

Технічні науки

УДК 004.021, 004.891.2

**Павловський Володимир Ілліч**

кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

**Кокора Дмитро Ігорович**

магістр

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

**Павловский Владимир Ильич**

кандидат технических наук, доцент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

**Кокора Дмитрий Игоревич**

магистр

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

**Pavlovskiy V.**

associate professor, PhD

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”

**Kokora D.**

master student

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”

**КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ  
З НЕЙРОМЕРЕЖЕВОЮ ОЦІНКОЮ ЇЇ ВАРТОСТІ**

**КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА РЫНКА  
НЕДВИЖИМОСТИ С НЕЙРОСЕТЕВОЙ ОЦЕНКОЙ ЕЁ  
СТОИМОСТИ**

**COMPUTER SYSTEM ANALYSIS OF REAL ESTATE MARKET  
WITH NEURAL NETWORK ESTIMATES ITS COST**

**Анотація:** створення системи аналізу ринку нерухомості; дослідження й моделювання нейронних мереж для оцінки вартості об'єктів нерухомості.

**Ключові слова:** система аналізу ринку нерухомості, оцінка вартості нерухомості, нейронні мережі.

**Аннотация:** создание системы анализа рынка недвижимости; исследование и моделирование нейронных сетей для оценки стоимости объектов недвижимости.

**Ключевые слова:** система анализа рынка недвижимости, оценка стоимости недвижимости, нейронные сети.

**Summary:** creation of real estate market analysis system; research and modeling of neural networks to assess the value of real estate.

**Key words:** system analysis real estate market, real estate valuation, neural networks.

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

апріорі невідома. Тому прогнозування вартості об'єктів нерухомості – складне та слабко формалізоване завдання, у вирішенні якого зацікавлені і продавці, і покупці.

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 слабко 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.

### **Нейромережевий модуль оцінки вартості нерухомості.**

#### **Результати дослідження, аналізу та моделювання НМ**

Згідно поставленого завдання НМ повинна спрогнозувати вартість об'єкта нерухомості за вхідними факторами, що впливають на ціну. Тобто вхідний прошарок нейронної мережі повинен мати відповідну кількість нейронів, а вихідний прошарок – один нейрон, що відповідає вихідному фактору – вартості об'єкта нерухомості. Цим вимогам відповідають НМ прямого поширення.

З існуючих НМ прямого поширення: перцептрон, багатошаровий перцептрон та мережа радіально-базисних функцій – досліджувалося дві

останні НМ. Звичайний перцептрон – одношаровий або перцептрон Розенблатта – має суттєві обмеження, пов'язані з можливістю прогнозування при наявності неістотних або нечітких параметрів, і тому не відповідає поставленій задачі.

**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 нейромережевий модуль оцінки вартості нерухомості.

**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 нейромережевого 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 нейромережевий 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.

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

### **Література:**

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