

УДК 711; 002.8

Смілка Владислав Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри теорії архітектури, orcid.org/0000-0002-7025-9398

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

КЛАСИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ, ЩО БУДУЮТЬСЯ ЗАСОБАМИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

***Анотація.** В місті Києві розроблена система обліку об'єктів будівництва. Зазначена система передбачає ведення містобудівного кадастру і містобудівного моніторингу, в її складі розроблена схема виявлення, реагування та запобігання незаконної забудови, самозахоплення земельних ділянок та притягнення до відповідальності винних осіб. В конструкції зазначеної інформаційної системи діє «ручний спосіб» класифікації об'єктів будівництва за статусом законності будівництва на основі аналізу вхідної інформації. Постає необхідність розробки нового або вдосконалення наявного механізму класифікації інформації про об'єкти будівництва, які планується спорудити. Подібна класифікація має передусім бути максимально прагматичною з врахуванням особливостей кожного виду, функції об'єкта та етапу його будівництва. В статті пропонується здійснювати класифікацію об'єктів будівництва на основі штучної нейронної мережі. Відповідно до порядку побудови нейронної мережі для цілей класифікації в статті проаналізовано кожний етап, а саме: постановка задачі; нормалізація вагових коефіцієнтів; визначення функції активації нейрону; підготовка навчальної вибірки; навчання нейронної мережі; застосування нейронної мережі. Зазначена процедура виключає суб'єктивний компонент класифікації об'єктів будівництва.*

Ключові слова: нейронна мережа; класифікація; об'єкт будівництва; критерій; ваговий коефіцієнт; містобудівний моніторинг

Постановка проблеми

В цілому порядок проектування і будівництва об'єктів у місті Києві, з врахуванням положень Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» та рішень Київської міської ради, здійснюється у такій послідовності:

- 1) отримання замовником або проектувальником вихідних даних;
- 2) розробка проектної документації та проведення її експертизи (у разі необхідності);
- 3) затвердження проектної документації;
- 4) виконання підготовчих робіт;
- 5) виконання будівельних робіт;
- 6) прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів;
- 7) присвоєння поштової адреси об'єктам нерухомого майна;
- 8) реєстрація права власності на об'єкт містобудування [1].

Кожен з етапів супроводжується видачею відповідних документів. Відсутність або закінчення терміну дії документа є підставою для розгляду питання про незаконність будівництва об'єкта [1; 2].

На шляху до електронного документообігу та розробки територіальних онлайн-сервісів в Україні робляться перші кроки, проте серед них можна виділити корисні для громадськості послуги, які

дозволяють відслідковувати законність столичних забудов через Інтернет. Онлайн-моніторинг забудови міста <http://monitor.mkk.kga.gov.ua/> розпочав роботу як розділ вже наявного Містобудівного кадастру міста Києва <http://mkk.kga.gov.ua/>.

Зазначена система передбачає ведення містобудівного кадастру і містобудівного моніторингу, в її складі розроблена схема виявлення, реагування та запобігання незаконної забудови, самозахоплення земельних ділянок та притягнення до відповідальності винних осіб. В будові зазначеної інформаційної системи діє «ручний спосіб» класифікації об'єктів будівництва за статусом законності будівництва на основі аналізу вхідної інформації. Необхідно вдосконалити та розробити новий механізм класифікації інформації та дозвільної документації стосовно об'єктів будівництва, які планується спорудити.

Мета статті

Завдання класифікації (віднесення тих чи інших об'єктів до категорії проблемних) ускладнюється низкою об'єктивних причин, серед яких, насамперед, реальна загроза надмірної політизації цього питання, що обумовлюється великою кількістю органів виконавчої влади, задіяних в процесі надання дозвільних документів та адміністративних послуг при будівництві. Подібна класифікація має передусім

бути максимально прагматичною з врахуванням особливостей кожного виду, функції об'єкта та етапу його будівництва [3 – 5]. Класифікацію об'єктів будівництва пропонується здійснювати на основі штучної нейронної мережі.

Виклад основного матеріалу

У місті Києві в процесі оформлення правостановлюючих документів на землю та наданні документів на будівництво об'єктів задіяні такі структурні підрозділи Київської міської державної адміністрації:

- Департамент земельних ресурсів;
- Департамент містобудування та архітектури;
- Департамент архітектурно-будівельного контролю;
- Департамент міського благоустрою.

Ці органи взаємодіють в складі Міжвідомчого центру моніторингу забудови міста Києва, який створений у 2015 році. Інформаційний ресурс Міжвідомчого центру моніторингу забудови міста Києва, що надає можливість відслідковувати статус і законність будівництва того чи іншого об'єкта побудованій на основі системи містобудівного кадастру міста Києва, розробленої за допомогою сучасних геоінформаційних технологій.

Публічний доступ до результатів містобудівного моніторингу надається за допомогою ГІС веб-сервісів, з відображенням на електронних картах тематичних шарів, даних космічної зйомки та інформації з бази даних містобудівного кадастру.

На порталі доступні для перегляду такі шари:

- земельні ділянки, на яких ведеться будівництво об'єктів, що класифікуються на самовільне або законне будівництво. Також виділяються об'єкти, статус яких не визначений, для них ведуться роботи для визначення статусу будівництва. Об'єкт, який ідентифікований як самовільне будівництво, відображається червоним кольором, повністю законний – зеленим;
- межі земельних ділянок, відведених для містобудівної діяльності;
- межі земельних ділянок, для яких видані вихідні дані для проектування;
- межі земельних ділянок, для яких розроблена проектна документація;
- об'єкти, для яких оформлені дозвільні документи на проведення будівельних робіт;
- об'єкти, для яких видані картки на втручання в благоустрій території;
- об'єкти, введені в експлуатацію.

Для кожного об'єкта є детальний опис, реквізити дозвільних документів, фотографії, перелік заходів, які здійснені в рамках містобудівного моніторингу.

Засобами ГІС можна проводити пошук об'єктів за адресою, назвою об'єкта, назвою забудовника та іншої інформації. Для вибраних об'єктів можна здійснювати позиціонування на плані міста, при необхідності можна змінювати підоснову на космічну зйомку або цифрову топографічну основу. Інтерфейс порталу має додаткові функції, які дозволяють виробляти метричні виміри і друк звітів і таблиць.

Віднесення об'єктів будівництва до того чи іншого статусу – дуже відповідальний момент. Критерії, за якими визначають статус забудови, мають бути чітко визначені і прозорі [6 – 8]. Прийняті рішення повинні бути обгрунтовані і незаперечні. Критерії, за якими класифікуються об'єкти будівництва, пов'язані з наявністю, в першу чергу, чинних документів на право власності (користування) земельною ділянкою. У другу чергу перевіряється наявність документів у забудовника на проектування і будівельні роботи. Під час наступних етапів перевіряються документи на сплату пайової участі на розвиток міської інфраструктури та документів на введення об'єкта в експлуатацію.

Введення атрибутивної інформації в базу даних містобудівного моніторингу про об'єкти будівництва здійснюється профільними підрозділами Київської міської державної адміністрації, які є власниками відповідної інформації. Таким чином, відповідальність за внесення та актуалізацію інформації лягає на профільні підрозділи місцевого управління. Портал дає можливість авторизованого входу для користувачів-учасників Міжвідомчого центру моніторингу забудови міста Києва та доступу до редагування профільних спеціалізованих даних.

Система повинна бути забезпечена інструментом автоматичної класифікації [9 – 12] законності будівництва на основі внесеної інформації відповідальними особами профільних підрозділів Київської міської державної адміністрації.

Штучні нейронні мережі – математичні моделі, а також їх програмні або апаратні реалізації, побудовані за принципом організації й функціонування біологічних нейронних мереж – мереж нервових кліток живого організму [13]. Це поняття виникло при вивченні процесів, що протікають у мозку, і при спробі змодельовати ці процеси [14].

Штучні нейронні мережі являють собою систему з'єднаних і взаємодіючих між собою простих процесорів (штучних нейронів). Такі процесори звичай досить прості, особливо в порівнянні із процесорами, що використовуються в персональних комп'ютерах. Кожний процесор подібної мережі має справу тільки із сигналами, які він періодично одержує, і сигналами, які він періодично посилає

іншим процесорам. Проте, з'єднавши їх в досить велику мережу з керованою взаємодією, такі локально прості процесори разом здатні виконувати досить складні завдання. З погляду машинного навчання, нейронна мережа являє собою окремий випадок методів розпізнавання образів, методів класифікації, прогнозування і т.п. [15 – 17].

На рис. 1 зображена детальна схема спрощеного штучного нейрону. Вхідні сигнали x_n зважені ваговими коефіцієнтами з'єднання w_n додаються, проходять через передатну функцію, генерують результат і виводяться.

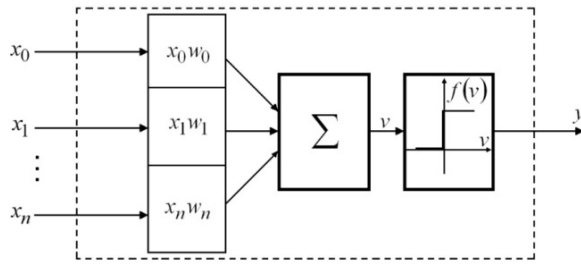


Рисунок 1 – Модель "елементу обробки"

Після обробки сигналу, нейрон на виході має результат передатної функції, який надходить на входи інших нейронів або до зовнішнього з'єднання, як це передбачається структурою нейронної мережі (рис. 2).

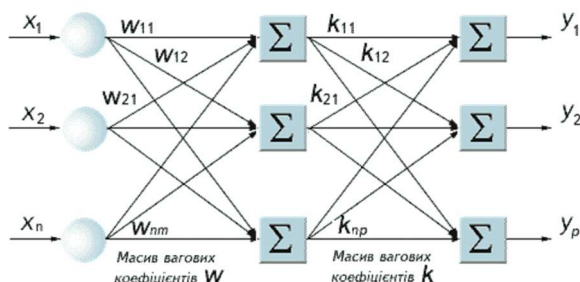


Рисунок 2 – Двошарова нейронна мережа

Застосування нейронних мереж для цілей класифікації

Основний порядок побудови нейронної мережі для цілей класифікації має таку послідовність:

- постановка задачі;
- нормалізація коефіцієнтів;
- визначення функції активації нейрону;
- підготовка навчальної вибірки;
- навчання нейронної мережі;
- застосування нейронної мережі [15 – 17].

Розглянемо кожен пункт порядку детальніше.

1. В рамках постановки задачі визначаються класи та критерії класифікації.

Класифікація законності об'єктів будівництва передбачає віднесення об'єктів до двох класів: законна забудова та незаконна забудова.

Виділимо критерії оцінки та наведемо ознаки кожного критерію на місцевості (табл. 1).

Таблиця 1 – Критерії класифікації

№ пп	Критерії оцінки	Ознаки критерію на місцевості
1	Наявність права власності, користування земельною ділянкою	-
2	Термін закінчення права власності, користування земельною ділянкою	-
3	Наявність вихідних даних для проектування – містобудівних умов та обмежень або будівельного паспорту будівництва об'єкта	-
4	Відповідність намірів будівництва вихідним даним	-
5	Наявність документів про початок підготовчих робіт	Будівельний паркан
6	Наявність чинної контрольної картки на тимчасове порушення благоустрою та його відновлення	Будівельний паркан
7	Наявність документів про початок будівельних робіт	Будівельні роботи
8	Наявність договору про сплату пайової участі у розвиток інженерно-транспортної інфраструктури населеного пункту	Завершене будівництво
9	Наявність документів про введення об'єкта в експлуатацію	Завершене будівництво

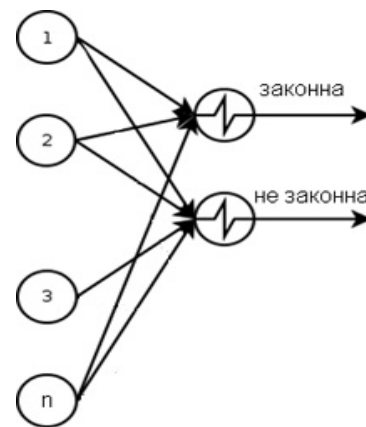


Рисунок 3 – Схема нейронної мережі

Таким чином нейронна мережа буде мати такий вигляд (рис. 3): кількість вхідних нейронів відповідає кількості критеріїв оцінки – 9, вихідних нейронів – 2.

2. Нормалізація коефіцієнтів передбачає встановлення зв'язків між нейронами та ваги їх зв'язків (вагових коефіцієнтів).

Таким чином, для розв'язання задач класифікації залежно від ознак на місцевості будуть застосовуватись різні набори критеріїв оцінки та відповідно вага критеріїв буде різною.

Таблиця 2 – Вагові коефіцієнти критеріїв класифікації

Критерії оцінки	Значення критерію	Вагові коефіцієнти, з врахуванням ситуації на місцевості					
		встановлений будівельний паркан		ведуться будівельні роботи		завершено будівництво	
		законна забудов	не законна забудова	законна забудова	не законна забудова	законна забудова	не законна забудова
Наявність права власності, користування земельною ділянкою	наявне	1	0	1	0	1	0
	відсутнє	0	10	0	10	0	10
Термін закінчення права власності, користування земельною ділянкою	завершиться через R років	R*	0	R*	0	R*	0
	завершилось R років тому	0	R*	0	R*	0	R*
Наявність вихідних даних для проектування – містобудівних умов та обмежень або будівельного паспорту будівництва об'єкта	наявні	1	0	1	0	1	0
	відсутні	0	1	0	1	0	1
Відповідність намірів будівництва вихідним даним	так	1	0	1	0	1	0
	ні	0	10	0	10	0	10
Наявність документів про початок підготовчих робіт	наявне	1	0	1	0	1	0
	відсутні	0	5	0	10	0	10
Наявність чинної контрольної картки на тимчасове порушення благоустрою та його відновлення	так	1	0	1	0	1	0
	ні	0	1	0	1	0	10
Наявність документів про початок будівельних робіт	так	0	0	1	0	1	0
	ні	0	0	0	5	0	10
Наявність договору про сплату пайової участі у розвиток інженерно-транспортної інфраструктури населеного пункту	так	0	0	0	0	1	0
	ні	0	0	0	0	0,5	1
Наявність документів про введення об'єкта в експлуатацію	так	0	0	0	0	1	0
	ні	0	0	0	0	0,5	1

* – кількість років до завершення терміну дії права або кількість років з моменту завершення права, для права власності коефіцієнт приймається «50».

3. Визначення функції активації.

До основних типів передавальних функцій належать: лінійна, порогова, сигмоїдальна (рис. 4)

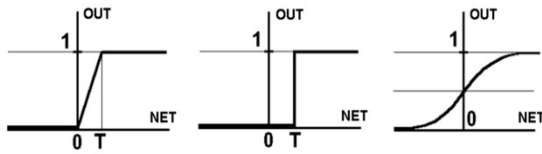


Рисунок 4 – Функції активації нейрона (лінійна, порогова, сигмоїдальна)

Вибираємо лінійну функцію активації нейрона.

4. Підготовка навчальної вибірки.

Навчальну вибірку беремо з конкретних прикладів, що представляють різні ситуації, визначені аналоговим методом.

5. Навчання нейронної мережі.

Відповідно до вибірки проводимо розрахунок за допомогою нейронної мережі.

6. Застосування нейронної мережі.

В результаті обчислення конкретної ситуації для нейронів, що характеризують кожний з класифікаційних класів, утворюється вихідне значення. Порівнюючи величини отриманих значень, відбувається класифікація об'єктів будівництва на законну забудову або незаконну забудову. Якщо вихідні значення нейронів близькі за величиною (становлять близько 50% відносно їх сумарного значення) це означає, що об'єкт класифікації знаходиться в зоні ризику і за ним необхідно проводити додаткові спостереження.

Таким чином, визначення статусу об'єкта будівництва буде здійснюється автоматично, без участі людини, шляхом аналітичних розрахунків введених даних по кожному об'єкту. Виключається можливість зловживань при проведенні моніторингу забудови, оскільки відповідальність кожного учасника чітко визначена. Людський фактор може вплинути на проведення класифікації тільки при введенні вхідних даних про стан оформлених

документів на об'єкт будівництва, що визначають критерії оцінювання.

На сьогодні на веб-порталі Міжвідомчого центру моніторингу забудови міста Києва відображена інформація про 1750 об'єктах будівництва і земельних ділянках, які були перевірені (або перевіряються). До самовільної забудови віднесено 234 об'єкти. До них належать, крім багатопверхової забудови, і незаконні наземні автостоянки, і реконструкції об'єктів в індивідуальній малоповерхової забудови. В результаті проведення класифікації із застосуванням нейронних мереж кількість об'єктів незаконної забудови збільшується орієнтовно на 10%.

Висновки

Використання нейронних мереж надає певні переваги для сфер їх застосування, зокрема:

- можливість використання для задач з неповною інформацією, коли традиційні математичні моделі не дають бажаного результату;
- підвищення точності рішення та зниження його суб'єктивності;
- детальніше вивчення процесів та ситуацій;
- можливість використовувати різноманітні методи аналізу та велике число алгоритмів;
- здатність вирішувати ті завдання, які раніше не вирішувались;
- прискорення процесу прийняття рішень та ін. [14; 17].

Отже, штучні нейронні мережі дозволяють досягнути нової якості роботи, отримати економічний ефект від їх впровадження або повному організувати процес прийняття рішення.

Наявність інформаційного ресурсу містобудівного моніторингу в складі містобудівного кадастру, заснованого на використанні нейронних мереж, є передумовою для розвитку подібних інформаційних ресурсів, наприклад, порталу для потенційних інвесторів містобудівної діяльності в місті Києві.

Список літератури

1. Закон України Про регулювання містобудівної діяльності: прийнятий 17 лютого 2011 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>.
2. Закон України Про основи містобудування: прийнятий 16 листопада 1992 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2780-12>.
3. Яргина, З. Н. Основы теории градостроительства [Текст] / З.Н. Яргина, Я.В. Косицкий, В.В. Владимиров, А.Э. Гутнов, Е.М. Микулина, В.А. Сосновский – М.: Стройиздат, 1986. – 326 с.
4. Сосновський В. А. Прикладные методы градостроительных исследований: учебн. пособ. / В.А. Сосновський Н.С. Русакова. – М.: Архитектура-С, 2006 – 112 с.
5. Трухачев Ю. Н. Общая теория градостроительных систем (методологическая концепция) / Ю. Н. Трухачев, – Ростов-на-Дону: Ростовская государственная академия архитектуры и искусства, 2006. – 120 с.
6. Смілка, В.А. Ідентифікація об'єктів будівництва в системі містобудівного кадастру [Текст] / В.А. Смілка // Управління розвитком складних систем 36. наук. праць. – К.: КНУБА, 2015. – Вип. 24. – С.125-130.

7. Гайна, Г.А. Інформаційна технологія управління задачами містобудування [Текст] / Г.А. Гайна, // Управління розвитком складних систем: Зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 3. – С. 42-47.
8. Задоров, В.Б. Формирование иерархических информационных моделей объектов и процессов с использованием онтологий предметных областей [Текст] / В.Б. Задоров, В.В. Демченко, В.Т. Шпирный, І.В. Бондаренко // Управління розвитком складних систем: Зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 2012. Вип. 10. – С.106-111.
9. Панова, Л.П. Системность архитектурной среды: монографія [Текст] / Л. П. Панова; Харьк. нац. акад. город. хоз-ва – Х: ХНАГХ, 2010. – 235 с.
10. Григоровський П.Є. Методика визначення техніко-економічних показників нового будівництва в ущільнених умовах [Текст] / П.Є. Григоровський, О.С. Молодід, М.І. Надточій // Управління розвитком складних систем: Зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 2015.- Вип. 22 – С. 186-192.
11. Патракеєв І. М. ГІС в управлінні територіями / І. М. Патракеєв; ХНАМГ – Х.: ХНАМГ, 2011. – 115 с.
12. Федущко С.С. Розроблення алгоритму визначення адекватності даних інформаційного образу учасника віртуальних спільнот [Текст] / С.С. Федущко, Д.В. Мельник // Управління розвитком складних систем. – К.: КНУБА, 2015. – Вип. 27. – С. 132 – 138.
13. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
14. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
15. Тархов Д.А. Нейронные сети. Модели и алгоритмы / Д.А. Тархов – Кн. 18. М. – Радиотехника, 2005. 256 с.
16. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей / А.Н. Горбань. – М.: СП "Параграф", 1990. – 134 с.
17. Мкртчян С.О. Нейроны и нейронные сети / С.О. Мкртчян. – М.: Энергия, 1971. – 232 с.

Стаття надійшла до редколегії 10.04.2017

Рецензент: д-р. тех. наук, проф. О.І. Сингаївська, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Смилка Владислав Анатольевич

Кандидат технических наук, доцент кафедры теории архитектуры, orcid.org/0000-0002-7025-9398
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ, КОТОРЫЕ СТРОЯТСЯ СПОСОБАМИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. В городе Киеве разработана система учета объектов строительства. Эта система предназначена для ведения градостроительного кадастра и градостроительного мониторинга, в ее составе разработана схема выявления, реагирования и предотвращения незаконной застройки, самозахвата земельных участков и привлечения к ответственности виновных лиц. В конструкции указанной информационной системы действует «ручной способ» классификации объектов строительства по статусу законности строительства на основе анализа входящей информации. Возникает необходимость совершенствования или разработки нового механизма классификации информации об объектах строительства, которые планируется построить. Подобная классификация прежде всего должна учитывать особенностей каждого вида объекта, его функции и этапа строительства. В статье предлагается осуществлять классификацию объектов строительства на основе искусственной нейронной сети. В соответствии с порядком построения нейронной сети для целей классификации в статье проанализирован каждый этап, а именно: постановка задачи; нормализация весовых коэффициентов; определение функции активации нейрона; подготовка обучающей выборки; обучение нейронной сети; применение нейронной сети. Указанная процедура исключает субъективный компонент классификации объектов строительства.

Ключевые слова: нейронная сеть; классификация; объект строительства; критерий; весовой коэффициент; градостроительный мониторинг

Smilka Vladyslav

PhD, docent, orcid.org/0000-0002-7025-9398
Kiev National University of Construction and Architecture, Kiev

CLASSIFICATION OF OBJECTS WHICH WERE BASED ON METHODS OF NEURAL NETWORKS

Annotation. In the city of Kiev, a system of accounting for construction sites was developed. This system is designed for urban planning cadastre and urban monitoring, it has developed a scheme for identifying, responding and preventing illegal construction, land squatting and bringing to justice the perpetrators. In the design of this information system, there is a "manual method" for classifying construction objects according to the status of the legality of construction on the basis of analysis of incoming information. There is a need to improve or develop a new mechanism for classifying information on construction sites

that are planned to be built. Such a classification must first of all take into account the characteristics of each type of object, its function and the stage of construction. The article proposes to classify construction objects on the basis of an artificial neural network. In accordance with the order of building a neural network for classification purposes, each stage is analyzed in the article, namely: statement of the problem; Normalization of weighting factors; Determination of the neuron activation function; Preparation of the training sample; Training neural network; Application of neural network. This procedure excludes the subjective component of the classification of construction objects. Artificial neural networks can achieve a new quality of work, gain economic benefit from their implementation or organize a new decision-making process.

Keywords: neural network; classification; Construction object; criterion; weight coefficient; planning monitoring

References

1. Law of Ukraine «About adjusting of town-planning activity». (n.d.). zakon4.rada.gov.ua. Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3038-17> [in Ukrainian].
2. Law of Ukraine «On Principles of Urban planning». (n.d.). zakon4.rada.gov.ua. Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2780-12> [in Ukrainian].
3. Yarhyna, Z.N., Kosytskyi, Ya.V., Vladymyrov, V.V., Hutnov, A.E., Mykulyna, E.M., & Sosnovskyy V.A. (1986). *Fundamentals urban planning theory*. Moscow, USSR: Stroyzdat, 326 [in Russian].
4. Sosnovskiy, V.A. & Rusakova, N.S. (2006). *Applied methods of urban research: a training manual*. Moscow, Russia. [in Russian].
5. Trukhachov, Yu.N. (2006). *The general theory of urban systems (methodological concept)*. Rostov-na-Donu, Russia. [in Russian].
6. Smilka, V.A. (2015). *Identification of construction objects in the urban cadastre system*. *Management of Development of Complex Systems*, 24, 125–130. [in Ukrainian].
7. Hayna, H.A. (2010). *Information technology of management by the tasks of town-planning*. *Management of development of complex systems*. Kyiv, Ukraine: 3, 42-47 [in Ukrainian].
8. Zadorov, V.B. (2012). *Of information hierarchical object model and processes with the use of ontologies object regions* / V. Zadorov., V. Demchenko., V. Shpyrnyy., I. Bondarenko // *Management of development of complex systems: Kyiv, Ukraine : 10, 106-111* [in Ukrainian].
9. Panova, L.P. (2010). *Achitecture systematic environment*. Kharkiv, Ukraine, 235 [in Russian].
10. Grihorovskiy, P., Molodid, O. & Nadtochiy, N. (2015). *The method of determining the technical and economic indicators of new construction in compacted conditio*. *Management of Development of Complex Systems*, 22 (1), 186-192 [in Ukrainian].
11. Patrakeev, I.M. (2011). *GIS in the management territories*. Kharkiv, Ukraine, 115 [in Ukrainian].
12. Fedushko, Solomia & Melnyk, Daryna. (2016). *Development of algorithm of adequacy data determination for virtual communities member' information image*. *Management of development of difficult systems*, 27, 132–138 [in Ukrainian].
13. Osovskiy, S. (2002). *Neural networks for information processing*. Moscow, Russia, 344 [in Russian].
14. Kruglov, V.V. & Borysov, V.V. (2001). *Artificial neural networks. Theory and practice*. Moscow, Russia, 382 [in Russian].
15. Tarkhov, D. (2005) *Neural networks. Models and algorithms*. T 18, Moscow, Russia, 256 [in Russian].
16. Gorban, A. (1990). *Training of neural networks*. Moscow, USSR, 134 [in Russian].
17. Mkrтчjan, S. (1971). *Neurons and neural networks*. Moscow, USSR, 232 [in Russian].

Посилання на публікацію

- APA Smilka, V. (2017). *Classification of objects which were based on methods of neural networks*. *Management of Development of Complex Systems*, 30, 193 – 199 [in Ukrainian].
- ГОСТ Смілка В.А. Класифікація об'єктів, що будуються засобами нейронних мереж [Текст] / В.А. Смілка // *Управління розвитком складних систем*. – 2017. – № 30. – С. 193 – 199.