

*А. В. ЛОЗИНСЬКА, О. В. ЛОБАЧ*

## **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОРЕНДИ ТА КУПІВЛІ ЖИТЛА В НІДЕРЛАНДАХ З ВПРОВАДЖЕННЯМ АЛГОРИТМУ КОНТЕКСТНОГО ПОШУКУ: ПЕРСОНАЛІЗОВАНИЙ ТА ПРИШВИДШЕНИЙ ПІДБІР НЕРУХОМОСТІ**

Сучасний стан ринку нерухомості в більшості європейських країн, зокрема в Нідерландах, потребує впровадження інноваційних рішень, що здатні полегшити й пришвидшити процес пошуку житла та задоволити потреби його шукачів. Здебільшого, це зумовлено браком достовірних, актуальних даних та ігноруванням необхідності адаптації наявних web-застосунків та інформаційних систем для іноземців, які не володіють нідерландською мовою, що дуже важливо в умовах зростаючої міграції. Крім того, існуючі рішення часто пропонують інформацію про нерухомість, яка варіюється залежно від налаштувань користувача, зокрема відомостей про його вік та національність, що призводить до дискримінації. З огляду на це актуальним стає впровадження застосунків, які містять детальні, актуальні та достовірні дані про житлові об'єкти, а також дозволяють налаштувати процес підбору оселі під індивідуальні потреби користувачів. Метою даної роботи є розробка інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах, створення алгоритму контекстного пошуку для пришвидшення знаходження нерухомості, а також його впровадження до даної web-системи. Алгоритм складається з трьох основних етапів. На першому кроці відбувається геокодування введеної користувачем адреси. Другий етап охоплює надсилання запиту до Google Places, розрахунок радіуса пошуку на основі меж квадрата, а надалі – формули Гаверсінуса, та перевірку об'єктів, що містяться у базі даних сервісу, на їх потрапляння в розраховану зону. На третьому кроці відбувається відправлення координат першого отриманого об'єкта та типу нерухомості на сервер. У разі знаходження оголошень у базі даних інформаційної системи, вони показуються користувачеві. Розроблена інформаційна система та алгоритм контекстного пошуку, впроваджені у неї дозволяють надати шукачам житла детальну, актуальну та достовірну інформацію про об'єкти нерухомості, доступні для оренди та купівлі, пришвидшити процес пошуку оселі та задоволити потреби її шукачів. Також головний функціонал web-системи охоплює надання можливості публікації, зміни, видалення оголошень та встановлення зв'язку з їх авторами.

**Ключові слова:** інформаційна система, об'єкти нерухомості, житло, оселя, оренда, купівля, формула Гаверсінуса, алгоритм, контекстний пошук.

*A. LOZINSKA, O. LOBACH*

## **DEVELOPMENT OF THE INFORMATION SYSTEM FOR SOLVING THE PROBLEM OF RENTING AND BUYING HOUSING IN THE NETHERLANDS WITH THE INTRODUCTION OF A CONTEXTUAL SEARCH ALGORITHM: PERSONALIZED AND ACCELERATED SELECTION OF REAL ESTATE**

The current state of the real estate market in most European countries, including the Netherlands, requires the introduction of innovative solutions that can facilitate and speed up the process of finding housing and meet the needs of its applicants. This is largely due to the lack of reliable, up-to-date data and the neglect of the need to adapt existing web applications and information systems for foreigners who do not speak Dutch, which is very important in the context of growing migration. In addition, existing solutions often offer information about real estate that varies depending on the user's preferences, including information about their age and nationality, which leads to discrimination. In view of this, it becomes important to introduce applications that contain detailed, up-to-date, and reliable data on residential properties, as well as allow customizing the process of selecting a home to meet the individual needs of users. The purpose of this paper is to develop an information system for solving the problem of renting and buying housing in the Netherlands, to create a contextual search algorithm to speed up the search for real estate, and to implement it in this web system. The algorithm consists of three main stages. The first step involves geocoding the address entered by the user. The second stage involves sending a request to Google Places, calculating the search radius based on the boundaries of the square, and then using the Gaversinus formula, and checking the objects contained in the service's database for their inclusion in the calculated area. The third step involves sending the coordinates of the first received object and the type of real estate to the server. If ads are found in the information system database, they are displayed to the user. The developed information system and the contextual search algorithm implemented in it allow providing home seekers with detailed, up-to-date and reliable information about real estate available for rent and purchase, speeding up the process of finding a home and meeting the needs of home seekers. The main functionality of the web system also includes the ability to publish, modify, delete ads and establish communication with their authors.

**Keywords:** information system, real estate objects, housing, home, rent, purchase, Gaversinus formula, algorithm, contextual search.

**Вступ.** На фоні глобальних змін у сфері економіки та соціальних процесів багато країн, зокрема й Нідерланди, зіштовхуються з низкою проблем у сфері нерухомості. Зростання масштабів переміщень людей у світі через геополітичні та економічні обставини провокують підвищений попит на доступне житло, ускладнюючи процеси адаптації новоприбулих. Крім того, наразі у Нідерландах спостерігається висока конкуренція серед агентств нерухомості, а її пошук займає досить тривалий час через наявність недостовірної або неповної інформації про об'єкти. Дані чинники викликають необхідність у розробці ефективного рішення для пошуку житла.

**Актуальність роботи.** В умовах таких викликів на ринку нерухомості розробка інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах є дуже актуальною, оскільки дозволяє прискорити й спростити процеси пошуку оселі, зокрема і для новоприбулих у країну, забезпечити доступ до актуальної інформації та налагодити взаємодію між шукачами нерухомості та тими, хто її пропонує.

Отже, дана система сприяє інтеграції іноземців, зокрема й біженців, оскільки наявність комфортного житла є одним з найважливіших аспектів цього процесу [1]. Крім того, вона відкриває нові можливості для розвитку агентств нерухомості в

©, А. В. Лозінська, О. В. Лобач, 2024

умовах високої конкуренції та прискорює процес пошуку оселі.

**Постановка задачі.** Метою даної роботи є розробка інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах, створення алгоритму контекстного пошуку для пришвидшення знаходження нерухомості, а також його впровадження до даної web-системи.

**Вирішення задачі.** Дослідженням ринку нерухомості європейських країн і, зокрема, Нідерландів, займалися вітчизняні та іноземні автори [2-12]. В роботах були досліджені різні аспекти, але основна увага приділялась впливу інформаційних систем на дану сферу. На основі досліджень можна зробити висновок, що пандемія коронавірусу пришвидшила цифровізацію ринку нерухомості в Нідерландах. Водночас провадження інноваційних технологій та web-систем має потенціал для розв'язання задачі задоволення потреб шукачів житла, проте такі рішення все ще перебувають на етапі розвитку.

Питанням проблем наявних рішень займалися автори [13-17], а пропозиції щодо їх покращення наведені дослідниками [18-23]. Отже, наразі основною проблемою інформаційних систем є недостатність та недостовірність інформації. Проте також важливо, щоб web-система оренди та купівлі житла мала електронну карту, правильне розподілення даних на сторінках, легкий у використанні та інтерактивний інтерфейс. Водночас інформаційна система повинна забезпечувати рівний доступ до інформації для всіх користувачів, не обмежуючи її та не змінюючи залежно від національності чи інших ознак, що можуть призвести до дискримінації. Крім того, web-система має бути також спрямована не лише на нідерландців, а й на іноземців, оскільки наразі у Нідерландах спостерігається активна міграція з інших

країн, зокрема з України [24]. Отже, система повинна бути мультимовною, щоб допомогти людям забезпечити зручний доступ до необхідної інформації для всіх, незалежно від мови.

Всі ці аспекти були враховані при розробці інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах.

Для реалізації фронтенд-частини даної web-системи було використано бібліотеку React.js, оскільки вона забезпечує високу продуктивність системи під час її роботи з великими обсягами даних. Дизайн створений за допомогою фреймворку Bootstrap, який містить великий набір інструментів для створення web-застосунків, що надає можливість значно пришвидшити розробку. Крім того, для оформлення сторінок системи була використана мова розмітки CSS, оскільки вона дозволяє додати їй креативності. Бекенд-частина web-системи була розроблена з використанням середовища для виконання JavaScript, Node, та фреймворку Express.js. Таке поєднання дозволяє забезпечити високу продуктивність та масштабованість.

MongoDB була визначена як оптимальний варіант системи управління базами даних, оскільки вона має здатність витримувати високі навантаження при роботі з багатьма користувачами одночасно, зберігаючи при цьому високу продуктивність. Крім того, ця СУБД надає можливість працювати без жорстко визначеної схеми даних, що важливо для сфери нерухомості, де кожен об'єкт може мати різні характеристики.

Було визначено дві ролі для взаємодії з інформаційною системою: незареєстрований і зареєстрований користувач. Основним функціоналом першого є можливість реєстрації та перегляду профілів агентів нерухомості та оголошень, їх фільтрація та сортування, виконання контекстного пошуку. На рисунку 1 показані об'єкти нерухомості, доступні для купівлі.

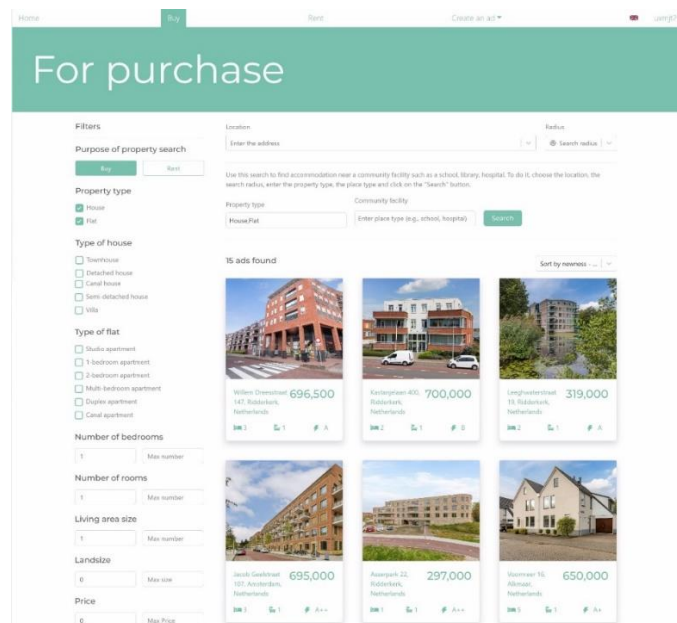


Рис. 1. Сторінка «Ву» інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах

На рисунку 2 показаний результат застосування фільтрації у разі вибору таких фільтрів: «Location» – «Asserpark, Ridderkerk, Nederland», «Radius» – «+10km», «Purpose of property search» – «Buy», «Property type» – «House», «Type of house» – «Canal

house», «Number of bedrooms» – від 1 до 5, «Number of rooms» – від 2 до 5, «Energy label» – «A++», «A+» та «A», «Availability of solar panels» – «ні», «Price» – від 0 до 350000, «Availability of a garden» – «ні», «Other external spaces» – «Balcony, loggia, or neither».

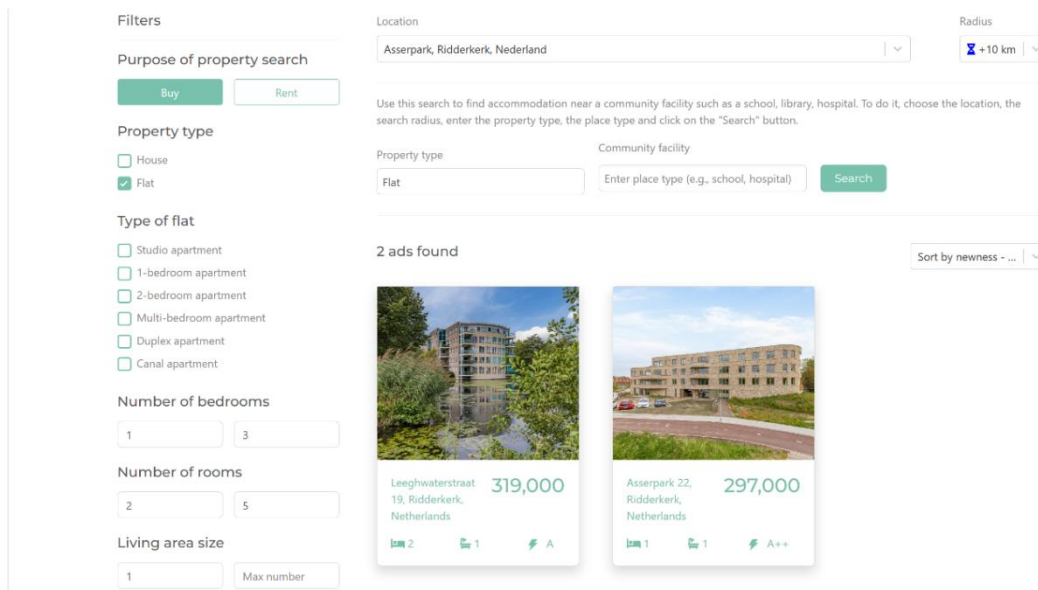


Рис. 2. Результат виконання фільтрації

Зареєстрований користувач володіє ширшим набором функцій. Цій ролі доступна публікація оголошень, їх перегляд, редагування та видалення. Також можливе додавання певних об'єктів

нерухомості до обраного (Рис. 3), редагування власного профілю та виконання процедури авторизації, виходу з облікового запису.

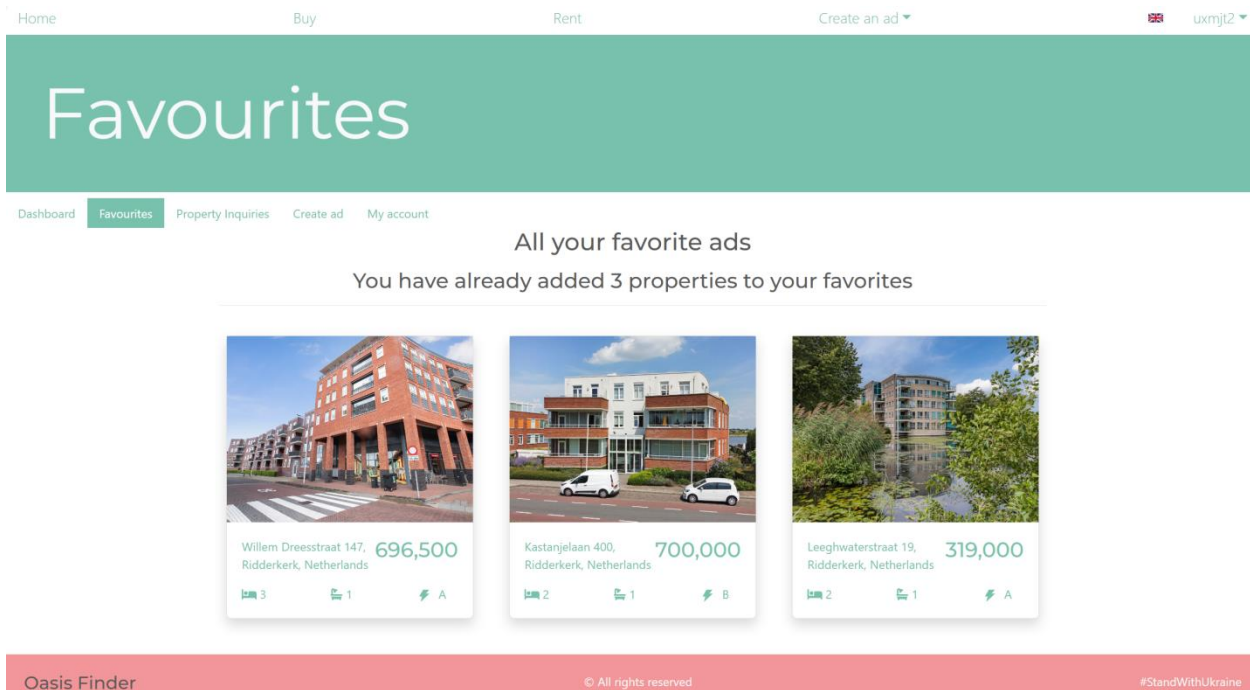


Рис. 3. Сторінка «Favourites» інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах

Також для зареєстрованого користувача доступна можливість зв'язуватись з автором оголошення за допомогою форми зворотного зв'язку. Крім того, якщо був надісланий лист (Рис. 4) щодо певного

будинку або квартири, то такий об'єкт починає демонструватися користувачу на сторінці «Property Inquiries» (Рис. 5).

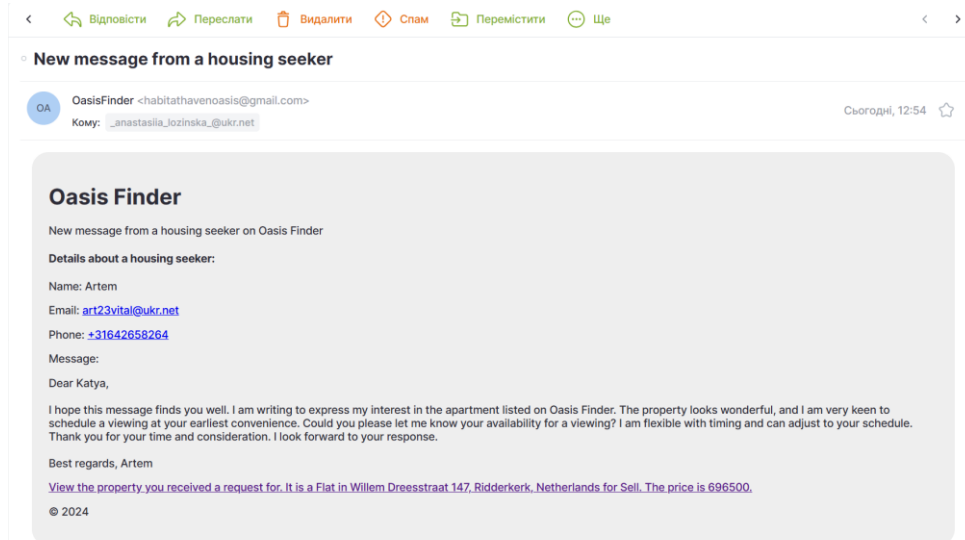


Рис. 4. Приклад листа, який отримав автор оголошення від шукача житла

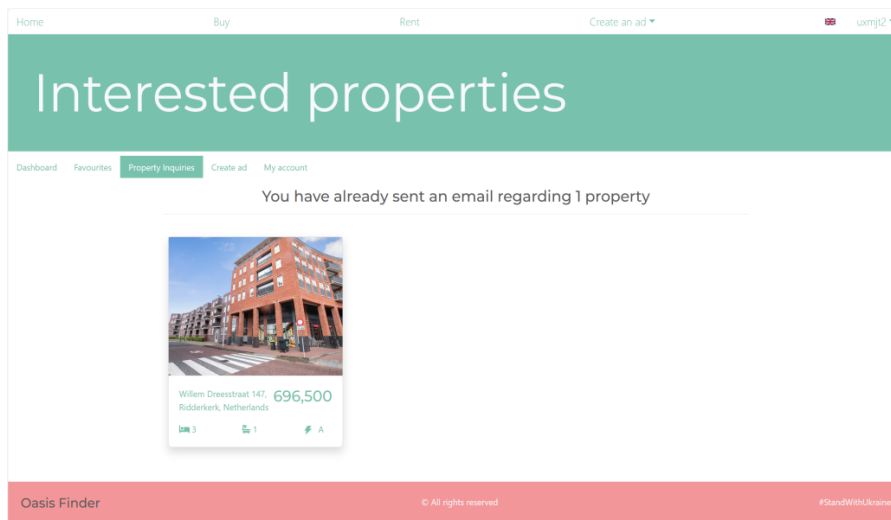


Рис. 5. Сторінка «Property Inquiries» інформаційної системи для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах

Інформаційна система для вирішення задачі оренди та купівлі житла в Нідерландах є мультимовною. Web-система має англійську, українськомовну та нідерландськомовну версії, кожна з яких доступна для всіх, незалежно від ролі.

Для зареєстрованого користувача, як і для незареєстрованого, також доступна можливість перегляду. Крім того, ця роль також може переглядати оголошення, фільтрувати їх та відсортовувати. Сортування можливе за ціною та за датою публікації об'єкта нерухомості у системі, тобто від найдешевших до найдорожчих, від найсвіжіших до найстаріших та навпаки. Також варто зазначити, що зареєстрований користувач може виконувати контекстний пошук.

Для реалізації контекстного пошуку в інформаційній системі розроблено функціонал, що дозволяє користувачам знаходити нерухомість певного типу, наприклад будинок або квартира, в обраній ними зоні, орієнтуючись на близькість до соціальних об'єктів, таких як бібліотеки, школи, лікарні тощо. Функціональність забезпечується за допомогою спеціально розробленого алгоритму.

Всього є три основних етапи алгоритму. Першим з них є геокодування введеної адреси шляхом надсилання запиту до сервісу Google Geocoding API.

Другий крок – це пошук об'єктів, які знаходяться поблизу. Для цього надсилається запит до Google Places API. Далі вже даний сервіс обчислює межі квадрата, який охоплює коло радіуса пошуку, з метою прискорення процесу. Потім Google Places API відправляє запит зі знайденим радіусом та типом соціального об'єкта до своєї бази даних. У разі, якщо у відповідь сервіс отримує перелік географічних координат, відбувається їх перевірка на потрапляння до зони пошуку згідно з формулою Гаверсінуса [25], яка враховує кривизну Землі. За допомогою неї обчислюється відстань між двома точками на сфері за їх широтою та довготою. Якщо вона менша або дорівнює радіусу, об'єкт додається до результатів.

Останнім етапом алгоритму є відправлення запиту на сервер, в якому передаються координати першого об'єкта та тип нерухомості. У разі, якщо оголошення знайдені у базі даних, вони демонструються користувачу.

Варто зазначити, що у разі, якщо не було отримано ніяких географічних координат, тобто ніякі об'єкти не потрапили до меж квадрата або вже до зони пошуку згідно з формулою Гаверсінуса, то користувачу показується повідомлення, що оголошень не знайдено.

Всі кроки алгоритму продемонстровано у вигляді блок-схеми на рисунку 5, а приклад його роботи у системі у разі вибору «Location» – «Middelharnis, Nederland», «Radius» – «+10 km», «Property type» – «House», «Community Facility» – «school» – на рисунку 6.

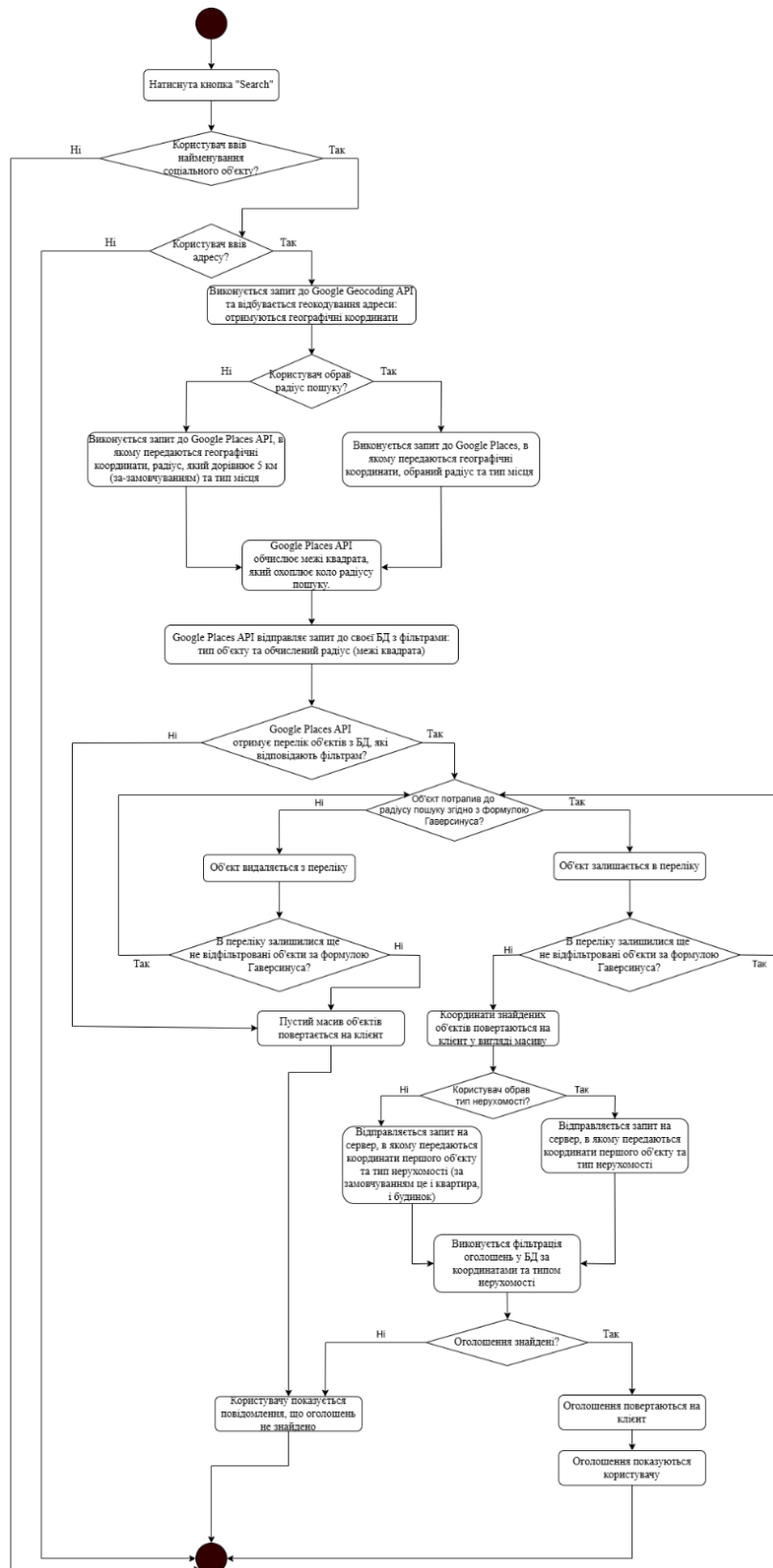


Рис. 5. Алгоритм контекстного пошуку, реалізований у інформаційній системі



Location: Middelharnis, Nederland

Radius: +10 km

Use this search to find accommodation near a community facility such as a school, library, hospital. To do it, choose the location, the search radius, enter the property type, the place type and click on the "Search" button.

Property type: House

Community facility: school

Search

2 ads found

Sort by newness - ...

Рис. 6. Результати виконання контекстного пошуку

**Висновок.** Створено та впроваджено у web-систему алгоритм контекстного пошуку, який дозволяє знаходити об'єкти нерухомості в обраному радіусі від певної адреси та соціального закладу. Інформаційна система значно покращує процес підбору оселі та відповідає потребам учасників ринку житла в Нідерландах. Дана web-система має значний потенціал для подальшого вдосконалення та розвитку, з можливістю інтеграції нових функцій, що дозволить ще більше покращити досвід користувачів і адаптувати систему до змінюваних вимог ринку нерухомості.

#### Список літератури

- Hynie M. Refugee integration: Research and policy. *Peace and Conflict: Journal of Peace Psychology*. 2018. Vol. 24, no. 3. P. 265–276. URL: <https://doi.org/10.1037/pac0000326> (date of access: 05.11.2024).
- Petermann J. Development of real estate marketing – trends for the future. *Marketing Science & Inspirations*. 2021. Vol. 16, no. 4. P. 10–19. URL: <https://doi.org/10.46286/msi.2021.16.4.2> (date of access: 05.11.2024).
- A Systematic Review of Smart Real Estate Technology: Drivers of, and Barriers to, the Use of Digital Disruptive Technologies and Online Platforms. *Sustainability*. 2018. Vol. 10, no. 9. P. 3142. URL: <https://doi.org/10.3390/su10093142> (date of access: 05.11.2024).
- Chou S.-W., Chiang C.-H. Understanding the formation of software-as-a-service (SaaS) satisfaction from the perspective of service quality. *Decision Support Systems*. 2013. Vol. 56. P. 148–155. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2013.05.013> (date of access: 05.11.2024).
- Internet of Things (IoT): From awareness to continued use / A. Koohang et al. *International Journal of Information Management*. 2022. Vol. 62. P. 102442. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102442> (date of access: 05.11.2024).
- Garcia-Teruel R. M. Legal challenges and opportunities of blockchain technology in the real estate sector. *Journal of Property, Planning and Environmental Law*. 2020. Vol. 12, no. 2. P. 129–145. URL: <https://doi.org/10.1108/jppel-07-2019-0039> (date of access: 06.11.2024).
- Naeem N., Rana I. A., Nasir A. R. Digital real estate: a review of the technologies and tools transforming the industry and society. *Smart Construction and Sustainable Cities*. 2023. Vol. 1, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1007/s44268-023-00016-0> (date of access: 06.11.2024).
- N. Siniak. The impact of proptech on real estate industry growth. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. Vol. 869. P. 062041. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/869/6/062041> (date of access: 06.11.2024).
- Newell G. The changing real estate market transparency in the European real estate markets. *Journal of Property Investment & Finance*. 2016. Vol. 34, no. 4. P. 407–420. URL: <https://doi.org/10.1108/jpif-07-2015-0053> (date of access: 06.11.2024).
- Veldhuizen S. v., Vogt B., Voogt B. Internet searches and transactions on the Dutch housing market. *Applied Economics Letters*. 2016. Vol. 23, no. 18. P. 1321–1324. URL: <https://doi.org/10.1080/13504851.2016.1153785> (date of access: 06.11.2024).
- Veuger J. COVID-19 and digitalization: Its influence in the Dutch real estate market process. *International Journal of Real Estate Studies*. 2020. Vol. 13, no. 4. P. 415–436. URL: <https://doi.org/10.46737/ijres.v14iS1.67> (date of access: 07.11.2024).
- Luca O., Geis A. Real Estate in the Netherlands: A Taxonomy of Risks and Policy Challenges. *IMF Working Papers*. 2021. Vol. 2021, no. 206. P. 1. URL: <https://doi.org/10.5089/9781513589565.001> (date of access: 07.11.2024).
- Uses of Websites for Effective Real Estate Marketing / M. Bond et al. *Journal of Real Estate Portfolio Management*. 2000. Vol. 6, no. 2. P. 203–211. URL: <https://doi.org/10.1080/10835547.2000.12089601> (date of access: 07.11.2024).
- D. Koch. Real Estate Image Analysis: A Literature Review. *Journal of Real Estate Literature*. 2019. Vol. 27, no. 2. P. 269–300. URL: <https://doi.org/10.22300/0927-7544.27.2.269> (date of access: 07.11.2024).
- A Map-Based Recommendation System and House Price Prediction Model for Real Estate / M. Mubarak et al. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2022. Vol. 11, no. 3. P. 178. URL: <https://doi.org/10.3390/ijgi11030178> (date of access: 07.11.2024).

16. Boeing, G., Besbris, M., Wachsmuth, D. *et al.* Tilted platforms: rental housing technology and the rise of urban big data oligopolies. *Urban Transformations*. 2021. Vol. 3, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s42854-021-00024-2> (date of access: 08.11.2024).
17. Boeing G. Online Rental Housing Market Representation and the Digital Reproduction of Urban Inequality. *SSRN Electronic Journal*. 2019. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3419532> (date of access: 08.11.2024).
18. Martínez L., Contreras J., Valdez Cervantes L. d. C. Geographic Geolocation Search in Real Estate Marketplaces. *The Thirteenth Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. 2015. URL: <https://doi.org/10.18687/laccei2015.1.1.280> (date of access: 08.11.2024).
19. J. Sun. Eye-Tracking Technology in Online Real Estate Rental. *Scientific Programming*. 2021. Vol. 2021. P. 1–14. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/8851657> (date of access: 11.11.2024).
20. I. W., I. A. Responsive Web Design Techniques. *International Journal of Computer Applications*. 2016. Vol. 150, no. 2. P. 18–27. URL: <https://doi.org/10.5120/ijca2016911463> (date of access: 11.11.2024).
21. The Impact of Internet Real Estate Intermediary Platform on the Real Estate Market / W. Zhang et al. *ICCSE'19: The 4th International Conference on Crowd Science and Engineering*, Jinan China. New York, NY, USA, 2019. URL: <https://doi.org/10.1145/3371238.3371259> (date of access: 11.11.2024).
22. Suarez, Jose L. The Real Estate Industry in the Netherlands. *IESE Business School Working Paper*. 2005. P. 8-10. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.673282> (date of access: 11.11.2024).
23. Steegmans J., de Bruin J. Online housing search dataset: Information flows of real estate platform users. *Data in Brief*. 2021. Vol. 38. P. 1-10. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107327> (date of access: 12.11.2024).
24. W. Opiola. War and politics. The 2022 Russian invasion of Ukraine and refugee crisis on the eastern EU border from the perspective of border studies. *Pogranicze. Polish Borderlands Studies*. 2022. Vol. 10, no. 1. P. 7–22. URL: <https://doi.org/10.25167/brs4791> (date of access: 12.11.2024).
25. Implementation of Haversine Formula for Counting Event Visitor in the Radius Based on Android Application / M. Z. Alam, A. Manaf. *CITSM'16: The 4th International Conference on Cyber and IT Service Management*, Salatiga, Indonesia, 2016. IEEE. URL: <https://doi.org/10.1109/CITSM.2016.7577575> (date of access: 15.11.2024).

Надійшла (received) 14.11.2024

#### Відомості про авторів / About the Authors

**Лозінська Анастасія Віталіївна (Lozinska Anastasiia)** – студентка, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна; e-mail: [anastasiia20lozinska@gmail.com](mailto:anastasiia20lozinska@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8529-6260>

**Лобач Олена Володимирівна (Lobach Olena)** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", доцент кафедри управління проектами у сфері інформаційних технологій, Харків, Україна; email: [e.v.lobach@gmail.com](mailto:e.v.lobach@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7494-9997>.