

*Іваненко А. В., здобувач вищої освіти,
Січко Т. В., канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій,
Донецький національний університет імені Василя Стуса*

МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В АНАЛІЗІ ТА ПРОГНОЗУВАННІ СПОЖИВЧОГО ПОПИТУ

Анотація. Робота аналізує застосування методів машинного навчання, зокрема нейронних мереж для прогнозування споживчого попиту, водночас підкреслюється важливість точності прогнозів для оптимізації діяльності підприємств.

Ключові слова: машинне навчання, штучна нейронна мережа, прогнозування, попит.

Вступ. Актуальність теми дослідження полягає у зростаючій потребі підприємств у точному прогнозуванні споживчого попиту для оптимізації ресурсів і підвищення ефективності. Використання машинного навчання та нейронних мереж дає змогу аналізувати великі обсяги даних, виявляти приховані патерни та адаптуватися до швидких змін на ринку, що є критично важливим для конкурентоспроможності бізнесу.

Метою роботи є дослідження застосування методів машинного навчання, зокрема нейронних мереж для прогнозування споживчого попиту.

Основний текст. Прогнозування попиту – це процес оцінки майбутнього попиту на товар або послугу, який дає змогу підприємствам визначити приблизну кількість продукту або послуги, яку споживачі можуть бажати придбати у певний період часу [1]. Точність прогнозування є ключовою для підприємств, оскільки вона дає змогу ефективно планувати виробництво, розподіляти ресурси, логістику та інвестиції. Неправильна оцінка попиту може призвести до надлишкових запасів або дефіциту продукції. Якщо виробник прагне задовольнити завищений попит, надлишок виробництва призводить до накопичення зайвих запасів. З іншого боку, недооцінка попиту призводить до невиконаних замовлень, втрати продажів і зниження рівня обслуговування. Обидві ситуації спричиняють неефективність у ланцюгу поставок. Машинне навчання та сучасні методи аналітики дають змогу з високою точністю прогнозувати зміни у попиті, знижуючи ризики дефіциту чи надлишку товарів і сприяючи раціональному використанню ресурсів.

Машинне навчання – це клас методів штучного інтелекту, характерною рисою яких є не пряме розв'язання завдання, а навчання за допомогою застосування рішень великої кількості схожих завдань [2]. Машинне навчання є підрозділом штучного інтелекту, що скерований на самонавчання комп'ютерів, щоб частково або навіть повністю автоматизувати рішення складних аналітичних задач.

Методи машинного навчання активно використовуються для прогнозування споживчого попиту, оскільки дають змогу аналізувати великі обсяги даних, виявляти приховані патерни та враховувати широкий спектр змінних, які впливають на поведінку споживачів. Поширеними математичними моделями, які використовуються для прогнозу попиту, є ковзне середнє (moving-average), експонен-

ційне згладжування (exponential smoothing, ES), авторегресійне лінійне прогнозування (autoregressive linear forecasting), авторегресійне ковзне середнє (autoregressive moving-average model, ARMA), модель Бокса–Дженкінса (autoregressive integrated moving-average, ARIMA) та інші [1]. Названі методи є традиційними інструментами для прогнозування часових рядів. Проте останнім часом дедалі більшої популярності набувають методи, засновані на нейронних мережах.

Штучна нейронна мережа – це математична модель або обчислювальна модель, натхненна структурою та функціональними аспектами біологічних нейронних мереж [3]. Нейромережа складається із взаємопов'язаної групи штучних нейронів, обробляє інформацію, використовуючи зв'язковий підхід до обчислень. Нейрон – це обчислювальна одиниця, яка отримує інформацію, здійснює над нею прості обчислення і передає її далі. Мережу формують нейрони, організовані у шари. Вхідний (input) приймає дані, на основі яких мережа вчиться виконувати певну функцію, а вихідний (output) надає результат роботи моделі. Між ними є приховані шари (hidden), які спеціалізуються на опрацюванні інформації. Коли інформація потрапляє на нейрони прихованого шару, вона масштабується за допомогою ваг, які визначають важливість кожного вхідного сигналу. Нейромережі навчаються шляхом коригування своїх ваг для мінімізації різниці між передбачуваними та реальними результатами.

Переваги нейронних мереж полягають у їх здатності обробляти масивні і складні набори даних, адаптуючись до різних типів вхідної інформації та виявляючи складні залежності, які не завжди можуть бути очевидними під час використання традиційних методів, а також у їх здатності самонавчатися і покращувати точність прогнозів з часом. Зокрема, рекурентні нейронні мережі (RNN) та їх варіації, як-от довготривала короткочасна пам'ять (LSTM) та вентильний рекурентний вузол (GRU), ефективно використовуються для прогнозування часових рядів, що є особливо актуальним для аналізу динаміки споживчого попиту [4]. Ці моделі враховують послідовну природу даних і дають змогу робити точні прогнози на основі історичних патернів. Також згорткові нейронні мережі (CNN), хоч зазвичай використовуються для обробки зображень, але можуть бути адаптовані для аналізу часових рядів шляхом застосування згорткових фільтрів до послідовностей даних, даючи змогу виявляти локальні тренди, цикли або інші патерни в коротких часових залежностях. Глибокі нейронні мережі також мають перевагу в автоматичному виділенні суттєвих ознак з необроблених даних, які важко буде виявити навіть експертам у галузі, що робить їх надзвичайно гнучкими у різних сферах застосування, включно з ритейлом, логістикою та виробництвом. Завдяки цим особливостям нейронні мережі дають змогу отримувати більш точні та релевантні прогнози, що сприяє оптимізації ланцюгів постачання, управлінню запасами та підвищенню конкурентоспроможності підприємств.

Водночас найбільший потенціал підвищення точності прогнозів полягає у розробці гібридних моделей, що поєднують у собі ознаки декількох типів нейромереж або нейронної мережі з іншими методами машинного навчання. Така інтеграція різних нейронних архітектур дає змогу використовувати їх сильні сторони для обробки різноманітних типів даних і врахування складних взаємозв'яз-

ків, що робить прогнозування попиту більш ефективним і точним. Гібридні моделі здатні більш точно адаптуватися до мінливих умов ринку, що робить їх особливо перспективними в умовах високої невизначеності та швидких змін у споживчих уподобаннях. Прикладами застосовуваних гібридних моделей можна назвати: ES-RNN, яка поєднує в собі методи експоненційного згладжування (ES) та рекурентної нейронної мережі (RNN); LSTM-CNN, яка є комбінацією згортової нейромережі (CNN) і довготривалої короткочасної пам'яті (LSTM); LSTM-Wavelet, яка поєднує мережу LSTM з методом вейвлет-перетворення. Розробка нових моделей нейронних мереж є ключовою для подальшого розвитку сфери прогнозування попиту.

Висновки. Останніми роками відбувається стрімкий розвиток галузі штучного інтелекту, коли розробляються все новіші моделі нейронних мереж і знаходиться більше способів їх застосування. Зараз спостерігається значне зростання розробки програмних модулів, що сприяють активному використанню нейронних мереж для прогнозування споживчого попиту. Ці модулі полегшують процес створення та налаштування нейромереж навіть для підприємств, які не мають значного досвіду у сфері машинного навчання. Інструменти дають змогу автоматизувати аналіз даних та адаптувати моделі до конкретних потреб бізнесу, що робить нейромережі доступними для ширшого кола компаній. Багато підприємств для підвищення точності прогнозів, оптимізації запасів і планування виробничих процесів зараз все більше звертаються до використання таких рішень, наприклад: програмні модулі TensorFlow та PyTorch, засновані на мові програмування Python; пакети мови R – nnet та neuralnet; сервіси, як-от H2O.ai, Amazon SageMaker та інші [4, 5]. Впровадження таких програмних рішень не лише підвищує ефективність прогнозування, але й сприяє поширенню практики застосування машинного навчання, зокрема нейронних мереж, у різних галузях бізнесу, що стимулює зростання ринку і розвиток інноваційних технологій у сфері прогнозування попиту.

Список використаних джерел

1. Jr C. C. W., Chase C. W. Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting. Wiley & Sons, Limited, John, 2015.
2. Юрчак І. Ю. Системи з самоорганізацією та самонавчанням: курс лекцій. Львів: Кафедра САП, НУ Львівська політехніка. URL: <https://www.victoria.lviv.ua/library/students/sss/lecture.html>
3. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. Житомир: Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
4. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer, 2019. 520 p.
5. Ткачук Н. О., Січко Т. В. Застосування Від Data у бізнесі. *Комп'ютерні технології обробки даних*: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. Вінниця, 2022. С. 224–226.