

УДК 332.6 : 519.6  
UDC 332.6 : 519.6

DOI:10.33744/0365-8171-2023-114.1-233-240

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ  
ЦІНОУТВОРЕННЯ НА РИНКУ НЕРУХОМОСТІ**

**APPLICATION OF TIME SERIES ANALYSIS METHODS FOR FORECASTING PRICING  
IN THE REAL ESTATE MARKET**



*Бондаренко Людмила Петрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-mail: [luda\\_bond@ukr.net](mailto:luda_bond@ukr.net), тел. +380442803942,*

<https://orcid.org/0000-0002-8239-065X>



*Ляшенко Яна Григорівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: [Ya\\_Lyashenko@ukr.net](mailto:Ya_Lyashenko@ukr.net), тел. +380444067323,*

<https://orcid.org/0000-0002-7772-7879>

**Анотація:** В роботі представлено теоретико-методичні підходи щодо прогнозування ціноутворення на ринку нерухомості на основі дослідження стохастичних моделей часових рядів, що являють собою згенеровані послідовно в часі статистичні вибірки цін об'єктів нерухомості в певних сегментах даного ринку. Наведено основні етапи дослідження часових рядів на ринку нерухомості. Виділено дві основні складові часових рядів цін на нерухомість – фундаментальну (регулярну) та випадкову (нерегулярну). Фундаментальна (регулярна) складова часового ряду містить тренд, циклічну та сезонну тенденції. Випадкова складова є шумом, що дещо відхиляє значення часового ряду від тренду. В рамках роботи проаналізовано фундаментальні ціноутворюючі фактори на ринку нерухомого майна, що найбільшим чином впливають на формування ціни нерухомості та визначають її тренд. Представлено результати аналізу часових рядів цін на вторинному ринку нерухомості у традиційно найбільш активних ділових містах України (Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів, Івано-Франківськ) у період 2016-2023 роки. Показано, що ціни на регіональних ринках нерухомості формуються під впливом, як загальних тенденцій по всій країні, так і випадкових кризових явищ, притаманних даному регіону. У регіональному розрізі проаналізованих ринків нерухомості у середньому спостерігається зростаючий тренд, що стимулюється все більшим платоспроможним попитом на житлові квадратні метри. У той же час, особливий інтерес представляє дослідження поведінки цін на ринку нерухомості у періоди криз, спричинених екстраординарними подіями та умовами (пандемія та війна), що спостерігалися в 2020, 2022 і в поточному 2023 році. Якщо

коронавірус, як кризове явище, вплинув більш-менш однаково на динаміку регіональних ринків нерухомості, то вплив повномасштабної війни проявився по-різному в різних регіонах нашої країни. У прифронтових містах, що досить сильно страждають від обстрілів (наприклад, Харків), ринок нерухомості відреагував зниженням цін та попиту. У той же час, в західних регіонах (наприклад, Львів, Івано-Франківськ) вартість квадратних метрів помітно зросла, що обумовлено різким збільшенням попиту за рахунок тимчасово переміщених та евакуйованих осіб. Визначено подальші напрямки досліджень часових рядів для прогнозування ціноутворення на ринку нерухомості.

**Ключові слова:** ринок нерухомості, вартість об'єкта нерухомості, ціноутворення, часовий ряд, тренд.

**Вступ.** Ринок нерухомості є однією з найважливіших галузей економіки, що постійно еволюціонує та адаптується до змін суспільного, економічного та технологічного середовища. Розуміння останніх тенденцій та прогнозування майбутнього розвитку ринку нерухомості має важливе значення для всіх зацікавлених сторін, починаючи від покупців та продавців житла до інвесторів та регуляторів ринку.

На сьогоднішній день ринок нерухомості вимагає адаптації до нових реалій – небезпек і викликів, обумовлених кризовими явищами, такими як військові конфлікти, глобальні епідемії, тощо. Розуміння змін в психології споживачів та їх потреб дозволить розробникам та агентствам нерухомості адекватно реагувати на ринкові тенденції.

Теоретичні і практичні питання вивчення ринку нерухомості, а також визначення понять і співвідношень між ними вивчалися в роботах Дж.Фрідмана, Г.С. Харрісона, Н.Ордуєйя, В. Вороніна, Б. Грабовецького, С. Сівця, Н. Максишко, І. Шапошнікової, Ю. Дехтяренка, Ю. Кірічека, М. Лихогруда, Ю. Палехи, Л. Перовича, А. Третяка, П. Черняги та багатьох інших вчених.

Як показує аналіз численних досліджень, для ефективного управління ринком нерухомого майна важливим є не власне ціна на нерухомість, а її зміна в часі – динаміка. Тобто, важливого значення набуває дослідження стохастичних моделей часових рядів, що являють собою згенеровані послідовно в часі статистичні вибірки цін об'єктів нерухомості в певних сегментах даного ринку. Використання часових рядів для прогнозування динаміки ринку нерухомості є досить актуальним питанням, вивченню якого присвячено ряд робіт, як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [1-8].

**Мета роботи** полягає в аналізі теоретико-методичних підходів щодо прогнозування ціноутворення на ринку нерухомості на основі дослідження стохастичних моделей часових рядів.

**Об'єктом дослідження** є часові ряди, що являють собою згенеровані послідовно в часі статистичні вибірки цін об'єктів нерухомості в певних сегментах даного ринку.

**Методи дослідження** – математичне та числове моделювання.

Дослідження проводились за двома основними напрямками:

1. Аналіз загальних принципів і підходів щодо дослідження часових рядів з точки зору загальної теорії статистики та оцінки нерухомості.

2. Дослідження часових рядів цін на вторинному ринку житлової нерухомості у традиційно найбільш активних ділових містах України (Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів, Івано-Франківськ) за часовий період 2016-2023 роки.

**Результати і пояснення.** У сучасній статистичній теорії досить широко використовують методи прогнозування, що базуються на аналізі часових рядів. Характерною особливістю цього методу є дослідження лише даних спостережень без використання додаткової інформації і аналізу впливу зовнішніх факторів. Хоча такий підхід може здатися досить обмеженим, у багатьох випадках прогнози часових рядів виявляються найточнішими.

Застосування методів теорії часових рядів у дослідженні ринку нерухомості дозволяє аналізувати та розуміти динаміку даного ринку, а також розробляти моделі та стратегії, які допомагають управляти ризиками та виробляти ефективні стратегії управління нерухомістю, зокрема:

**1. Прогнозування ринкових тенденцій.** Аналіз часових рядів дозволяє виявляти повторювані патерни та тенденції в динаміці цін, обсягах транзакцій та інших ключових показниках ринку. Це робить можливим ефективне прогнозування майбутніх рухів на ринку нерухомості, що допомагає учасникам ринку адаптуватися до змін та приймати обґрунтовані рішення.

**2. Виявлення сезонності та циклічності.** Часові ряди дозволяють виявляти сезонні та циклічні зміни на ринку нерухомості. Це важливо для розуміння, як ринок реагує на різні часові періоди, що визначають оптимальний час для купівлі чи продажу, а також допомагає агентствам нерухомості планувати свої стратегії маркетингу.

**3. Визначення впливу зовнішніх факторів.** Часові ряди дозволяють вивчати взаємозв'язок між ринком нерухомості та зовнішніми факторами, такими як економічні та соціальні зміни, політичні події чи природні катастрофи. Це допомагає аналізувати вплив зовнішніх подій на ринок та приймати обґрунтовані стратегічні рішення.

**4. Управління ризиками.** Часовий аналіз дозволяє визначити потенційні ризики, а також розпізнавати їхні попереджувальні ознаки. Це важливо для інвесторів, розробників та агентств нерухомості, які шукають ефективні стратегії управління ризиками та максимізації прибутковості.

**5. Оптимізація стратегій маркетингу та продажу.** Аналіз часових рядів допомагає визначити ефективні моменти для запуску маркетингових кампаній та реалізації об'єктів нерухомості. Це дозволяє підприємствам максимізувати ефективність своїх стратегій продажу та забезпечувати стабільність у конкурентному середовищі.

З точки зору теорії часових рядів, часовий ряд в оцінці нерухомості являє собою послідовність значень цін на нерухомість, вимірюваних впродовж певних часових інтервалів. Ці інтервали можуть бути різними, наприклад, щоденними, щомісячними чи річними відліками, в залежності від обраної часової шкали.

Якщо майбутні значення часового ряду можна точно визначити за допомогою математичної функції, тоді цей часовий ряд вважається детермінованим. У випадку, коли майбутні значення можна описати лише за допомогою випадкових величин, матимемо справу з випадковим часовим рядом. Часові ряди, які характеризують поведінку параметрів ринку та можуть бути визначені лише за допомогою випадкових величин, вважаються випадковими.

У більшості випадків часові ряди, що описують ринкові процеси, такі як ціни на нерухомість чи котирування акцій, мають нестационарний характер. Це проявляється у тому, що значення часового ряду не стабільно коливаються навколо фіксованого середнього, а виявляють чітку тенденцію до зростання чи спадання. Також у багатьох випадках часові ряди характеризуються наявністю періодичної складової, що є результатом сезонності тих чи інших процесів.

Регресійний аналіз є одним із найпопулярніших методів прогнозування часових рядів, оскільки він базується на виявленні загальних тенденцій, пов'язаних з трендами, та побудові математичної моделі тренду за допомогою рівнянь, які дозволяють прогнозувати значення досліджуваного явища. При цьому простою формою регресійної моделі є та, у якій фактор часу виступає як незалежна змінна.

Відомо, що ціна на нерухомість складається з кількох складових, що мають фундаментальне та випадкове значення (рис. 1).

Фундаментальна (регулярна) складова часового ряду містить тренд, циклічну та сезонну тенденції. Випадкова складова є шумом, що дещо відхиляє значення часового ряду від тренду. Експерти зазначають, що існують певні фундаментальні ціноутворюючі фактори на ринку нерухомого майна, що найбільшим чином впливають на визначення ціни нерухомості та формування її тренду.

Аналіз часового ряду починається з виділення трендового компонента. Його присутність неважко помітити, проаналізувавши графік часового ряду. Найдоцільніше описувати такі зміни за допомогою кривих, які можна задати в аналітичному вигляді.

Сезонна компонента ціни на житлову нерухомість вказує на регулярні коливання чи патерни, які повторюються в певний період часу протягом року. Ця компонента враховує вплив сезонних змін на ринку нерухомості, таких як вищий попит у певний період року або зміни у власності, що можуть

впливати на ціни. Наприклад, у багатьох регіонах може спостерігатися збільшений попит на житло влітку, коли багато людей шукають нові місця проживання перед початком нового навчального року або через більш комфортні умови для переїзду. З іншого боку, у зимовий період попит може зменшуватися через менше бажання переїжджати в холодний період року.

Розуміння сезонної компоненти дозволяє агентам ринку нерухомості краще адаптувати свої стратегії до змін у попиті та цінах, що виникають внаслідок цих регулярних коливань протягом року.

Циклічний компонент займає проміжне місце між трендом та сезонним компонентом. Тренд – це гладка змінна, яка проявляється на великому проміжку часу. Сезонний компонент – це періодична функція, що залежить від часу, причому його період значно менший за період спостережень. Циклічний компонент розглядається, в основному, як гладка змінна, залежна від часу, але яка не включається ні до тренду, ні до сезонного компонента.

Випадковий компонент у часовому ряді – це непередбачувані, стохастичні зміни, які залишаються після вилучення тренду, циклічних та сезонних компонентів. Цей елемент включає різноманітні випадкові впливи, такі як економічні нестабільності та непередбачувані події. Розуміння випадкового компонента є ключовим для аналізу ринку нерухомості, дозволяючи уникнути переоцінки впливу випадкових факторів на формування прогнозів і вказуючи на необхідність удосконалення стратегій адаптації до непередбачуваних факторів.

Від значення кожного компонента залежить значення часового ряду у кожний період спостережень. Але не завжди представляється можливим характеризувати кожний компонент окремо. Іноді краще робити прогноз відносно всієї моделі, ніж намагатися виділити кожний компонент окремо.

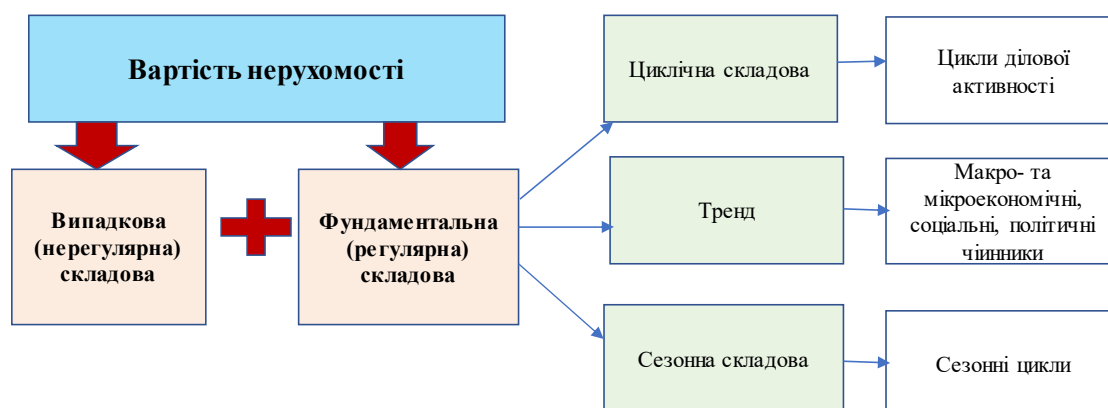


Рисунок 1 – Складові часового ряду цін на нерухомість

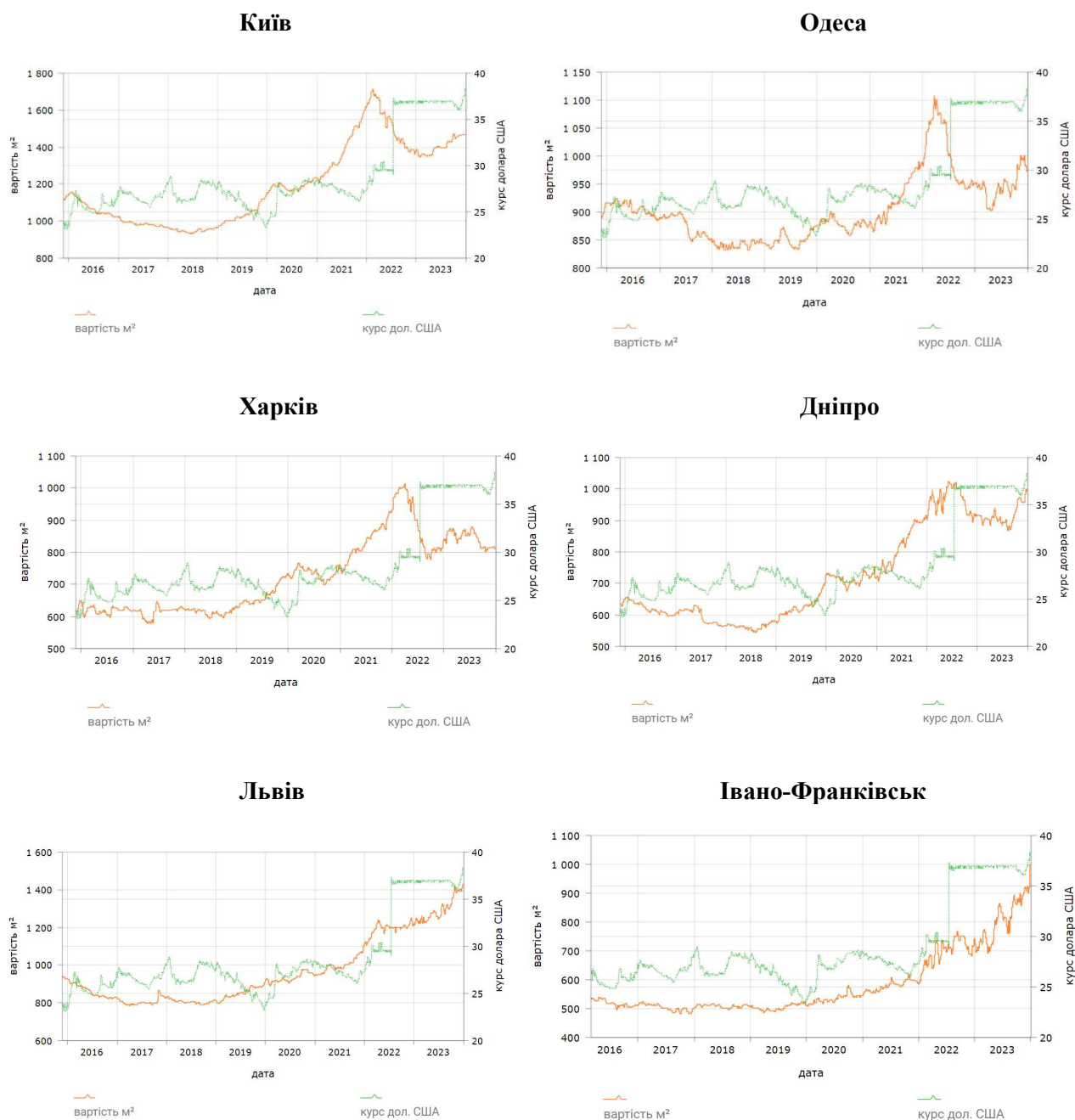
Figure 1 – Components of the time series of real estate prices

Прогнозуючи динамічні процеси на ринку нерухомості слід відзначити, що ціни на нерухомість у кожному регіоні формуються під впливом загальних тенденцій по всій країні. У той же час, коливання цін на одному сегменті ринку неухильно призводять до відповідних змін на інших. Треба також врахувати, що спочатку підвищення купівельної спроможності зазвичай впливає на попит, особливо на житлові об'єкти. Ці процеси виявляють схожий розвиток у різних містах та сегментах ринку. Саме через це для вивчення загальної динаміки ринку нерухомості в країні необхідно розглядати зміни цін як в окремих регіонах, так і в усій Україні в цілому.

У рамках даної роботи було проаналізовано динаміку середньої вартості житлової нерухомості на вторинному ринку традиційно найбільш активних ділових міст України (Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів, Івано-Франківськ) за часовий період 2016-2023 роки. Інформаційною базою стали усереднені ціни продажу 1 м<sup>2</sup> житла, розраховані за даними ріелтерських агенцій [9]. Результати обробки даних представлено у вигляді дискретних часових рядів, у яких спостереження здійснювалися через фіксовані інтервали часу. Статистична інформація формувалася автоматично кожен день, у всіх

## ПІДПРИЄМНИЦТВО, ТОРГІВЛЯ ТА БІРЖОВА ДІЯЛЬНІСТЬ / RIDPRYUMNSTVO, TRADE AND BIRZHOVA ACTIVITY

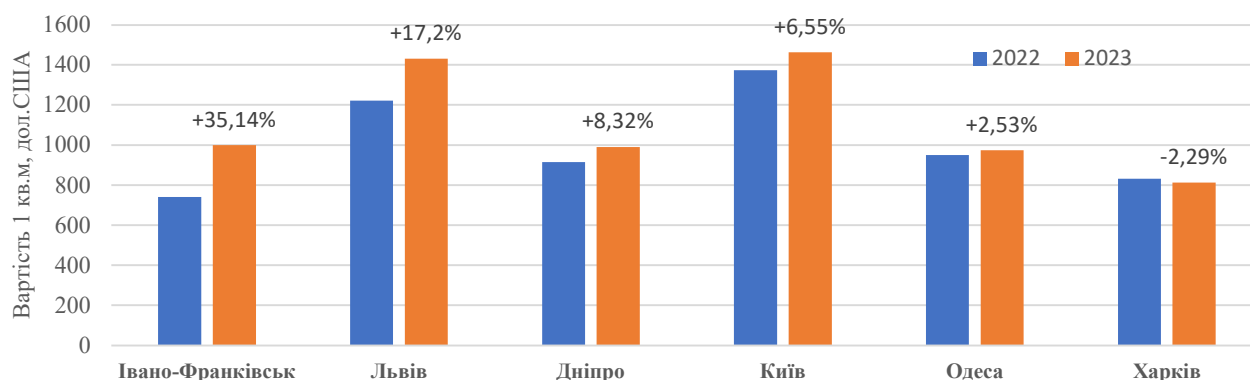
графіках використано медіанне значення цін. В даному випадку часові ряди, що описують ціни на вторинну нерухомість досліджуваних міст, носять нестационарний характер. Це виражається в тому, що значення часових рядів не коливаються навколо фіксованого середнього, а проявляють чітко виражені тенденції до зростання або падіння (рис. 2, 3).



**Рисунок 2** – Часові ряди середньої вартості житлової нерухомості на вторинному ринку найбільших міст України за період 2016-2023 роки (у дол. США)

**Figure 2** – Time series of the average value of residential real estate on the secondary market of the largest cities of Ukraine for the period 2016-2023 (in USD)





**Рисунок 3** – Зміна середньої вартості житлової нерухомості на вторинному ринку найбільших міст України у 2023 році порівняно з 2022 роком

**Figure 3** – Change in the average value of residential real estate on the secondary market of the largest cities of Ukraine in 2023 compared to 2022

Аналізуючи графіки цін на вторинну житлову нерухомість великих міст України за 2016-2023 роки (рис.2, 3) та пов'язуючи їх із ключовими подіями кожного періоду, можна виділити кілька значущих моментів, що впливали на ринок нерухомості:

1. До кінця 2019 року спостерігаємо продовження тенденцій більш ранніх періодів, що характеризувалися відносною стабільністю на ринку нерухомості.

2. З початку 2020 року (січень-травень) ринок потерпав від шоків, спричинених пандемією Covid-19 і пов'язаними із нею низкою негативних явищ – кризою енергоносіїв, скороченням купівельної спроможності, зростанням інфляційних очікувань, тощо.

3. У третьому кварталі 2020 року ринок нерухомості адаптувався до викликів, пов'язаних з пандемією Covid-19. Покупці почали задовольняти відкладений попит, і ринкові показники практично повернулися до докарантинного рівня, проявляючи тенденцію до стабільного зростання. Згідно з даними Мінфіну, протягом 2021 року ціна "квадрата" у новобудовах зросла на 20%, а на вторинному ринку – на 25%. За умов мирного життя ринок нерухомості продовжував би розвиватися та розширюватися, без передумов для "гальмування".

4. Перші місяці повномасштабної війни в Україні 2022 року призвели до повної зупинки ринкових процесів. Навесні 2022 року ситуація була настільки критичною, що вторинний ринок житла фактично припинив своє існування через закриті реєстри нерухомості. Після відновлення їх роботи значна частина угод – це були угоди, укладені ще до початку війни, а інші – виникали через труднощі у власників майна. Наприкінці літа 2022 року, ринок трохи стабілізувався, з'явився відкладений попит, але в цілому обсяг продажів житла за 2022 рік скоротився на 46%.

5. В регіональному розрізі вплив повномасштабної війни на ринок нерухомості в різних регіонах України є різним і залежить від його близькості до зони бойових дій.

Так, наприклад, Харків – прифронтове місто, що досить сильно страждає від обстрілів, тому ринок відреагував відповідно найбільшим зниженням цін та попиту в даному регіоні.

Вартість квадратних метрів помітно зросла в західних регіонах, що видно на графіках цінової динаміки у Львові та Івано-Франківську (рис.2, 3). Така ситуація є цілком передбачуваною, адже саме туди була спрямована більша частина тимчасово переміщених та евакуйованих осіб.

Схожа картина спостерігалася в Києві після звільнення області та зупинення наступу на столицю. Головні релокації бізнесу та переїзд сімей із прифронтових зон в столицю відбулися в серпні - на початку жовтня. Але кінець 2022 року відзначається зниженням цін на ринку, що може бути викликано посиленням ракетних ударів, що призвело до негативної динаміки.

Деякі регіони не знаходяться дуже далеко від зон активних бойових дій, але все ж таки влітку 2022 року ціни там зросли, зокрема це стосується м.Дніпро. Пов'язано це знову ж таки з переселенцями, які вибирали відносно безпечні регіони, але ближче до рідної домівки. Зменшення

кількості пропозицій викликало зростання цін. Такі міста як Одеса не зазнали значних змін, адже цей напрямок був популярним і до війни.

6. Початок 2023 року не ознаменувався суттєвими зрушеннями на ринку нерухомості, що починає потроху відновлюватися, як в цілому по Україні, так і в різних областях. Винятками є лише Харків та інші міста, які залишаються прифронтовими.

**Висновки.** В сучасному світі, де зміни в економічному та соціальному середовищі стають все більш динамічними, використання аналізу часових рядів в дослідженні ринку нерухомості стає невід'ємним елементом стратегічного планування та прийняття рішень. Ціни на регіональних ринках нерухомості формуються під впливом загальних тенденцій та випадкових кризових явищ. За останні роки спостерігається зростаючий тренд на ринках нерухомості, спричинений збільшеним платоспроможним попитом. Дослідження поведінки цін у кризові періоди, такі як пандемія та війна (2020, 2022, 2023), представляє особливий інтерес. Якщо коронавірус вплинув на регіональні ринки нерухомості приблизно однаково, то вплив повномасштабної війни є різним в різних регіонах України. У прифронтових містах, наприклад, Харкові, ринок відчув зниження цін та попиту через обстріли. З іншого боку, в західних регіонах, таких як Львів і Івано-Франківськ, вартість квадратних метрів помітно зросла через збільшений попит від тимчасово переміщених та евакуйованих осіб.

#### Перелік посилань

1. Максишко Н.К. Аналіз та прогнозування: сучасні концепції в дослідженні динаміки ціни на ринку нерухомості / Н. К. Максишко, В.О. Шаповалова. – Запоріжжя : Поліграф, 2018. – 235 с.
2. Шапошнікова І.О. Аналіз часових рядів первинного ринку житлової нерухомості м. Києва // Економічний вісник університету, 2018 . – Випуск № 36/1. – С.139-147
3. Воронін В.О., Лянце Е.В., Мамчин М.М. Аналітика ринку нерухомості: методологія та принципи сучасної оцінки : Монографія. – Львів: видавництво "Магнолія".-Львів, 2014. – с.304
4. Мірошниченко І. В., Крашеніннікова О. В. Прогнозування ціни на нерухомість з використанням алгоритмів машинного навчання. – Ефективна економіка, 2022. № 1. – С.1-17. – DOI: 10.32702/2307-2105-2022.1.81
5. Данич В., Старчак І. Динаміка регіональних ринків житлової нерухомості в Україні // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, Серія економічна, 2019, вип.97. – С. 41-49. – <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2019-97-05>
6. Tomasz Adamczyk, Agnieszka Bieda The applicability of time series analysis in real estate valuation // GEOMATICS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 2015 – Vol. 9, no. – P. 15-25, DOI: [10.7494/geom.2015.9.2.15](https://doi.org/10.7494/geom.2015.9.2.15)
7. Alex van de Minne, Marc Francke, David Geltner Forecasting US Commercial Property Price Indexes Using Dynamic Factor Models // Journal of Real Estate Research, Volume 44, 2022 – Issue 1. – P. 1-27. – <https://doi.org/10.1080/08965803.2020.1840802>
8. Monika Mika Analysis of the Real Estate Market Dynamics as the Effect of Changes in the Road Infrastructure // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, Volume 603 , Issue 4 – P.1-9 – DOI 10.1088/1757-899X/603/4/042046
9. Статистика цін на нерухомість / <https://ua.m2bomber.com/stat>

#### APPLICATION OF TIME SERIES ANALYSIS METHODS FOR FORECASTING PRICING IN THE REAL ESTATE MARKET

**Bondarenko Liudmyla**, Candidate of Engineering Science (Ph.D.), Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Transport Construction and Property Management, e-mail: [luda\\_bond@ukr.net](mailto:luda_bond@ukr.net), тел.+380442803942, <https://orcid.org/0000-0002-8239-065X>

**Liashenko Yana**, PhD in Physics and Mathematics, National Aviation University, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, e-mail: [Ya\\_Lyashnko@ukr.net](mailto:Ya_Lyashnko@ukr.net), тел.+380444067323 <https://orcid.org/0000-0002-7772-7879>

**Summary .** The paper presents theoretical and methodological approaches to forecasting pricing in the real estate market based on the study of stochastic models of time series, which are statistical samples of prices of real estate in certain segments of this market generated consistently over time. The main stages of the

research of time series in the real estate market are given. Two main components of time series of real estate prices are distinguished - fundamental (regular) and random (irregular). The fundamental (regular) component of the time series contains trend, cyclical and seasonal trends. The random component is noise, which slightly deviates the value of the time series from the trend. The work analyzed the fundamental price-forming factors in the real estate market, which have the greatest influence on the formation of the real estate price and determine its trend. The results of the analysis of time series of prices on the secondary real estate market in the traditionally most active business cities of Ukraine (Kyiv, Kharkiv, Dnipro, Odesa, Lviv, Ivano-Frankivsk) in the period 2016-2023 are presented. It is shown that prices on regional real estate markets are formed under the influence of both general trends throughout the country and random crisis phenomena inherent in this region. In the regional section of the analyzed real estate markets, on average, a growing trend is observed, which is stimulated by the increasing solvent demand for residential square meters. At the same time, it is of particular interest to study the behavior of real estate market prices during periods of crises caused by extraordinary events and conditions (pandemic and war) observed in 2020, 2022 and in the current year 2023. If the coronavirus, as a crisis phenomenon, affected the dynamics of regional real estate markets more or less equally, then the impact of a full-scale war manifested itself differently in different regions of our country. In front-line cities that suffer quite a lot from shelling (for example, Kharkiv), the real estate market reacted by lowering prices and demand. At the same time, in the western regions (for example, Lviv, Ivano-Frankivsk), the cost of square meters has increased significantly, which is due to a sharp increase in demand due to temporarily displaced and evacuated persons. Further directions of time series research for forecasting pricing in the real estate market have been determined.

**Keywords:** real estate market, real estate value, pricing, time series, trend.

#### References

1. Maksyshko N.K. Analiz ta prohnozuvannya: suchasni kontseptsii v doslidzhenni dynamiky tsiny na rynku nerukhomosti / N. K. Maksyshko, V.O. Shapovalova. – Zaporizhzhya : Polihraf, 2018. – 235 s.
2. Shaposhnikova I.O. Analiz chasovykh ryadiv pervynnoho rynku zhytlovoi nerukhomosti m. Kyieva // Ekonomichnyy visnyk universytetu, 2018. – Vypusk № 36/1. – S.139-147
3. Voronin V.O., Lyantse E.V., Mamchyn M.M. Analitika rynku nerukhomosti: metodolohiya ta pryntsyipy suchasnoyi otsinky : Monohrafiya. – L'viv: vydavnytstvo "Mahnoliya".-L'viv, 2014. – s.304
4. Miroshnychenko I. V., Krasheninnikova O. V. Prohnozuvannya tsiny na nerukhomist' z vykorystanniam alhorytmiv mashynnoho navchannya. – Efektyvna ekonomika, 2022. № 1. – S.1-17. – DOI: 10.32702/2307-2105-2022.1.81
5. Danych V., Starchak I. Dynamika rehional'nykh ryнкiv zhytlovoi nerukhomosti v ukrayini // Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V. N. Karazina, Seriya ekonomichna, 2019, vyp.97. – S. 41-49.– <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2019-97-05>
6. Tomasz Adamczyk, Agnieszka Bieda The applicability of time series analysis in real estate valuation // GEOMATICS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, 2015 – Vol. 9, no. – P. 15-25, DOI: [10.7494/geom.2015.9.2.15](https://doi.org/10.7494/geom.2015.9.2.15)
7. Alex van de Minne, Marc Francke, David Geltner Forecasting US Commercial Property Price Indexes Using Dynamic Factor Models // Journal of Real Estate Research, Volume 44, 2022 - Issue 1. – P. 1-27. – <https://doi.org/10.1080/08965803.2020.1840802>
8. Monika Mika Analysis of the Real Estate Market Dynamics as the Effect of Changes in the Road Infrastructure // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, Volume 603 , Issue 4 – P.1-9 – DOI 10.1088/1757-899X/603/4/042046
9. Statystyka tsin na nerukhomist' / <https://ua.m2bomber.com/stat>

*Дата надходження до редакції 03.10.2023*