V. (2024). Porivnialnyi analiz intelektualnykh metodiv prohnozuvannia heneratsii elektroenerhii fotoelektrychnymy stantsiiamy (FES). In: *Suchasni metody, informatsiine, prohramne ta tekhnichne zabezpechennia system keruvannia orhanizatsiino-tekhnichnymy ta tekhnologichnymy kompleksamy*: Proceedings of the XI International Scientific and Technical Internet Conference, Kyiv, 27 November 2024. Kyiv: NUFT, pp. 61–62.
11. Miroshnuchenko, I., Kravchenko, T., & Drobyna, Y. (2021). Forecasting electricity generation from renewable sources in developing countries (on the example of Ukraine). *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*, no. 10, pp. 164–198. DOI: <https://doi.org/10.33111/nfimte.2021.164>

Yurii Lytvyniuk, Private Higher Education Establishment "European University". **Strategic model of the management system organization of renewable energy enterprises**

Annotation. *The purpose.* The article substantiates the necessity for renewable energy enterprises to transition from a functional-hierarchical management model to a strategic-adaptive one, driven by the high volatility of the market environment, the dependence of generation on natural and climatic factors, and increasing security risks. **Methodology of research.** The essence and key characteristics of both management models are defined, a comparative analysis is conducted, and the limitations of traditional hierarchical approaches in the renewable energy sector are proven. **Findings.** A strategic model for organizing the management system of renewable energy enterprises is proposed, based on the principles of adaptability, resilience, risk orientation, digital integration, and decentralization of managerial decision-making. The model includes five interrelated management loops: strategic, risk, operational-dispatching, digital-analytical, and commercial. It is substantiated that the central element of the system is the risk loop, which determines the operating modes of the enterprise and ensures the transition from reactive to preventive management. It is proven that the integration of digital technologies, predictive analytics, and market interaction tools ensures the coherence of strategic, tactical, and operational decisions, increases the accuracy of generation planning, and contributes to minimizing imbalances. **Practical value.** The proposed model transforms a renewable energy enterprise from an electricity producer into an energy stability provider, increasing its resilience, investment attractiveness, and competitiveness under wartime and market challenges.

Keywords: renewable energy, management system, strategic-adaptive model, risk-oriented management, energy resilience, digitalization, data-driven management, generation forecasting, capacity balancing, electricity market.

Стаття надійшла: 03.01.2026

Стаття прийнята: 20.01.2026

Стаття опублікована: 30.01.2026