



## ПРОГНОЗНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ



*Bona consulta homini optima est!*

*Добра порада – найкраще!*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>3</b>
<b>1. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ, ЩО БАЗУЮТЬСЯ НА АНАЛІЗІ ТРЕНДІВ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІН НА КВАРТИРИ .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Аналіз траєкторії зміни цін на квартири в Україні (червень 2019 - жовтень 2022 рр.).....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Аналіз можливості інтерполяції траєкторії ціни квартир за допомогою поліномів високого порядку.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Залежність вартості ціни квартири від макроекономічних факторів</b> <b>13</b>	
<b>2.4. Побудова та дослідження багатofакторних моделей цін на вторинному ринку квартир.....</b>	<b>52</b>
<b>3. МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІН НА ЗЕМЕЛЬНІ ДІЛЯНКИ .....</b>	<b>63</b>
<b>4. МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІН НА ДОМОВОЛОДІННЯ .....</b>	<b>69</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>78</b>

## ВСТУП

На сучасному етапі, коли Україна через збіг вкрай негативних факторів (повномасштабна російська агресія, залежність від імпорту енергоносіїв, наслідки коронавірусу) знаходиться в кризовій ситуації, особливої важливості і актуальності набуває проблема прогнозування основних параметрів ринку, яка породжена об'єктивною необхідністю наступного швидкого технічного переозброєння, відновлення та реструктуризації галузей національної економіки. Від врахування зазначеної проблеми в період системної кризи залежить правильність та ефективність прийнятих рішень, наслідки яких неможливо оцінити без аналізу їх можливого впливу на майбутнє. Звичайно, будь-яка майбутня ситуація є дуже невизначеною. Тому немає способів, що дозволяють точно «вгадати» її розвиток. Разом з тим відомо безліч прийомів, методів та відповідних засобів, що дозволяють виявити тенденції, логіку розвитку тих чи інших процесів та на основі зіставлення з минулим досвідом передбачити характеристики найімовірнішого розвитку подій.

Складність проблеми прогнозування параметрів ринків в даний момент обумовлена тим, що кризові явища, що розвиваються, спровоковані дисбалансом попиту і пропозиції на одному або декількох ринках товару, поширюються на ринки інших товарів через взаємопов'язаність економічної системи. З погляду можливості прогнозування цей період характеризується підвищеною невизначеністю, коли наступне поведінка тих чи інших показників ринку складно передбачити, і висновок можна зробити лише із спільного аналізу поведінки різних чинників, які впливають значення прогнозованого показника.

Основу прогнозу зазвичай становить аналіз динаміки процесів на ринку в минулі роки, виявлення та детальне вивчення взаємозв'язків між явищами та показниками, що супроводжують ці процеси, опис їх кількісних та якісних характеристик та виявлення стійких закономірностей. Найбільшою мірою стан ринку та його динаміку у відповідному сегменті відображають ціни. Справа в тому, що ціни формуються під дією всіх факторів, включаючи платоспроможний попит, наявність на ринку об'єктів нерухомості та відповідно рівень пропозицій, супутні умови для придбання – розвиток системи кредитування, процентні ставки та вимоги до початкового внеску. Зрештою, на ціни впливають очікування ринку. Таким чином, ринкова ціна вбирає всю релевантну інформацію про об'єкт, відому учасникам ринку.

Найбільшу ефективність прогнозування можна забезпечити, здійснюючи аналіз процесів над ринком відразу за трьома напрямками.

Перший напрямок пов'язаний з вивченням процесів зміни цін на ринку, виявленням стійких тенденцій, що виявлялися у минулому, і щодо яких є підстави припускати, що вони збережуться і в майбутньому. Як основний інструментарій для цього зазвичай використовуються моделі та статистичні методи аналізу часових рядів, розвинені в рамках традиційної методології випадкових процесів. Даний аналіз і методи прогнозування, що спираються на

нього, зазвичай використовуються в ситуації спокійного розвитку ринку, далекого від кризових явищ і непередбачених стрибків цін.

В умовах кризи кориснішим може бути аналіз розвитку подібних явищ у минулому. Для цього необхідно виявити загальні інваріанти, характерні для подібних криз, побудувати адекватні моделі динаміки цін під час наростання та згортання кризових процесів. При цьому слід застосовувати методологію статистичної подоби як інструменту аналізу таких процесів. У цьому випадку може виявитися ефективним використання фракталів, які отримали останніми роками розвиток у різних галузях і, зокрема, під час аналізу економічних процесів.

Важливим доповненням до виявлення складних закономірностей, що характеризують механізми розвитку процесів на ринку, в тому числі, в періоди кризового розвитку, є аналіз зв'язків між різними процесами, що впливають один на одного. Такий аналіз дозволяє виявити закономірності явищ, приховані пружини, штовхаючі ціни та інші параметри ринку у тому чи іншому напрямі. Як основний інструментарій дослідження у цьому випадку виступає методологія вивчення багатовимірних часових рядів і, перш за все, його найважливіша гілка – кореляційний та регресійний аналіз. Зауважимо, що при простоті такий аналіз має ряд нюансів, ігнорування яких часто призводить до серйозних помилок в інтерпретації його результатів.

У процесі дослідження було зроблено спробу виконати аналіз динаміки цін житлової нерухомості, тією чи іншою мірою торкнувшись усіх згаданих напрямів. Результати такого аналізу можуть бути базою для прогнозу подальшого розвитку ринку нерухомості.

# 1. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН. СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ, ЩО БАЗУЮТЬСЯ НА АНАЛІЗІ ТРЕНДІВ

Застосування статистичних моделей та методів для цілей прогнозування є найбільш поширеним способом аналізу накопичених масивів кількісної інформації про динаміку тих чи інших показників з метою моделювання процесу їх подальшої зміни та розвитку. На сьогодні статистична обробка ринкових даних дедалі частіше передбачає складання регресійних рівнянь та оцінку параметрів, виходячи за межі парного лінійного аналізу та базових понять інструментарію статистики.

Перед тим як розпочати аналіз реальних процесів, що характеризують динаміку ринку нерухомості, слід навести короткий огляд методів, які будуть використовуватися в роботі.

Часовий ряд є послідовністю значень випадкової величини, наприклад, цін об'єктів нерухомості в даному сегменті ринку, що генеруються послідовно в часі. У разі коли час безперервний, часовий ряд також називається безперервним. Якщо час змінюється дискретно, отримуємо дискретний часовий ряд. У цій статті розглядаються виключно дискретні часові ряди, в яких спостереження здійснюються через фіксовані інтервали часу, наприклад, місяць, квартал або рік.

Слід зазначити, що ідея використання математичних моделей для опису поведінки економічних систем є загальноновизнаною. У тому випадку, якби економічні закони, що управляють ринковими процесами, могли б бути точно описані системами диференціальних рівнянь, обчислення показників ринку у будь-який момент часу не було б суттєвою проблемою. У цьому випадку було б можливим точно передбачити, як, наприклад, змінюватимуться ціни надалі. Однак, на економічні процеси значною мірою впливають неконтрольовані чинники. Причинно-наслідкові зв'язки не піддаються строгому аналізу, а багато явищ виявляються лише тоді, коли вони вже проявилися. Крім того, існує безліч параметрів, виражених опосередковано, які також необхідно врахувати. Для таких систем не можна запропонувати детерміновану модель, яка допускає точне обчислення майбутньої поведінки системи. Тим не менш, можна розглядати її аналог, що дозволяє визначити ймовірність того, що деяке майбутнє значення лежатиме в конкретному інтервалі. Така модель називається імовірнісною або стохастичною. Відповідно моделі часових рядів, що дозволяють описати динаміку процесів на реальному ринку, є стохастичними.

Відповідно до наведених термінів, якщо майбутні значення часового ряду точно визначені якоюсь математичною функцією, часовий ряд є детермінованим. В іншому випадку, при можливості опису майбутніх значень лише за допомогою випадкових величин, одержуємо випадковий часовий ряд. Часові ряди, що характеризують поведінку параметрів ринку, є випадковими.

Найчастіше часові ряди, що описують ринкові процеси (наприклад, ціни нерухомості, чи котирування акцій) виявляють нестационарний характер. Це,

перш за все, виявляється у тому, що значення часового ряду не коливаються навколо фіксованого середнього, а виявляють чітко виражену тенденцію до зростання чи падіння. Також у багатьох випадках значенням часового ряду властива наявність періодичної складової, - наслідок сезонності тих чи інших процесів. Серед моделей, що описують нестационарні процеси, найпоширенішими є регресійні моделі. Для них характерно те, що, хоча рівень, щодо якого відбуваються флуктуації, може набувати відмінних значень у різні моменти часу, поведінка рядів (після виключення змінного рівня) виявляється багато в чому подібною. Слід зазначити, що саме методи регресійного аналізу мають найбільшу популярність серед усієї сукупності статистичних методів прогнозування часових рядів. Вони засновані на виявленні загальних тенденцій, які асоціюються з трендами, що виявляються, і побудові математичної моделі тренду, вираженої рівнянням, за яким і розраховуються прогнозні значення досліджуваного явища. При цьому найпростішим видом регресійної моделі є така, в якій як незалежна змінна виступає фактор часу.

Поряд з трендовими моделями для прогнозування часових рядів використовуються авторегресійні моделі, засновані на виявленні взаємозв'язків між значенням аналізованого часового ряду  $y_t$  в даний момент часу і рядом значень, відповідних попередніх моментів часу:  $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots$ . Зазначимо, що побудова авторегресійних моделей безпосередньо з перетворенням вихідного нестационарного ряду, якщо він є, до стаціонарного вигляду з допомогою набору деяких нескладних операцій до розрахунку коефіцієнтів моделі.

При цьому порядок авторегресійної моделі (кількість включених до неї як факторних показників попередніх рівнів ряду) безпосередньо залежить від виду ряду, а точніше, від ступеня кореляції між послідовностями його рівнів. У зв'язку з цим включення до авторегресійної моделі фактичних змінних обмежено для кожного конкретного випадку певною кількістю параметрів, перевищувати яке недоцільно з точки зору адекватності одержуваних результатів (включення в модель незначних змінних, як правило, знижує точність прогнозу, що отримується за такою моделлю). У свою чергу, кілька параметрів дає можливість орієнтуватися лише на обмежену кількість значень ряду при складанні подальшого прогнозу.

## **2. МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІН НА КВАРТИРИ**

### **2.1. Аналіз траєкторії зміни цін на квартири в Україні (червень 2019 - жовтень 2022 рр.)**

У якості відправної точки для здійснення процесу прогнозування цін на ринку нерухомості необхідно проаналізувати наявні дані та простежити, як змінювалися ціни на квартири протягом останніх років.

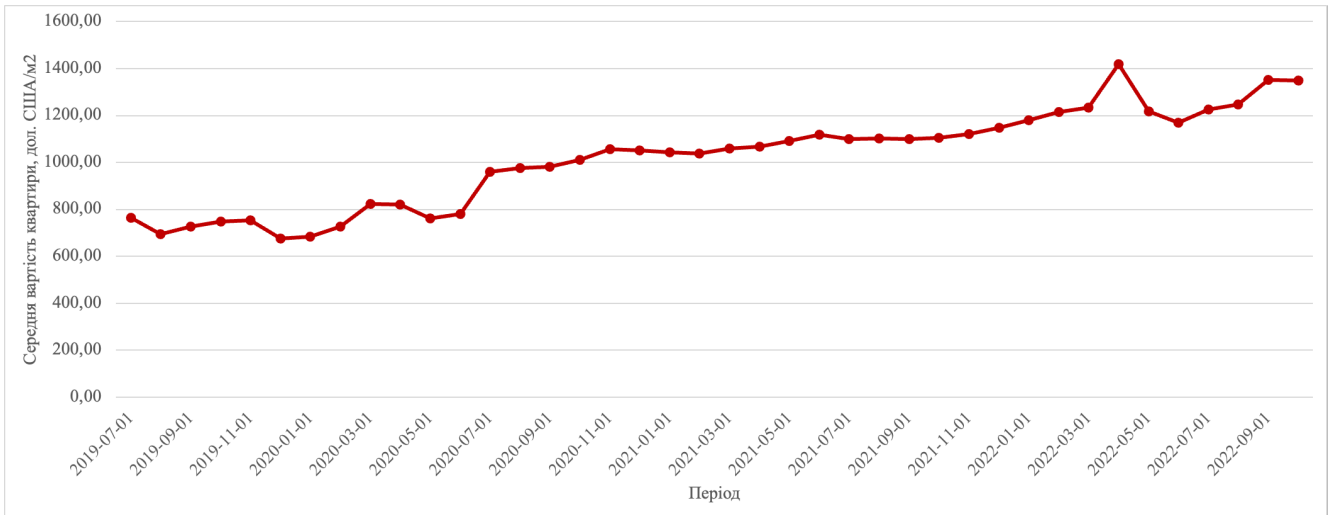
Спочатку слід зазначити, що, як відомо, ціни на ринках нерухомості в кожному регіоні формуються під впливом загальних тенденцій по всій країні. Іншою особливістю ринку нерухомості є те, що підвищення/зниження цін на одному з сегментів ринку неминуче спричиняють відповідні зміни цін в інших. Слід також згадати те що, що спочатку підвищення купівельної спроможності реагує попит саме у житлові об'єкти. При цьому процеси на ринку нерухомості у різних містах та в різних сегментах ринку розвиваються подібним чином. Саме тому для того, щоб побачити загальну картину розвитку ринку нерухомості країни, необхідним є розгляд динаміки цін як в розрізі конкретних міст, так і всієї України. Нижче наводиться аналіз динаміки цін на вторинному ринку квартир у Україні за останні 40 місяців.

Група «ВЕРІТЕКС®» формує інформаційно-аналітичну базу ринку нерухомості України, використовуючи відповідні автоматизовані та розрахункові продукти та пакети прикладних програм. Саме із неї були взяті вихідні дані для аналізу цін. Вони дійсно відображають стан ринку в будь-який момент часу з періоду, що розглядається.

Створення первинної електронної бази даних здійснюється шляхом моніторингу та накопичення інформаційних потоків з існуючого ринку нерухомості і наступну їх поглиблену обробку. Це все стає можливим через застосування методів математико-статистичного аналізу, геопросторового та кластерного аналізів, машинного навчання та моделювання, зокрема нейронних мереж та комбінації цих методів.

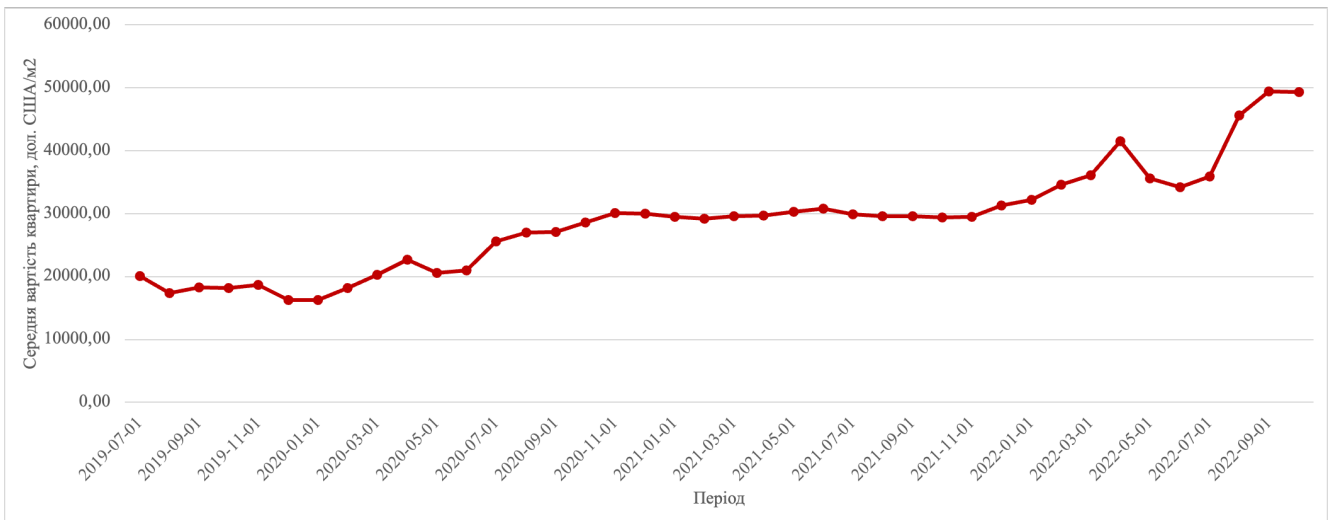
Застосування сучасних методів управління базами даних (PostgreSQL), геоінформаційних систем (QGIS), бібліотеки скриптів (Python) та пакету прикладних програм для числового аналізу (MathLab) дозволяє планово отримувати узагальнені результати, формулювати закономірності сучасного ринку нерухомості, а також прогнозувати його пріоритетні напрями подальшого розвитку.

Результати обробки даних представлені тут у вигляді часових рядів, що відображені на відповідних графіках із заданою періодичністю. Динаміка зміни значень часового ряду середніх цін на квартири вторинного ринку України у доларовому еквіваленті, за розглянутий період (червень 2019 – жовтень 2022 рр.) наведена на рисунку 2.1.1.

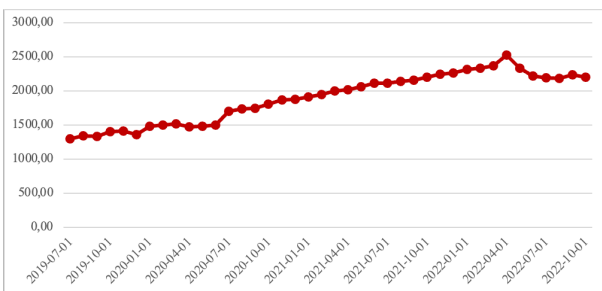


*Рис. 2.1.1. Динаміка середньої вартості квартири (дол. США/м²) на вторинному ринку нерухомості України за червень 2019 – жовтень 2022 рр.*

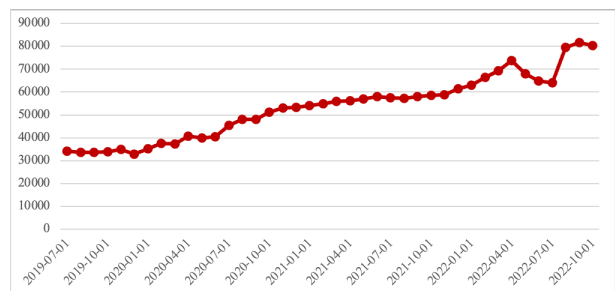
Ще раз наголосимо, що при розрахунках використовувалися ціни у доларовому вираженні. Аналогічна динаміка, але вже в гривневих цінах (офіційний курс НБУ на дату розрахунків - 36,5686 грн/дол.США), у розрізі всієї країни та найбільших міст зображена на рисунках 2.1.2, 2.1.3.



*Рис. 1.1.2. Динаміка середньої вартості квартири (грн/м²) на вторинному ринку нерухомості України за червень 2019 - жовтень 2022 рр.*

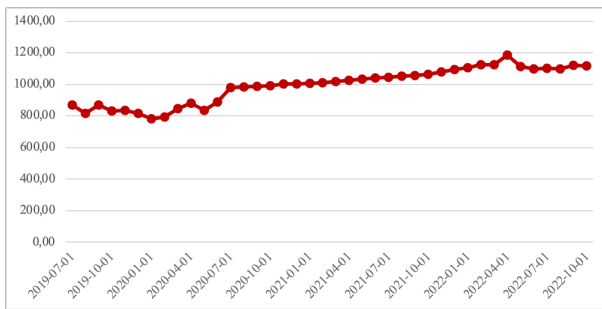


Місто Київ (дол. США/м²)

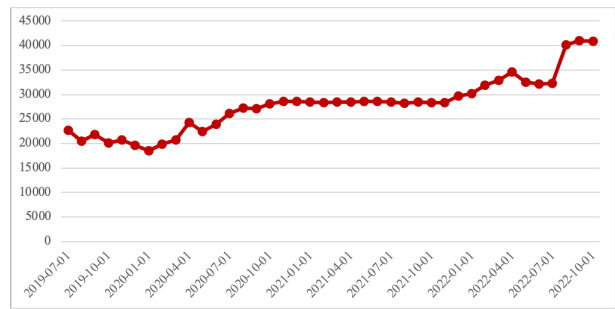


Місто Київ (грн/м²)

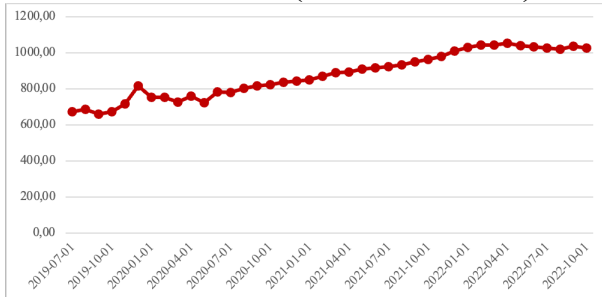




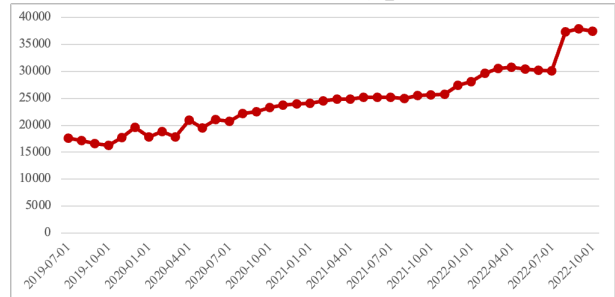
Місто Одеса (дол. США /м<sup>2</sup>)



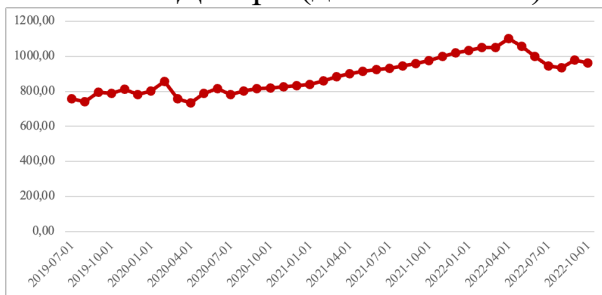
Місто Одеса (грн/м<sup>2</sup>)



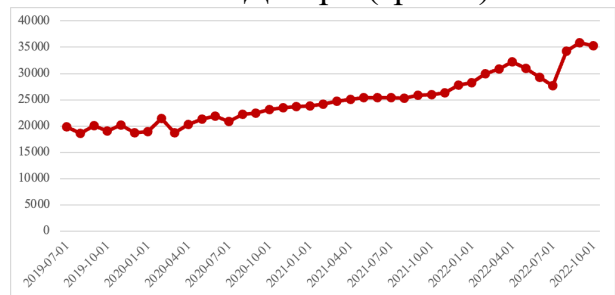
Місто Дніпро (дол. США /м<sup>2</sup>)



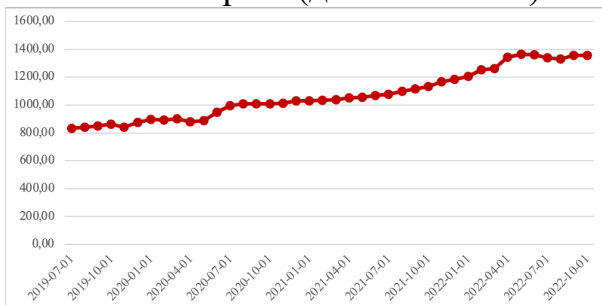
Місто Дніпро (грн/м<sup>2</sup>)



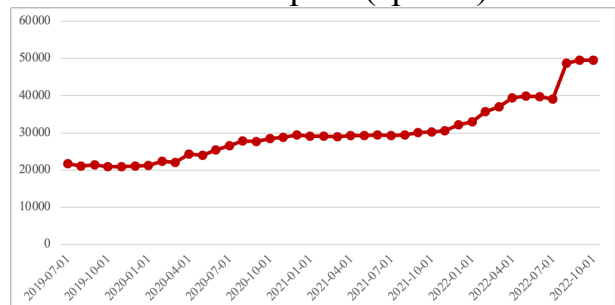
Місто Харків (дол. США /м<sup>2</sup>)



Місто Харків (грн/м<sup>2</sup>)



Місто Львів (дол. США /м<sup>2</sup>)



Місто Львів (грн/м<sup>2</sup>)

Рис. 2.1.2. Динаміка середньої вартості квартири на вторинному ринку нерухомості у найбільших містах України за червень 2019 - жовтень 2022 рр.

Першим очевидним висновком із наведених графіків є констатація того факту, що у періоди між кризами ціни на ринку нерухомості України практично монотонно зростають. Існують короткострокові проміжки, коли траєкторія руху цін змінювала напрямок. В цілому, аналізуючи графік та події, характерні для відповідного періоду часу, можна виділити кілька етапів:

- До кінця 2019 року спостерігаємо продовження тенденцій більш ранніх періодів, що характеризувалися відносною стабільністю.
- Вплив коронавірусу був найбільш відчутний в перші місяці (із січня 2020 до травня) очевидно, що ринок потерпав від шоків, спричинених

кризою енергоносіїв, скороченням купівельної спроможності, зростанням інфляційних очікувань і так далі.

- Однак уже влітку (із червня 2020) ринок адаптувався, а покупці почали реалізовувати відкладений попит. До показники повернулися до докарантинного рівня та повернулися до стабільного зростання.

- 2022 рік був дуже непередбачуваним із об'єктивних причин, що так чи інакше пов'язані із початком повномасштабної війни, тож реакція ринку була також важко прогнозованою. Відзначається досить різкий приріст в квітні, що можна пов'язати із підвищеним попитом внаслідок напливу біженців, що спровокувало зростання цін. Однак наступного періоду це аномальне зростання нівелювалося, ринок повернувся до відносно стабільного зростання.

- Хоча варто також відзначити, що така тенденція 2022 року є характерною не для всіх міст. Так, Харків – прифронтове місто, що досить сильно страждає від обстрілів, тому ринок відреагував відповідно зниженням цін та попиту. Очевидно, що вартість квадратних метрів помітно зросла в західних регіонах (це добре простежується на графіку, який описує динаміку цін у Львові, але схожі тенденції стосуються Івано-Франківську, Волині). 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.

- Деякі регіони не знаходяться дуже далеко від зон активних бойових дій, але все ж таки ціни зросли в Дніпропетровській області. Пов'язано це знову ж таки з переселенцями. Люди вибирали відносно безпечні регіони, але які знаходяться ближче до рідної домівки. Кількість пропозицій зменшувалася, що й спровокувало зростання цін.

- Такі міста як Одеса не зазнали значних змін, адже цей напрямок був популярним і до війни. Найменше подорожчання торкнулося прифронтових областей. Так, у Харкові ціни помітно просіли, можемо зробити припущення.

Таким чином, дослідження загальної динаміки цін на нерухомість за червень 2019 – жовтень 2022 рр. показує в середньому зростаючий тренд, що стимулюється все більшим платоспроможним попитом на житлові квадратні метри. Як аномальне явище з погляду загальної динаміки, що склалася на ринку нерухомості за останні 12 років, особливий інтерес є поведінкою цін у періоди криз, спричинених екстраординарними подіями та умовами (пандемія та війна), що спостерігалися в 2020 році і в поточному 2022 році.

## 2.2. Аналіз можливості інтерполяції траєкторії ціни квартир за допомогою поліномів високого порядку

Початковим щаблем у регресійному аналізі даних є перевірка їхньої однорідності. Так, звернувшись до рисунку 2.1.2, що ілюструє загальну траєкторію цін протягом усього аналізованого періоду, не можна не відзначити присутніх у ньому структурних змін. У різні періоди відбуваються різкі стрибки та падіння цін, що супроводжувалося певними екзогенними факторами та процесами. Графік ілюструє висновок про наявність істотно різних процесів, що відбуваються послідовно в різні періоди часу, що суттєво ускладнює апроксимацію за допомогою поліномів високого порядку та знижує точність отриманих результатів.

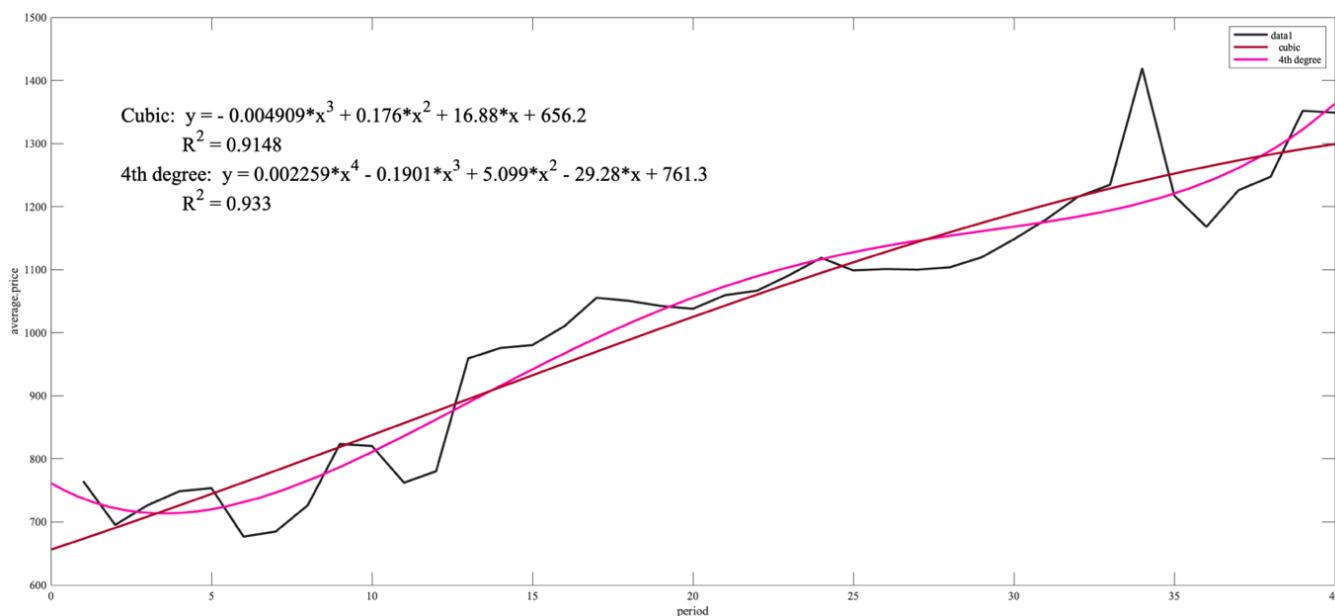


Рис. 2.2.1. Інтерполяція траєкторії ціни квартир за допомогою поліномів високого порядку

Таким чином, досліджуваний часовий ряд містить у собі різні тенденції. На рис. 2.2.1, можна відзначити, що лінія тренду, представленого поліномом досить високого ступеня, все ж таки не може повною мірою апроксимувати зміни показника.

Хороша інтерполяція часового ряду за допомогою полінома високого порядку, що не відображає внутрішні механізми руху цін, аж ніяк не гарантує високої точності прогнозу подальшої поведінки цін. Тут слід звернути увагу на дуже поширену оману про те, що використання інтерполяційної функції з високим коефіцієнтом детермінації дозволяє якісно спрогнозувати подальшу динаміку ряду. Навіть у разі наявності досить точної інтерполяції часового ряду, що дає наближені до одиниці значення коефіцієнта детермінації, не завжди можливо отримати добрий результат у продовженні інтерполюючої функції на прогнозний період. Більше того, при високих ступенях полінома такий прогноз стає нестійким і, навпаки, призводить до більших помилок, ніж моделі простішої структури (низької розмірності).

Поділ ряду на частини призводить до зменшення обсягу досліджуваної вибірки (всередині кожного відрізка), що позначається на зниженні точності наближення та подальшого прогнозу. Такий поділ виправдано лише у тому випадку, якщо можна виділити інтервали часу, всередині яких зберігається єдиний механізм зміни цін. При цьому є підстави стверджувати, що цей механізм збережеться в найближчому майбутньому (протягом прогнозного періоду).

З точки зору прийняття інвестиційних рішень найбільш важливим є завдання виявлення провісників, які вказують, що в найближчому періоді має відбутися зміна тенденцій. Зазвичай як такі провісники розглядаються фактори, які тією чи іншою мірою впливають на процеси ціноутворення на ринку нерухомості.

Для того щоб описати причинно-наслідкові зв'язки та динаміку розвитку процесів у часі, породжену цими зв'язками, скористаємося методами кореляційного та регресійного аналізу, що дозволяють встановити статистичні залежності між різними часовими рядами.

### 2.3. Залежність вартості ціни квартири від макроекономічних факторів

Виявлення та детальний аналіз взаємозв'язків між явищами та показниками різної природи, опис їх кількісних та якісних характеристик, безумовно, є найважливішою складовою будь-якого дослідження, в тому числі, економічного. У цьому контексті ми маємо використати теоретичні основи кореляційного та регресійного аналізу. З точки зору процедури обробки даних слід виділити два типи завдань: дослідження взаємозалежності між кількома випадковими рядами, або вивчення залежності одного часового ряду (значень цін на ринку) від базових величин, що утворюють часові ряди даних, наприклад, значення середніх доходів населення, що змінюються в часі, величин валового продукту чи умов іпотечного кредитування. Перший тип завдань – встановлення взаємозв'язку між часовими рядами, що спирається на кореляційний аналіз. У другому випадку застосовується апарат множинної регресії. З математичної точки зору у цих підходах багато спільного. Проте заміна одного методу іншим може призвести до помилок інтерпретації результатів.

Взаємозалежність між двома стаціонарними процесами, зазвичай, характеризується коефіцієнтом кореляції, який визначається тим самим чином, як і двох випадкових величин. Якщо є підстави очікувати запізнення одного з процесів, кореляції розраховують на випадкові величини, зрушені на фіксований інтервал часу або лаг. У цьому величина кореляції може змінюватися залежно від лага, відбиваючи реальні процеси запізнення у динамічній системі, під якої у разі розуміється ринок.

Таким чином, кореляційний аналіз є корисним інструментом, який в деякій мірі і за певних умов характеризує взаємозалежність випадкових величин. Однак слід також враховувати, що в загальному випадку аналіз взаємозв'язків між двома тимчасовими рядами є складним завданням, що не вичерпується розрахунком лише коефіцієнта кореляції і не дозволяє зробити досить надійні судження щодо взаємозв'язку двох або декількох рядів. У зв'язку з цим, коефіцієнт кореляції рядів за відсутності впевненості, що випадкові величини описуються нормальним законом розподілу, можна розглядати скоріше як індикатор наявності будь-якої взаємозв'язку, ніж як точну міру його вираження.

Перш ніж перейти до обговорення методів і безпосередньо до аналізу даних, слід зробити одне суттєве зауваження: статистична залежність, якою б сильною вона не була, не може бути підставою для твердження про наявність причинно-наслідкового зв'язку. Це твердження лежить поза статистикою. Воно може бути зроблено лише на підставі змістовного аналізу процесів, що породжують цей зв'язок. Тому слід зазначити, що використання методів кореляційно-регресійного аналізу у практиці дослідження ринків не завжди є бездоганним, і некоректне застосування його чи некоректна інтерпретація результатів можуть призвести до серйозних помилок.

Відомо, що ціна на нерухомість складається з кількох складових, що мають фундаментальне та випадкове значення (рис. 2.3.1). Фундаментальна (регулярна)

складова часового ряду містить тренд, циклічну та сезону тенденції. Випадкова складова є шумом, що дещо відхилює 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. Існує декілька класифікацій подібних чинників. Одна з найпоширеніших класифікацій вказана на рисунку 2.3.2.

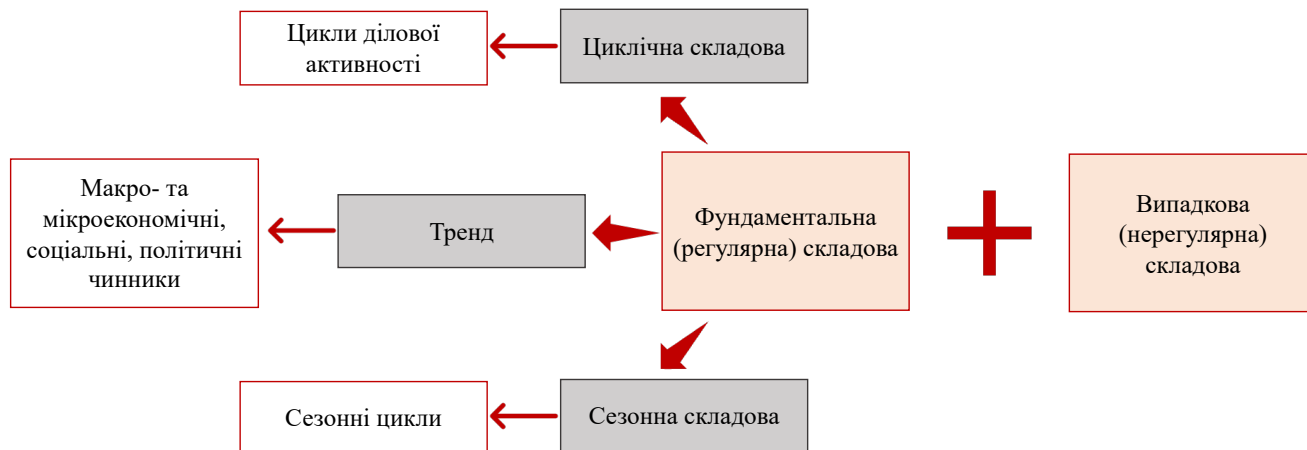


Рис. 2.3.1. Складові часового ряду цін на нерухомість

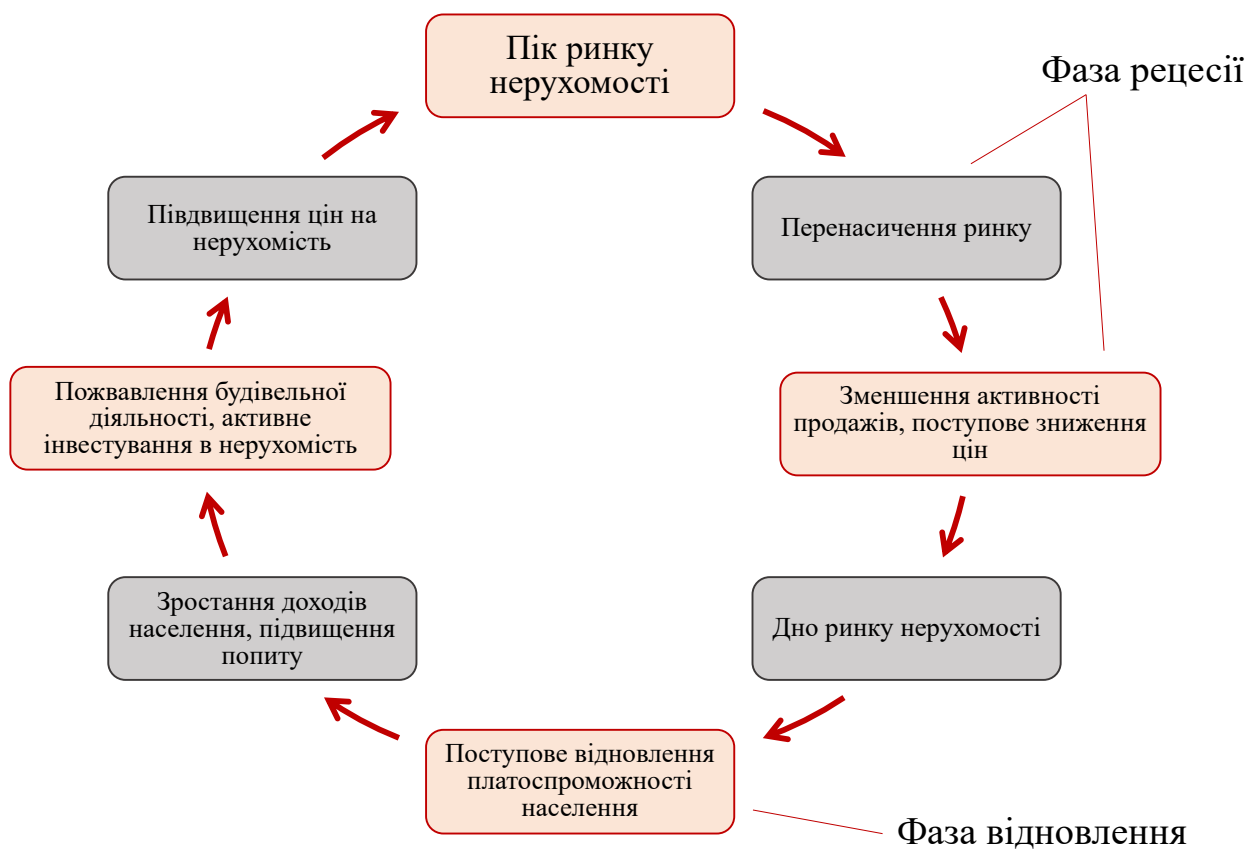
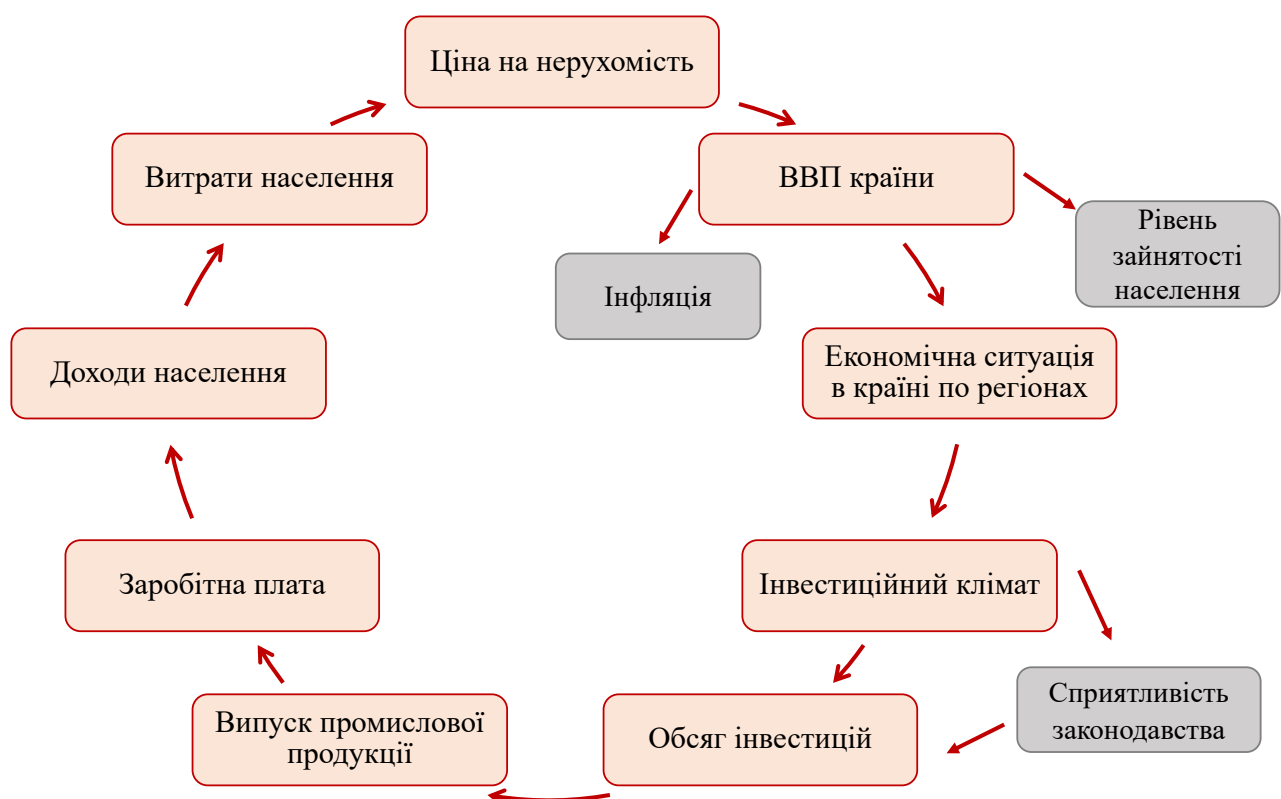


Рис.2.3.2. Циклічні процеси ринку нерухомості

Крім того, рівень впливу зовнішніх та внутрішніх факторів на ринку нерухомості відрізняється на різних шарах цього ринку. Наприклад, на загальнонаціональному рівні мають значення законодавчі та макроекономічні чинники (макроекономічні показники розвитку, економічний і політичний ризик країни, законодавча діяльність держави тощо), на регіональному рівні ціна на нерухомість визначається і макро-, і мікрочинниками (рухом інвестиційних коштів, демографічними процесами, кліматичними умовами); ціни ж на локальному рівні головним чином залежать від територіального й адміністративного статусу, рівня й характеру розвитку галузей економіки, інфраструктури, політичної орієнтації місцевої влади (рис. 2.3.3).

Серед ціноутворюючих факторів на ринку житлової нерухомості важливу роль відіграють макроекономічні фактори. Використовуючи графі зв'язку і системи структурних рівнянь регресії, виокремлено дві групи макроекономічних факторів, які одночасно впливають на процеси ринку нерухомості. Першу групу факторів можна ідентифікувати як рівень ділової активності. Активний розвиток економіки, з одного боку, сприяє підвищенню рівня зайнятості та доходів населення, а відтак розширює платоспроможний попит на житло, з другого, – збільшуючи обсяги житлового будівництва, розширює пропозицію житла. Друга група факторів пов'язана з кредитно-грошовими потоками та інфляційним процесом. Зростання виробничих та споживчих цін спричиняє зростання вартості будівництва нового житла, інфляційні очікування змушують населення шукати альтернативні засоби збереження власних заощаджень та доходів і в умовах недостатньо розвинутого ринку цінних паперів та недовіри до фінансово-банківських установ стимулює їх вкладати кошти в нерухомість на менш ризиковому вторинному ринку житла.



*Рис. 2.3.3. Схема циклічного формування ціни на нерухомість*

Для того, щоб детальніше дослідити поведінку ринку нерухомості доцільно використовувати взаємозв'язок макроекономічних показників та ціни на нерухоме майно. Для подальшого дослідження було обрано 6 факторів: ВВП, інфляція, курс валют, ціна нафти, середня заробітна плата, індикатор економічних настроїв. До уваги взято дані за 40 періодів – помісячні показники (липень 2019 – жовтень 2022 рр.). В результаті отримали таблицю 2.1 вихідних даних:

Таблиця 2.1

Вихідні дані щодо середньої ціни на квартири та основних макроекономічних показників в Україні за період червень 2019 – жовтень 2022 рр.

Рік-місяць	№ періоду	Середня ціна, \$ за кв.м	ВВП, млн. грн	Курс НБУ USD/UAH	Рівень інфляції, %	Ціна нафти, \$/барель	Середня з/п, грн	Індикатор економ. настроїв
2019-07	1	764,78	987816,66	26,18	9,10	66,58	10970,82	110,96
2019-08	2	695,34	988832,68	25,02	8,80	61,02	10537,01	112,93
2019-09	3	726,23	989810,99	25,14	7,50	58,61	10687,06	113,53
2019-10	4	748,64	990818,39	24,20	6,50	60,78	10727,34	113,04
2019-11	5	753,60	991925,56	24,82	5,10	60,20	10679,14	111,71
2019-12	6	676,77	993207,03	23,97	4,10	62,47	12263,61	109,77
2020-01	7	684,71	994741,21	23,69	3,20	66,15	10726,94	107,42
2020-02	8	726,43	996610,36	25,03	2,40	54,31	10847,15	104,83
2020-03	9	823,52	998900,62	24,59	2,30	50,50	11445,82	102,15
2020-04	10	820,39	1001702,00	27,63	2,10	22,72	10429,80	99,51
2020-05	11	762,27	1005108,36	26,96	1,70	26,56	10541,52	97,01
2020-06	12	780,43	1009217,43	26,87	2,40	38,61	11578,50	94,75
2020-07	13	959,21	1014130,83	26,67	2,40	42,09	11804,41	92,78
2020-08	14	975,81	1019954,01	27,68	2,50	43,40	11446,12	91,15
2020-09	15	980,40	1026796,31	27,56	2,30	45,75	11998,49	89,91
2020-10	16	1010,47	1034770,94	28,31	2,60	40,87	12173,89	89,06
2020-11	17	1055,40	1043994,95	28,45	3,80	39,24	11986,69	88,61
2020-12	18	1050,46	1054589,29	28,50	5,00	47,25	14178,85	88,55
2021-01	19	1042,52	1066678,75	28,27	6,10	51,73	12336,78	88,87
2021-02	20	1037,94	1080392,00	28,13	7,50	56,21	12548,85	89,53
2021-03	21	1059,52	1095861,57	27,95	8,50	63,31	13612,21	90,50
2021-04	22	1066,63	1113223,87	27,82	8,40	64,65	13543,08	91,73
2021-05	23	1091,20	1132619,15	27,73	9,50	66,82	13499,00	93,17
2021-06	24	1118,67	1154191,55	27,47	9,50	70,63	14312,85	94,77
2021-07	25	1098,74	1178089,06	27,23	10,20	75,61	14345,13	96,46
2021-08	26	1100,98	1204463,56	26,82	10,20	75,31	13997,00	98,19
2021-09	27	1100,01	1233470,77	26,89	11,00	71,31	14239,30	99,88





Найбільше значення	1418,74	1928036,00	36,57	26,60	115,90	17453,23	113,53
Найменше значення	676,77	987816,66	23,69	1,70	22,72	10429,80	88,55
Рівень надійсності (95%)	65,64	87077,78	0,95	2,18	7,48	508,15	2,48

Таким чином, виконана вибіркова оцінка відхилень на рівні 7-22% середніх значень показників свідчить, з одного боку, про наявність суттєвої варіації показників та доцільність її дослідження та аналізу, а з іншого боку – дозволяє припустити однорідність вибірових показників.

Наступний етап аналізу – перевірка припущення про наявність зв'язку (залежності чи взаємозалежності між показниками). За середньомісячними даними за період з липня 2019 по жовтень 2022 року було здійснено кореляційно-регресійний аналіз та отримано парні коефіцієнти кореляції, що визначають тісноту зв'язку між змінними. В результаті було отримано матрицю парних коефіцієнтів кореляції (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3

Кореляційна матриця зв'язку між ціною квартир та макроекономічними показниками

	<i>period</i>	<i>avg</i>	<i>gdp</i>	<i>course</i>	<i>inf</i>	<i>nafta</i>	<i>wages</i>	<i>Iemm</i>
<i>period</i>	1,0000							
<i>avg</i>	0,9532	1,0000						
<i>gdp</i>	0,9252	0,9475	1,0000					
<i>course</i>	0,7425	0,7342	0,5503	1,0000				
<i>inf</i>	0,7419	0,8074	0,6229	0,7628	1,0000			
<i>nafta</i>	0,6751	0,7544	0,6526	0,4430	0,8660	1,0000		
<i>wages</i>	0,7339	0,7739	0,8332	0,4240	0,5201	0,5063	1,0000	
<i>iemm</i>	-0,259	-0,151	-0,267	-0,264	0,2271	0,4106	-0,211	1,0000

Були використані такі позначення: *period* – порядковий номер періоду, *avg* – середня ціна кв. м квартири, *gdp* – ВВП, *course* – курс долара, *inf* – рівень інфляції, *nafta* – світова ціна на нафту, *wages* – середньомісячна заробітна плата в Україні, *iemm* – індикатор економічних настроїв.

Виходячи із кореляційної матриці бачимо, що найбільший вплив на середню ціну квартири має ВВП ( $r=0,95$ ), інфляція ( $r=0,8$ ) та середня заробітна плата ( $r=0,78$ ), меншою мірою світові ціни на нафту ( $r=0,75$ ), курс долара ( $r=0,73$ ). В той же час, індикатор економічних настроїв майже не впливає. Таким чином, було визначено 5 факторів для побудови одно- та багатофакторних моделей.

Однак, характерною рисою механізму формування варіації та динаміки соціально-економічних показників є запізнення впливу факторів, коли причина і наслідок розірвані в часі. Часто вплив одних факторів на інші відбувається не миттєво, а з певним запізненням. Саме тому виникає необхідність у дослідженні наявності запізнення впливу факторів на формування ціни на нерухомість, тобто часових лагів. Із цією метою були побудовані кореляційні матриці, де врахована затримка впливу відповідних факторів на 1, 2, 3, 4, 5, 6 місяців (див. табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Кореляційна матриця зв'язку між ціною квартир та макроекономічними показниками (із урахуванням часового лагу)

Часовий лаг = 1 місяць								
	<i>avg</i>	<i>period</i>	<i>gdp</i>	<i>course</i>	<i>inf</i>	<i>nafta</i>	<i>wages</i>	<i>iemm</i>
<i>avg</i>	1,0000							
<i>period</i>	0,9532	1,0000						
<i>gdp</i>	0,9369	0,9613	1,0000					
<i>course</i>	0,7424	0,7157	0,5770	1,0000				
<i>inf</i>	0,6997	0,7932	0,6423	0,7072	1,0000			
<i>nafta</i>	0,6564	0,7506	0,6483	0,4297	0,8934	1,0000		
<i>wages</i>	0,7500	0,7664	0,8330	0,3934	0,4991	0,4935	1,0000	
<i>iemm</i>	-0,2807	-0,1425	-0,2640	-0,2733	0,2730	0,4234	-0,2048	1,0000
Часовий лаг = 2 місяці								
	<i>avg</i>	<i>period</i>	<i>gdp</i>	<i>course</i>	<i>inf</i>	<i>nafta</i>	<i>wages</i>	<i>iemm</i>
<i>avg</i>	1,0000							
<i>period</i>	0,9496	1,0000						
<i>gdp</i>	0,9395	0,9718	1,0000					
<i>course</i>	0,7317	0,7065	0,6186	1,0000				
<i>inf</i>	0,6584	0,7762	0,6535	0,6320	1,0000			
<i>nafta</i>	0,6089	0,7421	0,6414	0,4071	0,9150	1,0000		
<i>wages</i>	0,7604	0,7699	0,8307	0,4025	0,5001	0,4844	1,0000	
<i>iemm</i>	-0,2984	-0,1469	-0,2655	-0,3277	0,3013	0,4308	-0,2055	1,0000
Часовий лаг = 3 місяці								
	<i>avg</i>	<i>period</i>	<i>gdp</i>	<i>course</i>	<i>inf</i>	<i>nafta</i>	<i>wages</i>	<i>iemm</i>
<i>avg</i>	1,0000							
<i>period</i>	0,9460	1,0000						
<i>gdp</i>	0,9397	0,9795	1,0000					
<i>course</i>	0,7870	0,7469	0,7295	1,0000				
<i>inf</i>	0,6272	0,7581	0,6623	0,5067	1,0000			
<i>nafta</i>	0,5513	0,7246	0,6311	0,3471	0,9287	1,0000		
<i>wages</i>	0,7584	0,7709	0,8276	0,4427	0,4985	0,4714	1,0000	
<i>iemm</i>	-0,3231	-0,1639	-0,2743	-0,4964	0,3170	0,4346	-0,2122	1,0000

Часовий лаг = 4 місяці

	<i>avg</i>	<i>period</i>	<i>gdp</i>	<i>course</i>	<i>inf</i>	<i>nafta</i>	<i>wages</i>	<i>iemm</i>
<i>avg</i>	1,0000							
<i>period</i>	0,9423	1,0000						
<i>gdp</i>	0,9377	0,9853	1,0000					
<i>course</i>	0,7596	0,7303	0,7200	1,0000				
<i>inf</i>	0,5876	0,7370	0,6659	0,4633	1,0000			
<i>nafta</i>	0,5034	0,6971	0,6186	0,2940	0,9244	1,0000		
<i>wages</i>	0,7812	0,7757	0,8259	0,4315	0,5058	0,4641	1,0000	
<i>iemm</i>	-0,3505	-0,1929	-0,2917	-0,5292	0,3188	0,4364	-0,2223	1,0000

Проаналізувавши результати розрахунків, бачимо, що часовий лаг присутній, коли розглядаємо вплив заробітної плати та курсу валют на ціну квартири. Так, коефіцієнт кореляції між ціною та заробітної платою є найвищим за умови запізнення на 4 місяці ( $r=0,78$ ), а між ціною та курсом валют – 3 місяці ( $r=0,79$ ). Ці висновки ми маємо врахувати при подальших розрахунках для того, щоб моделювання та прогнозування відповідало реальній картині.

Почнемо із регресійного аналізу у контексті парної регресії. В загальному розумінні регресія [regression] — залежність середнього значень будь-якої випадкової величини від деякої іншої або кількох величин. Рівняння, що зв'язує ці величини, називається рівнянням регресії, а відповідний графік — лінією регресії величини  $Y$  по  $X$ . Так, рівняння регресії в лінійній формі для одного фактору:

$$Y = bx + c,$$

де  $a$  і  $b$  – коефіцієнти регресії – параметри, які оцінюються зі статистичних даних.

Таким чином, метод регресійного аналізу полягає у виведенні рівняння регресії, за допомогою якого знаходиться середня величина випадкової змінної, якщо величина іншої відома. В нашому випадку, необхідно вивести таке рівняння, за допомогою якого знайдемо середню ціну квадратного метра квартири, якщо відомі величини зазначених вище макроекономічних факторів.

Почнемо із парної регресійної залежності ціни квартири та ВВП. Для цього необхідно, перш за все, проаналізувати динаміку ВВП України (рис. 2.3.4) для визначення основних тенденцій та трендів. Однак, для того, щоб об'єктивно оцінити картину є необхідним використання показника в доларовому еквіваленті. Значення розраховані із використанням офіційного курсу валют НБУ.

Для візуальної зручності періоди були пронумеровані за схемою, наведеною в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Схема нумерації періодів (ВВП)

№ періоду	Рік-
-39	2017-01
-35	2017-02
-31	2017-03
-27	2017-04
-23	2018-01
-19	2018-02
-15	2018-03
-11	2018-04
-7	2019-01
-3	2019-02
1	2019-03
5	2019-04
9	2020-01
13	2020-02
17	2020-03
21	2020-04
25	2021-01
29	2021-02
33	2021-03
37	2021-04
41	2022-01
45	2022-02
49	2022-03
53	2022-04

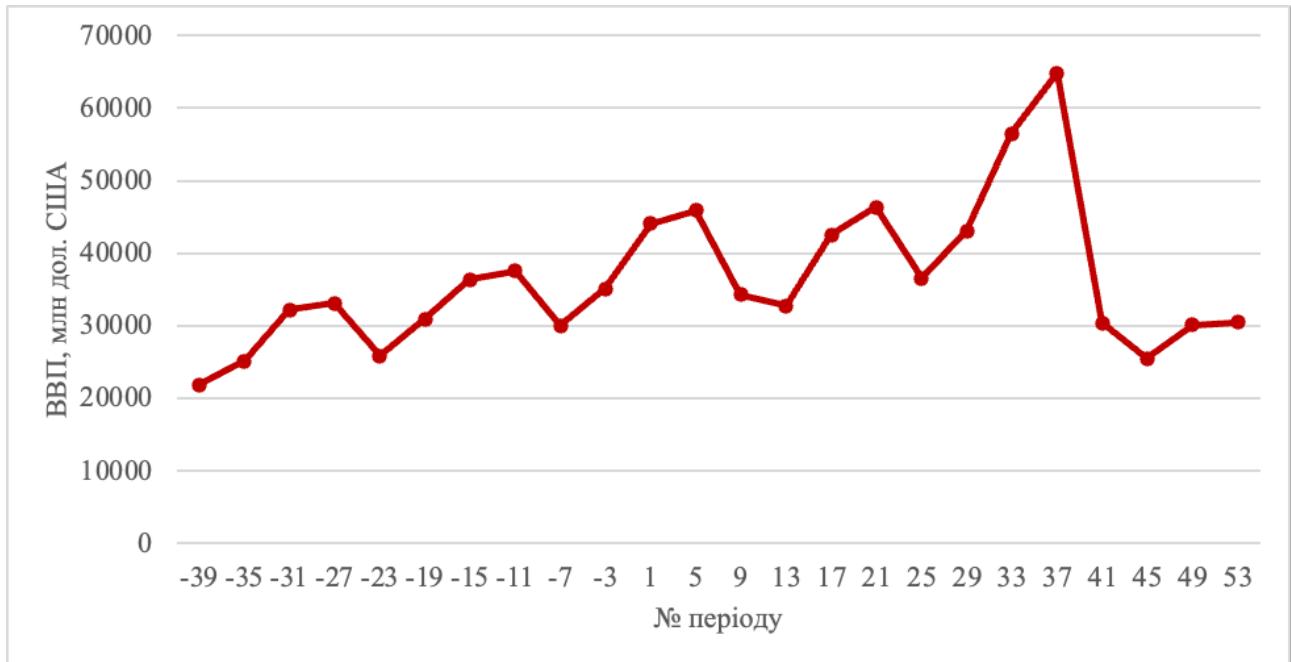


Рис. 2.3.4. Динаміка номінального ВВП України за 2017-2021 рр., млн дол. США

Так, із графіку бачимо, що у 2016-2017 роках завдяки виваженим крокам Уряду вдалося стабілізувати економіку, тому у 2017 році спостерігалися позитивні тенденції. Реальний валовий внутрішній продукт у 2017 році порівняно з 2016 роком (у постійних цінах 2010 року) підвищився на 2,5% - до 2982,920 млрд грн (у фактичних цінах). Як свідчать уточнені дані Держстату, ВВП за перший квартал 2017 року до відповідного кварталу попереднього року підвищився на 2,8% - до 591,008 млрд грн, за другий квартал підвищився на 2,6% - до 664,760 млрд грн, за третій квартал підвищився на 2,4% - до 833,130 млрд грн, за четвертий квартал підвищився на 2,2% - до 894,022 млрд грн. За результатами 2018 року показник продовжив зростання та зріс на 3,2%. Вважається, що основною рушійною силою економічного зростання залишиться приватне споживання, яке в цьому році посилиться завдяки збереженню високих темпів зростання реальних зарплат на тлі активних міграційних процесів.

Валовий внутрішній продукт України за підсумками 2019 року збільшився на 3,2% та склав 3,974 трильйона гривень. Таким чином, економічне зростання України сповільнилося на 0,2 процентних пункти проти 2018 року, коли ВВП зріс на 3,4%. За 2020 рік номінальний ВВП країни становив 4194,1 млрд грн.

Порівняно із 2019 роком він зменшився (у постійних цінах 2016 року) на 4,0%, що очевидно пов'язано із деструктивним впливом пандемії коронавірусу.

ВВП в 2021 році зріс лише на 3%. Серед причин - стрімке подорожчання енергоносіїв та їх дефіцит, вплив низьких урожаїв 2020 року, повільніше відновлення сектора послуг, обмежені потужності окремих виробничих секторів, більш суттєві втрати від пандемії, а також стрімка фіскальна консолідація.

Таким чином, спостерігаємо, що вагомим стримуючим фактором є напружена геополітична ситуація, яка негативно впливатиме на інвестиційні рішення. Крім того, незважаючи на поступове згасання пандемії, наслідки коронакризи залишаються досить відчутними. Порівняно високі ціни на енергоносії та дефіцит окремих видів сировини, насамперед у першому півріччі також обмежують потенціал зростання. Наразі відсутні офіційні дані 2022 року, проте за прогнозами Мінекономіки у 2022 році очікується уповільнення падіння темпів ВВП до 33,2%, що підтверджується тенденціями, які спостерігалися в другому кварталі та серпні поточного року. У наступному році очікується повернення економіки до зростання.

Із урахуванням зазначених тенденцій спробуємо інтерполювати траєкторію ВВП (рис. 2.3.5).

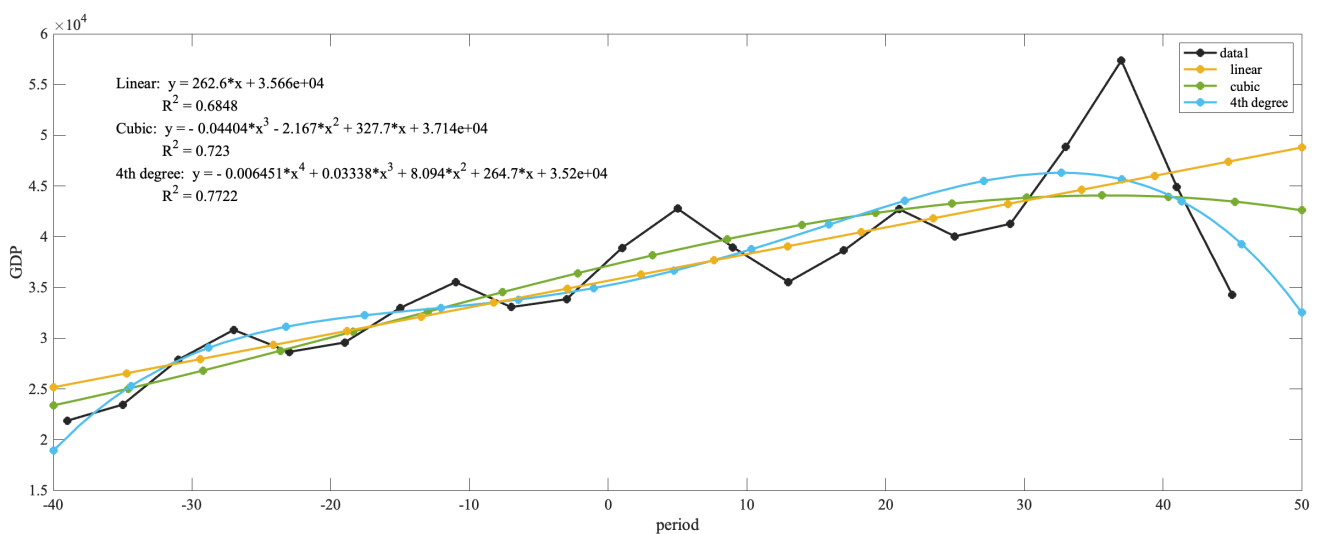


Рис. 2.3.5. Моделі трендів для опису динаміки ВВП України

Були підібрані 4 моделі трендів, які наближено описують динаміку цього показника. Проведена інтерполяція за допомогою лінійної моделі та поліномів 3, 4 та 6 степенів, коефіцієнти кожного із рівнянь та результати їх статистичної значимості згруповані у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

## Результати інтерполяції ВВП

Період	ВВП, млн грн (Y)	Лінійна модель		Поліном 3 степеня		Поліном 4 степеня	
		Пронозоване значення (Y1)	Y-Y1	Пронозоване значення (Y2)	Y-Y2	Пронозоване значення (Y3)	Y-Y3
-39	21868,64	25418,60	-3549,96	23676,10	-1807,46	20283,60	1585,04
-35	23453,53	26469,00	-3015,47	24904,14	-1450,61	24738,95	-1285,42
-31	27872,83	27519,40	353,43	26210,81	1662,02	27820,58	52,26
-27	30816,88	28569,80	2247,08	27579,20	3237,69	29868,28	948,60
-23	28648,70	29620,20	-971,50	28992,39	-343,70	31182,24	-2533,54
-19	29575,90	30670,60	-1094,70	30433,48	-857,58	32022,98	-2447,08
-15	32983,36	31721,00	1262,36	31885,56	1097,80	32611,41	371,95
-11	35527,20	32771,40	2755,80	33331,71	2195,49	33128,80	2398,41
-7	33065,27	33821,80	-756,53	34755,02	-1689,76	33716,77	-651,50
-3	33842,20	34872,20	-1030,00	36138,59	-2296,39	34477,32	-635,12
1	38902,97	35922,60	2980,37	37465,49	1437,48	35472,82	3430,15
5	42769,98	36973,00	5796,98	38718,82	4051,16	36725,99	6043,99
9	38956,95	38023,40	933,55	39881,67	-924,72	38219,92	737,03
13	35543,98	39073,80	-3529,82	40937,12	-5393,14	39898,07	-4354,10
17	38644,51	40124,20	-1479,69	41868,27	-3223,76	41664,27	-3019,76
21	42705,18	41174,60	1530,58	42658,20	46,98	43382,69	-677,51
25	40042,73	42225,00	-2182,27	43290,00	-3247,27	44877,89	-4835,16
29	41275,42	43275,40	-1999,98	43746,76	-2471,34	45934,79	-4659,37
33	48844,33	44325,80	4518,53	44011,57	4832,76	46298,67	2545,66
37	57368,82	45376,20	11992,62	44067,52	13301,30	45675,17	11693,65
Коефі-цієнти		p1=	262,6	p1=	-0,04404	p1=	-0,006451
		p2=	3,57E+04	p2=	-2,17E+00	p2=	0,03338
		R <sup>2</sup> =	0,6848	p3=	327,7	p3=	8,094
				p4=	3,71E+04	p4=	264,7
				R <sup>2</sup> =	0,723	p5=	3,52E+04

											$R^2=$	0,7722
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------	--------

Спираючись на розрахований вище коефіцієнт кореляції між середньою ціною квадратного метра квартири та ВВП, що становить 0,82, припускаємо високий ступінь залежності цих показників, тому для виявлення стохастичного зв'язку між цінами на квартири та ВВП побудуємо кореляційне поле показників та функцію регресії.

Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння степеневі регресії 1 та 2 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.6 та 2.3.7. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від ВВП

№	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)		
								Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відн. залишки	Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відн. залишки
1	35472,82	764,78	10,48	6,64	109,76	44,08	69,56	692,23	-72,55	-0,09	668,13	-96,66	-0,13
2	35761,94	695,34	10,48	6,54	109,93	42,83	68,62	704,72	9,38	0,01	683,47	-11,86	-0,02
3	36067,32	726,23	10,49	6,59	110,11	43,40	69,13	718,04	-8,19	-0,01	699,66	-26,57	-0,04
4	36388,79	748,64	10,50	6,62	110,29	43,80	69,51	732,21	-16,43	-0,02	716,67	-31,97	-0,04
5	36725,99	753,60	10,51	6,62	110,49	43,89	69,64	747,23	-6,37	-0,01	734,48	-19,11	-0,03
6	37078,43	676,77	10,52	6,52	110,69	42,48	68,57	763,11	86,34	0,13	753,07	76,30	0,11
7	37445,47	684,71	10,53	6,53	110,89	42,63	68,75	779,84	95,13	0,14	772,40	87,68	0,13
8	37826,28	726,43	10,54	6,59	111,11	43,40	69,44	797,41	70,98	0,10	792,41	65,98	0,09
9	38219,92	823,52	10,55	6,71	111,33	45,07	70,84	815,80	-7,72	-0,01	813,06	-10,46	-0,01
10	38625,27	820,39	10,56	6,71	111,55	45,02	70,87	834,98	14,59	0,02	834,28	13,89	0,02
11	39041,05	762,27	10,57	6,64	111,77	44,04	70,16	854,90	92,63	0,12	856,01	93,74	0,12
12	39465,85	780,43	10,58	6,66	112,00	44,35	70,48	875,51	95,09	0,12	878,16	97,74	0,13
13	39898,07	959,21	10,59	6,87	112,23	47,14	72,74	896,76	-62,45	-0,07	900,66	-58,55	-0,06
14	40336,00	975,81	10,60	6,88	112,47	47,38	73,00	918,58	-57,23	-0,06	923,41	-52,40	-0,05



15	40777,73	980,40	10,62	6,89	112,70	47,44	73,12	940,88	-39,52	-0,04	946,31	-34,09	-0,03
16	41221,22	1010,47	10,63	6,92	112,93	47,86	73,52	963,56	-46,91	-0,05	969,26	-41,21	-0,04
17	41664,27	1055,40	10,64	6,96	113,15	48,46	74,05	986,51	-68,89	-0,07	992,14	-63,26	-0,06
18	42104,53	1050,46	10,65	6,96	113,38	48,40	74,08	1009,61	-40,85	-0,04	1014,84	-35,62	-0,03
19	42539,49	1042,52	10,66	6,95	113,60	48,29	74,07	1032,72	-9,80	-0,01	1037,22	-5,30	-0,01
20	42966,48	1037,94	10,67	6,94	113,81	48,23	74,09	1055,68	17,75	0,02	1059,15	21,21	0,02
21	43382,69	1059,52	10,68	6,97	114,02	48,52	74,38	1078,33	18,81	0,02	1080,48	20,96	0,02
22	43785,14	1066,63	10,69	6,97	114,21	48,61	74,51	1100,48	33,86	0,03	1101,08	34,45	0,03
23	44170,71	1091,20	10,70	7,00	114,40	48,93	74,82	1121,94	30,74	0,03	1120,78	29,58	0,03
24	44536,10	1118,67	10,70	7,02	114,58	49,28	75,14	1142,48	23,80	0,02	1139,42	20,75	0,02
25	44877,89	1098,74	10,71	7,00	114,74	49,03	75,00	1161,87	63,13	0,06	1156,83	58,09	0,05
26	45192,48	1100,98	10,72	7,00	114,89	49,06	75,07	1179,88	78,90	0,07	1172,84	71,85	0,07
27	45476,12	1100,01	10,72	7,00	115,02	49,04	75,11	1196,25	96,24	0,09	1187,25	87,24	0,08
28	45724,91	1103,71	10,73	7,01	115,14	49,09	75,18	1210,71	107,00	0,10	1199,88	96,17	0,09
29	45934,79	1119,62	10,73	7,02	115,24	49,29	75,37	1222,98	103,36	0,09	1210,52	90,90	0,08
30	46101,55	1147,99	10,74	7,05	115,32	49,64	75,66	1232,78	84,79	0,07	1218,97	70,98	0,06
31	46220,82	1179,37	10,74	7,07	115,37	50,02	75,97	1239,81	60,44	0,05	1225,01	45,64	0,04
32	46288,09	1215,55	10,74	7,10	115,40	50,45	76,30	1243,79	28,24	0,02	1228,42	12,87	0,01
33	46298,67	1234,50	10,74	7,12	115,41	50,67	76,47	1244,41	9,92	0,01	1228,95	-5,54	0,00
34	46247,73	1418,74	10,74	7,26	115,39	52,67	77,96	1241,40	-177,34	-0,13	1226,38	-192,37	-0,14
35	46130,29	1217,37	10,74	7,10	115,33	50,47	76,30	1234,47	17,10	0,01	1220,43	3,06	0,00
36	45941,20	1167,92	10,74	7,06	115,24	49,89	75,82	1223,35	55,43	0,05	1210,85	42,93	0,04
37	45675,17	1225,83	10,73	7,11	115,12	50,57	76,30	1207,81	-18,02	-0,01	1197,35	-28,48	-0,02
38	45326,75	1247,26	10,72	7,13	114,95	50,82	76,43	1187,61	-59,64	-0,05	1179,66	-67,60	-0,05
39	44890,33	1351,85	10,71	7,21	114,75	51,97	77,23	1162,58	-189,27	-0,14	1157,46	-194,39	-0,14
40	44360,16	1348,99	10,70	7,21	114,49	51,94	77,12	1132,56	-216,43	-0,16	1130,45	-218,55	-0,16

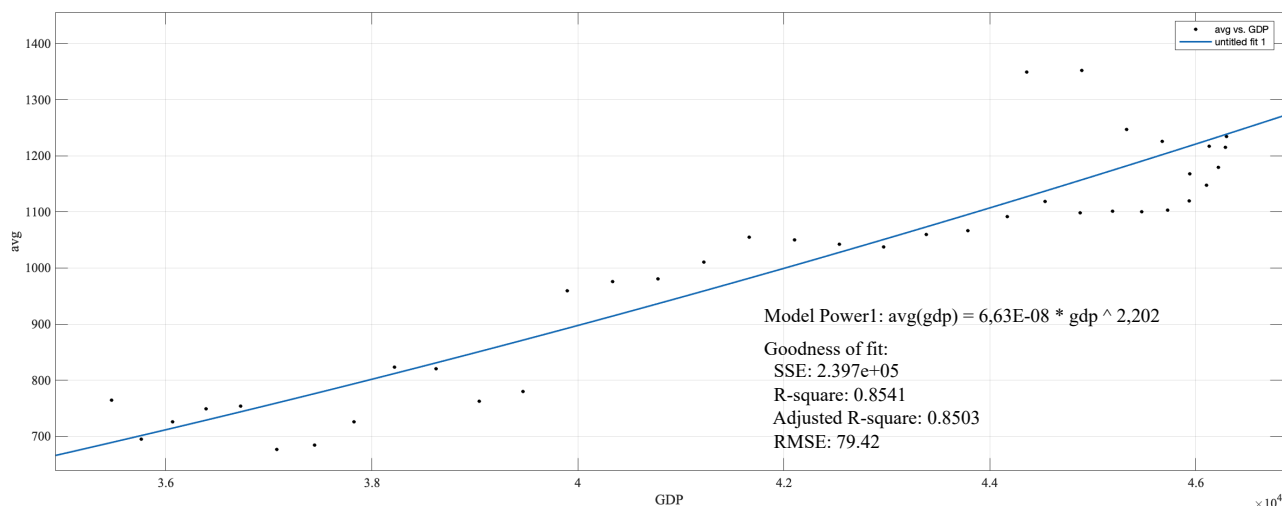


Рис. 2.3.6. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від ВВП

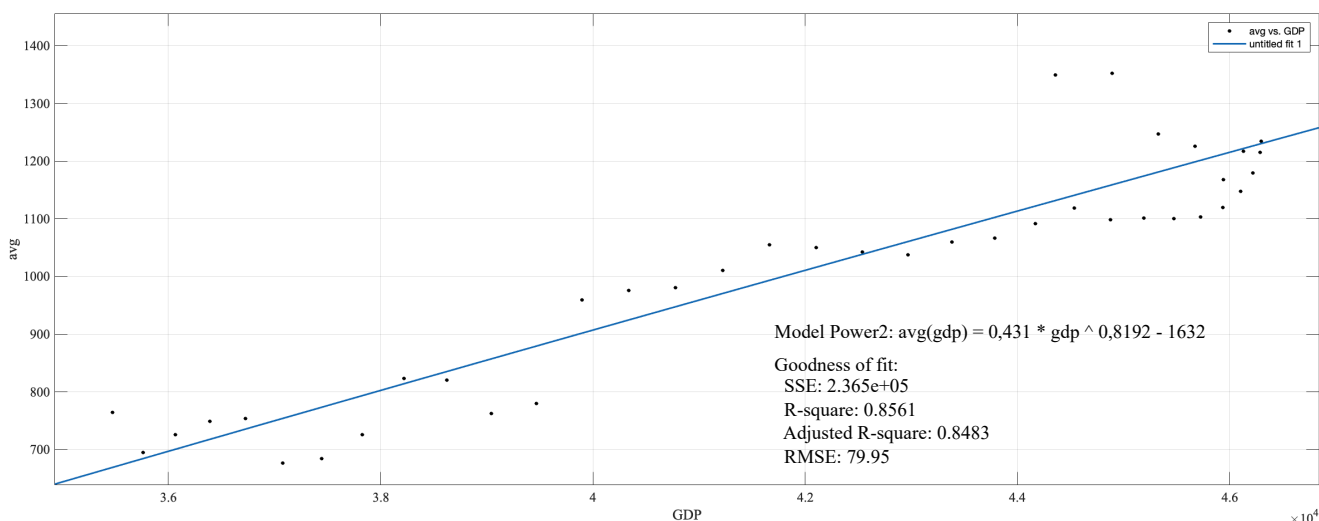


Рис. 2.3.7. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від ВВП

Функція регресії, яка була побудована, дає можливість розраховувати прогнозні значення середньої вартості житлової площі за заданого значення ВВП. Після проведення розрахунків можна сказати, що зв'язок показників прямий і зі збільшенням ВВП, зростають ціни на житло. Ця діаграма графічно відбиває концентрацію вибірових значень ціни нерухомість навколо оціненого нами рівняння регресії. Їх відхилення від лінії регресії є результатом дії випадкової складової (дії всіх інших, неврахованих у моделі факторів).

За аналогічною методологією розглянемо наступний фактор – рівень споживчої інфляції. Однак цього разу ми використовували помісячні показники, тому схема ранжування періодів наведена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Схема нумерації періодів (інфляція)

Рік-місяць	2019-07	2019-08	2019-09	2019-10	2019-11	2019-12	2020-01	2020-02	2020-03	2020-04	2020-05	2020-06	2020-07	2020-08	2020-09	2020-10	2020-11	2020-12	2021-01	2021-02
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Рік-місяць	2021-03	2021-04	2021-05	2021-06	2021-07	2021-08	2021-09	2021-10	2021-11	2021-12	2022-01	2022-02	2022-03	2022-04	2022-05	2022-06	2022-07	2022-08	2022-09	2022-10
№	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Із рисунку 2.3.8 бачимо, що до квітня 2020 року, інфляція мала спадну динаміку, далі до жовтня показник був більш менш стабільним із незначними коливаннями. Головними умовами формування внутрішніх цін упродовж 2020 року були: відносно обмежений попит внаслідок вимушених заходів щодо запобігання активному розповсюдженню пандемії COVID-19; підтримка державою економіки в умовах, що склалися; поступова девальвація гривні; динаміка світових цін, яка формувалася внаслідок деструктивних процесів в світовій економіці, також пов'язаних із заходами стримування розповсюдження захворювання. За складних умов на фоні карантинних заходів формування споживчих цін залежало від зміни пріоритетів в споживанні та, відповідно, підлаштування до цих змін торгових агентів. Так, більшими темпами зростали як обсяги роздрібної торгівлі, так і споживчі ціни, передусім, на товари першої необхідності

У наступні періоди інфляція почала стрімко прискорюється. У грудні 2021 індекс споживчих цін (ІСЦ) збільшився на 0,9% за місяць. Така динаміка продовжувалася аж до жовтня 2021. Найбільшим проінфляційним ризиком було стрімке зростання цін на енергоносії на світових ринках. Надалі бачимо вплив режиму інфляційного таргетування та підвищення облікової ставки НБУ у наступних періодах, що призвело до тимчасового спаду та стабілізації. Із початком повномасштабної війни інфляція почала стрімко зростати. Попри очікуване подальше прискорення, є висока ймовірність збереження показника інфляції у межах 30% до кінця 2022 року.

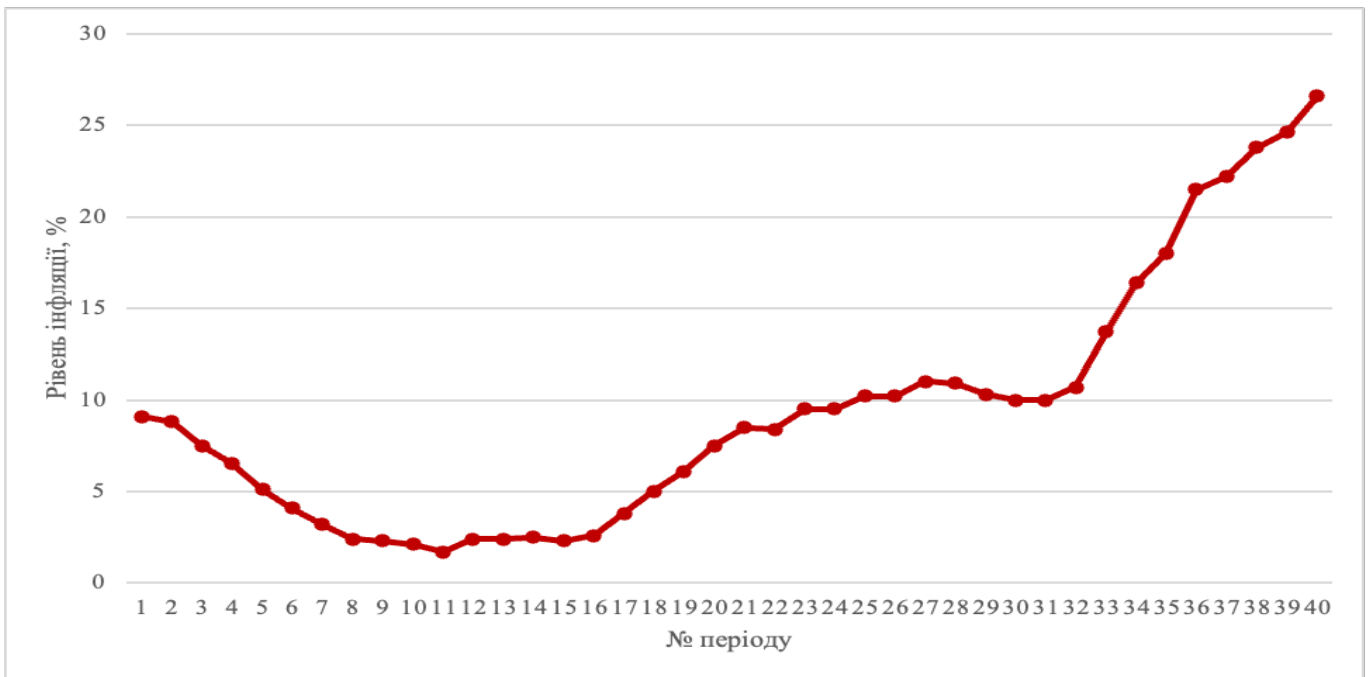


Рис. 2.3.8. Динаміка споживчої інфляції України за липень 2019 – жовтень 2022 рр., %

На рисунку 2.3.9 наведені моделі інтерполяції інфляції. Були підібрані 4 моделі трендів, які наближено описують динаміку показника. Проведена інтерполяція за допомогою лінійної моделі та поліномів 3, 4 та 6 степенів, коефіцієнти кожного із рівнянь та результати їх статистичної значимості згруповані у таблиці 2.9.

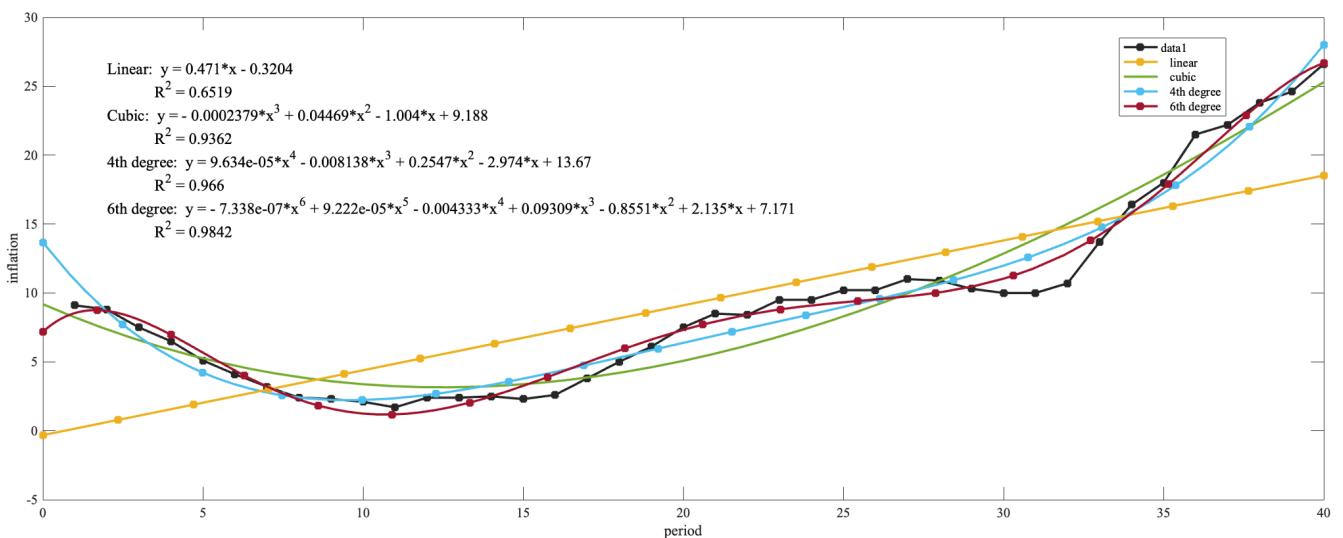


Рис. 2.3.9. Трендові моделі для опису динаміки рівня інфляції

Таблиця 2.9

## Результати інтерполяції рівня інфляції

Період	Інфляція, % (Y)	Лінійна модель		Поліном 3 степеня		Поліном 4 степеня		Поліном 6 степеня	
		Пронозоване значення (Y1)	Y-Y1	Пронозоване значення (Y2)	Y-Y2	Пронозоване значення (Y3)	Y-Y3	Пронозоване значення (Y4)	Y-Y4
1	9,10	0,15	8,95	8,23	0,87	10,94	-1,84	8,54	0,56
2	8,80	0,62	8,18	7,36	1,44	8,68	0,12	8,70	0,10
3	7,50	1,09	6,41	6,57	0,93	6,83	0,67	8,06	-0,56
4	6,50	1,56	4,94	5,87	0,63	5,35	1,15	6,97	-0,47
5	5,10	2,03	3,07	5,26	-0,16	4,21	0,89	5,67	-0,57
6	4,10	2,51	1,59	4,72	-0,62	3,36	0,74	4,37	-0,27
7	3,20	2,98	0,22	4,27	-1,07	2,77	0,43	3,21	-0,01
8	2,40	3,45	-1,05	3,89	-1,49	2,41	-0,01	2,27	0,13
9	2,30	3,92	-1,62	3,60	-1,30	2,23	0,07	1,61	0,69
10	2,10	4,39	-2,29	3,38	-1,28	2,23	-0,13	1,26	0,84
11	1,70	4,86	-3,16	3,23	-1,53	2,35	-0,65	1,20	0,50
12	2,40	5,33	-2,93	3,16	-0,76	2,59	-0,19	1,42	0,98
13	2,40	5,80	-3,40	3,17	-0,77	2,92	-0,52	1,88	0,52
14	2,50	6,27	-3,77	3,24	-0,74	3,33	-0,83	2,52	-0,02
15	2,30	6,74	-4,44	3,38	-1,08	3,78	-1,48	3,29	-0,99
16	2,60	7,22	-4,62	3,59	-0,99	4,27	-1,67	4,14	-1,54
17	3,80	7,69	-3,89	3,87	-0,07	4,78	-0,98	5,02	-1,22
18	5,00	8,16	-3,16	4,21	0,79	5,31	-0,31	5,89	-0,89
19	6,10	8,63	-2,53	4,61	1,49	5,85	0,25	6,69	-0,59
20	7,50	9,10	-1,60	5,08	2,42	6,38	1,12	7,41	0,09
21	8,50	9,57	-1,07	5,61	2,89	6,91	1,59	8,03	0,47
22	8,40	10,04	-1,64	6,20	2,20	7,43	0,97	8,53	-0,13

23	9,50	10,51	-1,01	6,84	2,66	7,95	1,55	8,93	0,57
24	9,50	10,98	-1,48	7,54	1,96	8,46	1,04	9,25	0,25
25	10,20	11,45	-1,25	8,30	1,90	8,98	1,22	9,50	0,70
26	10,20	11,93	-1,73	9,11	1,09	9,51	0,69	9,72	0,48
27	11,00	12,40	-1,40	9,98	1,02	10,07	0,93	9,97	1,03
28	10,90	12,87	-1,97	10,89	0,01	10,65	0,25	10,29	0,61
29	10,30	13,34	-3,04	11,85	-1,55	11,29	-0,99	10,73	-0,43
30	10,00	13,81	-3,81	12,87	-2,87	11,99	-1,99	11,34	-1,34
31	10,00	14,28	-4,28	13,92	-3,92	12,78	-2,78	12,16	-2,16
32	10,70	14,75	-4,05	15,03	-4,33	13,67	-2,97	13,24	-2,54
33	13,70	15,22	-1,52	16,17	-2,47	14,69	-0,99	14,59	-0,89
34	16,40	15,69	0,71	17,36	-0,96	15,87	0,53	16,21	0,19
35	18,00	16,16	1,84	18,59	-0,59	17,24	0,76	18,07	-0,07
36	21,50	16,64	4,86	19,86	1,64	18,82	2,68	20,12	1,38
37	22,20	17,11	5,09	21,17	1,03	20,66	1,54	22,25	-0,05
38	23,80	17,58	6,22	22,51	1,29	22,78	1,02	24,32	-0,52
39	24,60	18,05	6,55	23,89	0,71	25,22	-0,62	26,12	-1,52
40	26,60	18,52	8,08	25,31	1,29	28,03	-1,43	27,37	-0,77
Коефіцієнти моделі		$p1=$	0,471	$p1=$	-0,0002379	$p1=$	9,63E-05	$p1=$	-7,34E-07
		$p2=$	-0,3204	$p2=$	0,04469	$p2=$	-0,008138	$p2=$	9,22E-05
		$R2=$	0,6519	$p3=$	-1,004	$p3=$	0,2547	$p3=$	-0,004333
				$p4=$	9,188	$p4=$	-2,974	$p4=$	0,09309
				$R2=$	0,9362	$p5=$	13,67	$p5=$	-0,8551
						$R2=$	0,966	$p6=$	2,135
								$p7=$	7,171
								$R2=$	0,9842

Спираючись на розрахований вище коефіцієнт кореляції між середньою ціною квадратного метра квартири та рівнем інфляції, що становить 0,74, припускаємо високий ступінь залежності цих показників, тому для виявлення стохастичного зв'язку між цінами на квартири та інфляцією побудуємо кореляційне поле показників та функцію регресії.

Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння показникової та степеневі регресії 1 та 2 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.10, 2.3.11, 2.3.12. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.10.

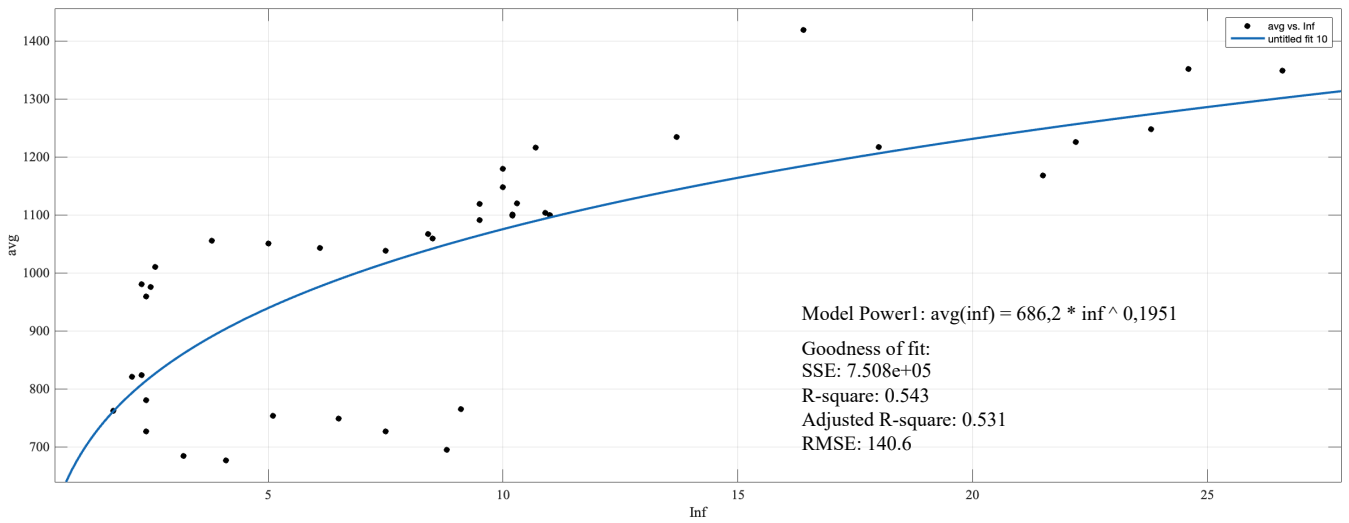
Таблиця 2.10

Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від рівня інфляції

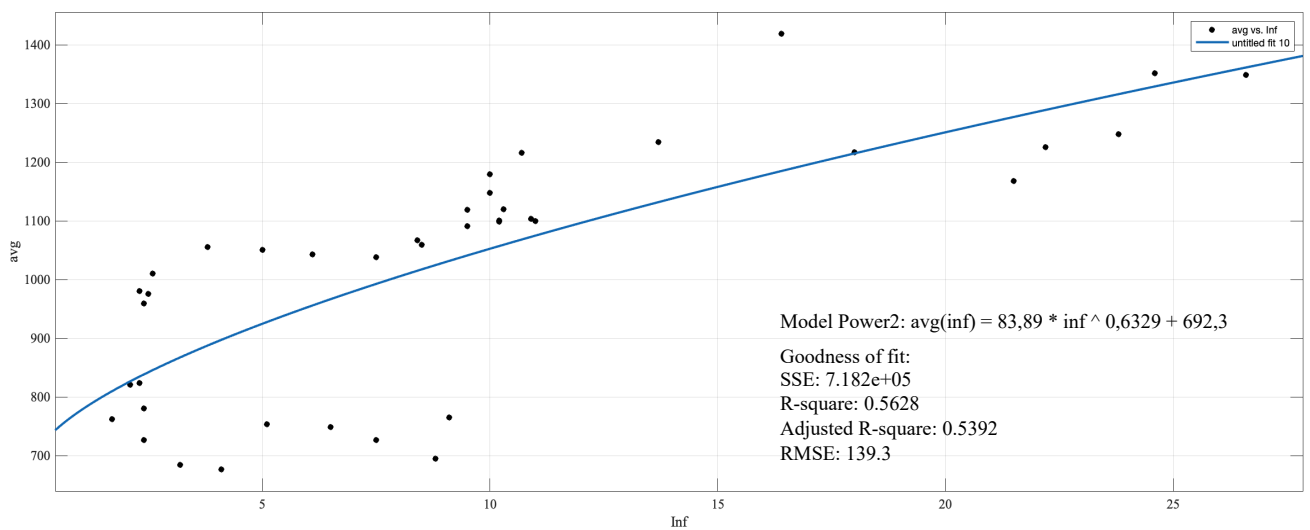
№	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)			Показникова регресія		
								Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відносн. залишки	Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відносн. залишки	Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відносн. залишки
1	9,10	764,78	2,21	6,64	4,88	44,08	14,66	1055,75	290,96	0,38	1031,68	266,90	0,35	1004,43	239,65	0,31
2	8,80	695,34	2,17	6,54	4,73	42,83	14,23	1048,86	353,53	0,51	1024,56	329,22	0,47	998,48	303,15	0,44
3	7,50	726,23	2,01	6,59	4,06	43,40	13,27	1016,66	290,43	0,40	992,59	266,36	0,37	973,11	246,88	0,34
4	6,50	748,64	1,87	6,62	3,50	43,80	12,39	988,67	240,03	0,32	966,59	217,95	0,29	954,02	205,39	0,27
5	5,10	753,60	1,63	6,62	2,65	43,89	10,79	942,97	189,37	0,25	927,55	173,95	0,23	927,94	174,34	0,23
6	4,10	676,77	1,41	6,52	1,99	42,48	9,20	903,66	226,89	0,34	897,20	220,43	0,33	909,74	232,97	0,34
7	3,20	684,71	1,16	6,53	1,35	42,63	7,59	861,00	176,29	0,26	867,45	182,74	0,27	893,67	208,96	0,31
8	2,40	726,43	0,88	6,59	0,77	43,40	5,77	814,01	87,58	0,12	838,30	111,87	0,15	879,63	153,20	0,21
9	2,30	823,52	0,83	6,71	0,69	45,07	5,59	807,28	-16,24	-0,02	834,42	10,90	0,01	877,89	54,37	0,07
10	2,10	820,39	0,74	6,71	0,55	45,02	4,98	793,08	-27,31	-0,03	826,47	6,08	0,01	874,42	54,03	0,07
11	1,70	762,27	0,53	6,64	0,28	44,04	3,52	761,05	-1,22	0,00	809,67	47,40	0,06	867,52	105,25	0,14
12	2,40	780,43	0,88	6,66	0,77	44,35	5,83	814,01	33,58	0,04	838,30	57,87	0,07	879,63	99,20	0,13
13	2,40	959,21	0,88	6,87	0,77	47,14	6,01	814,01	-145,20	-0,15	838,30	-120,92	-0,13	879,63	-79,59	-0,08
14	2,50	975,81	0,92	6,88	0,84	47,38	6,31	820,52	-155,29	-0,16	842,12	-133,69	-0,14	881,37	-94,44	-0,10
15	2,30	980,40	0,83	6,89	0,69	47,44	5,74	807,28	-173,12	-0,18	834,42	-145,98	-0,15	877,89	-102,51	-0,10
16	2,60	1010,47	0,96	6,92	0,91	47,86	6,61	826,82	-183,65	-0,18	845,88	-164,58	-0,16	883,12	-127,35	-0,13
17	3,80	1055,40	1,34	6,96	1,78	48,46	9,29	890,36	-165,04	-0,16	887,58	-167,82	-0,16	904,36	-151,05	-0,14
18	5,00	1050,46	1,61	6,96	2,59	48,40	11,20	939,33	-111,13	-0,11	924,62	-125,84	-0,12	926,10	-124,36	-0,12

19	6,10	1042,52	1,81	6,95	3,27	48,29	12,57	976,49	-66,02	-0,06	955,78	-86,74	-0,08	946,50	-96,02	-0,09
20	7,50	1037,94	2,01	6,94	4,06	48,23	13,99	1016,66	-21,28	-0,02	992,59	-45,35	-0,04	973,11	-64,83	-0,06
21	8,50	1059,52	2,14	6,97	4,58	48,52	14,91	1041,79	-17,73	-0,02	1017,34	-42,18	-0,04	992,57	-66,95	-0,06
22	8,40	1066,63	2,13	6,97	4,53	48,61	14,84	1039,39	-27,24	-0,03	1014,92	-51,71	-0,05	990,60	-76,02	-0,07
23	9,50	1091,20	2,25	7,00	5,07	48,93	15,75	1064,64	-26,56	-0,02	1041,05	-50,15	-0,05	1012,42	-78,78	-0,07
24	9,50	1118,67	2,25	7,02	5,07	49,28	15,80	1064,64	-54,03	-0,05	1041,05	-77,63	-0,07	1012,42	-106,25	-0,09
25	10,20	1098,74	2,32	7,00	5,39	49,03	16,26	1079,51	-19,23	-0,02	1057,10	-41,65	-0,04	1026,55	-72,19	-0,07
26	10,20	1100,98	2,32	7,00	5,39	49,06	16,27	1079,51	-21,47	-0,02	1057,10	-43,89	-0,04	1026,55	-74,43	-0,07
27	11,00	1100,01	2,40	7,00	5,75	49,04	16,79	1095,54	-4,48	0,00	1074,96	-25,06	-0,02	1042,94	-57,07	-0,05
28	10,90	1103,71	2,39	7,01	5,71	49,09	16,74	1093,59	-10,12	-0,01	1072,75	-30,96	-0,03	1040,88	-62,83	-0,06
29	10,30	1119,62	2,33	7,02	5,44	49,29	16,37	1081,57	-38,05	-0,03	1059,36	-60,26	-0,05	1028,59	-91,04	-0,08
30	10,00	1147,99	2,30	7,05	5,30	49,64	16,22	1075,35	-72,64	-0,06	1052,56	-95,43	-0,08	1022,49	-125,50	-0,11
31	10,00	1179,37	2,30	7,07	5,30	50,02	16,29	1075,35	-104,02	-0,09	1052,56	-126,82	-0,11	1022,49	-156,88	-0,13
32	10,70	1215,55	2,37	7,10	5,62	50,45	16,84	1089,64	-125,91	-0,10	1068,32	-147,23	-0,12	1036,76	-178,79	-0,15
33	13,70	1234,50	2,62	7,12	6,85	50,67	18,63	1143,47	-91,03	-0,07	1131,98	-102,51	-0,08	1100,22	-134,27	-0,11
34	16,40	1418,74	2,80	7,26	7,82	52,67	20,30	1184,31	-234,43	-0,17	1185,00	-233,74	-0,16	1160,65	-258,09	-0,18
35	18,00	1217,37	2,89	7,10	8,35	50,47	20,53	1206,02	-11,35	-0,01	1214,90	-2,46	0,00	1198,01	-19,35	-0,02
36	21,50	1167,92	3,07	7,06	9,41	49,89	21,67	1248,56	80,64	0,07	1277,10	109,18	0,09	1283,99	116,07	0,10
37	22,20	1225,83	3,10	7,11	9,61	50,57	22,05	1256,39	30,56	0,02	1289,08	63,25	0,05	1301,91	76,08	0,06
38	23,80	1247,26	3,17	7,13	10,05	50,82	22,60	1273,56	26,31	0,02	1315,96	68,70	0,06	1343,82	96,57	0,08
39	24,60	1351,85	3,20	7,21	10,26	51,97	23,09	1281,81	-70,05	-0,05	1329,14	-22,71	-0,02	1365,28	13,43	0,01
40	26,60	1348,99	3,28	7,21	10,76	51,94	23,65	1301,50	-47,49	-0,04	1361,44	12,45	0,01	1420,44	71,45	0,05





*Рис. 2.3.10. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від рівня інфляції*



*Рис. 2.3.11. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від рівня інфляції*

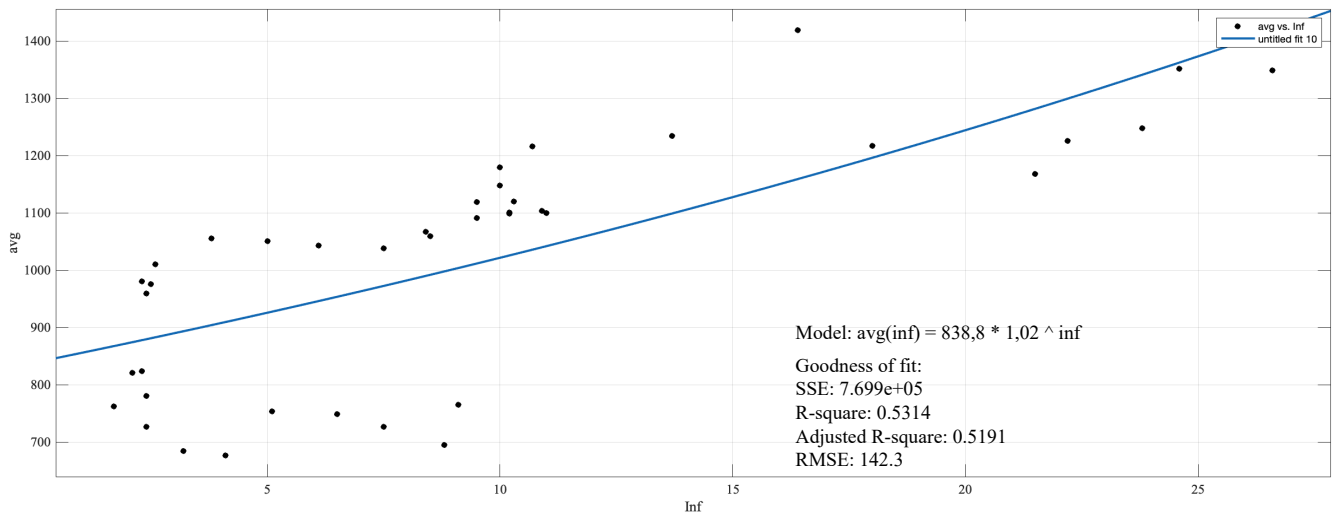


Рис. 2.3.12. Показникова регресія ціни квартири в залежності від рівня інфляції

Аналогічно функція регресії, яка була побудована, дає можливість розраховувати прогнозні значення середньої вартості житлової площі за заданого значення інфляції. Після проведення розрахунків можна сказати, що зв'язок показників прямий і зі збільшенням інфляції, зростають ціни на житло. Ця діаграма графічно відбиває концентрацію вибірових значень ціни нерухомість навколо оціненого нами рівняння регресії. Їх відхилення від лінії регресії є результатом дії випадкової складової (дії всіх інших, неврахованих у моделі факторів).

Продовжуючи дослідження, переходимо до наступного показника – курс долара (рис. 2.3.13). Хід роботи є аналогічним, тому наведемо результати, коментуючи лише найголовніші моменти. Зазначимо, що використовується нумерація періодів, наведена при аналізі рівня інфляції.

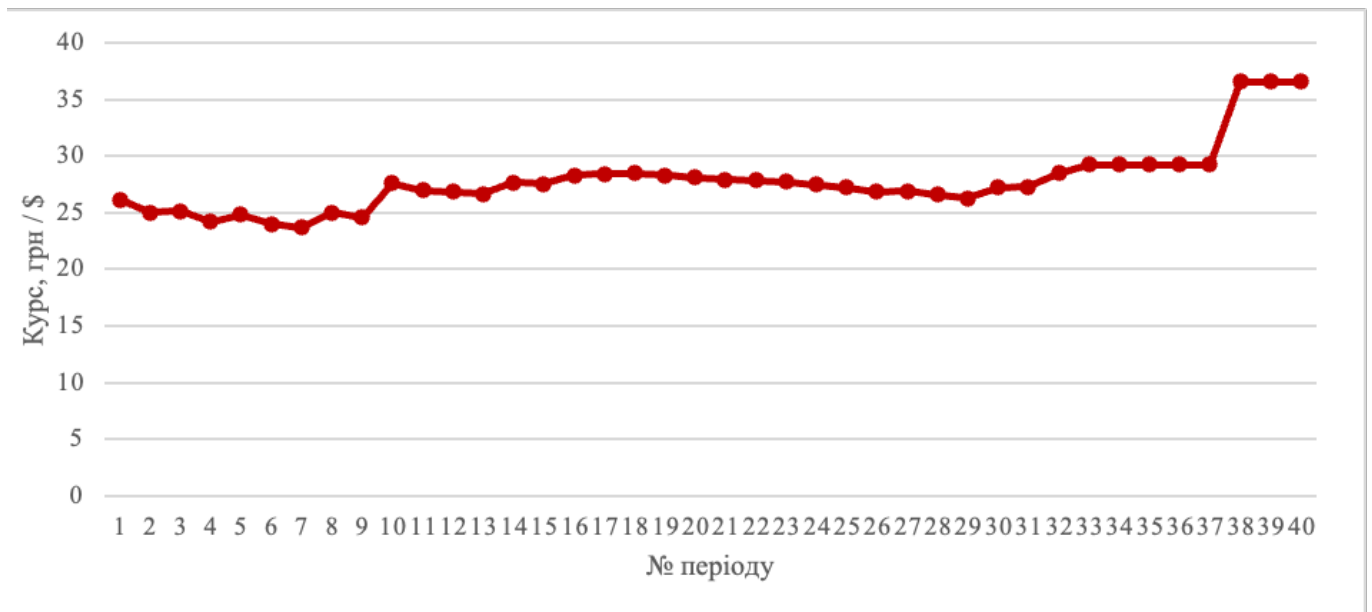


Рис. 2.3.13. Динаміка курсу валют за період липень 2019 – жовтень 2022 рр

Обмінний курс гривні до долара в Україні завжди привертає увагу громадян, впливає на очікування бізнесу, відображається на цінній та тарифній політиці, виступає своєрідним тригером для інвесторів. У свою чергу, досить довгий період обмінний курс гривні до долара не був відносно стабільним із незначними коливаннями, пов'язаними із різноманітними факторами, наприклад, рішеннями НБУ щодо облікової ставки, продаж валюти експортерами аграрної продукції, які через високі ціни на зернові продають урожай відразу з полів. стабільність кредитних рейтингів України за даними різних агентств і так далі. Після початку повномасштабної війни НБУ відмовився від режиму плаваючого обмінного курсу та визначає фіксовані значення, з чим і пов'язані тенденції зміни курсу за останні періоди.

Аналогічно було побудовано трендові моделі (рис. 2.3.14), відповідно до яких розраховано прогнозовані значення показника (табл. 2.11).

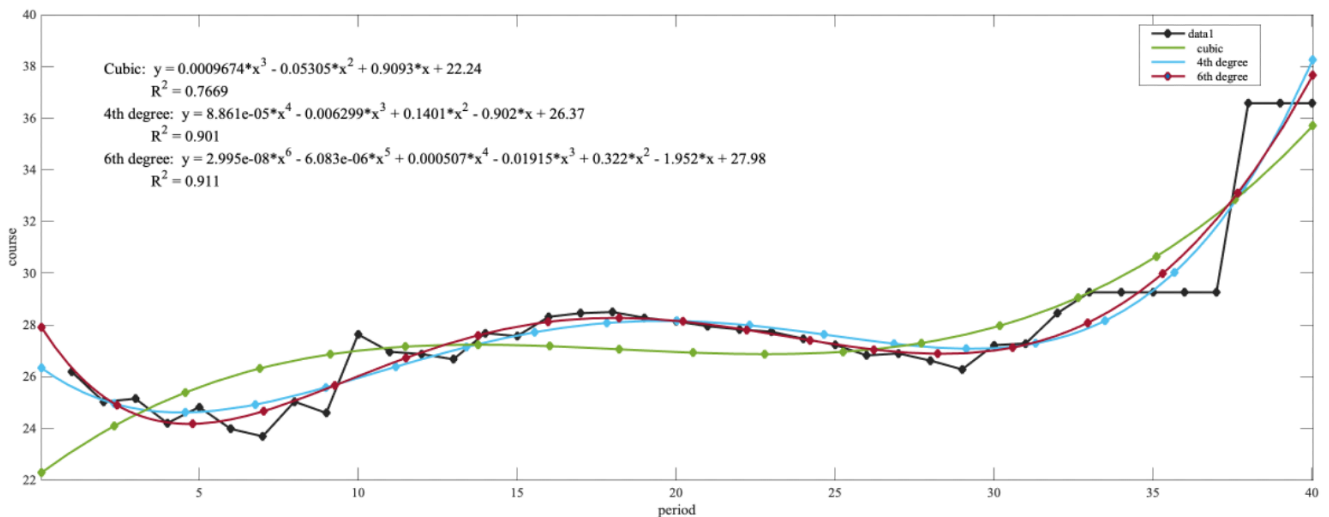


Рис. 2.3.14. Трендові моделі для опису динаміки курсу валют

Таблиця 2.11

### Результати інтерполяції курсу валют

№	Курс валют, USD/UAH (Y)	Поліном 3 степеня		Поліном 4 степеня		Поліном 6 степеня	
		Прогнозоване значення (Y1)	Y-Y1	Прогнозоване значення (Y2)	Y-Y2	Прогнозоване значення (Y3)	Y-Y3
1	26,18	23,10	3,08	25,60	0,58	26,33	-0,15
2	25,02	23,85	1,17	25,08	-0,06	25,22	-0,20
3	25,14	24,52	0,63	24,76	0,38	24,54	0,60
4	24,20	25,09	-0,89	24,62	-0,43	24,22	-0,02
5	24,82	25,58	-0,76	24,63	0,19	24,17	0,64
6	23,97	25,99	-2,02	24,76	-0,78	24,33	-0,36
7	23,69	26,34	-2,65	24,97	-1,29	24,64	-0,96
8	25,03	26,61	-1,59	25,26	-0,23	25,05	-0,02
9	24,59	26,83	-2,24	25,59	-1,00	25,52	-0,93
10	27,63	27,00	0,63	25,95	1,68	26,00	1,63
11	26,96	27,11	-0,15	26,31	0,65	26,48	0,48

12	26,87	27,18	-0,32	26,67	0,20	26,92	-0,05
13	26,67	27,22	-0,55	27,01	-0,35	27,32	-0,65
14	27,68	27,23	0,45	27,32	0,36	27,65	0,03
15	27,56	27,21	0,35	27,59	-0,03	27,91	-0,35
16	28,31	27,17	1,14	27,81	0,50	28,09	0,22
17	28,45	27,12	1,33	27,98	0,47	28,20	0,25
18	28,50	27,06	1,44	28,09	0,40	28,24	0,26
19	28,27	27,00	1,27	28,15	0,12	28,20	0,07
20	28,13	26,95	1,19	28,16	-0,02	28,11	0,02
21	27,95	26,90	1,05	28,11	-0,16	27,97	-0,02
22	27,82	26,87	0,95	28,02	-0,20	27,79	0,03
23	27,73	26,86	0,87	27,89	-0,16	27,58	0,15
24	27,47	26,88	0,59	27,74	-0,27	27,37	0,10
25	27,23	26,93	0,30	27,57	-0,35	27,17	0,06
26	26,82	27,02	-0,21	27,41	-0,59	26,98	-0,17
27	26,89	27,16	-0,27	27,26	-0,36	26,84	0,05
28	26,62	27,35	-0,73	27,14	-0,52	26,76	-0,15
29	26,28	27,59	-1,31	27,08	-0,81	26,76	-0,49
30	27,21	27,89	-0,68	27,10	0,11	26,86	0,36
31	27,28	28,27	-0,99	27,22	0,05	27,07	0,21
32	28,46	28,71	-0,26	27,48	0,98	27,41	1,04
33	29,25	29,24	0,01	27,89	1,36	27,91	1,35
34	29,25	29,85	-0,60	28,49	0,76	28,58	0,68
35	29,25	30,56	-1,30	29,32	-0,07	29,44	-0,18
36	29,25	31,36	-2,10	30,41	-1,16	30,50	-1,25
37	29,25	32,26	-3,01	31,80	-2,54	31,79	-2,54
38	36,57	33,27	3,30	33,52	3,05	33,33	3,24
39	36,57	34,40	2,17	35,63	0,94	35,12	1,45
40	36,57	35,65	0,92	38,16	-1,59	37,20	-0,63
Коефіцієнти моделі		$p1=$	0,0009674	$p1=$	8,86E-05	$p1=$	3,00E-08
		$p2=$	-0,05305	$p2=$	-0,006299	$p2=$	-6,08E-06
		$p3=$	0,9093	$p3=$	0,1401	$p3=$	0,000507
		$p4=$	22,24	$p4=$	-0,902	$p4=$	-0,01915
		$R2=$	0,7669	$p5=$	26,37	$p5=$	0,322
				$R2=$	0,901	$p6=$	-1,952
						$p7=$	27,98
						$R2=$	0,911

Спираючись на розрахований вище коефіцієнт кореляції між середньою ціною квадратного метра квартири та курсом валют, що становить 0,74, припускаємо високий ступінь залежності цих показників, тому для виявлення стохастичного зв'язку між цінами на квартири та інфляцією побудуємо кореляційне поле показників та функцію регресії.

Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння ступеневої регресії 1 та 2 ступеня, поліноміальної 3 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.15, 2.3.16, 2.3.17. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.12.

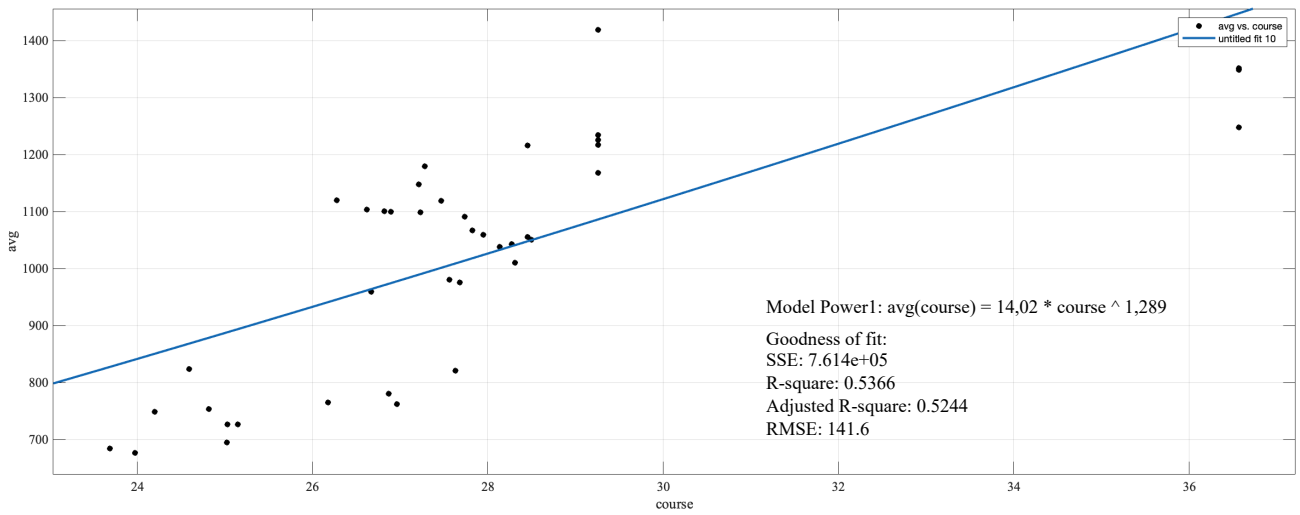


Рис. 2.3.15. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від курсу валют

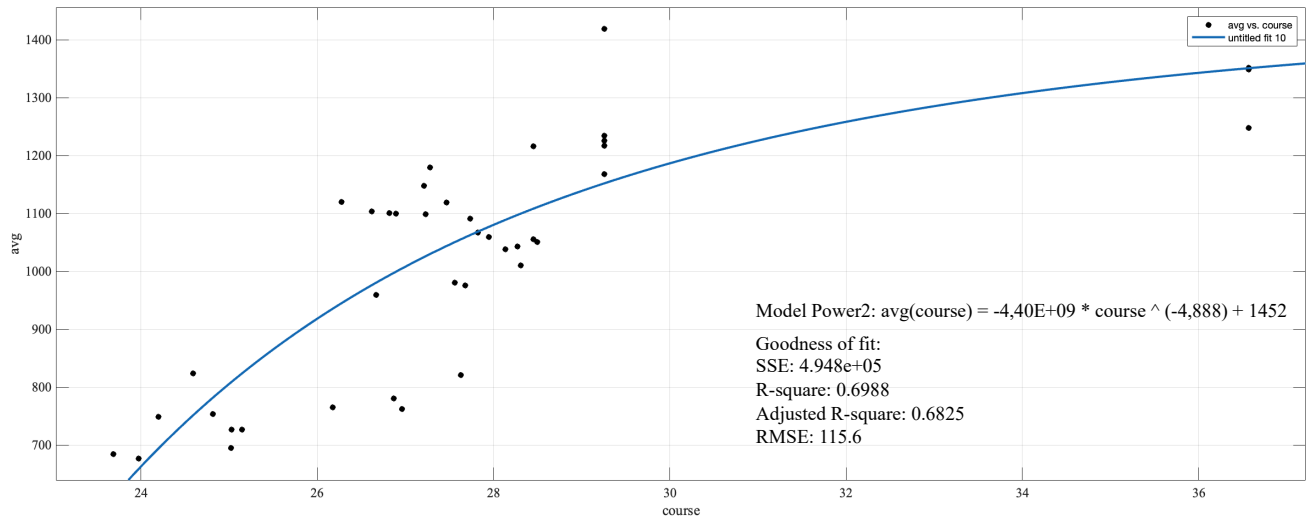


Рис. 2.3.16. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від курсу валют

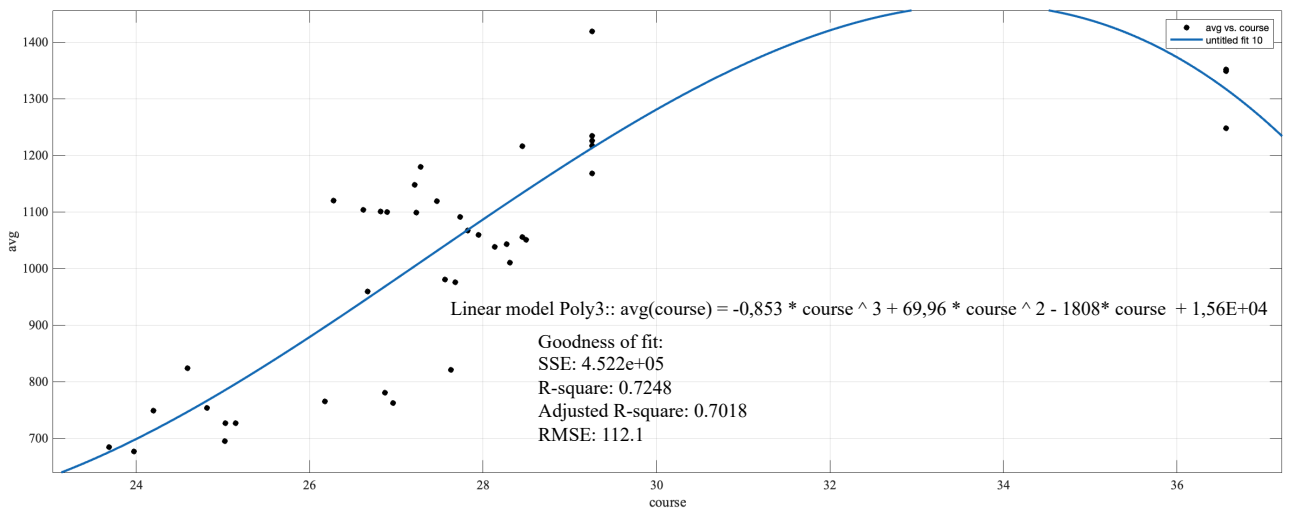


Рис. 2.3.17. Поліноміальна регресія 3 ступеня ціни квартири в залежності від курсу валют

Таблиця 2.12

## Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від курсу валют

№	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)			Поліном 3 степеня		
								Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відносн. залишки	Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відносн. залишки	Прогноз. значення	Абсол. залишки	Відносн. залишки
1	26,18	764,78	3,26	6,64	10,66	44,08	21,68	942,90	178,12	0,23	936,55	171,76	0,22	890,54	125,75	0,16
2	25,02	695,34	3,22	6,54	10,37	42,83	21,07	889,53	194,19	0,28	809,07	113,74	0,16	778,76	83,43	0,12
3	25,14	726,23	3,22	6,59	10,40	43,40	21,24	895,18	168,95	0,23	824,34	98,11	0,14	790,06	63,83	0,09
4	24,20	748,64	3,19	6,62	10,15	43,80	21,09	851,98	103,34	0,14	694,84	-53,80	-0,07	708,44	-40,19	-0,05
5	24,82	753,60	3,21	6,62	10,31	43,89	21,28	880,29	126,70	0,17	783,13	29,53	0,04	760,68	7,09	0,01
6	23,97	676,77	3,18	6,52	10,09	42,48	20,70	841,77	165,00	0,24	659,43	-17,34	-0,03	690,99	14,21	0,02
7	23,69	684,71	3,16	6,53	10,02	42,63	20,66	828,84	144,13	0,21	611,53	-73,19	-0,11	670,08	-14,64	-0,02
8	25,03	726,43	3,22	6,59	10,37	43,40	21,21	889,92	163,49	0,23	810,15	83,72	0,12	779,54	53,11	0,07
9	24,59	823,52	3,20	6,71	10,25	45,07	21,50	869,83	46,31	0,06	752,11	-71,41	-0,09	740,78	-82,74	-0,10
10	27,63	820,39	3,32	6,71	11,01	45,02	22,27	1010,80	190,41	0,23	1056,02	235,63	0,29	1040,98	220,59	0,27
11	26,96	762,27	3,29	6,64	10,85	44,04	21,86	979,33	217,06	0,28	1005,56	243,29	0,32	970,99	208,72	0,27
12	26,87	780,43	3,29	6,66	10,83	44,35	21,92	975,09	194,66	0,25	998,15	217,72	0,28	961,54	181,11	0,23
13	26,67	959,21	3,28	6,87	10,78	47,14	22,54	965,70	6,48	0,01	981,19	21,97	0,02	940,69	-18,52	-0,02
14	27,68	975,81	3,32	6,88	11,03	47,38	22,86	1013,20	37,39	0,04	1059,57	83,76	0,09	1046,30	70,49	0,07
15	27,56	980,40	3,32	6,89	11,00	47,44	22,84	1007,64	27,24	0,03	1051,29	70,89	0,07	1033,98	53,58	0,05
16	28,31	1010,47	3,34	6,92	11,18	47,86	23,13	1043,06	32,59	0,03	1100,49	90,02	0,09	1111,53	101,06	0,10
17	28,45	1055,40	3,35	6,96	11,21	48,46	23,31	1049,72	-5,68	-0,01	1108,88	53,47	0,05	1125,81	70,41	0,07
18	28,50	1050,46	3,35	6,96	11,22	48,40	23,30	1051,89	1,43	0,00	1111,55	61,09	0,06	1130,42	79,96	0,08
19	28,27	1042,52	3,34	6,95	11,17	48,29	23,22	1041,35	-1,16	0,00	1098,30	55,79	0,05	1107,86	65,34	0,06
20	28,13	1037,94	3,34	6,94	11,14	48,23	23,17	1034,61	-3,33	0,00	1089,48	51,54	0,05	1093,26	55,32	0,05

21	27,95	1059,52	3,33	6,97	11,09	48,52	23,20	1025,76	-33,76	-0,03	1077,48	17,96	0,02	1073,95	14,43	0,01
22	27,82	1066,63	3,33	6,97	11,06	48,61	23,19	1019,94	-46,68	-0,04	1069,31	2,69	0,00	1061,17	-5,45	-0,01
23	27,73	1091,20	3,32	7,00	11,04	48,93	23,24	1015,71	-75,49	-0,07	1063,23	-27,97	-0,03	1051,84	-39,36	-0,04
24	27,47	1118,67	3,31	7,02	10,98	49,28	23,26	1003,19	-115,48	-0,10	1044,51	-74,16	-0,07	1024,11	-94,57	-0,08
25	27,23	1098,74	3,30	7,00	10,92	49,03	23,14	991,91	-106,83	-0,10	1026,66	-72,09	-0,07	999,01	-99,73	-0,09
26	26,82	1100,98	3,29	7,00	10,82	49,06	23,04	972,67	-128,32	-0,12	993,85	-107,13	-0,10	956,16	-144,82	-0,13
27	26,89	1100,01	3,29	7,00	10,84	49,04	23,05	976,22	-123,79	-0,11	1000,15	-99,86	-0,09	964,07	-135,94	-0,12
28	26,62	1103,71	3,28	7,01	10,77	49,09	22,99	963,36	-140,35	-0,13	976,84	-126,87	-0,11	935,51	-168,20	-0,15
29	26,28	1119,62	3,27	7,02	10,68	49,29	22,95	947,49	-172,13	-0,15	945,95	-173,67	-0,16	900,56	-219,06	-0,20
30	27,21	1147,99	3,30	7,05	10,91	49,64	23,28	991,29	-156,70	-0,14	1025,64	-122,35	-0,11	997,62	-150,37	-0,13
31	27,28	1179,37	3,31	7,07	10,93	50,02	23,38	994,29	-185,08	-0,16	1030,51	-148,86	-0,13	1004,31	-175,06	-0,15
32	28,46	1215,55	3,35	7,10	11,21	50,45	23,78	1049,95	-165,60	-0,14	1109,16	-106,39	-0,09	1126,30	-89,25	-0,07
33	29,25	1234,50	3,38	7,12	11,40	50,67	24,03	1088,12	-146,37	-0,12	1152,58	-81,91	-0,07	1205,12	-29,37	-0,02
34	29,25	1418,74	3,38	7,26	11,40	52,67	24,50	1088,12	-330,62	-0,23	1152,58	-266,16	-0,19	1205,12	-213,62	-0,15
35	29,25	1217,37	3,38	7,10	11,40	50,47	23,98	1088,12	-129,24	-0,11	1152,58	-64,78	-0,05	1205,12	-12,24	-0,01
36	29,25	1167,92	3,38	7,06	11,40	49,89	23,84	1088,12	-79,80	-0,07	1152,58	-15,34	-0,01	1205,12	37,20	0,03
37	29,25	1225,83	3,38	7,11	11,40	50,57	24,01	1088,12	-137,71	-0,11	1152,58	-73,25	-0,06	1205,12	-20,71	-0,02
38	36,57	1247,26	3,60	7,13	12,95	50,82	25,66	1450,76	203,50	0,16	1351,40	104,14	0,08	1305,61	58,35	0,05
39	36,57	1351,85	3,60	7,21	12,95	51,97	25,95	1450,76	98,90	0,07	1351,40	-0,45	0,00	1305,61	-46,25	-0,03
40	36,57	1348,99	3,60	7,21	12,95	51,94	25,94	1450,76	101,76	0,08	1351,40	2,41	0,00	1305,61	-43,39	-0,03

Однак, нагадаємо, що було визначено наявність часового лагу у 3 місяці, що суттєво впливає на проведення такого дослідження, саме тому проведемо аналогічні розрахунки, але врахувавши запізнення реакції.

Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння степеневі регресії 1 та 2 ступеня, поліноміальної 3 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.18, 2.3.19, 2.3.20. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.13.

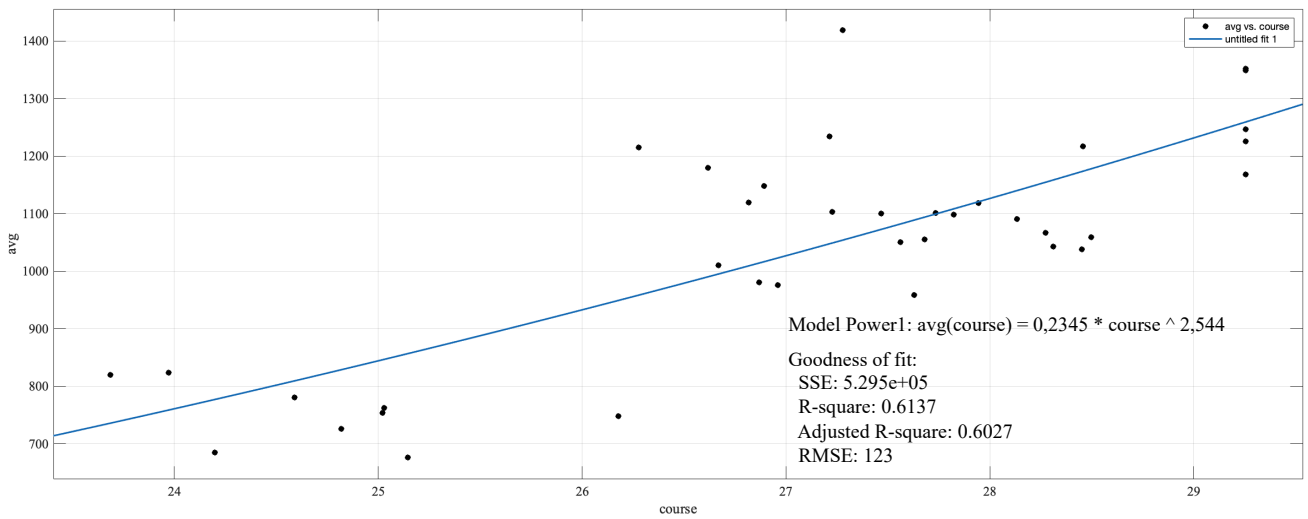


Рис. 2.3.18. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від курсу валют (часовий лаг – 3 місяці)

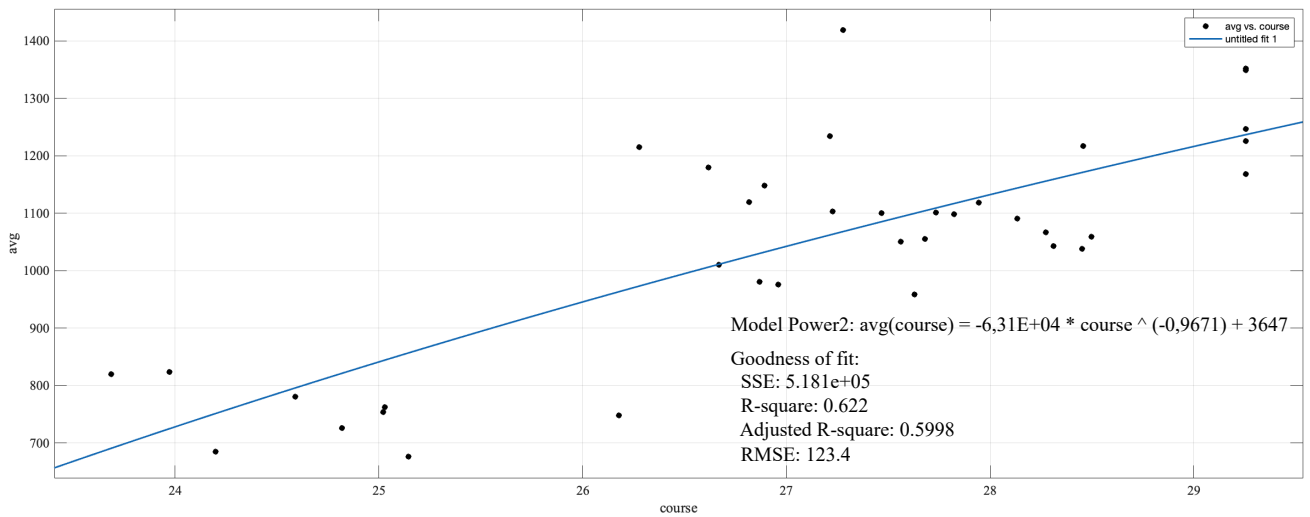


Рис. 2.3.19. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від курсу валют (часовий лаг – 3 місяці)

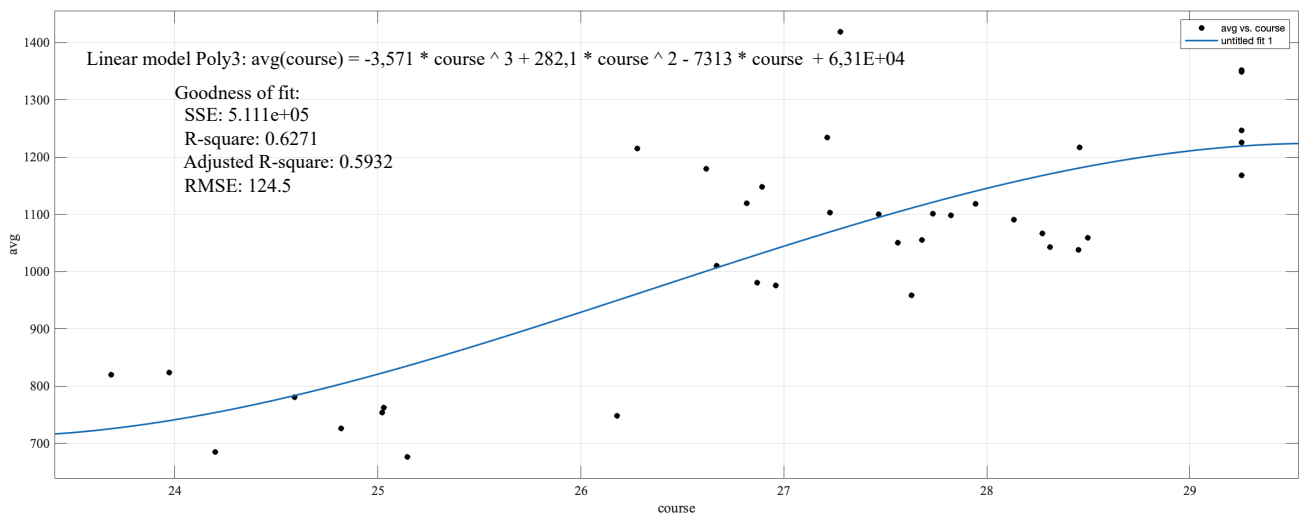


Рис. 2.3.20. Поліноміальна регресія 3 ступеня ціни квартири в залежності від курсу валют (часовий лаг – 3 місяці)



Таблиця 2.13

Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від курсу валют з урахуванням часового лагу

№	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)			Поліном 3 степеня		
								Прогноз. Значенн я	Абсол. Залишки	Відносн. Залишки	Прогноз. Значенн я	Абсол. Залишки	Відносн. Залишки	Прогноз. Значенн я	Абсол. Залишки	Відносн. Залишки
1	26,18	764,78	3,26	6,64	10,66	44,08	21,68	949,23	184,44	0,24	963,66	198,88	0,26	938,12	173,33	0,23
2	25,02	695,34	3,22	6,54	10,37	42,83	21,07	846,10	150,76	0,22	843,74	148,40	0,21	812,64	117,30	0,17
3	25,14	726,23	3,22	6,59	10,40	43,40	21,24	856,75	130,52	0,18	857,03	130,81	0,18	824,80	98,57	0,14
4	24,20	748,64	3,19	6,62	10,15	43,80	21,09	777,06	28,42	0,04	751,55	2,91	0,00	744,32	-4,31	-0,01
5	24,82	753,60	3,21	6,62	10,31	43,89	21,28	828,85	75,26	0,10	821,71	68,11	0,09	793,68	40,08	0,05
6	23,97	676,77	3,18	6,52	10,09	42,48	20,70	758,79	82,02	0,12	725,25	48,47	0,07	730,53	53,76	0,08
7	23,69	684,71	3,16	6,53	10,02	42,63	20,66	735,97	51,25	0,07	691,13	6,41	0,01	716,75	32,03	0,05
8	25,03	726,43	3,22	6,59	10,37	43,40	21,21	846,84	120,41	0,17	844,67	118,24	0,16	813,47	87,04	0,12
9	24,59	823,52	3,20	6,71	10,25	45,07	21,50	809,53	-13,99	-0,02	796,26	-27,26	-0,03	773,76	-49,76	-0,06
10	27,63	820,39	3,32	6,71	11,01	45,02	22,27	1088,86	268,47	0,33	1100,07	279,68	0,34	1097,76	277,37	0,34
11	26,96	762,27	3,29	6,64	10,85	44,04	21,86	1022,97	260,70	0,34	1038,90	276,64	0,36	1027,38	265,11	0,35
12	26,87	780,43	3,29	6,66	10,83	44,35	21,92	1014,23	233,81	0,30	1030,39	249,96	0,32	1017,24	236,82	0,30
13	26,67	959,21	3,28	6,87	10,78	47,14	22,54	995,05	35,84	0,04	1011,33	52,11	0,05	994,48	35,26	0,04
14	27,68	975,81	3,32	6,88	11,03	47,38	22,86	1093,97	118,16	0,12	1104,59	128,78	0,13	1102,68	126,87	0,13
15	27,56	980,40	3,32	6,89	11,00	47,44	22,84	1082,14	101,74	0,10	1094,07	113,67	0,12	1091,16	110,76	0,11
16	28,31	1010,47	3,34	6,92	11,18	47,86	23,13	1158,50	148,03	0,15	1159,39	148,92	0,15	1156,56	146,09	0,14
17	28,45	1055,40	3,35	6,96	11,21	48,46	23,31	1173,15	117,75	0,11	1171,25	115,84	0,11	1166,44	111,03	0,11
18	28,50	1050,46	3,35	6,96	11,22	48,40	23,30	1177,93	127,47	0,12	1175,07	124,61	0,12	1169,45	118,99	0,11
19	28,27	1042,52	3,34	6,95	11,17	48,29	23,22	1154,77	112,25	0,11	1156,34	113,82	0,11	1153,89	111,38	0,11

20	28,13	1037,94	3,34	6,94	11,14	48,23	23,17	1140,05	102,12	0,10	1144,16	106,23	0,10	1142,82	104,89	0,10
21	27,95	1059,52	3,33	6,97	11,09	48,52	23,20	1120,89	61,37	0,06	1127,98	68,46	0,06	1127,10	67,58	0,06
22	27,82	1066,63	3,33	6,97	11,06	48,61	23,19	1108,38	41,76	0,04	1117,22	50,59	0,05	1116,08	49,45	0,05
23	27,73	1091,20	3,32	7,00	11,04	48,93	23,24	1099,33	8,13	0,01	1109,31	18,11	0,02	1107,75	16,55	0,02
24	27,47	1118,67	3,31	7,02	10,98	49,28	23,26	1072,74	-45,93	-0,04	1085,58	-33,09	-0,03	1081,69	-36,99	-0,03
25	27,23	1098,74	3,30	7,00	10,92	49,03	23,14	1049,07	-49,68	-0,05	1063,76	-34,98	-0,03	1056,66	-42,08	-0,04
26	26,82	1100,98	3,29	7,00	10,82	49,06	23,04	1009,28	-91,71	-0,08	1025,51	-75,47	-0,07	1011,42	-89,56	-0,08
27	26,89	1100,01	3,29	7,00	10,84	49,04	23,05	1016,57	-83,44	-0,08	1032,68	-67,34	-0,06	1019,97	-80,04	-0,07
28	26,62	1103,71	3,28	7,01	10,77	49,09	22,99	990,30	-113,40	-0,10	1006,53	-97,18	-0,09	988,75	-114,96	-0,10
29	26,28	1119,62	3,27	7,02	10,68	49,29	22,95	958,37	-161,26	-0,14	973,42	-146,20	-0,13	949,50	-170,12	-0,15
30	27,21	1147,99	3,30	7,05	10,91	49,64	23,28	1047,76	-100,23	-0,09	1062,54	-85,45	-0,07	1055,24	-92,75	-0,08
31	27,28	1179,37	3,31	7,07	10,93	50,02	23,38	1054,04	-125,33	-0,11	1068,40	-110,97	-0,09	1062,05	-117,32	-0,10
32	28,46	1215,55	3,35	7,10	11,21	50,45	23,78	1173,66	-41,89	-0,03	1171,65	-43,90	-0,04	1166,76	-48,79	-0,04
33	29,25	1234,50	3,38	7,12	11,40	50,67	24,03	1259,37	24,87	0,02	1237,10	2,60	0,00	1204,05	-30,45	-0,02
34	29,25	1418,74	3,38	7,26	11,40	52,67	24,50	1259,37	-159,38	-0,11	1237,10	-181,65	-0,13	1204,05	-214,70	-0,15
35	29,25	1217,37	3,38	7,10	11,40	50,47	23,98	1259,37	42,00	0,03	1237,10	19,73	0,02	1204,05	-13,32	-0,01
36	29,25	1167,92	3,38	7,06	11,40	49,89	23,84	1259,37	91,44	0,08	1237,10	69,17	0,06	1204,05	36,13	0,03
37	29,25	1225,83	3,38	7,11	11,40	50,57	24,01	1259,37	33,53	0,03	1237,10	11,26	0,01	1204,05	-21,78	-0,02

Аналогічно функція регресії, яка була побудована, дає можливість розраховувати прогнози значення середньої вартості житлової площі за заданого значення курсу валют. Після проведення розрахунків можна сказати, що зв'язок показників прямий і зі збільшенням курсу, зростають ціни на житло. Рисунок графічно відбиває концентрацію вибірових значень ціни нерухомість навколо оціненого нами рівняння регресії. Їх відхилення від лінії регресії є результатом дії випадкової складової (дії всіх інших, неврахованих у моделі факторів).

Для останніх двох факторів були проведені відповідні розрахунки, що і для перших трьох, але наведемо лише кореляційні поля залежності ціни від цих показників.

Спираючись на розрахований вище коефіцієнт кореляції між середньою ціною квадратного метра квартири та середньою заробітною платою, що становить 0,73, припускаємо високий ступінь залежності цих показників, тому для виявлення стохастичного зв'язку між цінами на квартири та зарплатою побудуємо кореляційне поле показників та функцію регресії.

Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння степеневої регресії 1 та 2 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.21, 2.3.22. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.14.

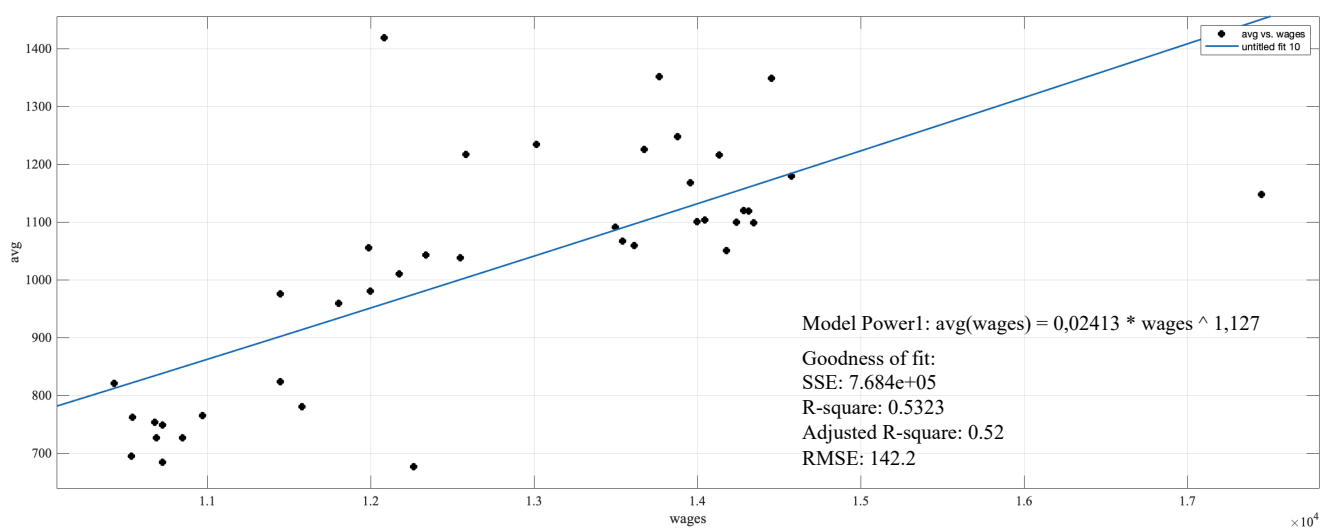


Рис. 2.3.21. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від середньої заробітної плати

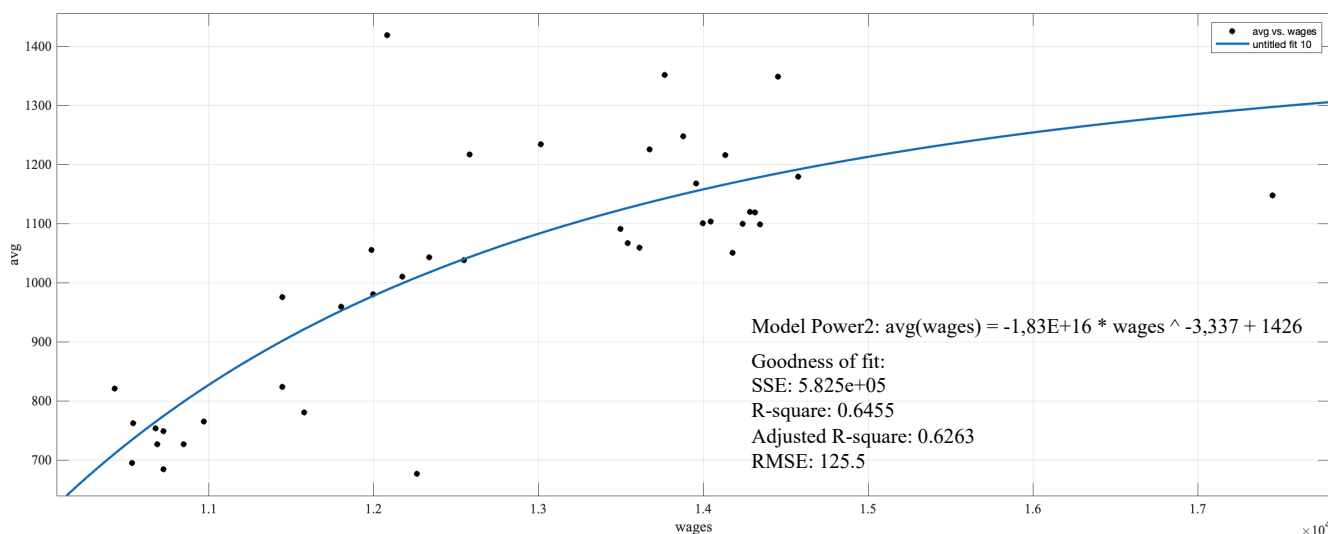


Рис. 2.3.22. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від середньої заробітної плати

Рисунки графічно відбивають концентрацію вибірових значень ціни нерухомість навколо оціненого нами рівняння регресії. Їх відхилення від лінії регресії є результатом дії випадкової складової (дії всіх інших, неврахованих у моделі факторів).

Таблиця 2.14

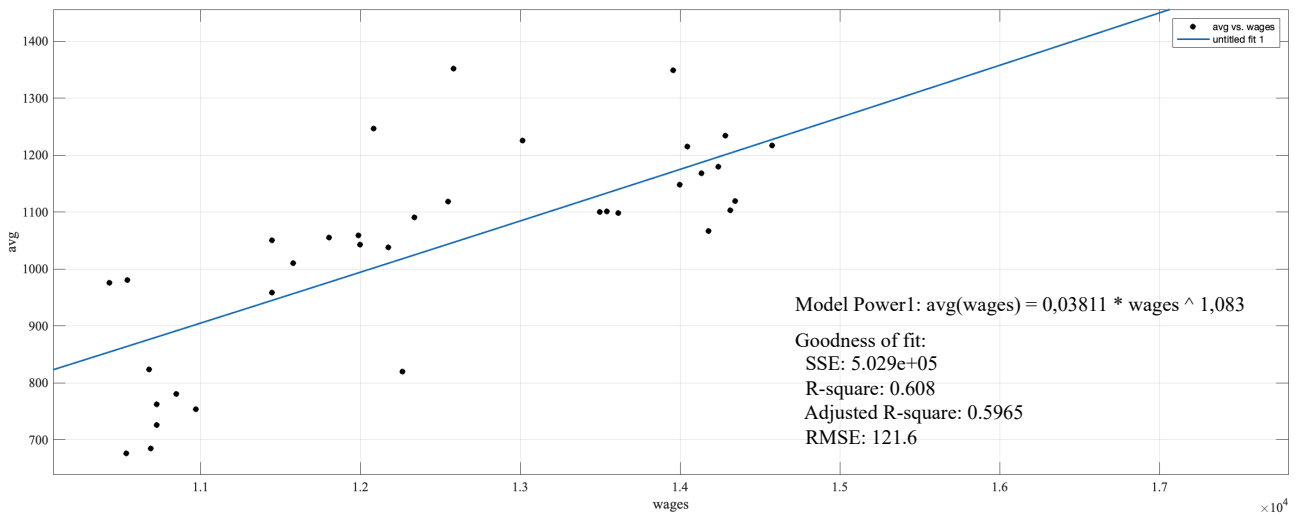
Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від середньої заробітної плати

Номер періоду	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)		
								Прогнозовані значення	Абсолютні залишки	Відносні залишки	Прогнозовані значення	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	10970,82	764,78	9,30	6,64	86,55	44,08	61,77	862,79	98,01	0,13	822,21	57,43	0,08
2	10537,01	695,34	9,26	6,54	85,80	42,83	60,62	824,44	129,11	0,19	735,20	39,86	0,06
3	10687,06	726,23	9,28	6,59	86,06	43,40	61,11	837,68	111,46	0,15	767,03	40,81	0,06
4	10727,34	748,64	9,28	6,62	86,13	43,80	61,42	841,24	92,61	0,12	775,26	26,62	0,04
5	10679,14	753,60	9,28	6,62	86,05	43,89	61,45	836,99	83,39	0,11	765,40	11,81	0,02
6	12263,61	676,77	9,41	6,52	88,63	42,48	61,36	978,21	301,43	0,45	1009,66	332,89	0,49
7	10726,94	684,71	9,28	6,53	86,13	42,63	60,59	841,21	156,49	0,23	775,17	90,46	0,13
8	10847,15	726,43	9,29	6,59	86,33	43,40	61,21	851,84	125,41	0,17	798,93	72,50	0,10
9	11445,82	823,52	9,35	6,71	87,34	45,07	62,74	905,01	81,49	0,10	901,85	78,33	0,10
10	10429,80	820,39	9,25	6,71	85,61	45,02	62,08	814,99	-5,40	-0,01	711,21	-109,17	-0,13
11	10541,52	762,27	9,26	6,64	85,80	44,04	61,47	824,84	62,57	0,08	736,18	-26,08	-0,03
12	11578,50	780,43	9,36	6,66	87,55	44,35	62,32	916,84	136,41	0,17	921,62	141,20	0,18
13	11804,41	959,21	9,38	6,87	87,91	47,14	64,38	937,03	-22,19	-0,02	953,12	-6,09	-0,01
14	11446,12	975,81	9,35	6,88	87,34	47,38	64,33	905,03	-70,78	-0,07	901,89	-73,92	-0,08
15	11998,49	980,40	9,39	6,89	88,22	47,44	64,70	954,41	-25,99	-0,03	978,17	-2,23	0,00
16	12173,89	1010,47	9,41	6,92	88,49	47,86	65,08	970,14	-40,32	-0,04	999,34	-11,13	-0,01
17	11986,69	1055,40	9,39	6,96	88,20	48,46	65,38	953,35	-102,06	-0,10	976,69	-78,71	-0,07
18	14178,85	1050,46	9,56	6,96	91,38	48,40	66,51	1152,01	101,55	0,10	1169,47	119,01	0,11
19	12336,78	1042,52	9,42	6,95	88,74	48,29	65,47	984,79	-57,73	-0,06	1017,85	-24,67	-0,02

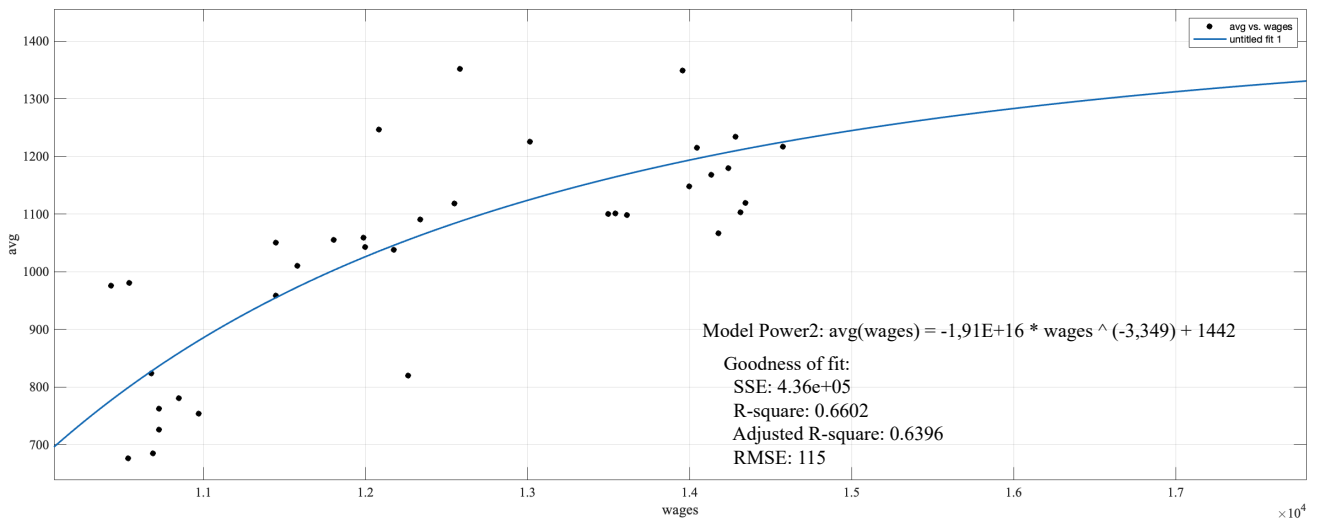
20	12548,85	1037,94	9,44	6,94	89,06	48,23	65,54	1003,88	-34,05	-0,03	1040,41	2,48	0,00
21	13612,21	1059,52	9,52	6,97	90,61	48,52	66,30	1100,26	40,74	0,04	1132,07	72,55	0,07
22	13543,08	1066,63	9,51	6,97	90,51	48,61	66,33	1093,96	27,34	0,03	1127,03	60,41	0,06
23	13499,00	1091,20	9,51	7,00	90,45	48,93	66,53	1089,95	-1,25	0,00	1123,76	32,56	0,03
24	14312,85	1118,67	9,57	7,02	91,56	49,28	67,17	1164,29	45,62	0,04	1177,40	58,73	0,05
25	14345,13	1098,74	9,57	7,00	91,61	49,03	67,02	1167,25	68,50	0,06	1179,26	80,52	0,07
26	13997,00	1100,98	9,55	7,00	91,14	49,06	66,86	1135,37	34,39	0,03	1158,18	57,19	0,05
27	14239,30	1100,01	9,56	7,00	91,47	49,04	66,98	1157,55	57,54	0,05	1173,09	73,08	0,07
28	14044,81	1103,71	9,55	7,01	91,20	49,09	66,91	1139,75	36,04	0,03	1161,21	57,50	0,05
29	14282,18	1119,62	9,57	7,02	91,52	49,29	67,17	1161,48	41,86	0,04	1175,61	55,99	0,05
30	17453,23	1147,99	9,77	7,05	95,40	49,64	68,82	1455,97	307,98	0,27	1297,76	149,77	0,13
31	14577,00	1179,37	9,59	7,07	91,91	50,02	67,81	1188,53	9,16	0,01	1192,12	12,74	0,01
32	14133,18	1215,55	9,56	7,10	91,32	50,45	67,88	1147,83	-67,72	-0,06	1166,69	-48,86	-0,04
33	13016,16	1234,50	9,47	7,12	89,76	50,67	67,44	1046,12	-188,38	-0,15	1084,70	-149,79	-0,12
34	12081,96	1418,74	9,40	7,26	88,35	52,67	68,22	961,89	-456,85	-0,32	988,41	-430,34	-0,30
35	12582,42	1217,37	9,44	7,10	89,11	50,47	67,07	1006,91	-210,45	-0,17	1043,84	-173,53	-0,14
36	13957,63	1167,92	9,54	7,06	91,08	49,89	67,41	1131,77	-36,15	-0,03	1155,65	-12,27	-0,01
37	13674,00	1225,83	9,52	7,11	90,69	50,57	67,72	1105,89	-119,94	-0,10	1136,48	-89,35	-0,07
38	13879,00	1247,26	9,54	7,13	90,98	50,82	67,99	1124,59	-122,67	-0,10	1150,51	-96,75	-0,08
39	13766,00	1351,85	9,53	7,21	90,82	51,97	68,70	1114,28	-237,57	-0,18	1142,89	-208,97	-0,15
40	14455,00	1348,99	9,58	7,21	91,75	51,94	69,04	1177,33	-171,67	-0,13	1185,46	-163,53	-0,12

Однак, знову було визначено наявність часового лагу у 4 місяці, що суттєво впливає на проведення дослідження, саме тому проведемо аналогічні розрахунки, але врахувавши запізнення реакції.

Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння степеневі регресії 1 та 2 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.23, 2.3.24. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.15.



*Рис. 2.3.23. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від середньої заробітної плати (часовий лаг – 4 місяці)*



*Рис. 2.3.24. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від середньої заробітної плати (часовий лаг – 4 місяці)*

Таблиця 2.15

Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від середньої заробітної плати з урахуванням часового лагу

Номер періоду	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)		
								Прогнозовані значення	Абсолютні залишки	Відносні залишки	Прогнозовані значення	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	10970,82	764,78	9,30	6,64	86,55	44,08	61,77	904,94	140,15	0,18	878,72	113,93	0,15
2	10537,01	695,34	9,26	6,54	85,80	42,83	60,62	866,25	170,91	0,25	797,23	101,89	0,15
3	10687,06	726,23	9,28	6,59	86,06	43,40	61,11	879,61	153,39	0,21	827,05	100,82	0,14
4	10727,34	748,64	9,28	6,62	86,13	43,80	61,42	883,21	134,57	0,18	834,75	86,11	0,12
5	10679,14	753,60	9,28	6,62	86,05	43,89	61,45	878,91	125,31	0,17	825,52	71,92	0,10
6	12263,61	676,77	9,41	6,52	88,63	42,48	61,36	1020,97	344,20	0,51	1054,11	377,34	0,56
7	10726,94	684,71	9,28	6,53	86,13	42,63	60,59	883,17	198,46	0,29	834,67	149,96	0,22
8	10847,15	726,43	9,29	6,59	86,33	43,40	61,21	893,89	167,46	0,23	856,92	130,49	0,18
9	11445,82	823,52	9,35	6,71	87,34	45,07	62,74	947,44	123,92	0,15	953,26	129,74	0,16
10	10429,80	820,39	9,25	6,71	85,61	45,02	62,08	856,71	36,32	0,04	774,76	-45,63	-0,06
11	10541,52	762,27	9,26	6,64	85,80	44,04	61,47	866,65	104,38	0,14	798,15	35,88	0,05
12	11578,50	780,43	9,36	6,66	87,55	44,35	62,32	959,34	178,92	0,23	971,76	191,34	0,25
13	11804,41	959,21	9,38	6,87	87,91	47,14	64,38	979,63	20,42	0,02	1001,23	42,02	0,04
14	11446,12	975,81	9,35	6,88	87,34	47,38	64,33	947,47	-28,34	-0,03	953,30	-22,51	-0,02
15	11998,49	980,40	9,39	6,89	88,22	47,44	64,70	997,09	16,69	0,02	1024,66	44,26	0,05
16	12173,89	1010,47	9,41	6,92	88,49	47,86	65,08	1012,88	2,41	0,00	1044,46	33,99	0,03
17	11986,69	1055,40	9,39	6,96	88,20	48,46	65,38	996,03	-59,38	-0,06	1023,28	-32,12	-0,03
18	14178,85	1050,46	9,56	6,96	91,38	48,40	66,51	1194,72	144,26	0,14	1203,42	152,96	0,15
19	12336,78	1042,52	9,42	6,95	88,74	48,29	65,47	1027,57	-14,95	-0,01	1061,76	19,25	0,02
20	12548,85	1037,94	9,44	6,94	89,06	48,23	65,54	1046,71	8,78	0,01	1082,86	44,92	0,04
21	13612,21	1059,52	9,52	6,97	90,61	48,52	66,30	1143,10	83,58	0,08	1168,50	108,98	0,10

22	13543,08	1066,63	9,51	6,97	90,51	48,61	66,33	1136,81	70,19	0,07	1163,79	97,17	0,09
23	13499,00	1091,20	9,51	7,00	90,45	48,93	66,53	1132,81	41,61	0,04	1160,74	69,54	0,06
24	14312,85	1118,67	9,57	7,02	91,56	49,28	67,17	1206,95	88,28	0,08	1210,81	92,14	0,08
25	14345,13	1098,74	9,57	7,00	91,61	49,03	67,02	1209,90	111,16	0,10	1212,55	113,81	0,10
26	13997,00	1100,98	9,55	7,00	91,14	49,06	66,86	1178,13	77,15	0,07	1192,88	91,89	0,08
27	14239,30	1100,01	9,56	7,00	91,47	49,04	66,98	1200,24	100,23	0,09	1206,79	106,78	0,10
28	14044,81	1103,71	9,55	7,01	91,20	49,09	66,91	1182,49	78,79	0,07	1195,70	92,00	0,08
29	14282,18	1119,62	9,57	7,02	91,52	49,29	67,17	1204,15	84,53	0,08	1209,15	89,53	0,08
30	17453,23	1147,99	9,77	7,05	95,40	49,64	68,82	1496,20	348,21	0,30	1323,03	175,04	0,15
31	14577,00	1179,37	9,59	7,07	91,91	50,02	67,81	1231,09	51,72	0,04	1224,55	45,18	0,04
32	14133,18	1215,55	9,56	7,10	91,32	50,45	67,88	1190,55	-25,00	-0,02	1200,82	-14,73	-0,01
33	13016,16	1234,50	9,47	7,12	89,76	50,67	67,44	1088,99	-145,51	-0,12	1124,25	-110,24	-0,09
34	12081,96	1418,74	9,40	7,26	88,35	52,67	68,22	1004,60	-414,14	-0,29	1034,24	-384,51	-0,27
35	12582,42	1217,37	9,44	7,10	89,11	50,47	67,07	1049,74	-167,62	-0,14	1086,06	-131,31	-0,11
36	13957,63	1167,92	9,54	7,06	91,08	49,89	67,41	1174,55	6,62	0,01	1190,51	22,59	0,02
37	13674,00	1225,83	9,52	7,11	90,69	50,57	67,72	1148,72	-77,11	-0,06	1172,61	-53,22	-0,04
38	13879,00	1247,26	9,54	7,13	90,98	50,82	67,99	1167,38	-79,88	-0,06	1185,71	-61,55	-0,05
39	13766,00	1351,85	9,53	7,21	90,82	51,97	68,70	1157,09	-194,76	-0,14	1178,60	-173,26	-0,13
40	14455,00	1348,99	9,58	7,21	91,75	51,94	69,04	1219,94	-129,05	-0,10	1218,34	-130,65	-0,10

Після проведення розрахунків можна сказати, що зв'язок показників прямий і зі збільшенням заробітної плати громадян, зростають ціни на житло.



Останній фактор має нижчий рівень кореляції, внаслідок чого можемо припустити, що і впливають на ціну квартир вони меншою мірою. Для спрощення торговельних операцій використовуються еталонні, або маркерні сорти нафти. Стандартом для світових цін є марки нафти WTI (відома також як Texas Light Sweet), та Brent, причому WTI використовується переважно для західної півкулі (і як орієнтир для інших сортів нафти взагалі), а Brent — головним чином для ринків Європи та країн ОПЕК. Саме тому у розрізі нашого дослідження ми використовували саме показники нафти Brent.

Спираючись на розрахований вище коефіцієнт кореляції між середньою ціною квадратного метра квартири та світовою ціною нафти, що становить 0,67, припускаємо помірний ступінь залежності цих показників, тому для виявлення стохастичного зв'язку між цінами на квартири та ціною нафти побудуємо кореляційне поле показників та функцію регресії. Результати перевірки статистичної значимості побудованого рівняння степеневої регресії 1 та 2 ступеня в графічному форматі наведені на рисунках 2.3.25, 2.3.26. Результати відповідних розрахунків наведені в таблиці 2.16.

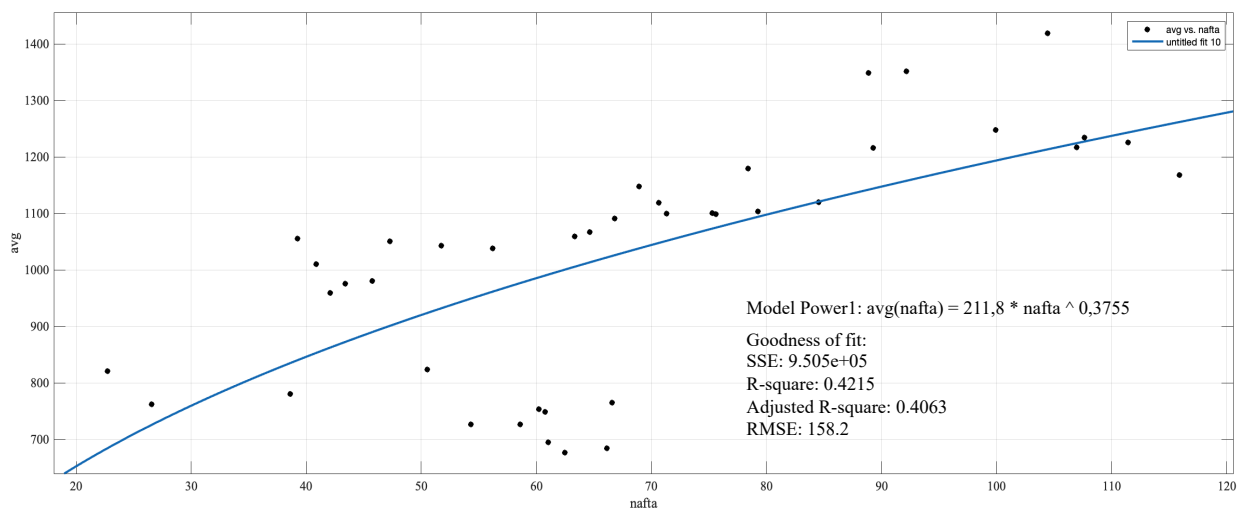


Рис. 2.3.25. Степенева регресія 1 ступеня ціни квартири в залежності від світової ціни на нафту

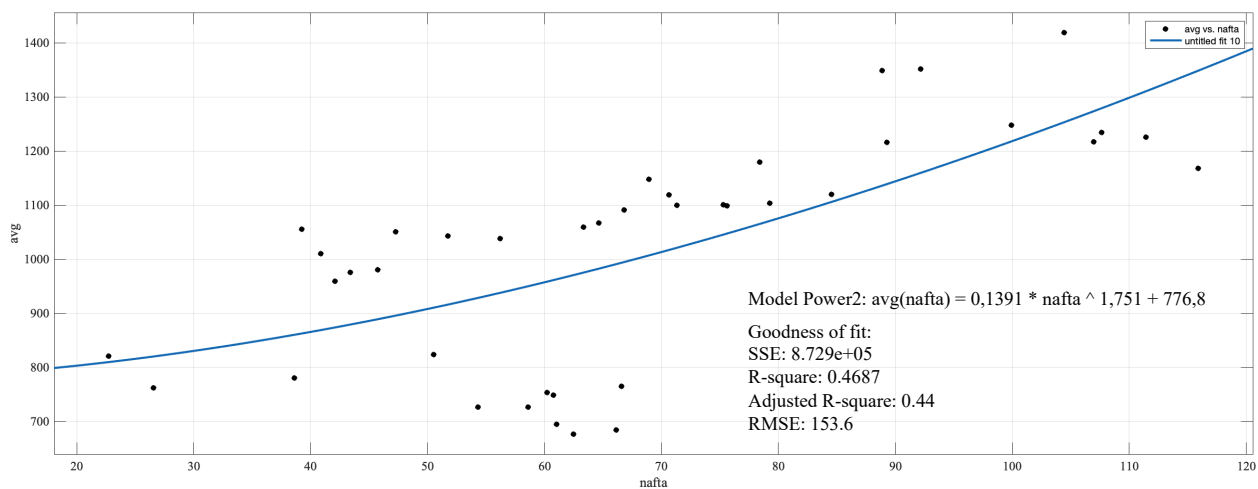


Рис. 2.3.26. Степенева регресія 2 ступеня ціни квартири в залежності від світової ціни на нафту

Таблиця 2.16

## Перевірка статистичної значимості моделей трендів ціни квартири в залежності від світової ціни на нафту

№	x	y	X = ln x	Y = ln y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	Степенева регресія (1 ступеня)			Степенева регресія (2 ступеня)		
								Прогнозовані значення	Абсолютні залишки	Відносні залишки	Прогнозовані значення	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	66,58	764,78	4,20	6,64	17,63	44,08	27,88	1024,69	259,90	0,34	993,57	228,79	0,30
2	61,02	695,34	4,11	6,54	16,90	42,83	26,91	991,68	296,34	0,43	962,88	267,54	0,38
3	58,61	726,23	4,07	6,59	16,57	43,40	26,82	976,79	250,56	0,35	950,20	223,97	0,31
4	60,78	748,64	4,11	6,62	16,87	43,80	27,18	990,21	241,57	0,32	961,60	212,96	0,28
5	60,20	753,60	4,10	6,62	16,79	43,89	27,15	986,65	233,06	0,31	958,52	204,92	0,27
6	62,47	676,77	4,13	6,52	17,10	42,48	26,95	1000,46	323,69	0,48	970,69	293,91	0,43
7	66,15	684,71	4,19	6,53	17,57	42,63	27,37	1022,20	337,48	0,49	991,13	306,41	0,45
8	54,31	726,43	3,99	6,59	15,96	43,40	26,32	949,23	222,80	0,31	928,54	202,11	0,28
9	50,50	823,52	3,92	6,71	15,38	45,07	26,33	923,66	100,14	0,12	910,40	86,88	0,11
10	22,72	820,39	3,12	6,71	9,75	45,02	20,96	684,32	-136,07	-0,17	809,79	-10,60	-0,01
11	26,56	762,27	3,28	6,64	10,75	44,04	21,76	725,64	-36,62	-0,05	820,17	57,90	0,08
12	38,61	780,43	3,65	6,66	13,35	44,35	24,33	835,09	54,66	0,07	860,29	79,86	0,10
13	42,09	959,21	3,74	6,87	13,99	47,14	25,68	862,59	-96,62	-0,10	873,91	-85,30	-0,09
14	43,40	975,81	3,77	6,88	14,22	47,38	25,95	872,58	-103,23	-0,11	879,26	-96,55	-0,10
15	45,75	980,40	3,82	6,89	14,62	47,44	26,33	890,03	-90,37	-0,09	889,18	-91,22	-0,09
16	40,87	1010,47	3,71	6,92	13,77	47,86	25,67	853,12	-157,35	-0,16	869,04	-141,43	-0,14
17	39,24	1055,40	3,67	6,96	13,47	48,46	25,55	840,18	-215,23	-0,20	862,69	-192,71	-0,18
18	47,25	1050,46	3,86	6,96	14,86	48,40	26,82	900,87	-149,59	-0,14	895,71	-154,75	-0,15
19	51,73	1042,52	3,95	6,95	15,57	48,29	27,42	932,04	-110,47	-0,11	916,14	-126,37	-0,12

20	56,21	1037,94	4,03	6,94	16,23	48,23	27,98	961,57	-76,37	-0,07	937,96	-99,98	-0,10
21	63,31	1059,52	4,15	6,97	17,21	48,52	28,89	1005,49	-54,03	-0,05	975,27	-84,25	-0,08
22	64,65	1066,63	4,17	6,97	17,38	48,61	29,07	1013,43	-53,19	-0,05	982,69	-83,94	-0,08
23	66,82	1091,20	4,20	7,00	17,66	48,93	29,39	1026,07	-65,13	-0,06	994,94	-96,26	-0,09
24	70,63	1118,67	4,26	7,02	18,13	49,28	29,89	1047,66	-71,01	-0,06	1017,18	-101,49	-0,09
25	75,61	1098,74	4,33	7,00	18,71	49,03	30,29	1074,81	-23,93	-0,02	1047,64	-51,10	-0,05
26	75,31	1100,98	4,32	7,00	18,68	49,06	30,27	1073,21	-27,78	-0,03	1045,77	-55,22	-0,05
27	71,31	1100,01	4,27	7,00	18,21	49,04	29,88	1051,44	-48,57	-0,04	1021,25	-78,76	-0,07
28	79,24	1103,71	4,37	7,01	19,12	49,09	30,64	1093,90	-9,80	-0,01	1070,82	-32,89	-0,03
29	84,55	1119,62	4,44	7,02	19,69	49,29	31,15	1120,87	1,25	0,00	1106,18	-13,44	-0,01
30	68,94	1147,99	4,23	7,05	17,92	49,64	29,83	1038,18	-109,81	-0,10	1007,20	-140,79	-0,12
31	78,41	1179,37	4,36	7,07	19,03	50,02	30,85	1089,59	-89,78	-0,08	1065,45	-113,92	-0,10
32	89,29	1215,55	4,49	7,10	20,18	50,45	31,91	1144,07	-71,48	-0,06	1139,20	-76,35	-0,06
33	107,65	1234,50	4,68	7,12	21,89	50,67	33,31	1227,29	-7,21	-0,01	1279,59	45,09	0,04
34	104,45	1418,74	4,65	7,26	21,61	52,67	33,74	1213,46	-205,28	-0,14	1253,71	-165,03	-0,12
35	106,97	1217,37	4,67	7,10	21,83	50,47	33,20	1224,37	7,01	0,01	1274,04	56,67	0,05
36	115,90	1167,92	4,75	7,06	22,59	49,89	33,57	1261,80	93,87	0,08	1348,99	181,06	0,16
37	111,44	1225,83	4,71	7,11	22,22	50,57	33,52	1243,34	17,51	0,01	1310,99	85,16	0,07
38	99,93	1247,26	4,60	7,13	21,20	50,82	32,82	1193,47	-53,79	-0,04	1218,16	-29,10	-0,02
39	92,17	1351,85	4,52	7,21	20,46	51,97	32,61	1157,79	-194,06	-0,14	1159,91	-191,94	-0,14
40	88,86	1348,99	4,49	7,21	20,13	51,94	32,34	1142,00	-207,00	-0,15	1136,15	-212,85	-0,16

Після проведення розрахунків можна сказати, що зв'язок показників прямий і зі збільшенням ціни нафти, зростають ціни на житло. Рисунок графічно відбивають концентрацію вибірових значень ціни нерухомість навколо оціненого нами рівняння регресії. Їх відхилення від лінії регресії є результатом дії випадкової складової (дії всіх інших, неврахованих у моделі факторів).

## 2.4. Побудова та дослідження багатofакторних моделей цін на вторинному ринку квартир

Як ми бачимо, усі наведені вище моделі є недостатньо точними через те, що враховують лише один фактор, який впливає на зміну ціни квартири. Саме тому ми дійшли висновку про необхідність створення моделі множинної регресії та апроксимації залежності  $y_i=f(x_i)$  – побудови многочлену вигляду:

$$P_n(x) = a_0\varphi_0(x) + a_1\varphi_1(x) + \dots + a_n\varphi_n(x),$$

Значення якого в точках  $x_i, i=0,1,\dots,n$  достатньою мірою відповідають значенням  $y_i, i=0, 1, \dots, n$ .

Із урахуванням проведених у попередній частині розрахунків було виведено 3 найоптимальніші моделі.

1. п'ятифакторна модель залежності середньої вартості квадратного метра квартири від ВВП, інфляції, курсу валют, середньої заробітної плати та світової ціни на нафту.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5), \text{ де } x_i \text{ – відповідний фактор,}$$

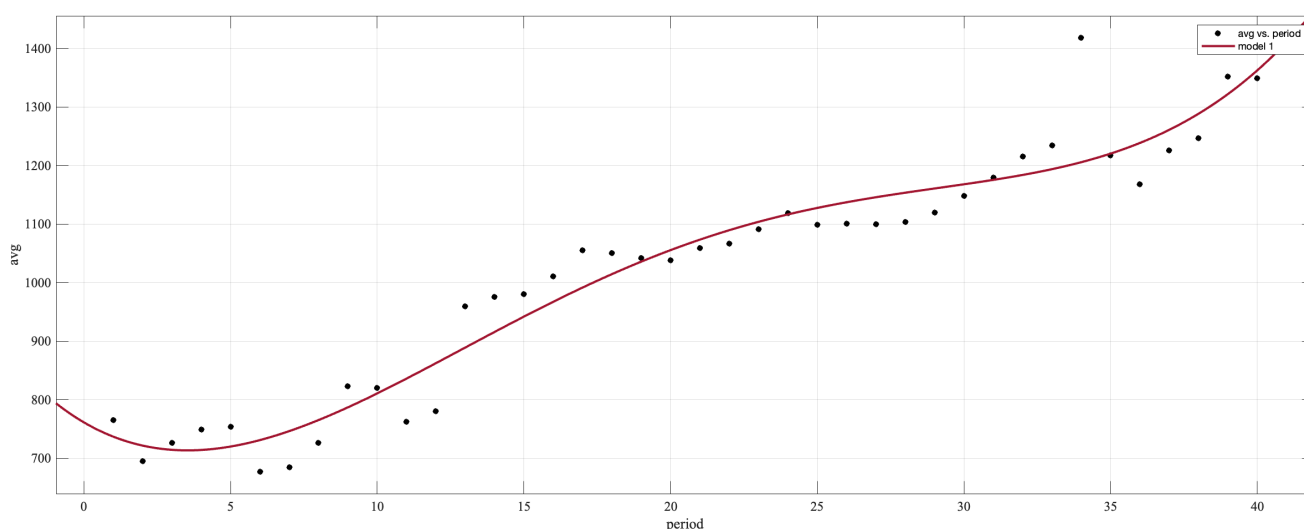


Рис. 2.4.1 Модель залежності формування цін на квартири №1

Таблиця 2.14

### Характеристики моделі №1

Коефіцієнти (with 95% confidence bounds):	SSE: 1.102e+05
$a_1 = -49.22$ (-66.18, -32.26)	R-square: 0.933
$a_2 = 56.27$ (42.18, 70.35)	
$a_3 = -12.18$ (-16.12, -8.236)	Adjusted R-square: 0.9253
$a_4 = -0.08085$ (-0.1594, -0.002294)	
$a_5 = 0.0881$ (0.05306, 0.1231)	RMSE: 56.1

2. шестифакторна модель залежності середньої вартості квадратного метру квартири від ВВП, інфляції, курсу валют, середньої заробітної плати, світової ціни на нафту та індикатора економічних настроїв.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6), \text{ де } x_i \text{ – відповідний фактор,}$$

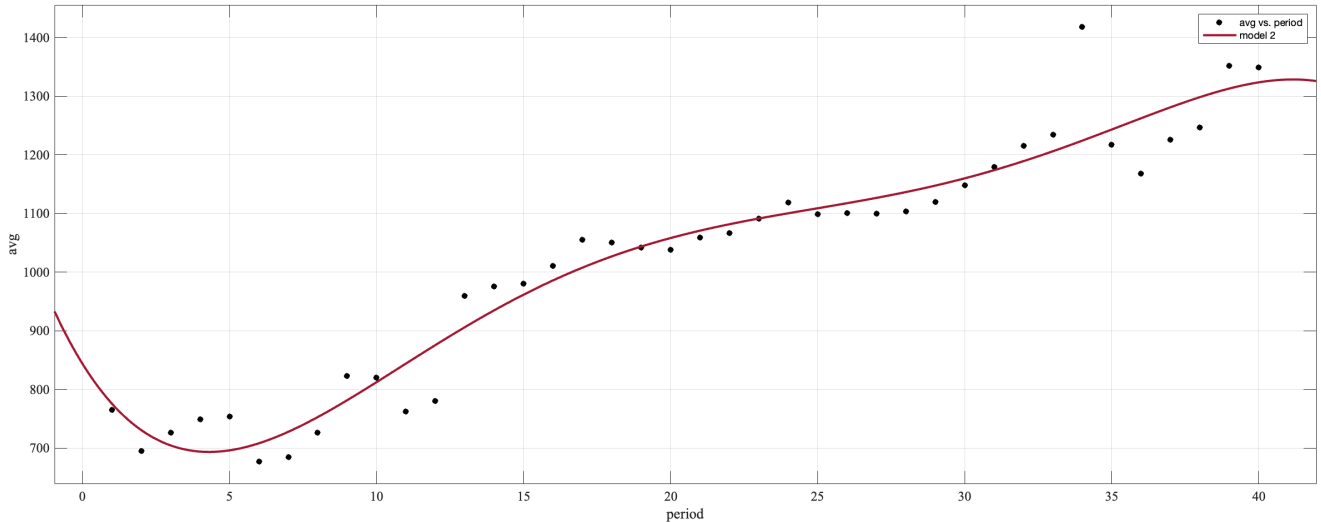


Рис. 2.4.2. Модель залежності формування цін на квартири №2

Таблиця 2.15

Характеристики моделі №2

Коефіцієнти (with 95% confidence bounds):	SSE: 9.85e+04
$a_1 = 74.28$ (-51.9, 200.5)	R-square: 0.94
$a_2 = -52.72$ (-164, 58.53)	
$a_3 = 18.89$ (-12.81, 50.6)	Adjusted R-square: 0.9312
$a_4 = 0.1015$ (-0.09807, 0.301)	
$a_5 = -0.04271$ (-0.1795, 0.09403)	RMSE: 53.82
$a_6 = -13.24$ (-26.89, 0.4205)	

3. семифакторна модель залежності середньої вартості квадратного метру квартири від ВВП, інфляції, курсу валют, середньої заробітної плати, світової ціни на нафту, індикатора економічних настроїв та рівень безробіття.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7), \text{ де } x_i \text{ – відповідний фактор,}$$

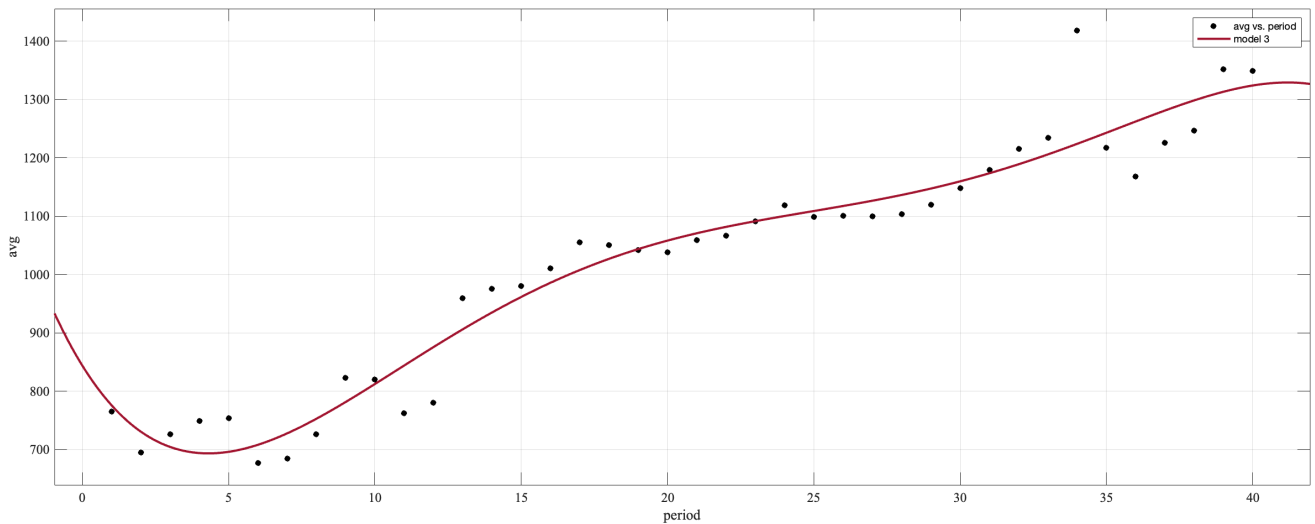


Рис. 2.4.3. Модель залежності формування цін на квартири №3

Таблиця 2.16

Характеристики моделі №3

Коефіцієнти (with 95% confidence bounds):	SSE: 9.85e+04
$a_0 = 8.983$ (-6.034e+06, 6.034e+06)	R-square: 0.94
$a_1 = -0.351$ (-2.404e+06, 2.404e+06)	
$a_2 = 7.056$ (-5.413e+05, 5.413e+05)	Adjusted R-square: 0.9269
$a_3 = -0.0091$ (-2.241e+04, 2.241e+04)	
$a_4 = 0.005214$ (-2.41e+04, 2.41e+04)	RMSE: 55.48
$a_5 = -13.23$ (-27.93, 1.47)	
$a_6 = 65.79$ (-2e+08, 2e+08)	
$a_7 = 899.6$ (-7.378e+08, 7.378e+08)	

При моделюванні нас, перш за все, цікавить, наскільки добре модель представляє об'єкт моделювання. Одним із підходів в оцінці адекватності полягає у порівнянні виходів моделі та реальної системи при однакових значеннях входів. І ті, й інші дані (дані, отримані на виході моделі та дані, отримані в результаті експерименту з реальною системою) – статистичні. Тому для оцінки адекватності застосовують методи статистичної теорії оцінювання та перевірки гіпотез (таблиці 2.17, 2.18, 2.19).

Таблиця 2.16

## Порівняння виходів моделі 1 та реальної системи

period	Уфакт	Уексп	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	764,78	736,81	27,97	0,04
2	695,34	721,52	-26,19	-0,04
3	726,23	714,27	11,96	0,02
4	748,64	714,04	34,60	0,05
5	753,60	719,89	33,71	0,05
6	676,77	730,91	-54,13	-0,07
7	684,71	746,26	-61,55	-0,08
8	726,43	765,17	-38,73	-0,05
9	823,52	786,88	36,64	0,05
10	820,39	810,72	9,67	0,01
11	762,27	836,07	-73,80	-0,09
12	780,43	862,35	-81,93	-0,10
13	959,21	889,05	70,16	0,08
14	975,81	915,70	60,11	0,07
15	980,40	941,90	38,50	0,04
16	1010,47	967,28	43,19	0,04
17	1055,40	991,55	63,85	0,06
18	1050,46	1014,46	36,00	0,04
19	1042,52	1035,83	6,69	0,01
20	1037,94	1055,50	-17,57	-0,02
21	1059,52	1073,41	-13,89	-0,01
22	1066,63	1089,51	-22,88	-0,02
23	1091,20	1103,84	-12,64	-0,01
24	1118,67	1116,47	2,21	0,00
25	1098,74	1127,53	-28,79	-0,03
26	1100,98	1137,22	-36,24	-0,03
27	1100,01	1145,78	-45,77	-0,04
28	1103,71	1153,50	-49,79	-0,04
29	1119,62	1160,73	-41,11	-0,04
30	1147,99	1167,88	-19,89	-0,02
31	1179,37	1175,40	3,97	0,00
32	1215,55	1183,81	31,74	0,03
33	1234,50	1193,68	40,82	0,03
34	1418,74	1205,62	213,12	0,18
35	1217,37	1220,32	-2,95	0,00
36	1167,92	1238,50	-70,58	-0,06
37	1225,83	1260,95	-35,11	-0,03
38	1247,26	1288,50	-41,24	-0,03
39	1351,85	1322,05	29,80	0,02
40	1348,99	1362,55	-13,55	-0,01

Таблиця 2.17

## Порівняння виходів моделі 2 та реальної системи

period	Уфакт	Уексп	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	764,78	775,54	-10,76	-0,01
2	695,34	730,36	-35,03	-0,05
3	726,23	704,23	22,00	0,03
4	748,64	693,77	54,87	0,08
5	753,60	695,93	57,67	0,08
6	676,77	708,01	-31,24	-0,04
7	684,71	727,64	-42,93	-0,06
8	726,43	752,73	-26,30	-0,03
9	823,52	781,48	42,04	0,05
10	820,39	812,36	8,03	0,01
11	762,27	844,09	-81,83	-0,10
12	780,43	875,62	-95,20	-0,11
13	959,21	906,12	53,09	0,06
14	975,81	934,95	40,86	0,04
15	980,40	961,67	18,73	0,02
16	1010,47	985,98	24,49	0,02
17	1055,40	1007,75	47,66	0,05
18	1050,46	1026,96	23,50	0,02
19	1042,52	1043,73	-1,22	0,00
20	1037,94	1058,26	-20,32	-0,02
21	1059,52	1070,82	-11,30	-0,01
22	1066,63	1081,78	-15,15	-0,01
23	1091,20	1091,50	-0,30	0,00
24	1118,67	1100,42	18,25	0,02
25	1098,74	1108,97	-10,22	-0,01
26	1100,98	1117,56	-16,58	-0,01
27	1100,01	1126,62	-26,60	-0,02
28	1103,71	1136,49	-32,78	-0,03
29	1119,62	1147,49	-27,87	-0,02
30	1147,99	1159,85	-11,86	-0,01
31	1179,37	1173,72	5,65	0,00
32	1215,55	1189,14	26,41	0,02
33	1234,50	1206,01	28,49	0,02
34	1418,74	1224,11	194,64	0,16
35	1217,37	1243,05	-25,68	-0,02
36	1167,92	1262,27	-94,34	-0,07
37	1225,83	1281,01	-55,17	-0,04
38	1247,26	1298,30	-51,04	-0,04
39	1351,85	1312,97	38,89	0,03
40	1348,99	1323,56	25,43	0,02



Таблиця 2.18

## Порівняння виходів моделі 3 та реальної системи

period	Yфакт	Yексп	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	764,78	775,93	-11,14	-0,01
2	695,34	730,68	-35,35	-0,05
3	726,23	704,50	21,73	0,03
4	748,64	693,98	54,65	0,08
5	753,60	696,10	57,49	0,08
6	676,77	708,15	-31,38	-0,04
7	684,71	727,75	-43,04	-0,06
8	726,43	752,81	-26,38	-0,04
9	823,52	781,54	41,98	0,05
10	820,39	812,41	7,98	0,01
11	762,27	844,13	-81,86	-0,10
12	780,43	875,65	-95,22	-0,11
13	959,21	906,14	53,08	0,06
14	975,81	934,97	40,84	0,04
15	980,40	961,68	18,72	0,02
16	1010,47	985,99	24,48	0,02
17	1055,40	1007,76	47,64	0,05
18	1050,46	1026,98	23,48	0,02
19	1042,52	1043,75	-1,23	0,00
20	1037,94	1058,27	-20,34	-0,02
21	1059,52	1070,84	-11,32	-0,01
22	1066,63	1081,79	-15,16	-0,01
23	1091,20	1091,51	-0,31	0,00
24	1118,67	1100,43	18,25	0,02
25	1098,74	1108,97	-10,22	-0,01
26	1100,98	1117,56	-16,58	-0,01
27	1100,01	1126,61	-26,60	-0,02
28	1103,71	1136,48	-32,77	-0,03
29	1119,62	1147,48	-27,86	-0,02
30	1147,99	1159,85	-11,86	-0,01
31	1179,37	1173,73	5,64	0,00
32	1215,55	1189,15	26,40	0,02
33	1234,50	1206,05	28,45	0,02
34	1418,74	1224,18	194,57	0,16
35	1217,37	1243,16	-25,79	-0,02
36	1167,92	1262,43	-94,51	-0,07
37	1225,83	1281,25	-55,41	-0,04
38	1247,26	1298,64	-51,38	-0,04
39	1351,85	1313,42	38,43	0,03
40	1348,99	1324,17	24,83	0,02

Адекватність досліджуваної моделі можна перевірити за дисперсіями відхилень виходів моделі від середнього значення виходів системи. Порівняння

дисперсій проводять за допомогою F-критерію (критерію Фішера). Отримані результати стосовно зазначених моделей наведені нижче (табл. 2.19, 2.20, 2.21)

Таблиця 2.19

F-тест для моделі 1

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	1017,244464	1017,084772
Дисперсія	42128,44378	39293,60372
К-ть спостережень	40	40
df	39	39
F	1,072145077	
P(F<=f)	0,414452493	
F критичне	2,135224906	

Таблиця 2.20

F-тест для моделі 2

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	1017,24446	1017,07072
Дисперсія	42128,4438	39593,3624
К-ть спостережень	40	40
df	39	39
F	1,06402794	
P(F<=f)	0,42366198	
F критичне	2,13522491	

Таблиця 2.21

F-тест для моделі 3

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	1017,24446	1017,17136
Дисперсія	42128,4438	39595,7151
К-ть спостережень	40	40
df	39	39
F	1,06396472	
P(F<=f)	0,42373416	
F критичне	2,13522491	

За результатами моделювання та порівняння отриманих розрахункових результатів була відібрана модель № 2 як найоптимальніша із найкращими статистичними характеристиками. Результати, отримані з її використанням є майже ідентичні до тих, що були отримані за допомогою моделі №3. Виходячи

із таких висновків, було розраховано прогностні значення на наступні 6 періодів – шість місяців, тобто до квітня 2023 року за допомогою моделей №1 та №2 (рис. 2.4.4).

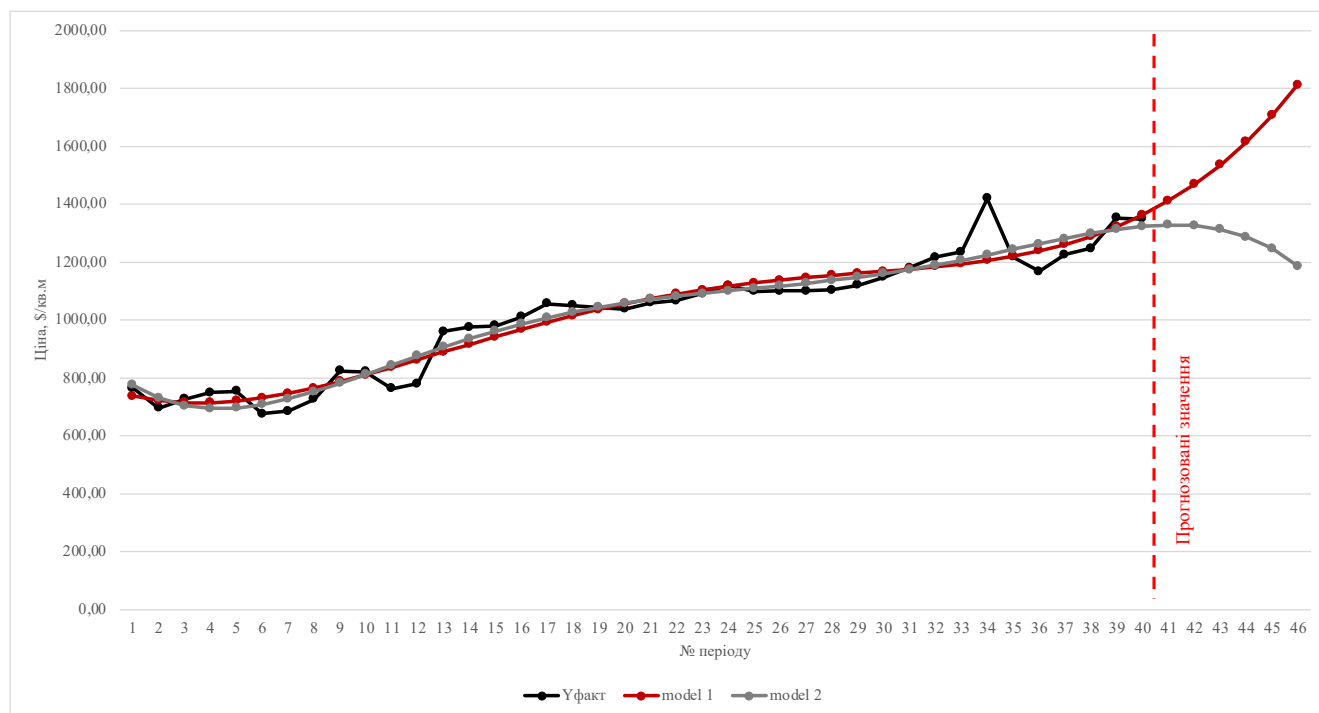


Рис. 2.4.4. Прогнозування ціни квартир на 6 місяців (до квітня 2023 року)

Так, бачимо два можливі сценарії:

1. виходячи із першої моделі середня вартість квадратного метру на ринку квартир буде стабільно зростати;
2. за результатами другої моделі спочатку на ринок чекає відносна стабілізація, за чим відбудеться падіння цін.

Із використанням зазначеної методології було проаналізовано також тенденції та можливі варіанти майбутнього розвитку підсегментів вторинного ринку квартир України. Так, за умови сегментування за кількістю кімнат в квартирі було запропоновано моделі та спрогнозовано подальший розвиток на наступні пів року (рис. 2.4.5). Основні характеристики моделей наведено в таблиці 2.22.

Таблиця 2.22

Основні характеристики моделей формування цін на квартири різної кімнатності

<p><b>1-кімнатні</b> SSE: 7.089e+04 R-square: 0.9545</p>	<p><b>2-кімнатні</b> SSE: 9.492e+04 R-square: 0.9374</p>
--	--

Adjusted R-square: 0.9445 RMSE: 47.07	Adjusted R-square: 0.9237 RMSE: 54.46
<b>3-кімнатні</b> SSE: 1.144e+05 R-square: 0.9344 Adjusted R-square: 0.9201 RMSE: 59.8	<b>4-кімнатні</b> SSE: 1.933e+05 R-square: 0.9336 Adjusted R-square: 0.919 RMSE: 77.73
<b>5-кімнатні (і більше)</b> SSE: 2.529e+05 R-square: 0.8944 Adjusted R-square: 0.8714 RMSE: 88.89	

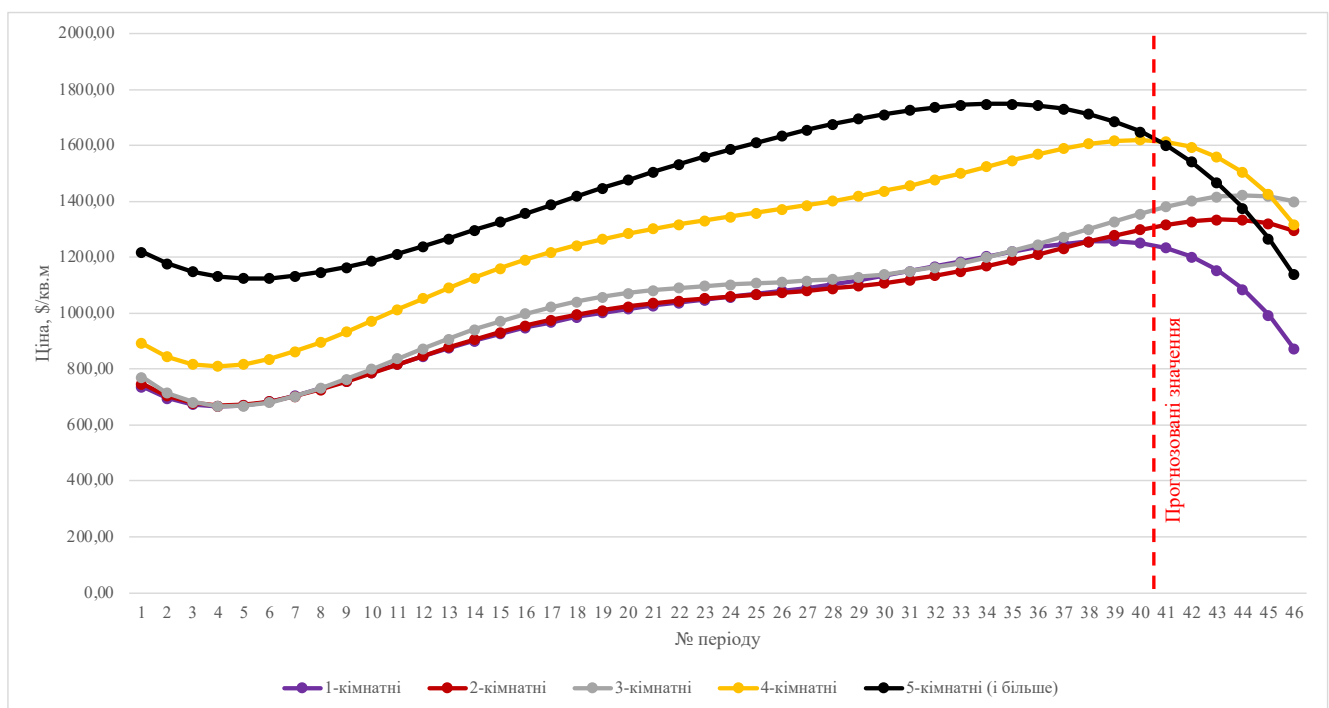


Рис. 2.4.5. Прогнозування ціни квартир різної кімнатності на 6 місяців (до квітня 2023 року)

Як ми бачимо, очікується значний спад цін на 1- та багатокімнатні квартири, що може бути пов'язано із суттєвим зниженням купівельної спроможності, у той же час для 3-кімнатних квартир очікується стабільність та впевнене зростання, з огляду на те, що саме ці варіанти завжди користуються найбільшою затребуваністю як найоптимальніші для родини. Порівняно незначне падіння торкнеться 2-кімнатних квартир.

В контексті найбільших міст у сьогоденних умовах динаміка не є такою очевидною. Основні характеристики та графічне зображення побудованих моделей наведені нижче (рис. 2.4.6, табл. 2.23).

Основні характеристики моделей формування цін на квартири у найбільших містах України

<p><b>Київ</b> SSE: 1.157e+05 R-square: 0.9772 Adjusted R-square: 0.9722 RMSE: 60.13</p>	<p><b>Одеса</b> SSE: 2.529e+04 R-square: 0.9497 Adjusted R-square: 0.9387 RMSE: 28.11</p>
<p><b>Дніпро</b> SSE: 1.673e+04 R-square: 0.9731 Adjusted R-square: 0.9672 RMSE: 22.86</p>	<p><b>Харків</b> SSE: 2.549e+04 R-square: 0.9375 Adjusted R-square: 0.9238 RMSE: 28.22</p>
<p><b>Львів</b> SSE: 1.511e+04 R-square: 0.9869 Adjusted R-square: 0.9841 RMSE: 21.73</p>	

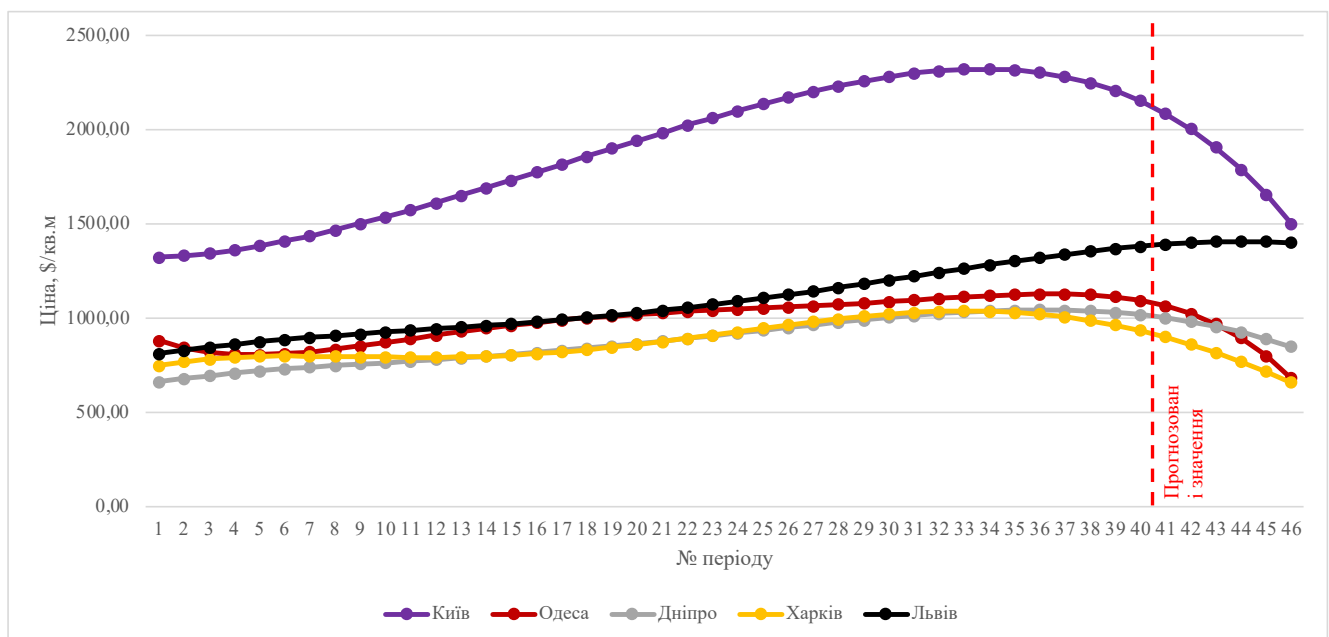


Рис. 2.4.6. Прогнозування ціни квартир у найбільших містах України на 6 місяців (до квітня 2023 року)

Як ми бачимо, для таких міст, як Київ, Одеса та Харків будуть не найкращі часи у розрізі вторинного ринку квартир. Відобразиться вплив проблем з електроенергією, загроза повторних нападів та обстрілів, саме тому тут спостерігатиметься суттєвий спад цін на квартири. У Дніпрі така деструктивна

динаміка не є настільки очевидною, більш імовірна тимчасова стабілізація. У Львові ж імовірні позитивні тенденції та продовження зростаючого тренду, що зумовлюється новим напливом біженців зі східних та південних регіонів.

Таким чином, є цілком можливим варіант, що ціни на квартири продовжуватимуть зростати, як було продемонстровано в моделі №1. Причиною є не лише здешевлення національної валюти, а й руйнування логістичної системи, внутрішніх угод, проблеми з металом. Також раніше більшість скла Україна заповувала в росії і білорусі — тепер потрібно замовляти його з Європи. Однак, варто також врахувати те, що більшість забудовників наразі повертаються до роботи, що може приблизити до реальності інший варіант – відносна стабілізація цін на квартири як на вторинному ринку, так і на первинному.

### 3. МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІН НА ЗЕМЕЛЬНІ ДІЛЯНКИ

Наступним кроком дослідження є розширення використання методології, описаної у попередньому розділі на різні сегменти ринку, зокрема ринок земельних ділянок та ринок домоволодінь. Почнемо із ринку землі, зокрема розглянемо динаміку зміни ціни в часі (рис. 3.1).

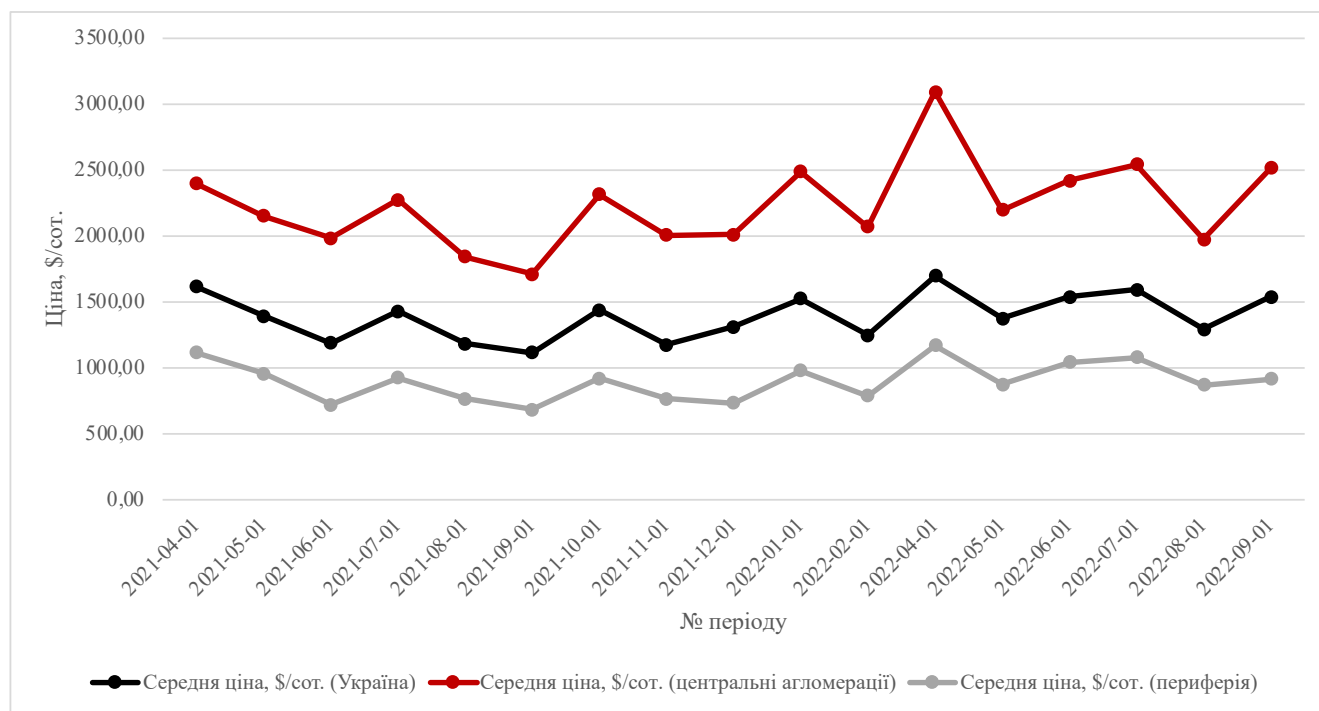
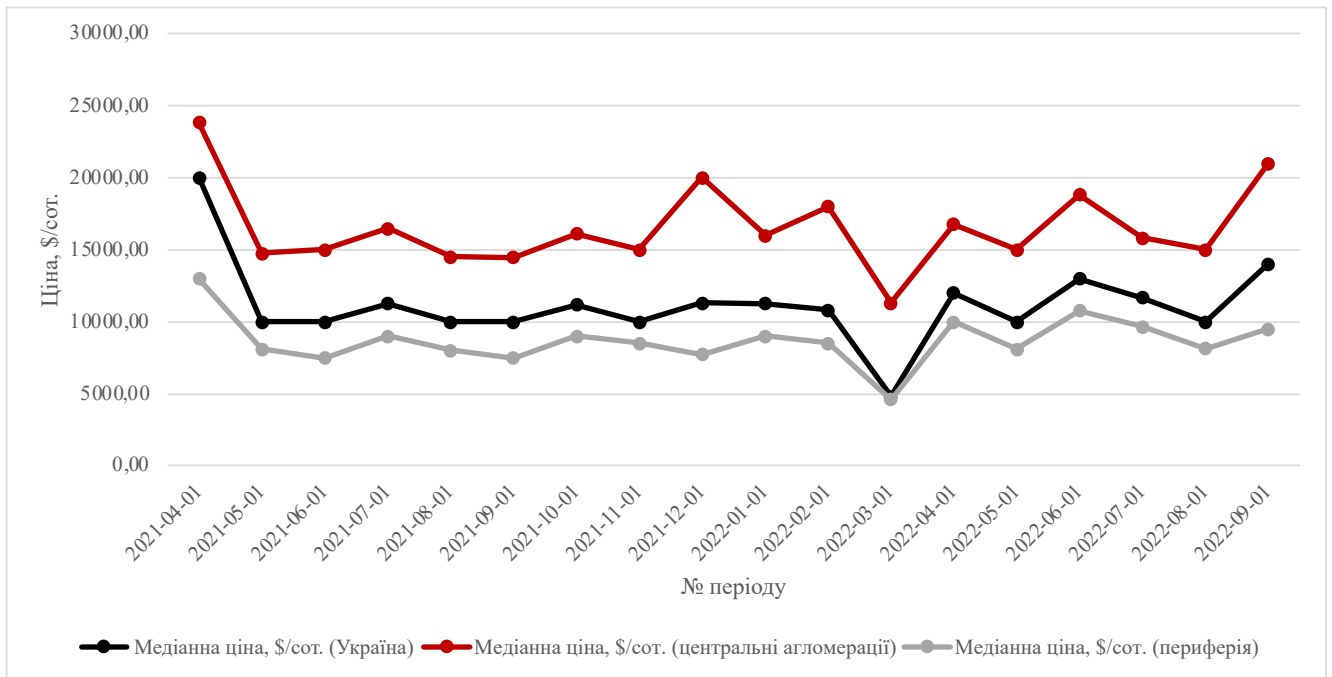


Рис. 3.1. Динаміка середньої вартості земельної ділянки (дол. США/сот.) на ринку нерухомості України за квітень 2021 – жовтень 2022 рр.

Щомісячні показники середньої вартості на ринку землі в Україні за період 2021- 2022 рр. в динаміці дають характеристику загальної картини із урахуванням впливу різноманітних факторів, які стримували або навпаки пожвавлювали ринкову активність. Маємо відзначити чітко виражену сезонність, характерну для даного сегменту, а також те, що фактично значення середньої ціни коливаються навколо фіксованого середнього. Це ускладнює побудову регресійної моделі.

Однак, можемо для ринку землі прийняти за прогнозоване медіанну вартість сотки землі (рис. 3.2), адже такий часовий ряд буде виявляти нестационарний характер.



*Рис. 3.2. Динаміка медіанної вартості земельної ділянки (дол. США/сот.) на ринку нерухомості України за квітень 2021 – жовтень 2022 рр.*

З відкриттям ринку землі сільськогосподарського призначення з 1 липня 2021 року очікувалося стрімке зростання саме цієї категорії земельних ділянок в загальній інформаційній базі ринку землі. Аналіз зазначених показників підтверджує це, демонструючи стрімке зростання у третьому кварталі 2021. Очевидно, що у другому кварталі 2022 року на ринку значною мірою відобразилася повномасштабна війна: що і спричинило шоківу ситуацію та значне падіння, як у розрізі кількісних, так і вартісних результатів. Тим не менш, третій квартал є продемонстрував тенденцію до відновлення. Протягом усього розглянутого періоду ціна на земельні ділянки центральних агломерацій перевищувала ціну на периферії.

Зазначимо, що у наступних етапах роботи поділимо ринок земельних ділянок відповідно до їх цільового призначення на три підрозділи:

- Земельні ділянки для житлової й суспільної забудови;
- Земельні ділянки сільськогосподарського призначення;
- Земельні ділянки для промислової забудови.

Далі необхідно перевірити наявність зв'язку (залежності чи взаємозалежності) між показниками. За середньомісячними даними за період з березня 2021 по жовтень 2022 року було здійснено кореляційно-регресійний аналіз та отримано парні коефіцієнти кореляції, що визначають тісноту зв'язку між змінними. В результаті було визначено:

- Для ринку земельних ділянок для житлової й суспільної забудови найвпливовішими факторами є ВВП, інфляція, середня заробітна плата та рівень безробіття;



- Для ринку земельних ділянок сільськогосподарського призначення – ВВП, курс валют, інфляція та світові ціни на нафту;

- Для ринку земельних ділянок для промислової забудови – ВВП, інфляція, світові ціни на нафту та індикатор економічних настроїв.

З урахуванням зазначених висновків було побудовано моделі для кожного підсегменту ринку та проведено перевірку на адекватність моделі за допомогою критерія Фішера.

### 1. Земельні ділянки для житлової й суспільної забудови

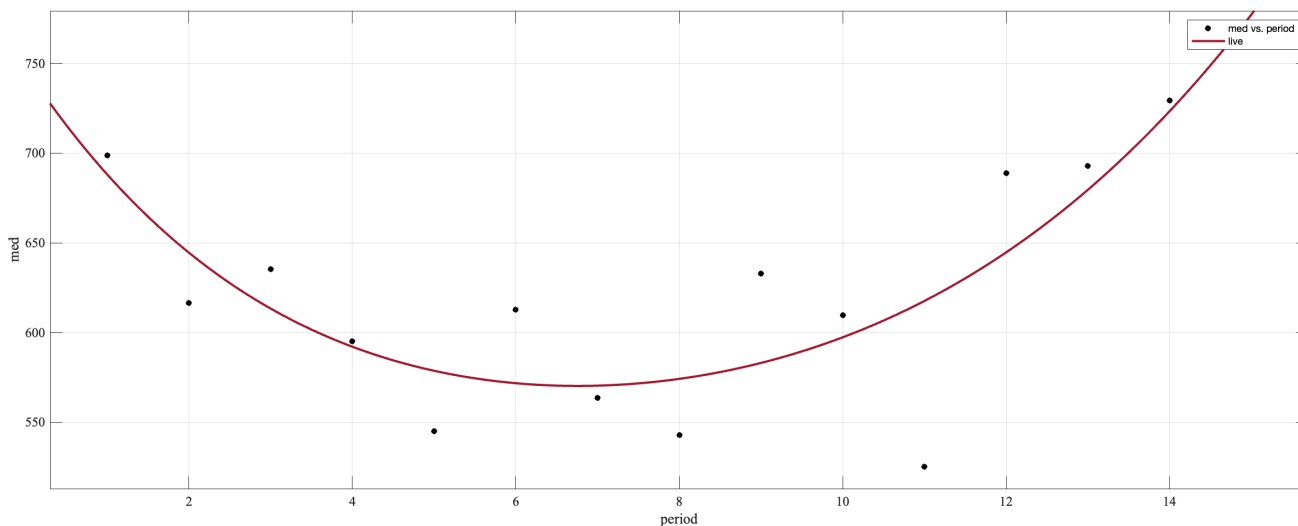


Рис. 3.3. Модель залежності формування цін на земельні ділянки для житлової та суспільної забудови (№1)

Таблиця 3.1

#### Основні характеристики моделі №1

SSE: 1.869e+04
R-square: 0.7448
Adjusted R-square: 0.4897
RMSE: 51.67

Таблиця 3.2

#### F-тест для моделі №1

	Уфакт	Уексп
Середнє	630,381053	628,616893
Дисперсія	5231,38664	3886,11188
K-ть спостережень	15	15
df	14	14
F	1,346175	
P(F<=f)	0,29276702	
F критичне	3,69754118	

## 2. Земельні ділянки сільськогосподарського призначення

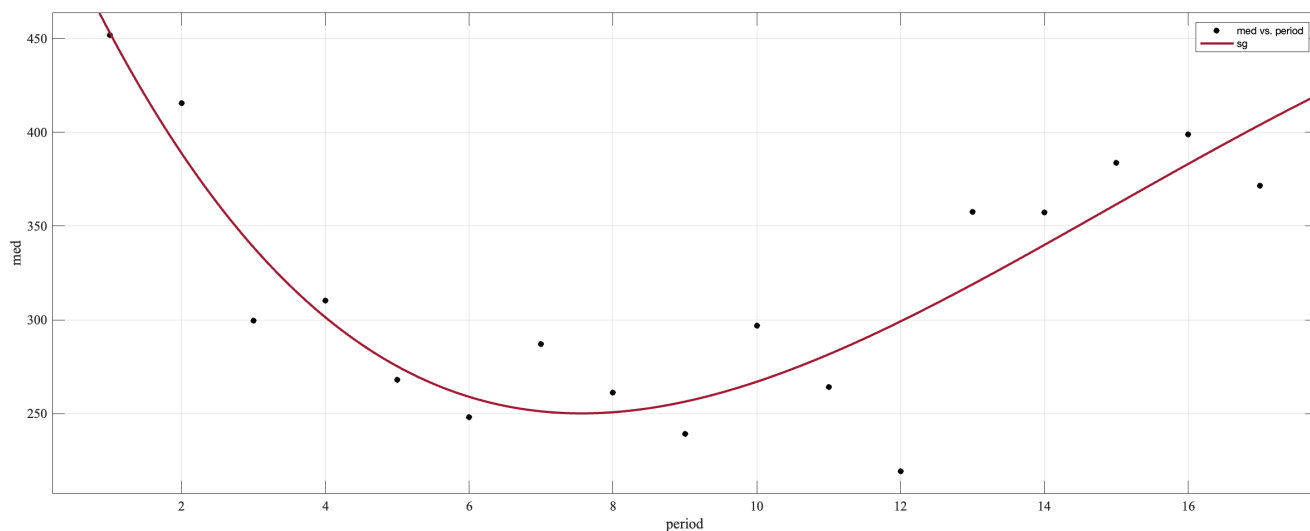


Рис. 3.4. Модель залежності формування цін на земельні ділянки сільськогосподарського призначення (№2)

Таблиця 3.3

### Основні характеристики моделі №2

Goodness of fit:
SSE: 1.536e+04
R-square: 0.7966
Adjusted R-square: 0.6384
RMSE: 41.31

Таблиця 3.4

### F-тест для моделі №2

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	319,448874	319,428432
Дисперсія	4719,01444	3769,59424
К-ть спостережень	17	17
df	16	16
F	1,25186271	
P(F<=f)	0,3292995	
F критичне	3,37204562	

## 3. Земельні ділянки для промислової забудови

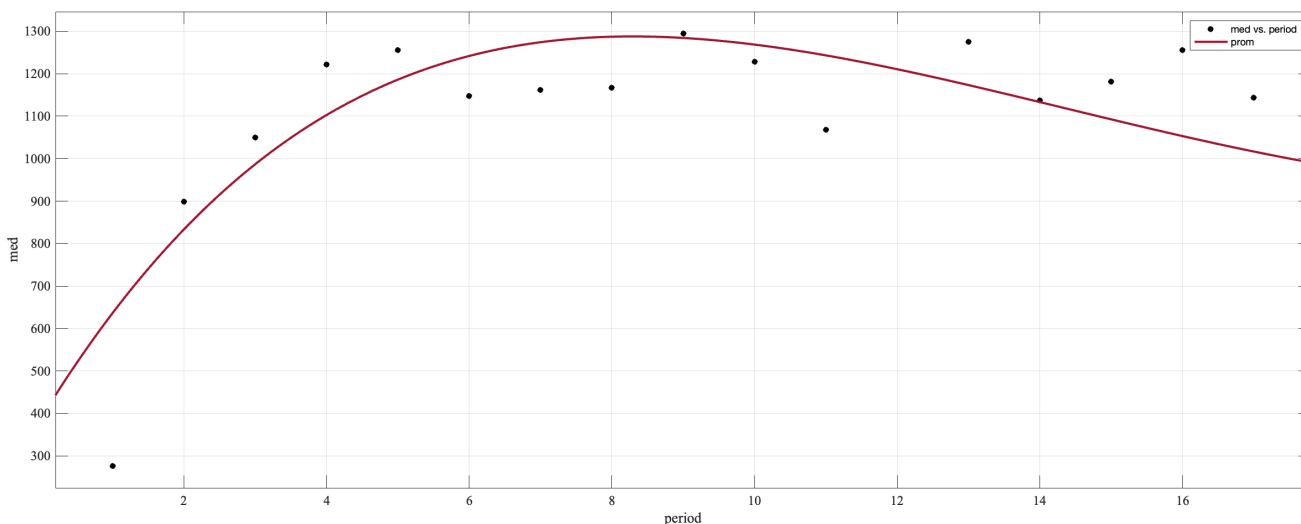


Рис. 3.5. Модель залежності формування цін на земельні ділянки для промислової забудови (№3)

Таблиця 3.5

Основні характеристики моделі №3

Goodness of fit:
SSE: 2.094e+05
R-square: 0.765
Adjusted R-square: 0.7061
RMSE: 132.1

Таблиця 3.4

F-тест для моделі №3

	<i>Yфакт</i>	<i>Yексп</i>
Середнє	1110,25533	1414,38317
Дисперсія	59383,4252	30426,7105
K-ть спостережень	16	17
df	15	16
F	1,95168732	
P(F<=f)	0,09800016	
F критичне	3,40894687	

Проаналізувавши отримані результати, робимо висновки, що обрані моделі є найоптимальнішими із найкращими статистичними характеристиками. З урахуванням того, що коефіцієнти детермінації в кожній із них свідчить про те, що вони є задовільними. Для отримання більш достовірних результатів необхідно подальше накопичення інформації щодо ринку нерухомості та розширення бази даних. Виходячи із таких висновків, було розраховано

прогнознi значення на наступнi 6 перiодiв – шiсть мiсяцiв, тобто до квітня 2023 року (рисунок 3.6).

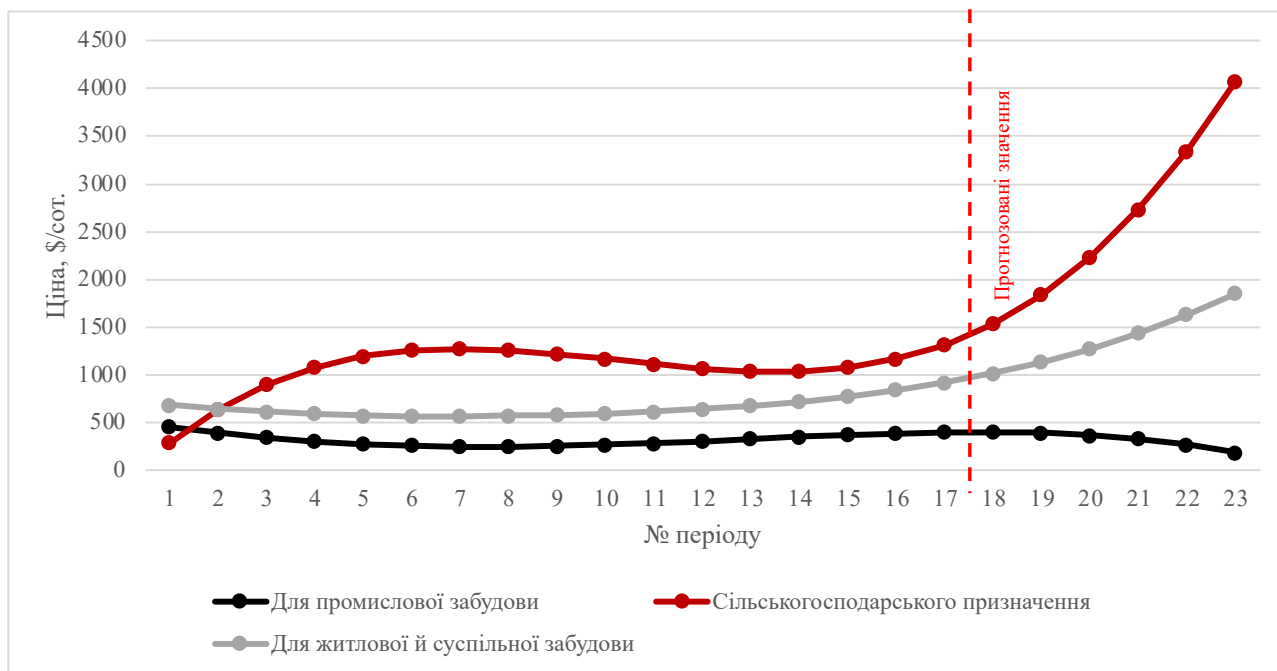


Рис. 3.6. Прогнозування ціни на земельні ділянки в Україні на 6 місяців (до квітня 2023 року)

Як ми бачимо, найбільше постраждає від військових дій ринок землі для промислової забудови, що пов’язано із активним проведенням бойових дій. Земля сільськогосподарського призначення та ділянки для житлової й суспільної забудови продовжуватимуть зростання, яке розпочалось ще у довоєнний період, однак, є очевидним, що така картина стосується територій, які є віддаленими від місць проведення бойових дій.

## 4. МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЦІН НА ДОМОВОЛОДІННЯ

Із використанням описаних вище підходів було проаналізовано також тенденції на ринку домоволодінь. Першочергово маємо розглянути загальну динаміку ціни за період із березня 2021 до жовтня 2022 рр. (рис. 4.1).

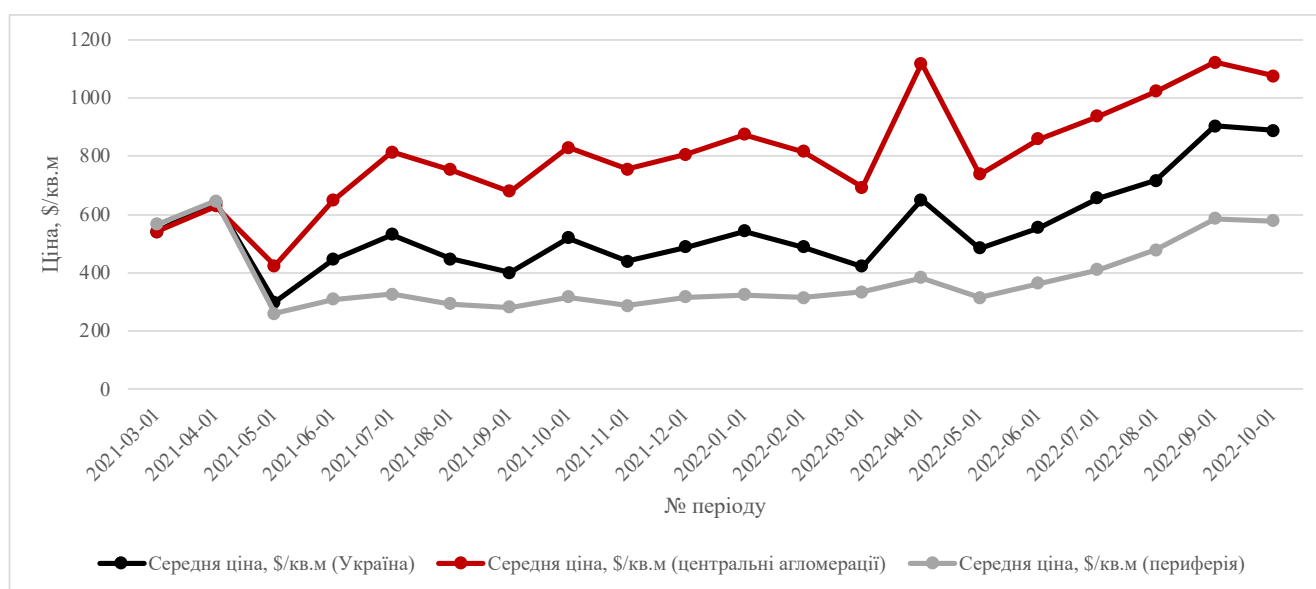


Рис. 4.1. Динаміка середньої вартості домоволодінь (дол. США/м<sup>2</sup>) на ринку нерухомості України за березень 2021 – жовтень 2022 рр.

Як ми бачимо із графіка, в центральних агломераціях середня ціна квадратного метра домоволодінь значно перевищує середню ціну на периферії. Показники обсягу ринку в Україні за період 2021-2022 рр. в динаміці дозволяють проаналізувати, як впливали ті чи інші фактори на ринкову активність. Із початку 2022 року відбувалося падіння, що пов'язано із політичною та економічною нестабільністю в країні. Бачимо, березень 2022 року став найкритичнішим у розрізі вартісних результатів. Очевидно, що причиною став початок повномасштабної війни, яка і сколихнула ринок. Наразі спостерігається відносна стабілізація та поступове зростання.

Важливим етапом аналізу є перевірка припущення про наявність зв'язку (залежності чи взаємозалежності між показниками). За середньомісячними даними за період з березня 2021 по жовтень 2022 року було здійснено кореляційно-регресійний аналіз та отримано парні коефіцієнти кореляції, що визначають тісноту зв'язку між змінними. В результаті було отримано матрицю парних коефіцієнтів кореляції (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Кореляційна матриця зв'язку між ціною домоволодінь та макроекономічними показниками

	<i>avg</i>	<i>gdp</i>	<i>course</i>	<i>inf</i>	<i>nafta</i>	<i>wages</i>	<i>iemm</i>	<i>nw</i>
<i>avg</i>	1							
<i>gdp</i>	-0,180696556	1						
<i>course</i>	0,824735297	-0,148852003	1					
<i>inf</i>	0,760138403	0,117610397	0,860758298	1				
<i>nafta</i>	0,31413542	0,594485894	0,407482609	0,724467313	1			
<i>wages</i>	-0,067177996	0,047851202	-0,129593793	-0,207082037	-0,436936174	1		
<i>iemm</i>	0,014340328	0,969561451	0,057809636	0,323866264	0,728785324	-0,014729142	1	
<i>nw</i>	-0,000667706	0,965222221	0,039932717	0,30349192	0,730444395	-0,036867096	0,997930564	1

Були використані такі позначення: *avg* – середня ціна кв. м домоволодіння, *gdp* – ВВП, *course* – курс долара, *inf* – рівень інфляції, *nafta* – світова ціна на нафту, *wages* – середньомісячна заробітна плата в Україні, *iemm* – індикатор економічних настроїв, *nw* – рівень безробіття.

Виходячи із кореляційної матриці бачимо, що найбільший вплив на середню ціну домоволодіння має курс валют ( $r=0,86$ ), інфляція ( $r=0,76$ ), значно меншою мірою впливають світові ціни на нафту ( $r=0,31$ ). В той же час, середня заробітна плата, індикатор економічних настроїв та рівень безробіття майже не впливають ( $r=-0,07$ ,  $r=0,01$ ,  $r=-0,0006$  відповідно). В той же час, кореляція з ВВП є від'ємною, що безпосередньо пов'язано з тим, що оглянутий період припадає на кризові моменти, коли динаміка ВВП була нестабільною, в той же час рівень цін на домоволодіння виявляв зростаючі тенденції. Таким чином, було визначено 3 основні фактори для побудови моделей.

Методологія залишилась незмінною, тому нашою метою знову була апроксимація залежності  $y_i=f(x_i)$  – побудова многочлену вигляду:

$$P_n(x) = a_0\varphi_0(x) + a_1\varphi_1(x) + \dots + a_n\varphi_n(x),$$

Значення якого в точках  $x_i, i=0,1,\dots,n$  достатньою мірою відповідають значенням  $y_i, i=0,1,\dots,n$ .

Із урахуванням проведених розрахунків щодо найвпливовіших факторів було виведено 3 найоптимальніші моделі. Коефіцієнти детермінації в кожній із них свідчить про те, що вони є задовільними. Для отримання більш достовірних результатів необхідне подальше накопичення інформації щодо ринку нерухомості та розширення бази даних.

1. Двофакторна модель залежності середньої вартості квадратного метру квартири від інфляції та курсу валют.

$$Y = f(x_1, x_2), \text{ де } x_i \text{ – відповідний фактор,}$$

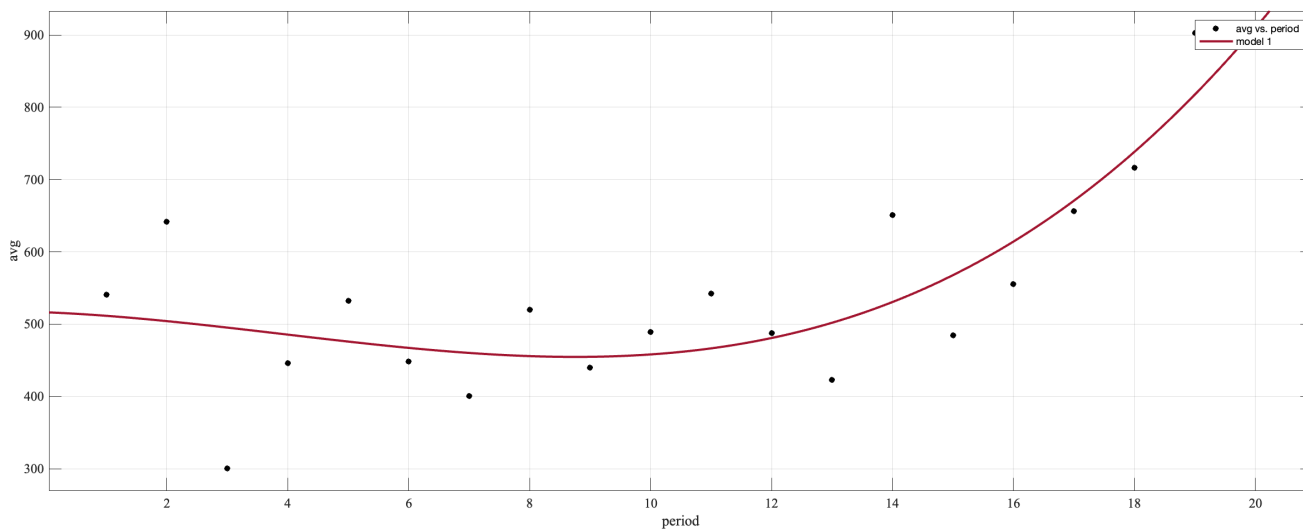


Рис. 4.2. Модель залежності формування цін на домоволодіння №1

Таблиця 4.2

Характеристики моделі №1

Коефіцієнти (with 95% confidence bounds):	SSE: 1.171e+05
$a_1 = 48.39$ (3.143, 93.63)	R-square: 0.7365
$a_2 = -3.511$ (-27.07, 20.05)	
$a_3 = -808.6$ (-1811, 194.1)	Adjusted R-square: 0.7055
	RMSE: 82.99

2. трифакторна модель залежності середньої вартості квадратного метру квартири від інфляції, курсу валют та світової ціни на нафту.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3), \text{ де } x_i \text{ – відповідний фактор,}$$

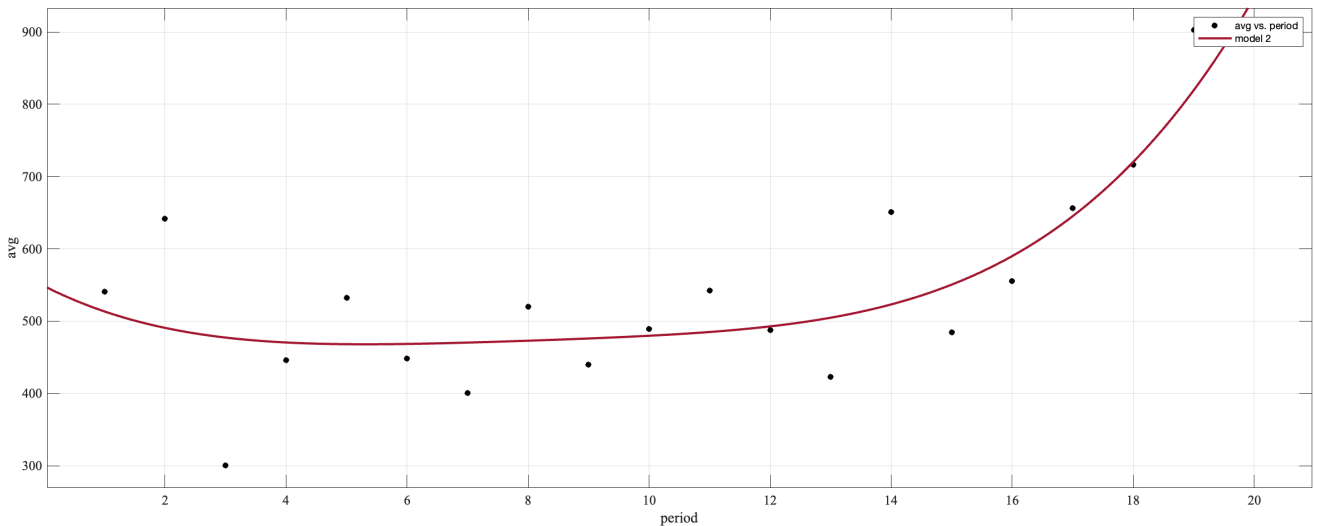


Рис. 4.3. Модель залежності формування цін на домоволодіння №2

Таблиця 4.3

Характеристики моделі №2

Коефіцієнти (with 95% confidence bounds):	SSE: 1.111e+05
$a_1 = 12.01$ (-82.54, 106.6)	R-square: 0.7501
$a_2 = 20.88$ (-39.52, 81.28)	
$a_3 = -3.291$ (-10.78, 4.202)	Adjusted R-square: 0.7032
$a_4 = 186.3$ (-2294, 2667)	
	RMSE: 83.31

3. чотирифакторна модель залежності середньої вартості квадратного метру квартири від інфляції, курсу валют, світової ціни на нафту та індексу ділових очікувань.

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, x_4), \text{ де } x_i - \text{відповідний фактор,}$$



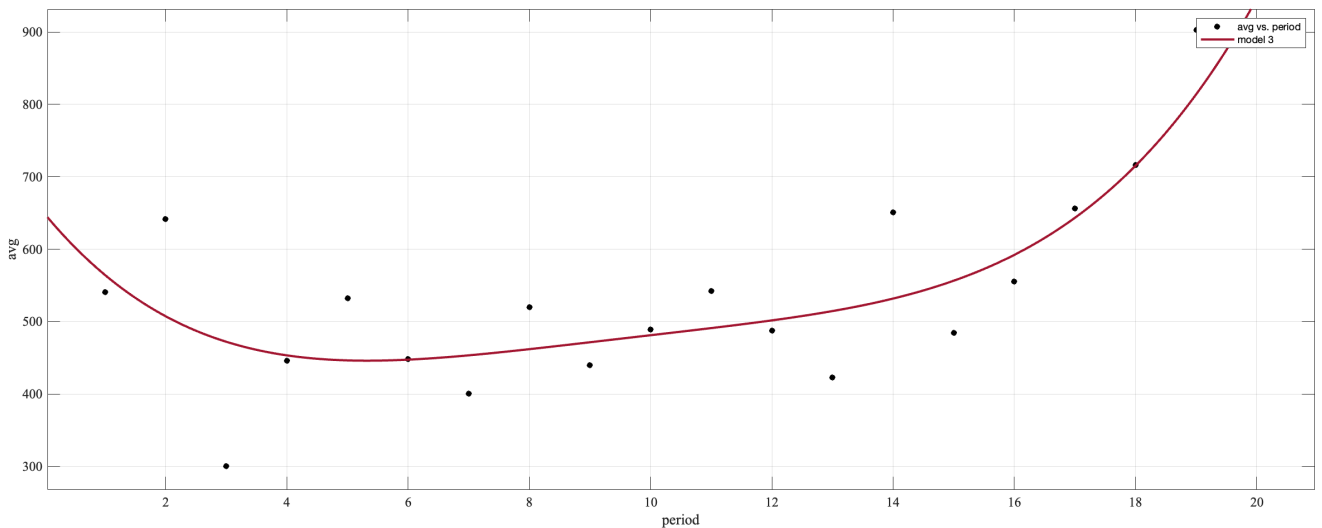


Рис. 4.4. Модель залежності формування цін на дооволодіння №3

Таблиця 4.4

Характеристики моделі №3

Коефіцієнти (with 95% confidence bounds):	SSE: 1.061e+05
$a_1 = -138.3$ (-534.3, 257.7)	R-square: 0.7611
$a_2 = 106.5$ (-120.7, 333.6)	
$a_3 = -5.147$ (-14.11, 3.817)	Adjusted R-square: 0.6974
$a_4 = -24.41$ (-86.78, 37.96)	
$a_5 = 5964$ (-9013, 2.094e+04)	RMSE: 84.12

Незмінно, при моделюванні нас, перш за все, цікавить, наскільки добре модель представляє об'єкт моделювання. Тому для оцінки адекватності застосовані методи статистичної теорії оцінювання та перевірки гіпотез (табл. 4.5, 4.6, 4.7).

Таблиця 4.5

Порівняння виходів моделі №1 та реальної системи

period	Yфакт	Yексп	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	540,72	511,5949445	29,13	0,06
2	641,71	504,2499681	137,46	0,27
3	300,12	495,3029558	-195,18	-0,39
4	446,35	485,5915306	-39,24	-0,08
5	532,09	475,9533158	56,14	0,12
6	448,10	467,2259342	-19,13	-0,04
7	400,23	460,2470091	-60,02	-0,13
8	519,97	455,8541635	64,12	0,14

9	440,02	454,8850204	-14,87	-0,03
10	488,86	458,177203	30,68	0,07
11	542,06	466,5683343	75,49	0,16
12	487,61	480,8960374	6,71	0,01
13	423,03	501,9979354	-78,97	-0,16
14	651,03	530,7116513	120,32	0,23
15	484,67	567,8748083	-83,21	-0,15
16	555,05	614,3250293	-59,28	-0,10
17	656,40	670,8999375	-14,50	-0,02
18	716,41	738,437156	-22,03	-0,03
19	903,07	817,7743078	85,30	0,10
20	888,77	909,749016	-20,98	-0,02

Таблиця 4.6

Порівняння виходів моделі №2 та реальної системи

period	Уфакт	Уексп	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	540,72	513,25404	27,47	0,05
2	641,71	490,5383378	151,17	0,31
3	300,12	477,1203296	-177,00	-0,37
4	446,35	470,326666	-23,98	-0,05
5	532,09	467,965642	64,13	0,14
6	448,10	468,3271972	-20,23	-0,04
7	400,23	470,1829154	-69,95	-0,15
8	519,97	472,786025	47,19	0,10
9	440,02	475,8713988	-35,85	-0,08
10	488,86	479,655554	9,21	0,02
11	542,06	484,8366522	57,23	0,12
12	487,61	492,5944996	-4,99	-0,01
13	423,03	504,5905465	-81,56	-0,16
14	651,03	522,967888	128,06	0,24
15	484,67	550,3512635	-65,68	-0,12
16	555,05	589,8470567	-34,80	-0,06
17	656,40	645,0432958	11,36	0,02
18	716,41	720,0096536	-3,60	0,00
19	903,07	819,2974472	83,77	0,10
20	888,77	947,939638	-59,17	-0,06

Таблиця 4.7

Порівняння виходів моделі №3 та реальної системи

period	Уфакт	Уексп	Абсолютні залишки	Відносні залишки
1	540,72	565,5234968	-24,80	-0,04
2	641,71	508,5394808	133,17	0,26
3	300,12	473,3218868	-173,20	-0,37
4	446,35	454,5287933	-8,18	-0,02
5	532,09	447,5715525	84,52	0,19
6	448,10	448,6147904	-0,52	0,00

7	400,23	454,5764068	-54,35	-0,12
8	519,97	463,1275751	56,85	0,12
9	440,02	472,6927425	-32,67	-0,07
10	488,86	482,44963	6,41	0,01
11	542,06	492,3292323	49,73	0,10
12	487,61	503,0158179	-15,41	-0,03
13	423,03	515,946929	-92,92	-0,18
14	651,03	533,3133815	117,72	0,22
15	484,67	558,059265	-73,39	-0,13
16	555,05	593,8819431	-38,83	-0,07
17	656,40	645,2320528	11,17	0,02
18	716,41	717,3135051	-0,90	0,00
19	903,07	816,0834847	86,99	0,11
20	888,77	948,25245	-59,48	-0,06

Адекватність досліджуваної моделі перевіряємо за дисперсіями відхилень виходів моделі від середнього значення виходів системи (порівняння дисперсій за допомогою критерію Фішера) (табл. 4.8, 4.9, 4.10).

Таблиця 4.8

F-тест для моделі 1

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	553,313416	553,410105
Дисперсія	23386,7308	17246,5874
К-ть спостережень	20	20
df	19	19
F	1,35602078	
P(F<=f)	0,25660541	
F критичне	3,02735788	

Таблиця 4.9

F-тест для моделі 2

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	553,313416	552,66566
Дисперсія	23386,7308	17792,1354
К-ть спостережень	20	20
df	19	19
F	1,31444205	
P(F<=f)	0,27853377	
F критичне	3,02735788	

Таблиця 4.10

### F-тест для моделі 3

	<i>Уфакт</i>	<i>Уексп</i>
Середнє	553,313416	553,355975
Дисперсія	23386,7308	17819,2917
K-ть спостережень	20	20
df	19	19
F	1,31243886	
P(F<=f)	0,2796313	
F критичне	3,02735788	

Порівнявши отримані результати, обираємо модель № 2 як найоптимальнішу із найкращими статистичними характеристиками. Результати, отримані з її використання є майже ідентичними до тих, що були отримані за допомогою моделі №3. Виходячи із таких висновків, було розраховано прогностні значення на наступні 6 періодів – шість місяців, тобто до квітня 2023 року за допомогою моделей №1 та №2 (рис. 4.5).

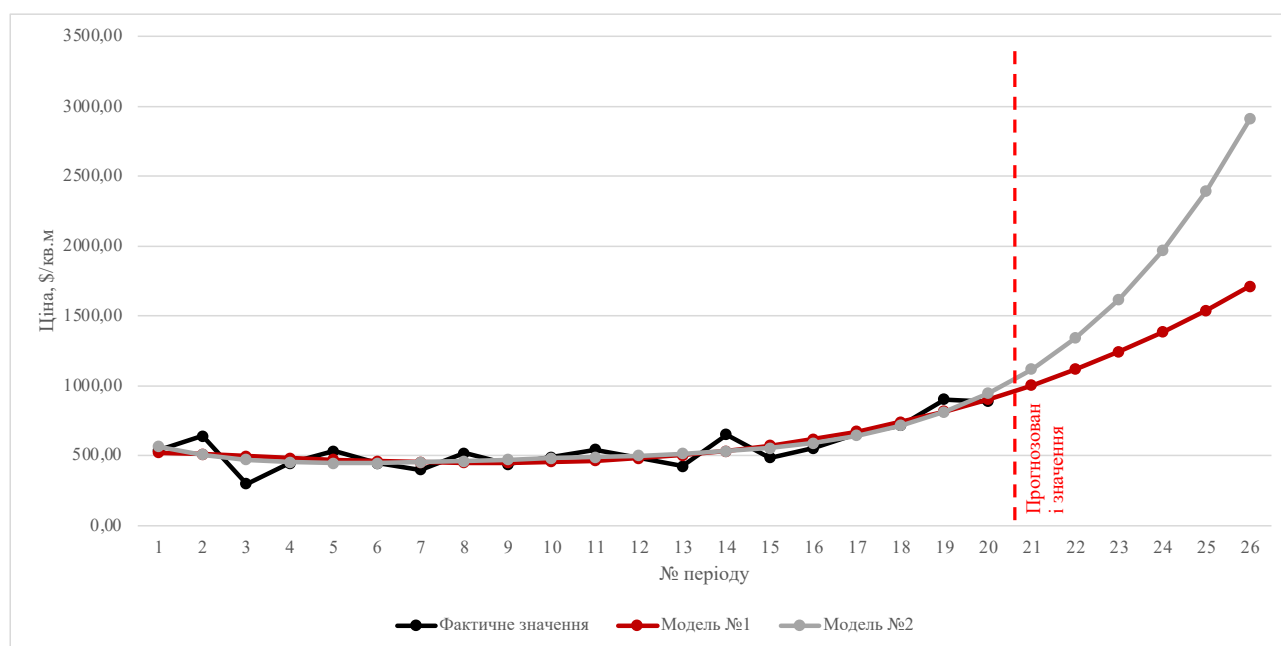


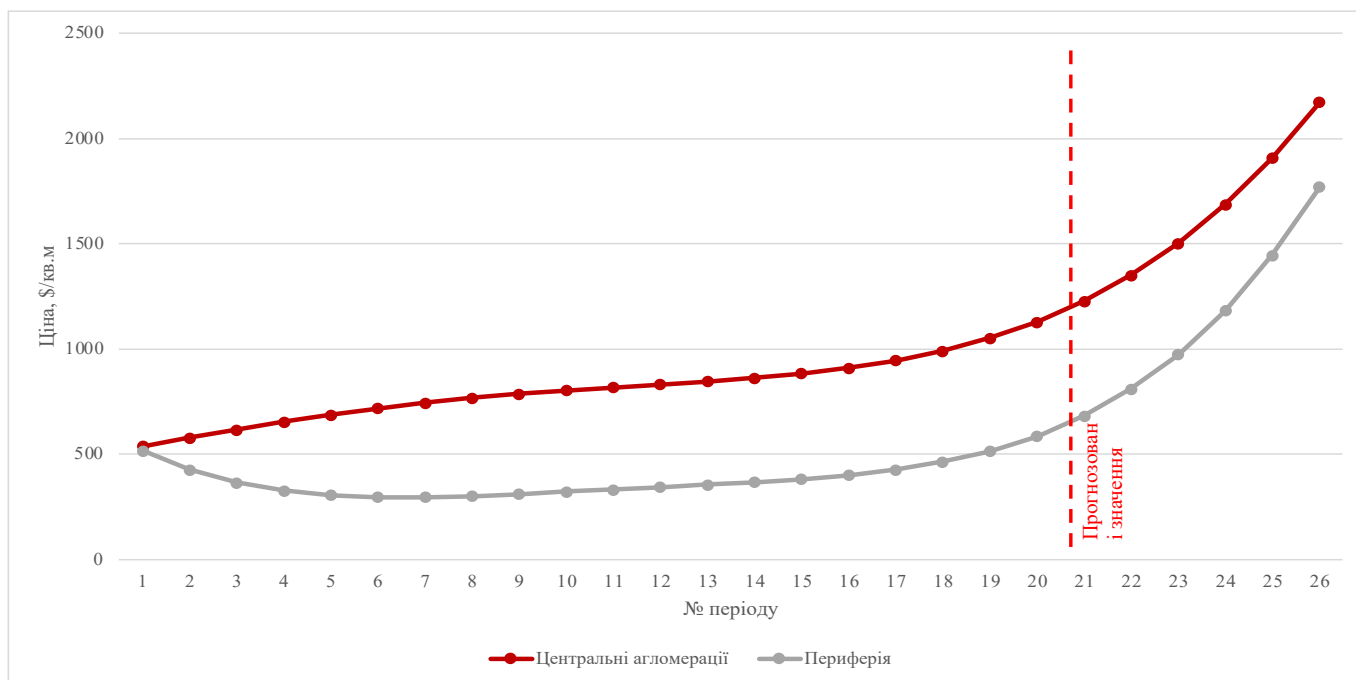
Рис. 4.5. Прогнозування ціни на домоволодіння в Україні на 6 місяців (до квітня 2023 року)

Було проаналізовано також тенденції та можливі варіанти майбутнього розвитку підсегментів вторинного ринку домоволодінь України. Так, в контексті поділу ринку на центральні агломерації та периферію у сьогоdnішніх умовах основні характеристики (табл. 4.11) та графічне зображення побудованих моделей (рис. 4.6) наведені нижче.

Таблиця 4.11

## Основні характеристики моделей формування цін на домоволодіння у різних регіонах України

<b>Центральні агломерації</b>	<b>Периферія</b>
SSE: 1.061e+05	SSE: 7.651e+04
R-square: 0.7611	R-square: 0.714
Adjusted R-square: 0.6974	Adjusted R-square: 0.6378
RMSE: 84.12	RMSE: 71.42



*Рис. 4.6. Прогнозування ціни на домоволодіння у різних регіонах України на 6 місяців (до квітня 2023 року)*

Таким чином, є цілком можливим варіант, що ціни в найближчому майбутньому продовжуватимуть зростати, як було продемонстровано в усіх моделях. Причиною є зростання попиту на ринку домоволодінь значно зріс восени 2022 року, при чому наразі найпопулярнішими варіантами є будинки з генератором, підвалом і власною свердловиною. Це пов'язано із бажанням убезпечитися від масштабних обстрілів інфраструктури та можливого блекаута. При чому, цікавою є тенденція, що ціна на домоволодінні на периферії подекуди може досягти рівня центральних областей. Тут важливим моментом є те, що покупці віддаватимуть перевагу тим домоволодінням, що більш віддалені від місць бойових дій.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, було проведено кореляційно-регресійних аналіз цін на квартири та виявлено:

1. Структурні зрушення в пропозиції житлової нерухомості на вторинному ринку квартир спричинені погіршенням кон'юнктури ринку через війну та пандемію. Характер змін в структурі пропозиції в період економічного спаду підтверджує інвестиційні мотиви придбання нового житла у попередні роки.

2. На основі графів зв'язку і структурних рівнянь регресії окреслено групи факторів макроекономічного рівня, які одночасно впливають на попит і на пропозицію житлової нерухомості:

а. Активний розвиток економіки, з одного боку, сприяє підвищенню рівня зайнятості та доходів населення, а відтак розширює платоспроможний попит на житло, з другого, – збільшуючи обсяги житлового будівництва, розширює пропозицію житла.

б. Зростання виробничих та споживчих цін спричиняє зростання вартості будівництва нового житла, водночас інфляційні очікування змушують населення шукати альтернативні засоби збереження власних заощаджень та доходів і в умовах недостатньо розвинутого ринку цінних паперів та недовіри до фінансово-банківських установ вкладати кошти в житлову нерухомість.

3. Цінова динаміка на ринку житлової нерухомості – це складна структура різних за довжиною циклів. Було апроксимовано тренди помісячних середніх цін за допомогою багатфакторних моделей та спрогнозовано тенденції у коротко- та середньостроковому періодах.

4. Проведено дослідження загальної динаміки цін на нерухомість за червень 2019 – жовтень 2022 рр., що показує в середньому зростаючий тренд. Як аномальне явище з погляду загальної динаміки, що склалася на ринку нерухомості за останні 12 років, особливий інтерес є поведінкою цін у періоди криз, спричинених екстраординарними подіями та умовами (пандемія та війна), що спостерігалися в 2020 році і в поточному 2022 році.

5. Аналіз можливості інтерполяції досліджуваного часового ряду лінією тренду, представленого поліномом досить високого ступеня, показав, що він все ж таки не може повною мірою апроксимувати зміни показника. Хороша інтерполяція часового ряду за допомогою полінома високого порядку, що не відображає внутрішні механізми руху цін, аж ніяк не гарантує високої точності прогнозу подальшої поведінки цін.

6. З точки зору прийняття інвестиційних рішень найбільш важливим є завдання виявлення провісників, які вказують, що в найближчому періоді має відбутися зміна тенденцій. Зазвичай як такі

провісники розглядаються фактори, які тією чи іншою мірою впливають на процеси ціноутворення на ринку нерухомості.

7. Було досліджено зв'язок між ціною на нерухомість та кожним окремим фактором. Після проведення розрахунків можна сказати, що у більшості випадків зв'язок показників прямий і зі збільшенням показників, зростають ціни на житло. Рисунки графічно відбивають концентрацію вибіркового значень ціни нерухомість навколо оціненого нами рівняння регресії. Їх відхилення від лінії регресії є результатом дії випадкової складової (дії всіх інших, неврахованих у моделі факторів).

8. Побудовано багатофакторні моделі залежності ціни квартири від макроекономічних показників та виявлено два можливі сценарії:

- a. виходячи із першої моделі середня вартість квадратного метру на ринку квартир буде стабільно зростати;
- b. за результатами другої моделі спочатку на ринок чекає відносна стабілізація, за чим відбудеться падіння цін.

9. За допомогою аналогічної методології було проведене дослідження ринку землі, яке показало що, найбільше постраждає від військових дій ринок землі для промислової забудови, що пов'язано із активним проведенням бойових дій. Земля сільськогосподарського призначення та ділянки для житлової й суспільної забудови продовжуватимуть зростання.

10. У контексті ринку домоволодінь є цілком можливим варіант, що ціни в найближчому майбутньому продовжуватимуть зростати, як було також продемонстровано в моделях. Причиною є зростання попиту на ринку домоволодінь значно зріс восени 2022 року.

11. Таким чином, ми дійшли висновку, що використання багатофакторних моделей є абсолютно обґрунтованим для виявлення трендів та прогнозування цін на ринку нерухомості у коротко- та середньостроковій перспективі.