



Економіка та інновації

УДК 614.27:615:658.71-047.72:004(477)

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14927282>

Інноваційні моделі прогнозування попиту на лікарські засоби в Україні з використанням машинного навчання

Феденько Світлана Миколаївна,

кандидат економічних наук, доцент кафедри фармацевтичного управління, технології ліків та фармакогнозії Івано-Франківського національного медичного університету, м. Івано-Франківськ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0001-7650-3569>

Довжук Натела Шарденівна,

кандидат педагогічних наук, асистент кафедри фізіології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-0468-9322>

Коновалова Людмила Володимирівна,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри організації та економіки фармації Національного медичного університету імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-8956-1263>

Прийнято: 08.02.2025 | Опубліковано: 25.02.2025

Анотація: Прогнозування попиту на лікарські препарати є важливим завданням для забезпечення стабільного функціонування фармацевтичного ринку, ефективного управління запасами та мінімізації ризику дефіциту



медикаментів. В умовах економічної та соціальної нестабільності традиційні методи прогнозування демонструють зниження ефективності, що зумовлює необхідність впровадження інноваційних підходів, зокрема алгоритмів машинного навчання. Ці методи дають змогу враховувати складну багатофакторну природу попиту, що підвищує точність прогнозування.

Мета дослідження – проаналізувати наявні розробки та можливості впровадження інноваційних моделей прогнозування попиту на лікарські засоби в Україні з використанням алгоритмів машинного навчання. Особливу увагу приділено підвищенню точності прогнозів у контексті динамічних ринкових умов і змінних логістичних ланцюгів.

Дослідження ґрунтується на теоретичному аналізі та систематизації наукових джерел із баз даних PubMed та Google Scholar (за останні 5 років). Проведено збір та обробку даних з урахуванням особливостей українського фармацевтичного ринку. Використано метод узагальнення для представлення комплексної оцінки ефективності та перспектив впровадження новітніх технологій у галузь.

У результатах дослідження з'ясовано, що застосування інноваційних моделей прогнозування демонструє значно вищу точність порівняно з традиційними статистичними методами. Використання алгоритмів машинного навчання дає змогу виявляти приховані закономірності попиту, оптимізувати управління запасами, знижувати ризик дефіциту та скорочувати витрати в ланцюгах постачання. Результати також засвідчили, що ефективність сучасних технологій, особливо в умовах кризових ситуацій, значно перевищує можливості класичних підходів.

У висновках підсумовано, що впровадження методів машинного навчання в прогнозування попиту на лікарські засоби має значний потенціал для трансформації фармацевтичного сектору в Україні. Інтеграція інтелектуальних технологій у системи управління дозволить забезпечити



стабільний доступ населення до необхідних медикаментів, підвищити ефективність логістичних процесів та адаптувати ринок до умов підвищеної невизначеності.

Ключові слова: *аналітика даних, прогностичне моделювання, штучний інтелект, фармацевтичний ринок, економічна ефективність.*

Innovative models for forecasting demand for medicines in Ukraine using machine learning

Svitlana Fedenko,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Management, Drug Technology and Pharmacognosy of the Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0001-7650-3569>

Natela Dovzhuk,

Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor of the Department of Physiology of the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0002-0468-9322>

Liudmyla Konovalova,

Ph.D., Associate Professor of the Department of Pharmacy Organization and Economics of the Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0002-8956-1263>

Abstract: *Forecasting the demand for medicines is an important task to ensure the stable functioning of the pharmaceutical market, efficient inventory management and minimize the risk of drug shortages. In the context of economic*



and social instability, traditional forecasting methods are showing a decline in efficiency, which necessitates the introduction of innovative approaches, including machine learning algorithms. These methods allow to take into account the complex multifactorial nature of demand, which increases the accuracy of forecasting.

The purpose of the study is to analyze the existing developments and possibilities for implementing innovative models for forecasting demand for medicines in Ukraine using machine learning algorithms. Particular attention is paid to improving the accuracy of forecasts in the context of dynamic market conditions and supply chain variables.

The study is based on theoretical analysis and systematization of scientific sources from PubMed and Google Scholar databases (for the last 5 years). Data was collected and processed taking into account the specifics of the Ukrainian pharmaceutical market. The method of generalization was used to present a comprehensive assessment of the effectiveness and prospects for the introduction of the latest technologies in the industry.

The results of the study show that the use of innovative forecasting models demonstrates significantly higher accuracy compared to traditional statistical methods. The use of machine learning algorithms makes it possible to identify hidden patterns of demand, optimize inventory management, reduce the risk of shortages, and cut costs in supply chains. The results also show that the effectiveness of modern technologies, especially in crisis situations, far exceeds the capabilities of classical approaches.

The conclusions summarize that the introduction of machine learning methods in the forecasting of demand for medicines has significant potential for transforming the pharmaceutical sector in Ukraine. The integration of intelligent technologies into management systems will ensure stable access to essential medicines for the population, increase the efficiency of logistics processes, and adapt the market to conditions of increased uncertainty.



Keywords: *data analytics, predictive modelling, artificial intelligence, pharmaceutical market, economic efficiency.*

Постановка проблеми. Формування попиту на лікарські засоби є важливим елементом забезпечення стабільності фармацевтичного ринку, підвищення доступності медикаментів та оптимізації функціонування системи охорони здоров'я. Традиційні методи прогнозування, що ґрунтуються на статистичних моделях, дедалі більше втрачають свою ефективність у сучасних умовах, зокрема через економічну нестабільність, епідеміологічні виклики та сезонні коливання. Їхня обмежена точність може спричинити низку критичних проблем, зокрема дефіцит лікарських засобів, що становить загрозу для здоров'я населення, особливо під час пандемій та природних катастроф, а також надмірне накопичення запасів, що призводить до зростання витрат на зберігання, втрати товару через закінчення терміну придатності та неефективного використання ресурсів.

Подолання цих викликів вимагає впровадження новітніх підходів, здатних адаптуватися до динамічних змін попиту. Технології штучного інтелекту (далі – ШІ), зокрема алгоритми машинного навчання, відкривають нові можливості для підвищення точності прогнозування, дозволяючи враховувати широкий спектр чинників, що впливають на ринок лікарських засобів. Використання таких підходів сприяє формуванню більш гнучких і стійких систем управління постачанням медикаментів, що є важливим не лише для України, а й для глобального фармацевтичного сектору. Це підтверджує актуальність дослідження проблематики у світовому науково-практичному контексті та необхідність подальшого розвитку інтелектуальних методів прогнозування в галузі охорони здоров'я.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах стрімкого технологічного прогресу особливого значення набуває вивчення сучасних



наукових публікацій, що дозволяють оцінити напрями розвитку галузі та простежити еволюцію підходів до подолання актуальних проблем. Науковець К. Ю. Завражний у своїй роботі дослідив вплив цифровізації та інтеграції ШІ на сталий розвиток корпоративного бізнесу [1]. Автор акцентує на макроекономічних аспектах застосування ШІ, аналізуючи його роль у формуванні сучасних економічних моделей. Дослідниці О. В. Позняк та К. О. Мельник зосередили увагу на інтеграції штучного інтелекту в логістичну сферу, висвітлюючи як його переваги, так і можливі обмеження [2]. Особливий акцент зроблено на стратегічному управлінні товарними потоками, де важливу роль відіграє соціальний фактор.

Значний внесок у дослідження цифрових технологій зробила О. С. Другова, яка обґрунтувала їхню ефективність у процесі оптимізації бізнес-процесів та розробки інноваційних продуктів [3]. На думку авторки, такі підходи сприяють підвищенню якості товарів і послуг, забезпечуючи довгострокову стійкість компаній і покращення їхньої репутації. Аналіз, здійснений А. В. Федорченком, А. Б. Куликом та І. В. Пономаренком, дав змогу ідентифікувати основні особливості маркетингової діяльності фармацевтичних компаній [4]. Отримані результати є важливими для впровадження конкурентного бенчмаркінгу, що сприятиме розробленню ефективних маркетингових стратегій і тактик для зміцнення ринкових позицій підприємств в умовах посиленої конкуренції та нестабільності ринку.

Питання цифровізації фармацевтичної галузі розглянуто в дослідженні І. М. Сороки, який акцентує на інтеграції фармації в сучасну електронну систему охорони здоров'я [5]. Запропоновані підходи сприяють не лише підвищенню ефективності функціонування аптечних мереж, а й покращенню якості обслуговування пацієнтів. Водночас автор наголошує на необхідності вдосконалення нормативно-правового регулювання, адаптації системи до



сучасних викликів та підготовки фахівців для роботи в цифровому середовищі.

Учені П. В. Кучер та О. О. Юнькова демонструють значний потенціал сучасних програмних засобів для аналізу складних нелінійних процесів, зокрема у сфері продажу вітамінних препаратів [6]. Висока точність отриманих прогнозів підтверджує ефективність використання штучного інтелекту в практичній діяльності, що створює нові можливості для вдосконалення управлінських рішень у фармацевтичному секторі.

Автори К. О. Хохлова, О. А. Здорик, Н. В. Сидора та В. І. Шатровська (K. O. Khokhlova, O. A. Zdoryk, N. V. Sydora та V. I. Shatrovska) у своєму дослідженні здійснили порівняльний аналіз НРТLC-відбитків фенольних складових 23 видів *Crataegus L.*, виявивши дискримінативні характеристики, що можуть слугувати основою для прогнозування тенденцій розвитку фармацевтичного ринку [7].

Важливий внесок у дослідження цифровізації фармацевтичного сектору зробили В. Ф. Гарькава та Т. В. Ігнатова, які обґрунтували ефективність застосування електронних систем для оптимізації обліку лікарських засобів, запровадження електронних рецептів, удосконалення механізмів онлайн-консультування та автоматизації логістичних процесів за допомогою RFID-технологій [8]. Науковці О. Спектор та Т. Ігнатова з'ясували, що використання штучного інтелекту та аналізу великих даних сприяє прискоренню розробки нових ефективних препаратів, прогнозуванню захворювань та оптимізації клінічних випробувань [9].

Пандемія COVID-19 та наслідки російського військового вторгнення стали серйозними викликами для фармацевтичної галузі України, однак її здатність до швидкої адаптації підтвердила стратегічну важливість впровадження сучасних технологій. Високий рівень автоматизації виробничих процесів дозволив вітчизняним підприємствам оперативно реагувати на зміни



ринкових умов. Дослідники О. Г. Пенькова, І. І. Корман та О. В. Семенда підкреслюють, що важливу роль у стабілізації й подальшому розвитку галузі відіграла цифрова трансформація у сфері охорони здоров'я та фармацевтичного виробництва [10].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проте, попри значні досягнення в цій сфері, низка питань залишається нерозв'язаною та потребує подальших досліджень.

Основні проблеми прогнозування попиту на лікарські засоби в Україні зумовлені низькою якістю вхідних даних, труднощами у виборі оптимальних методів машинного навчання та відсутністю інтеграції прогностичних моделей у практичну діяльність фармацевтичних компаній. Додатковими викликами є економічна та соціальна нестабільність, зміни в нормативно-правовому регулюванні та вплив глобальних кризових явищ, що знижують ефективність традиційних підходів до прогнозування.

Внесок цього дослідження в подолання зазначених проблем полягає в розробленні рекомендацій щодо створення адаптивних моделей машинного навчання, здатних враховувати специфіку фармацевтичного ринку України та швидко реагувати на зовнішні чинники. Запропоновані підходи сприятимуть підвищенню точності прогнозування попиту, оптимізації управлінських рішень та ефективному функціонуванню фармацевтичних компаній в умовах динамічних змін.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою цієї статті є аналіз інноваційних моделей прогнозування попиту на лікарські засоби в Україні із застосуванням сучасних методів, зокрема алгоритмів машинного навчання, що в перспективі сприятиме підвищенню точності прогнозів та ефективності управління фармацевтичним ринком.

Основні завдання дослідження:



- 1) проаналізувати сучасні підходи до прогнозування попиту на лікарські засоби з акцентом на застосуванні методів машинного навчання для виявлення їхніх основних переваг та обмежень;
- 2) схарактеризувати особливості фармацевтичного ринку України, що впливають на точність прогнозування;
- 3) сформулювати рекомендації щодо модернізації систем збору та обробки даних, а також впровадження новітніх технологій, спрямованих на підвищення якості прогнозування попиту та ефективності управлінських рішень у фармацевтичному секторі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Фармацевтична промисловість є стратегічно важливим сектором економіки, що відіграє важливу роль у забезпеченні суспільного здоров'я та підвищенні якості життя населення шляхом забезпечення доступу до лікарських засобів. Ефективне функціонування цього сектору значно залежить від здатності компаній точно прогнозувати попит на лікарські засоби, що залишається одним із найактуальніших викликів для фармацевтичного бізнесу.

Прогнозування попиту на лікарські засоби є складним процесом, що потребує врахування багатьох змінних, зокрема сезонних коливань, макроекономічних показників, соціальних факторів і змін у регуляторному середовищі. Традиційні статистичні методи, що застосовуються в прогнозуванні, часто виявляються недостатньо ефективними в умовах високої мінливості ринку.

Сучасні методи прогнозування, засновані на машинному навчанні, відкривають нові можливості для вдосконалення цього процесу. Використання алгоритмів штучного інтелекту дозволяє автоматизувати аналіз великих масивів даних, виявляти приховані закономірності та прогнозувати тенденції, які традиційні методи можуть не виявити. Інтеграція таких підходів дає змогу фармацевтичним компаніям швидше реагувати на зміни попиту,



оптимізувати виробничі процеси, ефективніше керувати запасами лікарських препаратів, мінімізувати витрати та покращувати доступність медикаментів для пацієнтів.

В Україні прогнозування попиту на лікарські засоби має враховувати не лише математичні моделі, а й економічні, соціальні та політичні реалії країни. Нестабільна економічна ситуація, високий рівень інфляції, часті зміни законодавчого регулювання та наслідки російського військового вторгнення суттєво впливають на функціонування фармацевтичного сектору (табл. 1). Ці умови роблять традиційні методи прогнозування менш ефективними й підкреслюють важливість упровадження нових технологій.

Таблиця 1

Основні виклики фармацевтичного ринку України та шляхи їх подолання через впровадження інноваційних технологій

Причини	Наслідок	Шляхи подолання	Роль машинного навчання
Нестабільна економіка	Зниження доступності лікарських засобів, скорочення інвестицій у галузь.	Залучення міжнародних інвестицій, державна підтримка галузі.	Прогнозування попиту залежно від економічних показників.
Інфляція	Зростання цін на медикаменти, зменшення купівельної спроможності населення.	Контроль цін на життєво необхідні ліки, впровадження соціальних програм.	Аналіз цінових трендів і купівельної спроможності для адаптації стратегії продажів.
Часті зміни законодавства	Ускладнення ведення бізнесу, правова нестабільність для фармацевтичних компаній.	Спрощення регуляторних процедур, стабільна та прогнозована політика.	Створення моделей для оцінювання впливу законодавчих змін на попит.



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

Вплив російського вторгнення	Порушення ланцюгів постачання, зниження виробничих потужностей, гуманітарна криза.	Відновлення логістики, підтримка внутрішнього виробництва.	Використання алгоритмів для моделювання стійких логістичних маршрутів.
Дефіцит кваліфікованих кадрів	Зниження якості послуг, уповільнення розвитку галузі.	Освітні програми, залучення фахівців через державні гранти.	Аналіз потреб у кадрах для навчальних програм і оптимізації найму.
Корупція в галузі	Неефективність використання ресурсів, зменшення довіри до системи охорони здоров'я.	Посилення антикорупційного контролю, цифровізація процесів.	Виявлення корупційних схем за допомогою аналізу даних.

Джерело: власна розробка авторів

Одним із найпоширеніших підходів до прогнозування попиту на лікарські засоби є використання статистичних методів, що базуються на аналізі історичних даних для ідентифікації майбутніх тенденцій [11, с. 74]. Серед таких методів найбільш широко застосовуються методи екстраполяції, зокрема лінійна регресія та моделі часових рядів. Лінійна регресія використовує математичні моделі для визначення взаємозв'язку між попитом і такими чинниками, як ціна, сезонні коливання та загальні економічні умови. Моделі часових рядів, зокрема ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), дозволяють прогнозувати попит на основі історичних закономірностей, що забезпечує виявлення довгострокових трендів і циклічних змін у споживанні лікарських засобів [12, р. 47].

Простота реалізації та доступність статистичних методів пояснюють їхню популярність серед фармацевтичних компаній, оскільки вони не потребують значних капіталовкладень у технологічну інфраструктуру.



Водночас їхнім основним обмеженням є нездатність ефективно враховувати вплив нових, непередбачуваних чинників, зокрема політичних або економічних криз, що не відображені в ретроспективних даних.

Окрім статистичних підходів, у прогнозуванні попиту на лікарські засоби широко застосовуються економічні моделі, засновані на теоретичних принципах, таких як еластичність попиту та максимізація прибутку [13, с. 494]. Аналіз еластичності попиту дає змогу оцінити, наскільки зміна ціни препарату впливає на обсяги його споживання, що є досить важливим для формування цінової політики фармацевтичних компаній. Додатково економічні моделі враховують макроекономічні показники, такі як рівень доходів населення, зміни в політиці охорони здоров'я та вплив інфляційних процесів на купівельну спроможність. Використання цих моделей сприяє точнішому прогнозуванню попиту в умовах динамічних економічних змін. Водночас ефективне впровадження фінансових моделей вимагає високої точності вхідних даних щодо ринкової кон'юнктури та зовнішніх впливів, що часто є ускладненим у середовищі з нестабільними соціально-економічними умовами.

Окрім кількісних методів, у прогнозуванні попиту на лікарські засоби застосовуються якісні підходи, зокрема експертні оцінки та методи сценарного аналізу [14, с. 183]. Метод експертних оцінок передбачає залучення фахівців у сфері фармації та охорони здоров'я, які, ґрунтуючись на професійному досвіді, прогнозують можливі зміни в споживчому попиті. Цей підхід дає змогу враховувати суб'єктивні чинники, які складно кількісно оцінити, зокрема появу нових терапевтичних стандартів або зміну поведінки споживачів.

Метод сценарного аналізу передбачає моделювання кількох можливих варіантів розвитку подій, що дозволяє оцінити попит на лікарські засоби за різних економічних, політичних і соціальних сценаріїв. Цей підхід є особливо



актуальним у періоди нестабільності та невизначеності, оскільки забезпечує адаптивність до потенційних змін у системі охорони здоров'я та фармацевтичному секторі загалом.

Переваги та недоліки традиційних методів прогнозування наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Традиційні методи прогнозування, їхні переваги та недоліки

Метод прогнозування	Тип	Переваги	Недоліки
Метод екстраполяції	Статистичний	Простота використання, доступність, не потребує затратних ресурсів.	Не враховує непередбачувані зміни на ринку, обмежена точність в умовах змін.
Моделі часових рядів (ARIMA)	Статистичний	Виявлення сезонних коливань і трендів попиту, можливість прогнозування на основі історичних даних.	Може бути менш точним в умовах значних змін, потребує точних даних.
Економічні моделі попиту	Економічний	Ураховують зміну попиту через економічні фактори (ціни, доходи, політика).	Потребують точних макроекономічних даних, можуть бути складними для реалізації.
Моделі еластичності попиту	Економічний	Оцінка впливу зміни цін на попит, що допомагає у встановленні цінової політики.	Не завжди враховує нові або раптові зміни в економіці.
Метод сценаріїв	Квалітативний	Ураховує різні можливі варіанти розвитку подій і	Залежить від правильності та



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

		дає гнучкість у прогнозуванні.	точності створених сценаріїв.
Метод експертних оцінок	Квалітативний	Враховує спеціалізовані знання й досвід у сфері охорони здоров'я та фармацевтики.	Суб'єктивність, можливі помилки через обмежену кількість експертів.

Джерело: створено авторами на основі [1, с. 9; 2, с. 156; 11, с. 73; 12, р. 44].

Традиційні методи прогнозування попиту на лікарські засоби характеризуються відносною простотою, невисокими витратами на впровадження та ґрунтуються на усталених принципах аналізу даних. Вони можуть застосовуватися на різних етапах планування та виробництва, забезпечуючи загальне уявлення про попит, що робить їх корисними інструментами для довгострокового прогнозування в умовах стабільного ринкового середовища [15].

Однак ці методи мають низку істотних обмежень. Насамперед вони не завжди здатні враховувати різкі зміни в зовнішньому середовищі, такі як економічні кризи, пандемії або форс-мажорні обставини, що можуть суттєво вплинути на попит на лікарські засоби. Крім того, традиційні підходи вимагають значного обсягу достовірних вхідних даних, які в умовах нестабільного ринку можуть бути неповними або недоступними, що ускладнює отримання точних прогнозів.

Прогнозування попиту на лікарські засоби є одним із важливих елементів управління фармацевтичними підприємствами. Водночас в Україні існує низка специфічних факторів, що значно впливають на точність прогнозних моделей [16, с. 249]. Одним із найважливіших чинників є висока частка імпортованих лікарських засобів, що робить вітчизняний фармацевтичний ринок надзвичайно чутливим до коливань валютного курсу та змін у міжнародних торговельних відносинах. Зміни валютного курсу можуть



призводити до суттєвих цінових коливань на імпортовані препарати, що ускладнює прогнозування попиту та фінансове планування фармацевтичних компаній.

Ще одним важливим фактором є проблеми з доступністю окремих лікарських засобів. Порушення ланцюгів постачання, дефіцит активних фармацевтичних інгредієнтів, затримки митного оформлення та інші логістичні проблеми можуть створювати серйозні перешкоди для стабільного забезпечення ринку лікарськими засобами. Унаслідок цього навіть за високого попиту на певні препарати їхня фізична відсутність на ринку може ускладнювати задоволення потреб пацієнтів і призводити до небажаних соціально-економічних наслідків.

Значний вплив на функціонування фармацевтичного сектору має й динаміка змін у нормативно-правовому регулюванні. Запровадження нових вимог до сертифікації, зміни в системі ціноутворення, державні програми відшкодування вартості препаратів та перегляд правил реєстрації лікарських засобів можуть суттєво змінювати структуру попиту. Нові регуляторні обмеження або розширення доступності певних категорій ліків можуть мати як короткостроковий, так і довгостроковий ефект, що необхідно враховувати при розробленні прогнозних моделей.

Окремим викликом залишається економічна нестабільність, яка є одним із визначальних чинників фармацевтичного ринку України. Високий рівень інфляції, коливання вартості енергоносіїв, макроекономічні ризики, а також наслідки військової агресії росії призводять до зниження купівельної спроможності населення, що особливо позначається на доступі до лікарських засобів серед соціально вразливих категорій громадян, зокрема молоді та людей пенсійного віку. У цих умовах необхідне впровадження інноваційних підходів до прогнозування, які дозволять враховувати мінливість



макроекономічних умов і забезпечувати гнучкість у прийнятті стратегічних рішень для фармацевтичного сектору.

З огляду на специфіку фармацевтичного ринку України, необхідно розробити адаптивні прогностні моделі, здатні ефективно реагувати на змінні зовнішні та внутрішні чинники. Такі моделі повинні мати високу гнучкість і швидко адаптуватися до динаміки ринку, інтегруючи макроекономічні показники, зокрема рівень інфляції, валютні коливання, доходи населення та рівень безробіття. Для мінімізації невизначеності в умовах нестабільного середовища доцільним є застосування сценарних методів прогнозування, що дає змогу створювати декілька варіантів прогнозів залежно від можливих змін макроекономічної ситуації.

Найбільш ефективним підходом є впровадження методів машинного навчання, що суттєво підвищує точність прогнозування завдяки можливості обробки великих масивів даних у режимі реального часу. Інтеграція алгоритмів машинного навчання забезпечує здатність прогностичних моделей оперативно адаптуватися до ринкових змін, знижуючи ймовірність помилкових прогнозів та усуваючи вплив суб'єктивного людського фактора.

Підвищення точності прогнозування потребує створення надійної інформаційної інфраструктури. Фармацевтичний ринок України стикається з проблемою фрагментації даних, оскільки інформація про продажі, попит, ціни та доступність лікарських засобів зберігається у різних форматах, що ускладнює їх інтеграцію. Оптимізація процесу прогнозування потребує стандартизації даних та забезпечення їхньої доступності для всіх учасників ринку, включаючи аптеки, дистриб'юторів, постачальників та регуляторні органи.

Актуальним напрямом є створення єдиної цифрової платформи для збору та обробки даних про лікарські засоби, що не лише підвищить точність прогнозування, а й сприятиме оперативному реагуванню компаній на ринкові



коливання. У цьому контексті машинне навчання може бути ефективним інструментом для аналізу часових рядів та сезонних змін у попиті на лікарські засоби. Наприклад, застосування моделей ARIMA або LSTM (Long Short-Term Memory) дає змогу ідентифікувати сезонні закономірності в попиті на противірусні препарати під час епідемій грипу чи періодів підвищеної захворюваності [17, р. 9], що дозволяє фармацевтичним компаніям завчасно планувати виробництво та уникати дефіциту.

Крім того, нейронні мережі можуть ефективно аналізувати комплексні взаємозв'язки між економічними та соціальними факторами, покращуючи точність прогнозування дефіциту лікарських засобів і оптимізуючи ланцюги постачання. Використання машинного навчання для прогнозування попиту на конкретні препарати дозволяє заздалегідь планувати закупівлі та логістику, знижуючи ризики нестачі лікарських засобів у періоди максимального попиту.

Наочним прикладом інтеграції цифрових технологій у сферу охорони здоров'я є телемедицина, яка є не лише ефективним інструментом комунікації між лікарем і пацієнтом, а й стратегічним джерелом даних для фармацевтичного ринку [18, с. 25]. Завдяки використанню розширених баз даних і аналітичних алгоритмів телемедицина забезпечує високоточне прогнозування попиту на лікарські засоби, що, відповідно, сприяє оптимізації економічних витрат, мінімізації ризиків надлишкових або дефіцитних постачань та підвищенню ефективності розподілу ресурсів.

Платформи телемедицини акумулюють великі обсяги структурованих і неструктурованих даних, зокрема інформацію про звернення пацієнтів, клінічні симптоми, встановлені діагнози та призначене лікування. Ці дані можуть бути використані для побудови моделей прогнозування попиту на лікарські препарати. Наприклад, сезонне зростання звернень із симптомами гострих респіраторних вірусних інфекцій слугує маркером для фармацевтичних компаній щодо необхідності збільшення обсягів



виробництва противірусних та протизапальних препаратів. Таким чином, ринок стає більш адаптивним до коливань попиту, що дозволяє зменшити фінансові втрати, пов'язані з незбалансованим виробництвом і дистрибуцією.

Крім того, телемедицина є важливим інструментом регіональної оптимізації економічного розподілу медичних ресурсів. Аналіз звернень пацієнтів дозволяє визначати регіональні закономірності у формуванні попиту на лікарські засоби. Наприклад, підвищена частота звернень із симптомами алергічних реакцій у певних областях у сезон цвітіння рослин є сигналом для перерозподілу антигістамінних препаратів у відповідні регіони. Це сприяє скороченню логістичних витрат, оптимізації складських запасів та забезпеченню безперебійного постачання необхідних медикаментів.

Використання телемедичних даних також створює нові можливості для раннього виявлення епідемічних загроз. Аналіз масових звернень із типовими симптомами певних захворювань дозволяє оперативно ідентифікувати потенційні спалахи інфекцій та заздалегідь коригувати виробничі й логістичні плани фармацевтичних підприємств [19, с. 67]. Наприклад, у разі збільшення кількості звернень із симптомами грипу система може автоматично надсилати попередження виробникам фармацевтичних засобів про необхідність збільшення виробництва відповідних препаратів. Такий підхід дозволяє уникнути дефіциту ліків, зменшити навантаження на аптечні мережі, запобігти штучному завищенню цін і знизити рівень соціальної напруги серед населення.

Водночас точність прогнозування попиту на лікарські засоби значно зростає із впровадженням алгоритмів штучного інтелекту. Системи машинного навчання здатні аналізувати величезні масиви даних, ідентифікуючи приховані закономірності, сезонні цикли та тренди попиту. Використання інтелектуальних алгоритмів у телемедицині дозволяє



формуванню більш точних та адаптивних прогнозів, що є важливим для підвищення ефективності управління фармацевтичним ринком.

Ефективне прогнозування попиту на лікарські засоби має не лише економічне, а й соціальне значення. Забезпечення своєчасного доступу до необхідних медикаментів сприяє підвищенню рівня довіри до системи охорони здоров'я, зниженню фінансових втрат фармацевтичних компаній та забезпеченню стійкого розвитку галузі в умовах динамічних макроекономічних і соціальних викликів.

Висновки. Отже, удосконалення інфраструктури даних та інтеграція технологій машинного навчання є стратегічно важливими напрямками для підвищення точності прогнозування попиту на лікарські засоби. Розроблення єдиної централізованої платформи збору, зберігання та аналізу даних, впровадження алгоритмів машинного навчання для оцінювання сезонних коливань і макроекономічних чинників, а також створення інтегрованих систем підтримки прийняття рішень сприятимуть оптимізації ланцюгів постачання, зниженню ризиків дефіциту лікарських засобів та забезпеченню довгострокової стабільності фармацевтичного сектору України.

Використання методів машинного навчання для прогнозування дефіциту лікарських препаратів та вдосконалення механізмів управління ланцюгами постачання дозволить не лише мінімізувати ризики відсутності критично важливих медикаментів, а й забезпечити їх своєчасне постачання відповідно до реального рівня попиту. Впровадження інтегрованих аналітичних систем дасть змогу фармацевтичним компаніям оперативно адаптувати свої стратегії постачання та ціноутворення в режимі реального часу на основі динамічних ринкових показників.

Таким чином, формування розвиненої інформаційної інфраструктури та застосування сучасних моделей машинного навчання сприятиме підвищенню точності прогнозів та значному покращенню ефективності управління



фармацевтичним ринком України. Це забезпечить стале зростання галузі, раціональне використання ресурсів та здатність швидко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури, що є важливим для подолання поточних викликів у фармацевтичному секторі.

Важливим напрямом подальших досліджень є адаптація глобальних моделей машинного навчання до особливостей української фармацевтичної системи, а також оцінювання впливу світових соціально-економічних викликів на формування попиту на лікарські препарати.

Список використаних джерел

1. Завражний К. Ю. Використання штучного інтелекту та вплив цифровізації на сталий розвиток корпоративного бізнесу. *Академічні візії*. 2023. Вип. 26. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10257188>
2. Позняк О. В., Мельник К. О. Логістичні аспекти штучного інтелекту в управлінні товарами стратегічного призначення. *Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці*. 2020. №3(69). С. 153–158. DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-666X/2020-69-25>
3. Другова О. С. Стратегії підвищення конкурентоспроможності через цифрові технології, інновації та сталий розвиток. *Східна Європа: Економіка, бізнес та управління*. 2024. Вип. 3(4). С. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.44-6>
4. Федорченко А. В., Кулик А. Б., Пономаренко І. В. Особливості застосування методу кластеризації в маркетингових дослідженнях фармацевтичного ринку України. *Маркетинг і цифрові технології*. 2023. Т. 7. № 1. С. 7–28. DOI: [10.15276/mdt.7.1.2023.1](https://doi.org/10.15276/mdt.7.1.2023.1)
5. Сорока І. М. Наукове обґрунтування оптимізації використання електронних технологій в умовах розвитку електронної системи охорони



здоров'я. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2023. № 2 (96). С. 120–129. DOI: 10.11603/1681-2786.2023.2.14044

6. Кучер П. В., Юнькова О.О. Прогнозування динаміки ринку вітамінів за допомогою нейромереж. *Наука і техніка сьогодні*. 2013. №3(17). С. 110–121. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3\(17\)-110-121](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3(17)-110-121)

7. Khokhlova K. O., Zdoryk O. A., Sydora N. V., Shatrovska V. I. Chromatographic Profiles Analysis of Fruits of Crataegus L. Genus by High-Performance Thin-Layer Chromatography. *European Pharmaceutical Journal*. 2019. Vol.66. №2. P. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.2478/afpuc-2019-0020>

8. Гарькава В. Ф., Ігнатова Т. В. Роль та перспективи використання інформаційних технологій в сучасній фармацевтичній галузі. *Орликівські читання – 2024: матеріали наук.-практ. конф.* (м. Миколаїв, 17 квітня 2024 р.). Миколаїв, 2024. С. 156–158.

9. Спектор О., Ігнатова Т. Особливості та можливості цифрових платформ у сфері фармації. *Орликівські читання – 2024: матеріали наук.-практ. конф.* (м. Миколаїв, 17 квітня 2024 р.). Миколаїв, 2024. С. 158–159.

10. Пенькова О. Г., Корман І. І., Семенда О. В. Маркетинговий аналіз фармацевтичного ринку України. *Інвестиції: практика та досвід*. 2022. № 9. С. 16–23. DOI: 10.32702/2306-6814.2022.9-10.16

11. Яновський Д., Граф М. Аналіз існуючих методів прогнозування попиту та способів оцінки їх якості. *Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security*. 2023. Вип. 3. С. 70–77. DOI: <https://doi.org/10.32782/IT/2023-3-9>

12. Meher B. K., Hawaldar I. T., Spulbar C., Birau R. Forecasting stock market prices using mixed ARIMA model: a case study of Indian pharmaceutical companies. *Investment Management and Financial Innovations*. 2021. Vol. 18. № 1. P. 42–54. DOI: 10.21511/imfi.18(1).2021.04



13. Козак К., Єгоров Б., Озарко К., Голодонюк О. Використання штучного інтелекту для оптимізації маркетингового ціноутворення. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. Вип. 336(6). С. 492–499. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-336-75>

14. Сақун Л., Веденіна Ю., Мажаренко К., Шишлова Ю. Вплив інноваційних методів управління ризиками на результативність інвестиційної діяльності. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. Вип. 328(2). С. 181–189. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-328-28>

15. Жолуденко Т. І. Інноваційний маркетинг у фармацевтичній промисловості: тренди та перспективи розвитку. *Актуальні питання економічних наук*. 2025. №7. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14807937>

16. Буднікевич І., Гончар В. Особливості монополістичної конкуренції на фармацевтичному ринку: глобальний та національний аспект. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2023. Вип. 314(1). С. 246–253. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2023-314-1-37>

17. Helae M. Q., Ebrahimi D., Alzhouri F. Data Analytics in the Pharmacology Domain. *International Journal of Big Data and Analytics in Healthcare (IJBD AH)*. 2022. Vol. 7. № 1. DOI: <https://doi.org/10.4018/ijbdah.314229>

18. Жуковська А. Ю. Інноваційні технології інклюзивної медицини. *Інноваційна економіка*. 2020. Вип. 3–4(83). С. 19–30. DOI: [10.37332/2309-1533.2020.3-4.3](https://doi.org/10.37332/2309-1533.2020.3-4.3)

19. Запорожан Л. П., Теренда О. Н., Литвинова О. Н., Панчишин Н. Я., Феш М. С. Необхідність розвитку української телемедицини за сучасних умов. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2020. Вип. 2(84). С. 65–71. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2786.2020.2.11413>