

Поплавський Олександр Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій,

<https://orcid.org/0000-0003-0465-6843>

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**СУЧАСНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ
НА УКРАЇНСЬКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РИНКАХ**

***Анотація.** У контексті швидкого розвитку технологій та зростання нестабільності на світових ринках особливо важливим стає питання розробки ефективних методів управління ризиками на українських енергетичних ринках. Сучасні методи управління ризиками включають використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування та мінімізації потенційних загроз. Це дослідження спрямовано на впровадження інноваційних технологій машинного навчання та штучного інтелекту для упередження ризиків на енергетичних ринках та вчасного реагування на потенційні стреси. Розглянуто розроблення інтелектуальних систем управління ризиками, які застосовують технології глибокого навчання нейронних мереж для прогнозування ринкових індикаторів. Ці системи забезпечують детальний аналіз великих масивів даних, що відкриває нові перспективи для точного визначення ризикових факторів. У рамках дослідження виконано аналіз історичних даних і оцінено актуальні тренди ринку, що допомогло розробити комплексний підхід до визначення цінової волатильності в ризикованих сегментах ринку. Результати засвідчили, що застосування алгоритмів машинного навчання і методів штучного інтелекту здатні значно підвищити точність прогнозування ризиків та оптимізувати процеси прийняття рішень. Виявлено, що інтелектуальні системи з елементами штучного інтелекту сприяють кращому розумінню ринкових механізмів і допомагають урядовцям, органам регулювання та керівництву енергетичних компаній ухвалювати більш обґрунтовані й ефективні управлінські рішення. Висновки дослідження свідчать про великий потенціал застосування штучного інтелекту та машинного навчання в управлінні ризиками на енергетичних ринках. Використання цих технологій може значно знизити ризики і підвищити стабільність управління ресурсами в умовах непередбачуваності, що є ключовим для забезпечення довгострокового успіху в галузі.*

Ключові слова: управління ризиками; машинне навчання; штучний інтелект; інтелектуальні системи; прогнозування ризиків

Постановка проблеми

У контексті глобалізації економіки й інтеграції України в європейські та світові енергетичні структури виникає потреба в автоматизації процесів визначення та мінімізації ризиків, що ставить перед дослідниками завдання розроблення комплексних інтелектуальних систем. Ці системи мають бути здатні ефективно обробляти великі обсяги даних, аналізувати історичні тенденції та актуальні тренди ринку для визначення потенційних зон ризику та їхнього впливу на стабільність ринкових процесів.

Особливість українських енергетичних ринків полягає у їхній динамічній природі і високому рівні залежності від політичних, економічних та соціальних змін, що постійно відбуваються в країні та за її межами. Це вимагає від систем управління ризиками здатності швидко адаптуватися до змінюваних умов і ефективно реагувати на непередбачувані коливання ринку. Відтак, важливим

є впровадження інноваційних технологій, які можуть підвищити точність прогнозування й оптимізувати управлінські рішення в реальному часі. Окрім того, українські енергетичні ринки є порівняно молодими, що створює додаткові виклики при використанні класичних статистичних методів аналізу потенційних ризиків. На відміну від більш стабільних та зрілих європейських ринків, недостатня історична інформація і менша передбачуваність вимагають адаптації традиційних підходів або навіть розроблення новітніх методів для точного прогнозування ризиків. З огляду на постійно зростаючу кількість інформації та її складність, використання традиційних методів управління ризиками стає недостатньо ефективним.

Отже, актуальність дослідження визначається необхідністю створення і впровадження нових інструментів, що уможливають українським енергетичним компаніям зміцнити їх ринкові позиції та забезпечити більш стійкий і передбачуваний розвиток в умовах глобальних викликів.

Мета статті

Мета полягає у розробленні та дослідженні сучасних методів управління ризиками, що можуть бути використані на українських енергетичних ринках, із особливим акцентом на алгоритмах машинного навчання та штучного інтелекту. Визначити, як передові технологічні рішення можуть оптимізувати процеси виявлення, оцінювання та зменшення потенційних загроз, зокрема, в умовах високої непередбачуваності та волатильності ринку. Дослідження спрямоване на розроблення рекомендацій для покращення наявних і впровадження нових методів, які б дозволили знизити економічні втрати та підвищити стабільність і безпеку управління ресурсами національної енергетичної інфраструктури.

Аналіз основних досліджень і публікацій

Аналіз основних досліджень і публікацій засвідчує, що енергетичний ринок України стикається з численними ризиками, пов'язаними з геополітичною нестабільністю, коливаннями цін на енергоносії та внутрішніми економічними змінами. Значні ризики вимагають ефективного управління за допомогою сучасних методів та інструментів. Науковці, як-от [1 – 3], розробляють стратегії, що базуються на використанні штучного інтелекту, машинного навчання та комплексному аналізі ринкових даних для прогнозування і мінімізації потенційних загроз. Діагностика впливу системних ризиків на здатність підприємств нейтралізувати фінансові ризики виявила важливість розробки інструментів управління фінансовими ризиками, які враховують зовнішні та внутрішні загрози [4]. У цьому контексті виникає необхідність розроблення та імплементації комплексних систем управління ризиками, які б інтегрували сучасні інформаційні технології для адаптації під особливості енергетичного ринку України. Такі системи мають забезпечувати високу точність прогнозування й ефективність управління, що є критично важливим в умовах постійних змін та непередбачуваності ринкових умов і внутрішніх факторів.

У контексті глобалізації і збільшення ролі міжнародних аспектів управління енергетичними ринками, зусилля вчених спрямовані на розроблення та вдосконалення сучасних методів управління ризиками. Основою для цих досліджень є досягнення науковців, які створили комплексні методології аналізу й управління ризиками в енергетиці. Значний внесок у цю галузь внесли такі дослідники, як [5–7], які зосереджуються на міжнародних стандартах та адаптації під глобальні ринкові умови. Проблеми управління ризиками на міжнародних енергетичних

ринках також активно вивчаються провідними міжнародними науковцями, такими як [8], які аналізують різні підходи до ризик-менеджменту і впровадження ефективних інструментів для оптимізації процесів управління. Аналіз останніх публікацій засвідчує, що виникла нагальна потреба в зміні підходів до організації управління ризиками на міжнародних ринках енергоресурсів. Необхідно підвищувати адаптивність та інтелектуалізацію систем управління, що включає застосування передових інформаційних технологій і врахування специфіки ринкових ризиків [5 – 7]. Визначено, що наявні системи управління ризиками часто не відповідають сучасним вимогам, і не враховують повною мірою потенціал міжнародних інструментів та глобальних практик. Наукові праці звертають увагу на необхідність розроблення більш гнучких та вдосконалених підходів, які б дали змогу ефективніше адаптувати наявні системи до мінливих умов міжнародних енергетичних ринків.

Виклад основного матеріалу

Українські енергетичні ринки останнім часом зіткнулись з глибокими викликами, що стосуються волатильності цін на енергоресурси. Ці виклики особливо поглиблюються через військові дії на території України і пов'язану з ними нестабільність, а також через значні коливання цін на енергоресурси на європейських ринках. Ця волатильність має негативний вплив на управління енергетичними активами, забезпечення стабільного енергопостачання та формування адекватної цінової політики.

Традиційні статистичні моделі, які раніше використовувались для прогнозування та управління ризиками на ринках енергоресурсів, наразі виявляються надзвичайно неефективними. Ці моделі часто базуються на припущеннях про стабільність і лінійність ринкових процесів, які не відповідають реальним умовам гострої волатильності та політичної нестабільності.

Нові методики, які враховують непередбачуваність і нелінійність ринкових умов, стають необхідністю. Важливим кроком є застосування адаптивних методів, які можуть швидко коригувати свої прогнозні моделі відповідно до актуальних ринкових даних. Зокрема, зростаюче застосування штучного інтелекту та машинного навчання відкриває нові перспективи для ефективного аналізу й управління ризиками. Ці технології здатні виявляти складні закономірності у великих даних, які традиційні методи не можуть ефективно опрацювати.

До таких інноваційних методів належить використання нейронних мереж для прогнозування цінкових трендів та рівнів попиту, а також

розроблення алгоритмів глибинного навчання для ідентифікації та управління ризиками, пов'язаними з різкими змінами на ринку. Крім того, використання інструментів великих даних та аналітики дає змогу проводити комплексний аналіз ринкової поведінки споживачів, що є критично важливим для адаптації стратегій управління в умовах кризи.

Нейронна мережа складається з великої кількості простих обчислювальних елементів – нейронів [9], які з'єднані між собою залежно від топології конкретної мережі. З'єднання між нейронами встановлюються на основі заданих вагових коефіцієнтів, що уможливило моделювати складні взаємодії і взаємовпливи між елементами мережі.

Створення нейронної мережі для конкретного завдання вимагає детального вибору архітектури з'єднань та налаштування вагових параметрів. Це забезпечує можливість моделювати функції, аналогічні до синапсів у біологічних нейронних системах.

Моделювання функцій синапсів відбувається шляхом масштабування вхідних сигналів $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ за допомогою вагових коефіцієнтів $\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ та подаються на вхід суматора, який виконує їх обробку за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i, \quad (1)$$

де x_n – множна вхідних сигналів; w_n – вага сигналу; s – аргумент порогової активаційної функції. Y є виходом цієї функції, яка зазвичай має нелінійний характер:

$$Y = F(S). \quad (2)$$

Ця базова модель нейронної мережі є фундаментом для розроблення складних систем, здатних адаптуватися до динамічних умов ринку та виявляти непрямі кореляції між ринковими індексами та іншими входами. Застосування таких моделей може значно підвищити точність прогнозування й оптимізації рішень в умовах високої волатильності, що є характерним для енергетичних ринків у періоди кризових явищ.

Для ефективного прогнозування основних індикаторів ринку електричної енергії України особливо важливим є врахування широкого спектру параметрів, які безпосередньо або опосередковано впливають на динаміку цін та попиту на енергоресурси. Це включає аналіз цін за попередні періоди, що допомагає виявити тенденції та зміни в ринковій кон'юктурі, а також ціни на основні енергоресурси, які є важливим фактором у формуванні вартості електроенергії. Доступність генеруючих потужностей також має значний вплив на стабільність постачання та ціноутворення,

оскільки обмеження у виробництві можуть призвести до збільшення цін через дефіцит. Крім того, погодні умови, такі як температура, сонячність та вітряність, істотно впливають на виробництво енергії з відновлювальних джерел, як-от сонячні та вітряні електростанції. Значення цих чинників особливо зростає у контексті глобального переходу до "зеленої" енергетики, де відновлювальні джерела грають ключову роль.

Використання нейронних мереж у такому контексті є надзвичайно доцільним, оскільки ці системи здатні ефективно обробляти й інтегрувати величезні обсяги даних з різних джерел та враховувати складні взаємозв'язки між численними параметрами. Завдяки своїй здатності до машинного навчання, нейронні мережі адаптуються до змін у вхідних даних, що дає змогу їм постійно вдосконалювати якість прогнозів на основі найновішої інформації. Це особливо важливо в умовах, коли ринкове середовище швидко змінюється, і стандартні аналітичні моделі можуть виявитися недостатньо гнучкими або актуальними. Нейронні мережі, на відміну від більш традиційних систем, здатні визначати нетривіальні патерни та залежності, які можуть уникнути уваги людських аналітиків.

Під час інтеграції таких систем в реальні умови важливо враховувати їхню здатність до швидкого навчання й адаптації, а також потребу в постійному оновленні даних, щоб забезпечити надійність та актуальність використання штучного інтелекту на змінних ринках. Функція оцінки роботи нейронної мережі відіграє важливу роль у процесі її навчання, яке є задачею оптимізації. Отже, в цьому контексті може бути застосовано метод найменших квадратів, де помилка мережі вимірюється за формулою:

$$H = \frac{1}{2} \sum_{\tau \in \mathcal{D}_{out}} (Z(\tau) - Z^*(\tau))^2, \quad (3)$$

де $Z^*(\tau)$ – необхідне значення вихідного сигналу.

У контексті навчання нейронних мереж метод зворотного поширення помилки [10] є ефективним засобом для оптимізації їхньої роботи. Цей метод уможливило мінімізувати помилку за допомогою ітеративного коригування ваг на основі вхідних даних і відповідей мережі. Процес зворотного поширення помилки починається з кінцевих шарів мережі і рухається до входів, зворотно до прямого розповсюдження сигналів. За допомогою цього методу мережа адаптується, враховуючи помилки з попередніх передбачень і поступово збільшуючи точність своїх прогнозів. Такий підхід виявляється особливо корисним у динамічних умовах енергетичних ринків, де потреба у швидкій адаптації до змінних умов є критичною:

$$E(\{\omega_{i,j}\}) = \frac{1}{2} \sum_{k \in G} (t_k - o_k)^2, \quad (4)$$

де $\omega_{i,j}$ – вага зв'язку, що з'єднує і-й та j-й вузли; o_i – вихід і-го вузла; t_k – правильні відповіді мережі.

Ефективність систем комп'ютерної підтримки рішень значною мірою залежить від якості підготовки та збору даних. Оптимальна підготовка даних включає їх очищення, структурування, нормалізацію та анотацію, що диференціюється залежно від специфіки джерела та призначення даних. Збирання даних вимагає точного виявлення, екстракції та консолідації інформації з різноманітних джерел, при цьому неправильне збирання може призвести до аналітичних помилок.

Якісна підготовка даних вимагає глибокого розуміння конкретної області і забезпечує надійність та актуальність інформації, яка є фундаментом для обґрунтованих рішень. Ефективність комп'ютерних систем підтримки прямо корелює з їх здатністю адекватно обробляти відповідні та високоякісні дані, тому процеси підготовки і збирання даних є важливими для створення ефективних аналітичних систем.

В Україні дані, необхідні для аналізу, можна знайти на сайтах таких установ, як АТ "Оператор ринку", яке відповідає за організацію купівлі-продажу електричної енергії, НЕК "Укренерго", яке займається диспетчеризацією й управлінням енергосистеми країни, а також на сайті Української енергетичної біржі, що функціонує як платформа для торгівлі енергоресурсами. Ці та інші вебсайти надають доступ до різноманітних типів даних, включаючи інформацію про ціни на електроенергію, попит і пропозицію, транзакції на ринку "на добу наперед", внутрішньодобовий ринок, а також статистичні дані про обсяги імпорту й експорту електроенергії. Ця інформація є надзвичайно важливою для аналізу ринкових умов, розробки прогнозів і стратегічного планування.

З огляду на велику кількість та різноманітність даних, що доступні на різних платформах, які вимагають регулярного оновлення для аналізу та використання у прийнятті рішень, використання скриптів Python для автоматичного вилучення даних стає вкрай доцільним. Python є однією з найзручніших мов програмування для обробки даних завдяки своїй гнучкості, простоті синтаксису та могутній екосистемі бібліотек, які спеціалізуються на аналізі даних та їх візуалізації (рис. 1).

Завдяки бібліотекам, таким як Pandas для обробки та аналізу даних, NumPy для виконання математичних операцій, і BeautifulSoup або Scrapy для вебскрапінгу, Python забезпечує інструментарій, що допомагає ефективно вилучати та перетворювати вебдані в структуровану форму, готову для

подальшого аналізу. Це важливо, особливо коли інформація має бути зібрана з різноманітних джерел і вимагає опрацювання великих обсягів інформації з високою точністю та швидкістю.

```

1 from selenium import webdriver
2 from selenium.webdriver.common.by import By
3 from selenium.webdriver.chrome.service import Service
4 from selenium.webdriver.chrome.options import Options
5 from webdriver_manager.chrome import ChromeDriverManager
6 import time
7 import os
8
9 # Шлях, куди зберегти звантажені дані
10 download_folder = os.path.abspath(os.path.dirname(__file__))
11
12 # Налаштування параметрів Chrome
13 chrome_options = Options()
14 prefs = {"download.default_directory": download_folder}
15 chrome_options.add_experimental_option("prefs", prefs)
16
17 # Ініціалізація драйвера Chrome з експліцитними параметрами
18 driver = webdriver.Chrome(service=Service(ChromeDriverManager().install()), options=chrome_options)
19
20 try:
21     # Відкриття веб-сторінки
22     driver.get("https://www.oree.com.ua/index.php/pricestc")
23
24     # Очікування для завантаження сторінки
25     time.sleep(5)
26
27     # Знайти кнопку на II сторінці та натиснути на неї
28     download_button = driver.find_element(By.XPATH, value="//button[contains(@class, 'sitebtn btn btn-success w-100')]")
29     download_button.click()

```

Рисунок 1 – Приклад скрипта, що збирає дані в автоматичному режимі

Крім того, використання Python уможливорює автоматизувати збирання даних і забезпечити їхню актуальність без необхідності ручного втручання, що підвищує ефективність роботи аналітики та знижує ймовірність помилок. Автоматизація процесу завантаження даних зменшує час, потрібний для підготовки інформації, і дає змогу спеціалістам сконцентруватися на глибокому аналізі та інтерпретації отриманих результатів.

Отже, Python стає ідеальним вибором для розроблення скриптів, які допомагають не тільки збирати, а й одночасно аналізувати дані, видаляти аномалії, видаляти зайву інформацію, підвищуючи тим самим рівень інформативності й актуальності даних (рис. 2).

	A	B	C	D
1	Доба постачання	Година	Торгова зона	Ціна, грн/МВт*год
2	2019-07-01		1 ОЕС України	949,9
3	2019-07-01		2 ОЕС України	922
4	2019-07-01		3 ОЕС України	915
5	2019-07-01		4 ОЕС України	894,99
6	2019-07-01		5 ОЕС України	894,99
7	2019-07-01		6 ОЕС України	894,99
8	2019-07-01		7 ОЕС України	936,96
9	2019-07-01		8 ОЕС України	949,92
10	2019-07-01		9 ОЕС України	1899,99
11	2019-07-01		10 ОЕС України	1900
12	2019-07-01		11 ОЕС України	1900
13	2019-07-01		12 ОЕС України	1900
14	2019-07-01		13 ОЕС України	1900
15	2019-07-01		14 ОЕС України	1900

Рисунок 2 – Дані після агрегації, видалення аномалій та видалення зайвої інформації

Для апробації тверджень пропонованого дослідження було вибрано показник РДН BASE ОЕС України. Цей показник є важливим для розуміння динаміки ринку електроенергії і дає змогу оцінити вплив різних зовнішніх і внутрішніх факторів на формування цін на електроенергію. Архітектура використаної нейронної мережі включала в себе

чотири основні шари, які забезпечували обробку вхідних даних і формування цільового прогнозу.

Процес починався з першого прихованого шару, який трансформував вхідний тензор з розмірністю 120 на 33 (120 годин (5 днів) по 33 параметри кожен), що в сумі давало 3960 вхідних одиниць, до 128 нейронів. Наступні етапи включали зменшення розмірності через два наступні приховані шари: спочатку з 128 нейронів до 64, а потім з 64 до 32 нейронів. Завершальний, вихідний шар мережі, перетворював дані з 32 нейронів у одне вихідне значення, що представляло прогнозований індикатор.

Цілісна структура мережі була розроблена таким чином, щоб через послідовне зменшення розмірності оброблюваних даних можна було витягувати ключові особливості та взаємозв'язки, що впливають на прогнозований результат. Цей підхід допоміг оптимізувати процес навчання та покращувати точність прогнозування, забезпечуючи високу актуальність отриманих прогнозів відповідно до реальних умов ринку.

З описаною архітектурою нейронної мережі було проведено навчання і прогнозування даних для останніх доступних повних 7 місяців, де було визначено фактичні середні втрати на тестових даних відповідних місяців. Тренування мережі здійснювалося на тих самих великих наборах даних, що були використані для розроблення моделей, забезпечуючи однакові умови для точного порівняння результатів.

Процес оцінювання ефективності включав аналіз таких ключових показників, як точність прогнозування, час опрацювання даних та здатність узагальнювати на нових даних, які не були включені у навчальний набір. Ці параметри важливі, адже вони дають змогу оцінити не тільки здатність моделі точно прогнозувати майбутні дані, але й її адаптивність до змін в умовах ринку.

06	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 24819.298271755142
07	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 25024.88083105217
08	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 32462.81801865983
09	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 33659.31687124984
10	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 36317.043575311625
11	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 40582.98926941536
12	Epoch тренування 20,	Середня втрата: 42951.239968864815

Рисунок 3 – Результати роботи нейронної мережі щодо прогнозування на основі отриманих даних за останні доступні сім місяців

Результати роботи розробленої нейронної мережі вказують на її прийнятність та потенціал для ефективного використання в задачах прогнозування показників на ринках електроенергії. Зібрані дані і визначені гіперпараметри, включаючи розміри шарів, швидкість навчання, кількість епох, та інші налаштування моделі, були оптимізовані на основі

великої кількості експериментів і аналізу результатів тренування та валідації.

Застосування моделі до реальних даних ринків електроенергії засвідчило, що вона здатна з прийнятною точністю (в деякі стабільні місяці по певних параметрах до 4% похибки) прогнозувати такі ключові індикатори, як ціни на електроенергію, обсяги попиту та пропозиції в різні часові періоди. Візуалізація результатів прогнозування, порівняно з фактичними даними, демонструє тісний зв'язок між прогнозованими та реальними показниками, підтверджуючи здатність моделі адекватно відтворювати динаміку ринку (рис. 4).

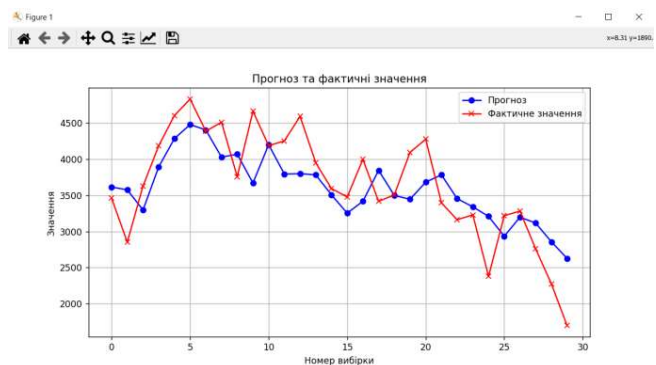


Рисунок 4 – Візуалізація прогнозованих значень моделі та фактичних значень

Висновки

У статті розглянуто можливості використання штучного інтелекту та нейронних мереж для прогнозування нестабільних і волатильних даних, таких як ціни на енергоресурси на українському ринку. Загальний висновок дослідження підтверджує, що використання штучного інтелекту та нейронних мереж є надзвичайно доцільним для прогнозування динаміки цін, які характеризуються високою волатильністю.

Такі технології здатні ефективно адаптуватися до швидких змін умов ринку, аналізувати великі обсяги даних і виявляти складні закономірності та взаємозв'язки, що впливають на ціноутворення. Це допомагає не тільки підвищити точність прогнозів, а й оптимізувати прийняття рішень в умовах непевності, забезпечуючи більш ефективне управління ресурсами.

Висновки цього дослідження підкреслюють важливість інтеграції новітніх технологій у стратегічне планування й управління ринком енергоресурсів, зокрема на нестабільних ринках, таких як український. Застосування таких передових методів, як штучний інтелект та нейронні мережі може значно зменшити ризики і забезпечити більшу стабільність у довгостроковій перспективі.

Список літератури

1. Tjoa S., Temper P. K. M., Temper M., Zanol J., Wagnerand M., Holzinger A., "AIRMan: An Artificial Intelligence (AI) Risk Management System," 2022 International Conference on Advanced Enterprise Information System (AEIS), London, United Kingdom, 2022, pp. 72–81, DOI: 10.1109/AEIS59450.2022.00017.
2. Охріменко О., Манаєнко І. Інструменти управління ризиками енергетичної безпеки ЄС: через інтеграцію до ефективності. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»* № 22, 2022. DOI: 10.20535/2307-5651.22.2022.259794.
3. Павлов Р. А., Павлова Т. С., Гринько Т. В. Обґрунтування моделей стохастичного хаосу для підвищення ефективності інвестиційних стратегій на міжнародних фондових ринках. *Investytsiyi praktyka ta dosvid*. 26–33. DOI: 10.32702/2306-6814.2023.18.26.
4. Коваленко Д. І., Москаленко Т. Ю. Діагностика та нейтралізація фінансово-економічних ризиків в системі управління підприємством. *Ефективна економіка*. № 11, 2016.
5. Livshitz, I., Lontsikh, P., Lontsikh, N. A Study of Modern Risk Management Methodsfor Industrial Safety Assurancein the *Fuel and Energy Industry*. 2021. 165–167. 10.1109/ITQMIS53292.2021.9642791.
6. Bosa, D., Tortelli, O. Risk Management and Portfolio Optimization of Electric Power Trading. 2018. 10.1109/SBSE.2018.8395773.
7. Ouabira, M. M. Risk Analysisin Energy Program Management. *European Journal of Business and Management Research*, 8 (4), 2023. 89–93. DOI: <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2023.8.4.1997>
8. Dahlgren R., Chen-Ching Liuand, J. Lawarree, "Risk assessment in energy trading" in IEEE Transactionson Power Systems, vol. 18, no. 2, pp. 503-511, May 2003, DOI: 10.1109/TPWRS.2003.810685.
9. Поплавський О. А., Бондар О. А., Павлов С. В., Поплавська А. А. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень спотових і ф'ючерсних біржових ринків. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. № 97 (2020) DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2020.97.119-128>.
10. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press. 2016. URL: <https://www.deeplearningbook.org/>

Стаття надійшла до редколегії 20.05.2024

Poplavskiy Oleksandr

PhD (Eng.), Associate Professor, Assistant Professor of the information technologies department,
<https://orcid.org/0000-0003-0465-6843>
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

MODERN METHODS OF RISK MANAGEMENT IN UKRAINIAN ENERGY MARKETS

Abstract. *In the context of rapid technological development and increasing instability on global markets, the issue of developing effective risk management methods on Ukrainian energy markets becomes particularly important. Modern risk management methods include the use of machine learning algorithms to predict and minimize potential threats. This study focuses on the implementation of innovative machine learning and artificial intelligence technologies to anticipate risks in energy markets and respond timely to potential stresses. This paper explores the development of intelligent risk management systems that apply deep learning neural network technologies for predicting market indicators. These systems provide detailed analysis of large data sets, opening new perspectives for the accurate identification of risk factors. The study involved analysis of historical data and assessment of current market trends, which allowed the development of a comprehensive approach to identifying price volatility in risky market segments. Results showed that the application of machine learning algorithms and artificial intelligence methods can significantly enhance the accuracy of risk prediction and optimize decision-making processes. It was found that intelligent systems with artificial intelligence elements enhance the understanding of market mechanisms and enable government officials, regulatory bodies, and management of energy companies to make more informed and effective management decisions. The findings indicate a great potential for the application of artificial intelligence and machine learning in risk management on energy markets. Utilizing these technologies can significantly reduce risks and enhance stability in resource management under unpredictability, which is key to ensuring long-term success in the field.*

Keywords: Risk Management; Machine Learning; Artificial Intelligence; Intelligent Systems; Risk Prediction

References

1. Tjoa, S., Temper, P. K. M., Temper, M., Zanol, J., Wagner, M. & Holzinger, A. (2022). AIR Man: An Artificial Intelligence (AI) Risk Management System. 2022 International Conference on Advanced Enterprise Information System (AEIS), London, United Kingdom, 72–81. DOI: 10.1109/AEIS59450.2022.00017.
2. Okhrimenko, O. & Manayenko, I. (2022). EU energy security risk management tools: through integration to efficiency. Economic Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", (22). DOI: 10.20535/2307-5651.22.2022.259794.
3. Pavlov, R. A., Pavlova, T. S. & Hryenko, T. V. (2023). Rationale of stochastic chaos models for increasing the efficiency of investment strategies on international stock markets. *Investytsiyi Praktyka ta Dosvid*, 26-33. DOI: 10.32702/2306-6814.2023.18.26.
4. Kovalenko, D. I., Moskalenko, T. Y. (2016). Diagnostics and neutralization of financial and economic risks in the enterprise management system. *Efficient economy*, (11).
5. Livshitz, I., Lontsikh, P., Lontsikh, N. (2021). A Study of Modern Risk Management Methods for Industrial Safety Assurance. *Fuel and Energy Industry*, 165–167. 10.1109/ITQMIS53292.2021.9642791.
6. Bosa, D., Tortelli, O. (2018). Risk Management and Portfolio Optimization of Electric Power Trading. 10.1109/SBSE.2018.8395773.
7. Ouabira, M. M. (2023). Risk Analysis in Energy Program Management. *European Journal of Business and Management Research*, 8 (4), 89–93. DOI: <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2023.8.4.1997>.
8. Dahlgren, R., Chen-Ching, Liu and J. Lawarree. (2003). Risk assessment in energy trading. *IEEE Transactions on Power Systems*, 18, 2, 503-511. DOI: 10.1109/TPWRS.2003.810685.
9. Poplavskyi, O. A., Bondar, O. A., Pavlov, S. V. & Poplavska, A. A. (2020). Intelligent decision support systems for spot and futures stock markets. *Applied geometry and engineering graphics*, 97. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2020.97.119-128>.
10. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. URL: <https://www.deeplearningbook.org/>

Посилання на публікацію

- APA Poplavskyi, Oleksandr. (2024). Modern methods of risk management in Ukrainian energy markets. *Management of Development of Complex Systems*, 58, 162–168, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2024.58.162-168.
- ДСТУ Поплавський О. А. Сучасні методи управління ризиками на українських енергетичних ринках. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 58. С. 162 – 168, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2024.58.162-168.