

УДК 004.021, 004.891.2

КОМП'ЮТЕРНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН НА НЕРУХОМІСТЬ

КРЯЧУН В. О. *студент*

Кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна.

Анотація. Мета. Актуальним є створення системи аналізу ринку нерухомості. Дана стаття присвячена для опису методів прогнозування цін на квартири. **Методика.** Відомі характеристики квартир такі як: район, кількість кімнат, загальна площа, жила площа, матеріал стін (цегла, бетон і т. п.), тип будинку (в який час побудований), поверх, кількість поверхів в будинку, сан. вузол (суміщений, роздільний), вид опалення, а також знаючи ціни на квартири за минулі періоди, використовуючи комп'ютерне програмування, ми маємо змогу спрогнозувати, яка ціна на квартири буде в подальшому. **Результати.** Системи розроблені за допомогою методів які описані в цій статті наглядно можуть продемонструвати як буде змінюватися ціна на квартири ураховуючи необхідні характеристики, і чим більше використаних цих характеристик, тим точніше можливо спрогнозувати ціну на нерухомість в різних районах міста. **Наукова новизна.** Прогнозування цін на нерухомість спираючись не на декількох критеріях, а на ряду характеристик, які значною мірою можуть вплинути на вартість нерухомості. **Практична значимість.** Розроблені системи сприяють розширенню використання комп'ютерного прогнозування в визначенні коректної ціни на нерухомість на подальші періоди.

Ключові слова: система аналізу ринку нерухомості, оцінка вартості нерухомості.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА НЕДВИЖИМОСТЬ

КРЯЧУН В. О. *студент*

Кафедра прикладной математики и информационных технологий, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина.

Аннотация. Цель. Актуальным является создание системы анализа рынка недвижимости. Данная статья посвящена для описания методов прогнозирования цен на квартиры. **Методика.** Известны характеристики квартир такие как: район, количество комнат, общая площадь, жилая площадь, материал стен (кирпич, бетон и т. п.), тип здания (в какое время построено), этаж, количество этажей в доме, сан. узел (совмещенный, раздельный.), вид отопления, а также, зная цены на квартиры за прошлые периоды, используя компьютерное программирование, мы можем спрогнозировать, какая цена на квартиры будет в дальнейшем. **Результаты.** Системы, разработанные с помощью методов, которые описаны в этой статье, наглядно могут продемонстрировать, как будет меняться цена на квартиры, учитывая необходимые характеристики, и чем больше использованных этих характеристик, тем точнее спрогнозировать цену на недвижимость в различных районах города. **Научная новизна.** Прогнозирование цен на недвижимость, опираясь не на несколько критериев, а на ряд характеристик, которые в значительной степени могут повлиять на стоимость недвижимости. **Практическая значимость.** Разработанные системы способствуют расширению использования компьютерного прогнозирования в определении корректной цены на недвижимость на последующие периоды.

Ключевые слова: система анализа рынка недвижимости, оценка стоимости недвижимости.

COMPUTER PROGNOSIS PRICES FOR REAL ESTATE

KRYACHUN V. O. *student*

Department of Applied Mathematics and Information Technologies, State Higher Educational Institution "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", ul. Chernyshevsky, 24-a, 49600, Dnipro, Ukraine.

Abstract. Goal. Relevant is the creation of a system for analyzing the real estate market. This article is devoted to describing the methods of forecasting apartment prices. **Method.** Known characteristics of apartments such as: area, number of rooms, total area, living area, material walls (brick, concrete, etc.) Type of house (at what time was built). floor. number of floors in the house, san. the node (joint, separation). The type of heating, as well as knowing the prices of apartments for the past periods, using computer programming, we can predict what the price for apartments will be in the future. **Results** Systems developed by means of which the descriptions in this article can demonstrate how the price of apartments will change taking into account the required characteristics, and the more used these characteristics, the more accurate it is possible to predict the price of real estate in different parts of the city. **Scientific novelty.** Forecasting real estate prices is based not on a few criteria, but on a number of characteristics that can greatly affect the value of real estate. **Practical significance.** The development of systems contributes to expanding the use of computer forecasting in determining the correct price of real estate for future periods.

Keywords: real estate market analysis system, estimation of real estate value.

Вступ

Ринок нерухомості сучасної України формує центральну ланку всієї системи ринкових відносин. Об'єкти нерухомості — це не тільки найважливіший товар, що задовольняє різноманітні потреби людей, а й одночасно капітал у речовій формі, що приносить прибуток. Поведінка ринку нерухомості характеризується постійними змінами: зростанням або падінням вартості квадратного метра нерухомості в залежності від значень багатьох факторів, більшість із яких мають нечіткий характер і навіть суперечать один одному. До того ж така залежність априорі невідома. Тому прогнозування вартості об'єктів нерухомості — складне та слабо формалізоване завдання, у вирішенні якого зацікавлені і продавці, і покупці [1].

Складність, обсяг та динаміка цього ринку роблять актуальною задачу створення комп'ютерної системи аналізу ринку нерухомості та можливості широкого кола зацікавлених осіб самостійно оцінювати вартість об'єктів нерухомості. Центральним елементом такої системи є модуль оцінки вартості нерухомості.

За різними джерелами, для оцінки вартості нерухомості використовують близько 20 параметрів, таких як: район розташування, планування приміщення, площа, поверх, тип будівлі, поверховість, наявність парковки, якість оздоблення, відстань від метро, транспортна розв'язка, екологічний стан та ін. У залежності від конкретної ситуації деякі з них суперечать один одному, мають більшу вагу або не є чіткими.

На сьогодні відомі та широко застосовуються різні методи прогнозування: алгоритми екстраполяції експериментальних даних у нескладних інженерних розрахунках і програмних продуктах, а також більш громіздкі статистичні методи, які використовують параметричні моделі. Але вони погано справляються з задачами з великою кількістю нечітких змінних.

В останні десятиліття для прогнозування в слабо формалізованих середовищах широко застосовуються нейронні мережі (НМ). Результати застосування таких мереж у багатьох випадках показують їхні переваги в порівнянні з іншими існуючими методами прогнозування: результативність при розв'язанні неформалізованих або погано формалізованих задач, стійкість до частих змін середовища, результативність при роботі з великим обсягом суперечливої інформації або з неповною інформацією про об'єкт прогнозування.

З метою побудови модулю оцінки вартості нерухомості в роботі проведено дослідження й аналіз можливостей нейронних мереж як ефективного засобу прогнозування за наявними вхідними даними вартості об'єктів нерухомості з мінімальною похибкою відносно експертних оцінок та дійсного стану ринку нерухомості.

Особливості комп'ютерної системи аналізу ринку нерухомості

Комп'ютерна система (КС) аналізу ринку нерухомості представляє собою клієнт-серверний програмний комплекс, що має триланкову архітектуру.

Клієнт представлений браузером і настільним додатком, сервер додатків — веб-додатком системи аналізу ринку нерухомості, що включає в себе модуль нейромережі оцінки вартості об'єктів нерухомості.

У розробці системи використано архітектурний шаблон програмного забезпечення Model-view-controller (MVC, «модель-погляд-поведінка») та шаблони проектування.

Таким чином, архітектура системи представляє високий ступінь гнучкості, надійності, масштабованості, безпеки та продуктивності.

Для розробки системи використано платформу Java, фреймворки Spring і Hibernate, СУБД MySQL.

Нейромеревий модуль оцінки вартості нерухомості. Результати дослідження, аналізу та моделювання НМ

Загальна схема нейромережевого прогнозування складається з таких етапів: 1. Формування вхідного простору. Ключовим моментом є вибір ефективного кодування вхідної інформації. Це особливо важливо для складно передбачуваних фінансових часових рядів, таких як макроекономічні показники. Можуть бути застосовані усі відомі стандартні рекомендації з попередньої обробки даних. Як вхідні змінні ми вибирали статистично незалежні величини, наприклад, зміни макроекономічних показників ΔC_t або логарифм їх відносного приросту

$$\log \frac{C_t}{C_{t-1}} \approx \frac{\Delta C_t}{C_{t-1}}$$

При цьому вирішувалося питання застосування різних одиниць виміру, які у цьому випадку матимуть однаковий масштаб, незважаючи на інфляційні зміни одиниці виміру. Тобто необхідно знайти таке подання динаміки ряду, яке б мало селективну точність. Тут мається на увазі таке: чим глибше у минуле, тим менше деталей. Також необхідно, щоб загальний вигляд кривої зберігався незмінним. Після проведення підготовки вхідних даних відбувається процедура їх введення (заглиблення) у нейромережу [2].

2. Наступним етапом є процедура «навчання» нейромережі. Ті приклади, що є в розпорядженні дослідника, розбиваються на три вибірки, а саме: навчаюча, валідаційна, тестова. Перша вибірка використовується власне для «навчання» мережі, друга — для вибору оптимальної архітектури нейромережі, а також для визначення моменту припинення «навчання». І, врешті-решт, третя

вибірка – та, що не використовується в процесі “навчання”, а призначена для контролю якості прогнозу вже «навченої» нейромережі. Під час виконання цих процедур може виникнути проблема дефіциту прикладів для “навчання” мережі. Фінансовий ринок України не є стаціонарним. З’являються фінансові інструменти, для яких ще не має “історії”. У цьому випадку застосовується така властивість, як інваріантність динаміки часового ряду. Тобто, спираючись на інваріантність динаміки ряду індексу вартості нерухомості, проводимо генерацію штучних прикладів. У цьому прикладі шляхом розтяжки часового ряду індексів вартості по осі індексів створюється новий генерований приклад [3]. При цьому ми керувалися міркуваннями, що учасники ринку звертають увагу на форму кривої цін, яка зберігалася незмінною, а не на конкретні значення по осях. В такий спосіб можна збільшити кількість прикладів для “навчання” нейромережі. Цією процедурою не тільки збільшується кількість прикладів, а й обмежується клас функцій, поміж яких шукається рішення. З теорії нейромереж відомо, що на кожний з сигналів (синапс) нейрон формує передаточну функцію, надаючи кожному синапсу певний ваговий коефіцієнт. Враховуючи з випадковості вибору початкових синаптичних ваг, передбачення мереж, “навчених” на тій самій вибірці, можуть відрізнитися одне від іншого. Цьому недоліку (елемент невизначеності) можна запобігти, якщо для прогнозування застосувати кілька варіантів нейромереж. Тобто кожна побудована нейромережа виконує функції експерта. Відомо, що середньоквадратична похибка L-експертів в \sqrt{L} разів менша, ніж помилка одного експерта. Найпростіший варіант застосування штучних нейронних мереж у завданнях прогнозування – використання звичайного перцептрона з одним, двома або, у крайньому випадку, трьома прихованими шарами. Для виконання поставлених завдань з прогнозування часового ряду індексу вартості нерухомості на цьому етапі була обрана нейромережа типу багатощарового перцептрону з одним прихованим шаром, структуру якої показано на рис. 1

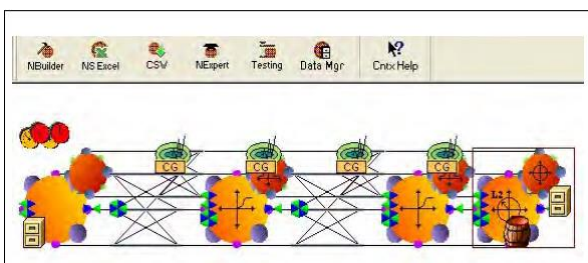


Рис. 1. Структура багатощарового перцептрону з одним прихованим шаром / The structure of a multilayer perceptron with one hidden layer

Під час формування ряду вхідних даних моделі повинні використовуватися тільки ті чинники, які можуть потенційно впливати на вартість нерухомості

і є статистично значущими. Для “навчання” нейронної мережі використовувалися вхідні дані за минулі періоди. Вхідні дані у вигляді згладженої кривої цінового рівня (індекс вартості) та агрегованих трендів зміни основних значущих макроекономічних показників подано у вигляді часових фінансових рядів. На рис. 2 показано результати тренування нейромережі зі значеннями стандартних відхилень. На першому етапі нейронна мережа намагається узагальнити дані, що вводяться. Здійснюється усереднення даних, визначення основних тенденцій. Мережа вловлює й узагальнює найважливіші елементи вибірки. За допомогою нейронної мережі можна з певною вірогідністю робити прогнози, що допоможуть приймати оптимальні рішення, при цьому навіть за певних обмежень нейромереж вони є одним з найефективніших інструментів ринкового аналізу, особливо в ситуаціях із значним “шумом” та нелінійними зв’язками.

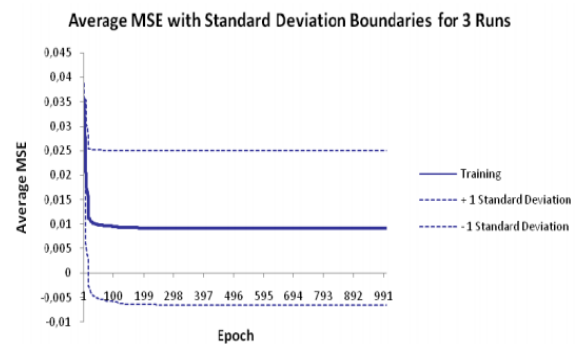


Рис. 2. Графік тренування нейронної мережі / The training schedule of the neural network

Прогнозування вартості квартир за допомогою додатка MS Excel

Прогнозування продажів в MS Excel не складно скласти при наявності всіх необхідних фінансових показників.

MS Excel - це найкращий в світі універсальний аналітичний інструмент, який дозволяє не тільки обробляти статистичні дані, але і складати прогнози з високою точністю.

Трохи практичної теорії про прогнозування продажів. Прогнозування продажів будуватиметься на тому припущенні, що якщо ніякі чинники не змінюються: попит, ціни, якість, конкуренти, курси валют, погода і т.д., то і продажі залишаються незмінними - немає причин для змін. У разі неправильного прогнозування в MS Excel фірма або не запасеться продукцією, що користується попитом, і недоотримає прибуток, або, навпаки все, склади будуть забиті не за потрібне мотлохом. Щоб спрогнозувати продажі, необхідно при аналізі даних прибрати ті чинники або їх зміни, які не діятимуть на прогнозний період, і додати вплив тих, які передбачаються в майбутньому з певною ймовірністю. Наприклад, в минулому році велася потужна рекламна компанія, яка в разі збільшила

продажі акційних товарів, а в цьому компанія не планується, зате на ринок вийшли конкуренти з аналогічною продукцією. Зазвичай прогнози продажів в Excel будуються виключно на статистику продажів за минулі періоди за допомогою різних математичних моделей. Однак це не зовсім правильний підхід, так як по-перше, в статистиці немає факторів, які з'являться в майбутньому, а по-друге, математики виходять з того, що протилежно спрямовані фактори, сплесками впливають на процес, гасять один одного і в цілому картина виходить рівною [4].

Ці знання так само можливо використовувати і для прогнозування цін на квартири. Знаючи усі необхідні характеристики квартир за минулі періоди, за допомогою програми Excel можливо спрогнозувати якою буде ціна квартир в подальшому.

Багатошаровий перцептрон (БШП) у загальному випадку складається з наступних елементів: безліч вхідних вузлів, які утворюють вхідний прошарок; один або більше прихованих прошарків обчислювальних нейронів; один вихідний прошарок нейронів. Комбінація властивостей БШП поряд зі здатністю до навчання на власному досвіді забезпечує його обчислювальну потужність.

Мережа радіально-базисних функцій (РБФ) у найбільш простій формі містить три прошарки: вхідний прошарок, що виконує розподіл даних зразка для першого прошарку ваг; прошарок прихованих нейронів з радіально симетричною активаційною функцією та вихідний прошарок. Мережа РБФ має ряд переваг перед іншими НМ. По-перше, ця НМ моделює довільну нелінійну функцію за допомогою всього одного проміжного прошарку, тому не потрібно вирішувати питання кількості прошарків. По-друге, параметри лінійної комбінації у вихідному шарі можна повністю оптимізувати за допомогою добре відомих методів лінійного програмування, які працюють швидко й не мають труднощів з локальними мінімумами. Тому мережа РБФ навчається дуже швидко. У результаті моделювання, експериментів та остаточного відбору НМ мережа РБФ з архітектурою 12-60-1 показала результати оцінки вартості об'єкта нерухомості з мінімальним відхиленням від експертних оцінок та дійсного стану ринку нерухомості. Програмна реалізація моделі мережі РБФ 12-60-1 становить нейромережвий модуль оцінки вартості нерухомості.

Для побудови прогнозової моделі використовувалась програма NeuroSolutions for Excel. Вибір моделі нейромережі у вигляді багатошарового перцептронів обґрунтовувався тим, що під час розв'язання задач прогнозування фінансових рядів алгоритмічне рішення наперед невідоме, але можна скласти репрезентативний набір навчаючих прикладів. Під час «навчання» нейромережа за рахунок своєї внутрішньої побудови виявляє закономірності щодо зв'язку між вхідними і вихідними даними й тим самим ніби «узагальнює» досвід, отриманий на «навчальній» вибірці. Ця

властивість – здатність до узагальнення – і є основою привабливості багатошарового перцептронів. Ми самі можемо і не знати, якими є залежність і зв'язок між вхідними і вихідними даними. Достатньо мати лише великий набір рядів даних, для яких у минулому був відомий очікуваний результат.

Можливості комп'ютерної системи аналізу ринку нерухомості

Можливості серверної частини КС:

- облік об'єктів нерухомості;
- оцінка вартості об'єктів нерухомості за вхідними факторами;
- пошук об'єктів нерухомості за вхідними факторами та очікуваною вартістю;
- налаштування нейромережового модуля оцінки вартості об'єктів нерухомості:
- навчання нейромережі;
- збереження стану нейромережі;
- повернення до збереженого стану нейромережі.

Можливості клієнтської частини КС:

- оцінка вартості пропонованого об'єкту нерухомості за вхідними факторами;
- пошук об'єкту нерухомості за вхідними факторами та очікуваною вартістю;
- пропозиція об'єкту нерухомості для обліку в системі.

У статті викладені результати досліджень та аналізу різних типів НМ, їхніх структур та методів навчання для вирішення задач оцінки й прогнозування вартості об'єктів нерухомості. У результаті проведених експериментів найменшу помилку показала мережа РБФ з архітектурою 12-60-1. Ця модель НМ показала результати з мінімальним відхиленням від експертних оцінок та дійсного стану ринку нерухомості. Її програмна реалізація становить нейромережвий модуль оцінки вартості нерухомості.

Комп'ютерна система аналізу ринку нерухомості має високий ступінь гнучкості, надійності, масштабованості, безпеки та продуктивності. Для її розробки використано сучасні технології розробки веб-додатків [5].

Можливості комп'ютерної системи аналізу ринку нерухомості задовольняють вимогам і бажанням як продавців, так і покупців на ринку нерухомості.

Висновки

Оскільки нейромережі являють собою потужний технологічний метод технічного аналізу, вони є неоціненним інструментом для завдань прогнозування. Як і будь-який інший метод, нейромережі мають свої обмеження і переваги. При цьому вони мають унікальну властивість відслідковувати ледь вловимі взаємозв'язки між фактичними даними, чого не може забезпечити жоден з інших методів. Крім того, їх здатність будувати паттерни (образи), ґрунтуючись на даних

аналізу, надає нейромережам категорію абсолютно унікального методу й інструментарію. Ми отримуємо інструмент, набагато ефективніший, ніж класичні методи технічного аналізу для тих випадків, коли ринок «зашумлений», або коли взаємозв'язок даних не є очевидним і лінійним. Ще одна істотна перевага нейронних мереж полягає у тому, що експерт не є заручником визначення математичної моделі поведінки часового ряду. Побудова моделі

нейронною мережею відбувається адаптовано під час її «навчання», без втручання експерта. При цьому нейронній мережі пред'являються приклади з наявних фактичних баз даних, і вона сама підлаштовується під ці дані. Описанні системи та методи дозволяють якісно та точно прогнозувати вартість квартир в найближчі періоди спираючись не на декілька факторів, а на ряд характеристик, які суттєво можуть вплинути на ціну квартир.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галушкин А. И. Нейронные сети: основы теории. / А.И. Галушкин. - М.: Горячая линия — Телеком, 2010. — 496 с., ил.
2. Грязнова А. Г. Оценка недвижимости: Учебник / А.Г. Грязнова, М.А. Федотова. - М.: Финансы и статистика, 2001. - 187 с.
3. Конрад Келрберг Бизнес-анализ с использованием Excel / Конрад Келрберг. - М.: Диалектика-вильямс, 2016. - 576 с.
4. Круг П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры. Учебное пособие / П.Г. Круг. - М.: МЭИ. — 2002. – 176 с.
5. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. / В.В. Круглов, В.В. Борисов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 382 с.
6. Саймон Хайкин. Нейронные сети: полный курс. / Саймон Хайкин. - М.: Вильямс, 2006. - 1104 с.

REFERENCES

1. Galushkin A.I. *Neuronnyye seti: osnovy teorii* [Neural networks: the foundations of the theory]. Moscow, Goryachaya liniya - Telekom, 2010, 496 p. (in Russian).
2. Gryaznova A.G. and Fedotova M.A. *Otsenka nedvizhimosti: Uchebnik* [Real Estate Estimation: Textbook]. Moscow, Finansy i statistika, 2001, 187 p. (in Russian).
3. Konrad Kelrberg *Biznes-analis s ispolzovaniyem Excel* [Business Analysis Using Excel]. Moscow, Dialectic-Vilyams, 2016, 576 p. (in Russian).
4. Krug P.G. *Neuronnyie seti i neyrokompyutery. Uchebnoye posobiye* [Neural networks and neurocomputers. Textbook]. Moscow, MEI, 2002, 176 p. (in Russian).
5. Kruglov V.V. and Borisov V.V. *Iskusstvennyye neuronnyye seti. Teoriya i praktika*. [Artificial Neural Networks. Theory and practice]. Moscow, Goryachaya liniya - Telekom, 2001, 382 p. (in Russian).
6. Sajmon Hajkin. *Neuronnyye seti: polnyy kurs*. [Neural networks: full course]. Moscow, Vilyams, 2006, 1104 p. (in Russian).