

УДК 004.42:004.657

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.4.3>

**Юлія ПАРФЕНЕНКО**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, Сумський державний університет, вул. Миколи Сумцова, 2, Суми, Україна, 40007 (yuliya\_p@cs.sumdu.edu.ua)

ORCID: 0000-0003-4377-5132

**Денис ЮРЧЕНКО**

аспірант кафедри інформаційних технологій, Сумський державний університет, вул. Миколи Сумцова, 2, м. Суми, Україна, індекс 40007 (dengravity@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5814-7561

**Дмитро ТРОЦЕНКО**

магістрант факультету електроніки та інформаційних технологій, Сумський державний університет, вул. Миколи Сумцова, 2, м. Суми, Україна, індекс 40007 (dmytro.trotsenko@student.sumdu.edu.ua)

ORCID: 0009-0006-1159-6550

**Yuliia PARFENENKO**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Information Technology, Sumy State University, 2, Mykoly Sumtsova St, Sumy, Ukraine, postal code 40007 (yuliya\_p@cs.sumdu.edu.ua)

**Denys YURCHENKO**

Postgraduate student at the Department of Information Technology, Sumy State University, 2, Mykoly Sumtsova St, Sumy, Ukraine, postal code 40007 (dengravity@gmail.com)

**Dmytro TROTSSENKO**

Master Student at the Faculty of Electronics and Information Technology, Sumy State University, 2, Mykoly Sumtsova St, Sumy, Ukraine, 40007 (dmytro.trotsenko@student.sumdu.edu.ua)

**Бібліографічний опис статті:** Парфененко, Ю., Юрченко, Д., Троценко, Д. (2023). Розроблення вебдодатку для організації замовлення систем «розумний будинок». *Інформаційні технології та суспільство*, DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.4.3>

**Bibliographic description of the article:** Parfenenko, Yu., Yurchenko, D., Trotsenko D. (2023). Rozroblennya vebdodatku dlya organizaciyi zamovlennya system «rozumnyj budynok». [Development of a web application for smart home systems ordering]. *Informatsiini tekhnolohii ta suspilstvo – Information technology and society*, DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.4.3>

## РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБДОДАТКУ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАМОВЛЕННЯ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

**Анотація.** Метою роботи є розроблення вебдодатку для організації замовлення систем «розумний будинок» з можливістю підбору окремих елементів та різновидів систем розумний будинок для різних потреб користувачів. **Методологія.** При проектуванні та розробленні вебдодатку було використано методологію системного аналізу, структурно-функціонального моделювання інформаційних систем, UML моделювання, методологію структурного програмування та розроблення баз даних. **Результати.** Проведено огляд сучасного стану застосування інформаційних технологій при організації замовлення систем «розумний будинок». Визначено вимоги до вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок». Спроектровано архітектуру вебдодатку у вигляді клієнт-серверного застосування. Проведено моделювання варіантів використання вебдодатку засобами уніфікованої мови моделювання UML. Спроектвано модель бази даних вебдодатку, для її програмної реалізації використано систему керування базами даних MySQL. Для вибору варіантів систем розумного будинку використано метод підтримки прийняття рішень з використанням дерев рішень. Розроблено інтерфейси для клієнта та кабінет адміністратора вебдодатку. **Наукова новизна** роботи полягає у тому, що на відміну від існуючих вебдодатків замовлення систем «розумний будинок», реалізовано можливість вибору варіантів систем з урахуванням потреб користувача, а не лише окремих компонентів, з використанням дерева рішень. Практична значимість роботи полягає у можливості використовувати розроблений вебдодаток для індивідуального замовлення систем «розумний будинок». **Висновок.** У роботі представлено архітектуру вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок», варіанти використання вебдодатку клієнтом та адміністратором, наведено проектування бази даних, опис бізнес-логіки використання вебдодатку клієнтами.

**Ключові слова:** система «розумний будинок», замовлення, вебдодаток, база даних, дерево рішень.

## DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR SMART HOME SYSTEMS ORDERING

**Abstract.** *The purpose of the work* is to develop a web application for organizing the order of smart home systems with the possibility of selecting individual elements and types of smart home systems for different user needs. **Methodology.** The methodology of system analysis, structural and functional modeling of information systems, UML modeling, the methodology of structural programming and database development were used in the design and development of the web application. **The results.** An overview of the current state of the use of information technologies in the organization of the order of "smart home" systems was carried out. The requirements for the web application of the organization of ordering "smart house" systems have been determined. The architecture of the web application was designed in the form of a client-server application. Modeling of options for using the web application was carried out using the unified modeling language UML. The database model of the web application was designed, and the MySQL database management system was used for its software implementation. The decision support method using decision trees was used to select options for smart home systems. Interfaces for the client and the web application administrator's office have been developed. **The scientific novelty** of the work lies in the fact that, unlike existing web applications for ordering "smart home" systems, it is possible to choose system variants taking into account the needs of the user, and not just individual components, using a decision tree. The practical significance of the work lies in the possibility of using the developed web application for individual ordering of "smart house" systems. **Conclusion.** The work presents the architecture of the web application for the organization of ordering "smart house" systems, the options for using the web application by the client and the administrator, the design of the database, and the description of the business logic of using the web application by clients.

**Key words:** smart home system, order, web application, database, decision tree.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день системи «розумний будинок» стають все більш популярними з огляду на потреби у забезпеченні комфорту та екологічності. Система «розумний будинок» є складовою Інтернет Речей, що базується на взаємодії різних приладів з можливістю віддаленого автоматизованого управління без втручання особи, що приймає рішення. Прилади, як правило, оснащені датчиками, які вимірюють параметри зовнішнього середовища та показники функціонування системи. Система «розумний будинок» приймає рішення відповідно до даних, отриманих з її оточення [1]. Кількість домогосподарств, які встановлюють системи «Розумний будинок», з року в рік зростає, зокрема через потребу в енергозабезпеченні, яке підлаштовується під реальні потреби споживачів і враховує профіль енергоспоживання [2]. Дослідження, присвячені аналізу перспектив поширення технології Інтернет Речей в Україні [3], свідчать про можливість підвищення економічних показників у випадку широкого розповсюдження даної технології для використання у повсякденному житті, прикладом чого є впровадження систем «розумний будинок», але сам процес змін потребує відповідної інформаційної підтримки [4].

Системи «розумний будинок» можуть бути спроектовані з різноманіття комплектуючих від різних виробників, наявних на ринку, з урахуванням запитів клієнта. Розроблення вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок» є актуальною задачею, оскільки дозволяє забезпечити клієнта необхідною інформацією для вибору системи «розумний будинок», а також спрощує сам процес замовлення систем «розумний будинок» та її окремих компонентів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вебдодатки використовуються для різних аспектів впровадження та використання систем «розумний будинок». У роботі [5] представлено вебдодаток для тестування клієнтом можливостей системи, щоб зробити роботу системи прозорішою та зрозумілішою, забезпечивши довіру до користувача. В роботі [6] запропоновано систему замовлення складових «розумного будинку» із алгоритмом підбору оптимальних параметрів.

Було проаналізовано підходи до розроблення вебсистем для організації замовлень і встановлено, що поширеними є реалізації з використанням стеку технологій MERN, який включає в себе MongoDB та Node.js, такий підхід запропоновано в роботах [7, 8].

В роботі [9] представлено розроблення систем онлайн-замовлення на основі стеку технологій LNPM/LAPM, що включає в себе операційну систему Linux, HTTP-сервери Nginx/Apache, мову програмування PHP та систему керування базами даних MySQL.

В роботі [10] розглядаються особливості побудови вебдодатку для онлайн-замовлення товарів. Наводяться приклади інтерфейса користувача для пошуку товарів, формування списку замовлень, управління замовленнями.

### Постановка завдання.

Метою роботи є розроблення вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок». Реалізація системи замовлення у вигляді вебдодатку спрямована на те, щоб зробити дану технологію доступною для широкого кола користувачів та надасть необхідну інформацію для обґрунтованого вибору варіантів системи «розумний будинок» під власні потреби. Користувачами вебдодатку будуть усі зацікавлені особи, які розглядають можливість впровадження системи «розумний будинок» у власно-

му домогосподарстві, або вже експлуатують таку систему і мають потребу в її модернізації чи заміні комплектуючих.

#### Виклад основного матеріалу.

**Проектування архітектури вебдодатку.** Архітектура вебдодатку спроектована у вигляді тривірневої архітектури побудови веб-застосунків. Вона описує його структуру та взаємодію між основними компонентами. Також архітектура визначає принципи та підходи до розроблення вебдодатку. Архітектура вебдодатку організації замовлення системи «розумний будинок у вигляді UML діаграми компонентів представлена на рис. 1.

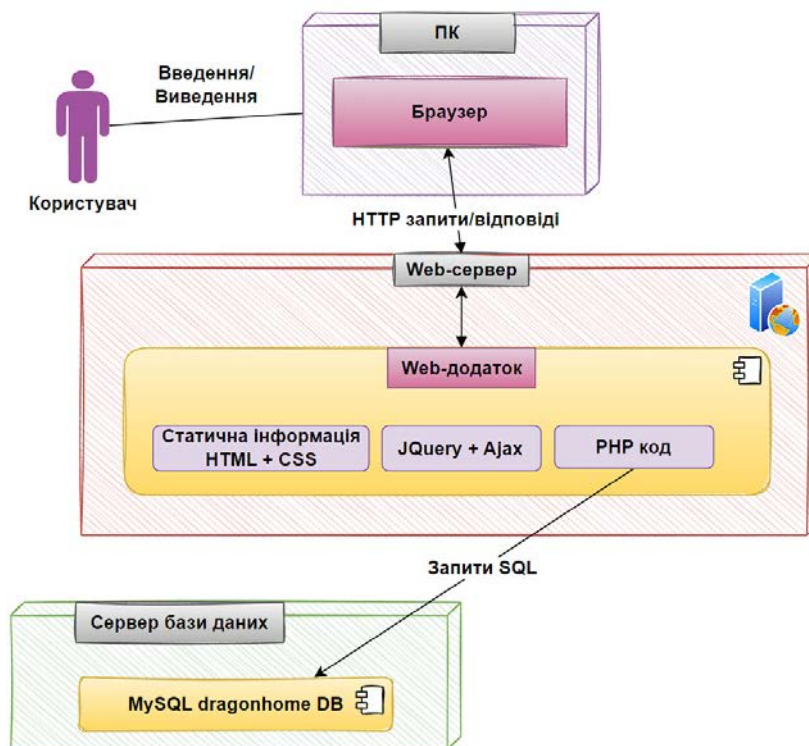


Рис. 1. Архітектура вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок»

Архітектура виділяє клієнтський рівень, рівні сервера додатку та сервера бази даних, між якими налагоджена двостороння взаємодія. Клієнт взаємодіє з вебдодатком через програму – браузер із будь-якого комп'ютера чи мобільного пристрою, що має вихід в мережу Інтернет. Обробка запитів від клієнта виконується веб-сервером, відображаються відповідні .html файли зі статичним контентом. Для додавання динамічного контенту на стороні клієнта використовуються JavaScript бібліотеки, зокрема jQuery. Для взаємодії із сервером та отримання від нього відповідей без перезавантаження сторінок використано технологію Ajax. Уся інформація про компоненти систем «розумного будинку», категорії користувачів зберігається у базі даних. Web-сервер виконує взаємодію із сервером бази даних, через SQL запити, отримуючи необхідні для відображення на вебсторінках дані. Наприклад, із бази даних виводиться каталог компонентів системи «розумний будинок», інформація про замовлені системи заноситься у базу даних після підтвердження замовлення адміністратором.

**Моделювання бізнес-логіки використання вебдодатку.** Проведено моделювання бізнес-логіки вебдодатку та визначено його основних стейкхолдерів – клієнта та адміністратора. Побудовано UML діаграми варіантів використання вебдодатку, представлені на рис. 2 та 3.

Клієнтом є особа, що використовує вебдодаток для оптимізації процесу замовлення компонентів системи «розумний будинок» чи підбору системи залежно від своїх потреб.

Нижче викладена бізнес-логіка використання вебдодатку клієнтом.

1. Клієнтом може бути фізична або юридична особа, яка відвідала сторінку сайту через браузер.
2. Клієнт може переглядати товари в каталозі.
3. Для оформлення замовлення клієнт має зареєструватися і увійти в систему як авторизований користувач.

4. Авторизований користувач може додавати товари з каталогу до кошика, оформлювати замовлення, відслідковувати історію власних замовлень.

5. Клієнт може виконувати підбір системи «розумний будинок», надавши інформацію про свої потреби шляхом опитування у веб-інтерфейсі.

На рис. 2 на діаграмі варіантів використання показано двох акторів. Зліва актором виступає клієнт, тобто особа, що зацікавлена у спрощенні замовлення та вибору систем «розумний будинок». Для забезпечення власних потреб клієнт = буде використовувати розроблений вебдодаток, який в свою чергу повинен реалізовувати бізнес-логіку клієнта. Вебдодаток повинен дозволяти клієнту переглядати інформацію про товари та системи «розумний будинок», здійснювати підбір систем «розумний будинок» за вказаними потребами та надавати можливість оформлення замовлення продукції. Іншим актором є база даних, яка взаємодіє з клієнтом через прецеденти, надаючи дані за запитом користувача.

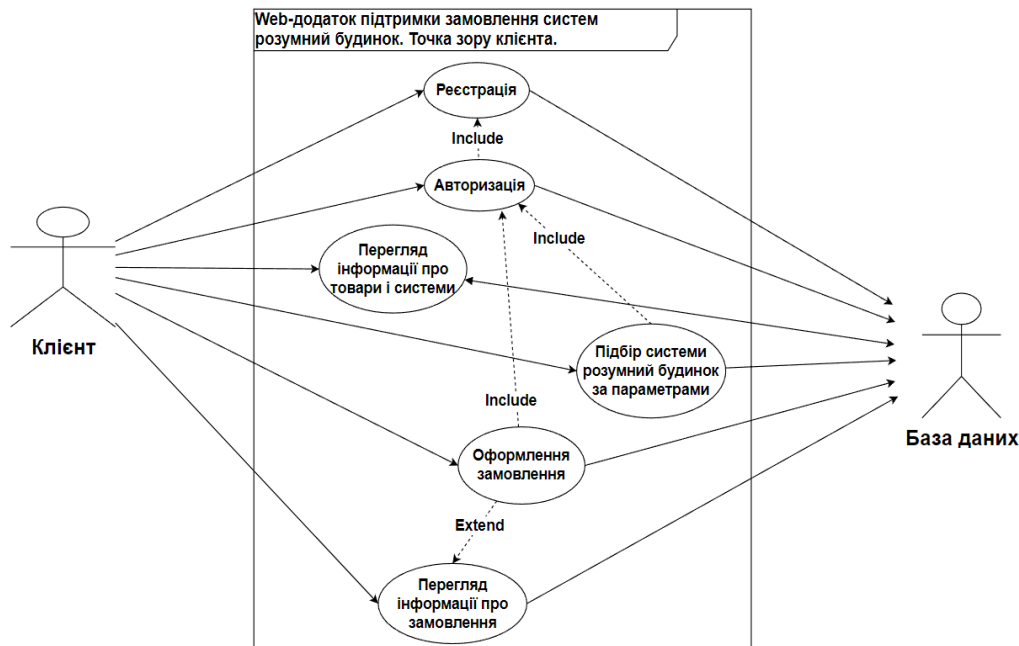


Рис. 2. Діаграма варіантів використання вебдодатку клієнтом

Бізнес-логіка адміністратора вебдодатку наведена нижче.

1. Адміністратор має повний доступ до усіх функцій вебдодатку, у тому числі клієнтських.
2. Адміністратор виконує управління даними в базі даних – редагування, додавання, видалення даних про товари.
3. Адміністратор підтверджує реєстрацію клієнтів.
4. Адміністратор виконує оброблення замовлень від клієнта, перевіряє достовірність наданої клієнтом інформації, за потреби редагує замовлення клієнта або видаляє його.
5. Адміністрування бази даних для оптимізації часу виконання запитів та захисту даних від несанкціонованого доступу.

Адміністратор виконує налаштування вебдодатку на хостингу, є відповідальним за створення резервних копій та безпеку вебдодатку.

На UML діаграмі (рис. 3) актор адміністратор вебдодатку зображений зліва. Після авторизації йому доступні усі функції, що й клієнту, тобто за потреби він також може зробити замовлення, але його основною ціллю є підтримка роботи вебдодатку. Будь-яка дія адміністратора в системі супроводжується запитом до бази даних, яка показана справа як один із акторів.

Побудовані діаграми варіантів використання вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок» відображають бізнес-логіку його використання основними акторами – клієнтом та адміністратором та відповідають визначеним функціональним вимогам.

#### **Проектування бази даних вебдодатку.**

При проектуванні бази даних вебдодатку організації замовлення системи «розумний будинок» було розроблено концептуальну модель, яка відображає зв'язки між основними сутностями й атрибутами, та логічну модель.

Фізична модель бази даних є розширенням та доповненням концептуальної моделі, що є більш деталізованою. Вона відображає специфікації для кожного із атрибутів, зокрема довжину полів, тип даних. Ця модель призначається для розробників бази даних. Також на фізичній моделі даних показуються первинні ключі, обмеження, які накладаються на дані, процедури. Фізична модель бази даних вебдодатку організації замовлення системи «розумний будинок» зображена на рис. 4.

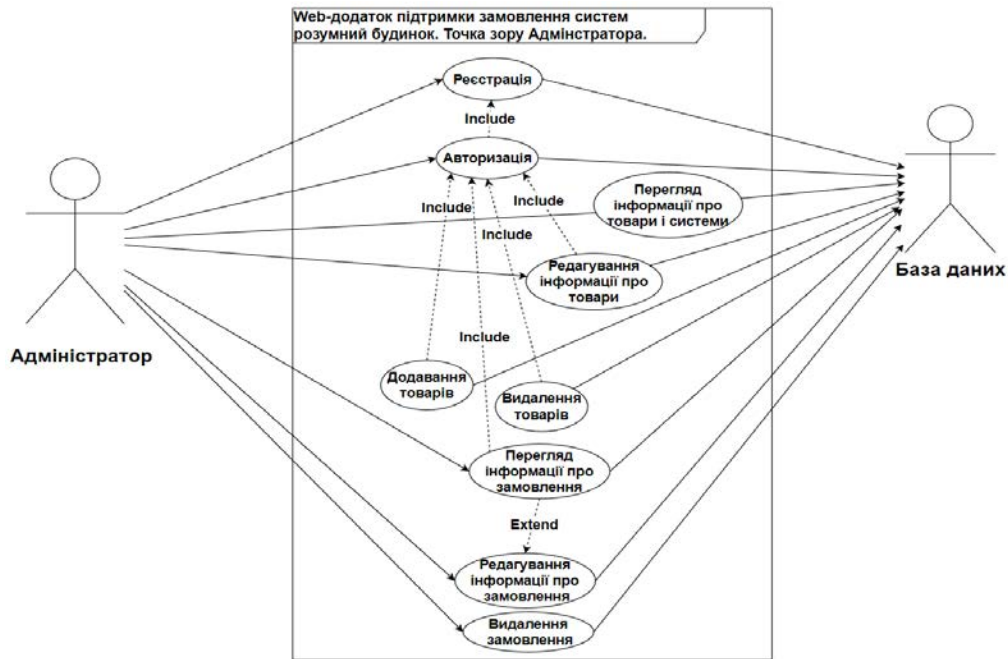


Рис. 3. Діаграма варіантів використання вебдодатку адміністратором

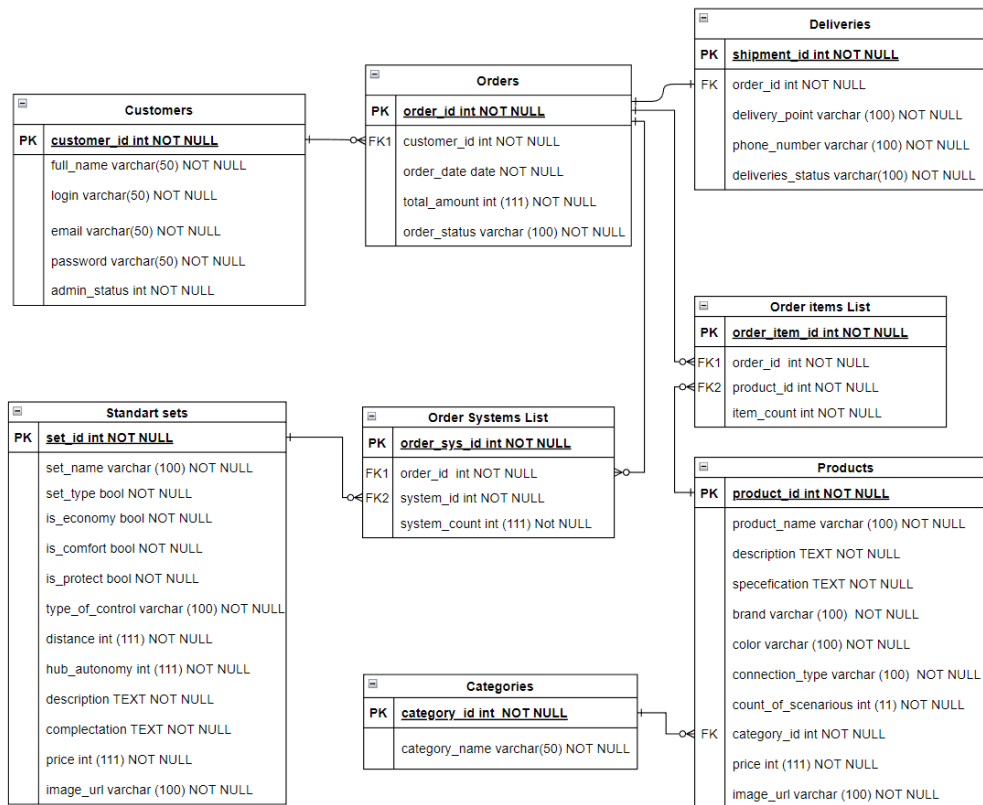


Рис. 4. Фізична модель бази даних вебдодатку організації замовлення систем «розумний будинок»

База даних складається із восьми взаємопов'язаних таблиць. Таблиця Categories зберігає дані про категорії товарів. Таблиця Products містить дані про окремі товари. Вона пов'язана з таблицею категорій Categories зовнішнім ключем category\_id. Цей зв'язок визначає належність товарів до певної категорії компонентів системи. Таблиця Orders зберігає дані про усі сформовані замовлення клієнтів. Вона містить дані загальної суми товарів у кошику, дату замовлення, його поточний статус та ідентифікатор клієнта. Таблиця Customers містить дані користувача, що використовуються при авторизації та зворотньому зв'язку з користувачем.

Таблиця Deliveries містить дані про доставку конкретного замовлення. Таблиці Order Systems List та Order Items List містять списки компонентів та систем розумний будинок, що містяться у конкретному замовленні клієнта. Дані у таблицях формуються із полів, що є ідентифікаторами замовленої системи чи компонента system\_id та product\_id, а також їх кількості system\_count\_id та item\_count\_id.

Таблиця Standart sets містить дані про варіанти системи «розумний будинок», які будуть запропоновані клієнту за результатами опитування. Поле complectation зберігає перелік компонентів, що складають набір, is\_comfort, is\_economy, is\_protect, set\_type – відповідають потребі клієнта із вибором моносистеми чи мультисистеми із забезпеченням комфорту, економічності чи екологічності.

**Розроблення дерева рішень для індивідуального замовлення системи «розумний будинок».** Особливістю вебдодатку організації замовлення системи «розумний будинок» є можливість підбору варіанту системи серед запропонованих через визначення уподобань користувача шляхом опитування. Для забезпечення підтримки прийняття рішень щодо підбору системи «розумний будинок» було побудоване та програмно реалізоване дерево рішень, схематичне зображення якого наведено на рис.5.

Структура, показана на рис. 5, є орієнтовною, і за потреби може бути розширена для деталізованого вибору. Дерево рішень схематично відображає зв'язок між запитаннями, які ставляться клієнту, та варіантами підібраних систем.

На кожному етапі вибору користувачу потрібно здійснити вибір, висловивши свої можливості та уподобання, обираючи один із запропонованих варіантів. Наприклад, обрати один із трьох сценаріїв використання системи «розумний будинок» при виборі моносистеми або з двох варіантів при виборі типу системи.

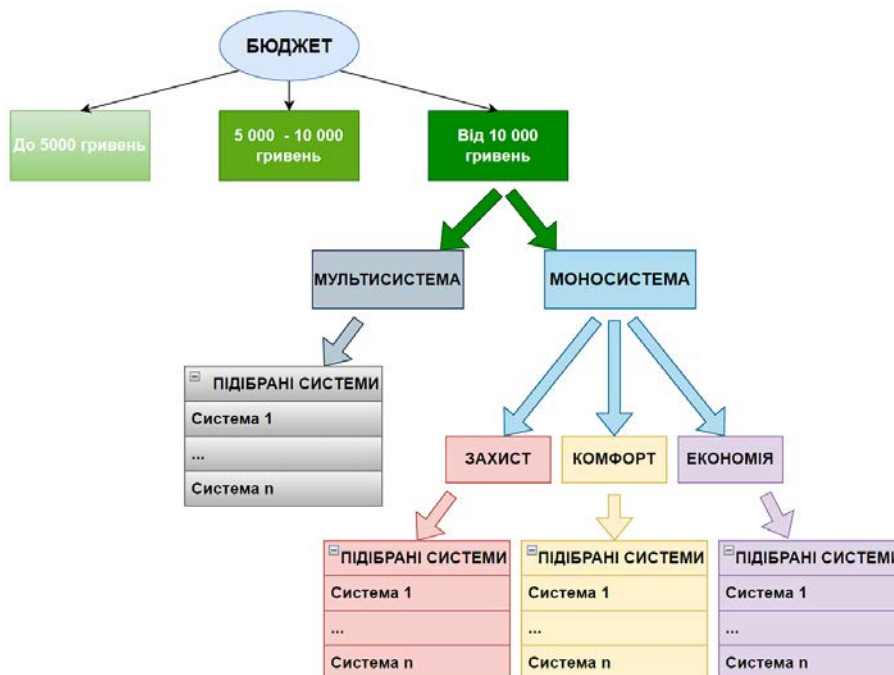


Рис. 5. Дерево рішень для підбору варіантів системи «розумний будинок»

Як результат послідовної відповіді на поставлені запитання клієнту буде запропоновано перелік варіантів систем «розумний будинок», що відповідають його запитам.

**Використання вебдодатку для замовлення систем «Розумний будинок» клієнтом.** Робота із починається із головної сторінки, зображеної на рис. 6. Неавторизований користувач має можливість перегляду товарів, що належать до відповідної категорії, наприклад, Датчики.

Зліва знаходиться панель фільтрів для виведення усіх товарів відповідної категорії, діапазону цін та кількості сценаріїв. Фільтр буде застосований після натискання на кнопку «Пошук». Реалізовано можливість сортування товарів за ціною та назвою. Також наявна форма пошуку товарів за назвою. Каталог товарів відображається у центральній частині головної сторінки вебдодатку. Для кожного товару відображається зображення товару, назва та ціна. Сторінка з детальною інформацією про товар доступна зареєстрованим користувачам після натискання на кнопку «Переглянути».

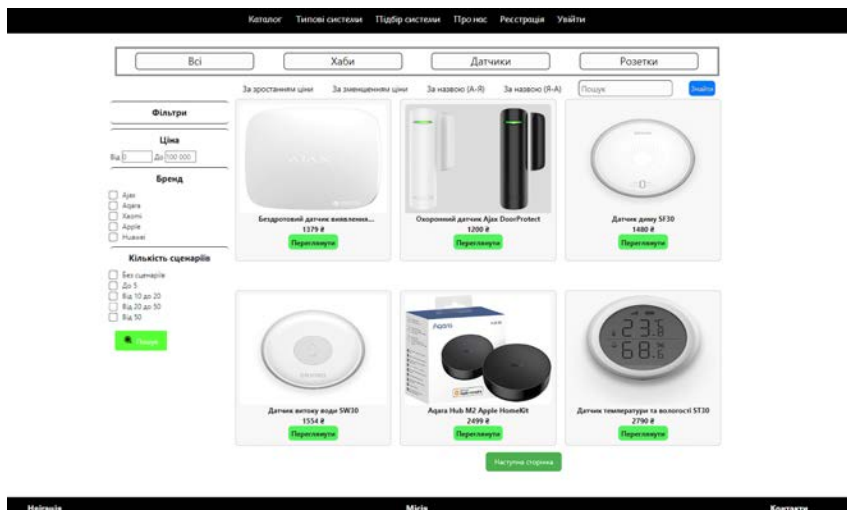


Рис. 6. Інтерфейс вебдодатку. Сторінка каталогу

Для того, щоб переглянути детальну інформацію та придбати товар, клієнту необхідно зареєструватися та авторизуватися.

За необхідності індивідуального підбору системи «розумний будинок» клієнту потрібно обрати пункт «Підбір системи» на головному меню. Після цього у веб-інтерфейсі системи буде виведена анкета, що містить варіанти вибору із детальним поясненням, що собою представляє кожен критерій вибору системи. Спершу користувач обирає грошовий діапазон, вказуючи, на яку суму розраховує при придбанні системи «розумний будинок». На наступному кроці при підборі системи «розумний будинок» потрібно зазначити тип системи: моносистеми чи мультисистеми. У випадку вибору моносистеми клієнту треба визначитися із її типом залежно від сценарію використання. Пропонується здійснити вибір за трьома варіантами: комфорт, економія та захист довкілля. Приклад інтерфейсу вибору сценарію використання системи «розумний будинок» показано на рис 7.

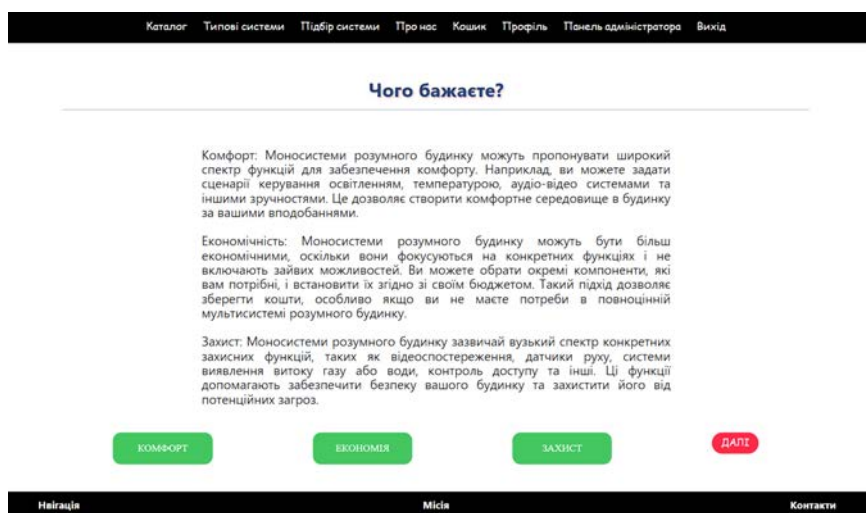


Рис. 7. Інтерфейс вебдодатку. Вибір характеристики системи «розумний будинок»

Якщо варіанти систем, які відповідають запитам користувача, не будуть знайдені, він отримає відповідне повідомлення у інтерфейсі вебдодатку.

Після того, як компоненти системи чи самі системи «розумного будинку» додано до кошику, відбувається перехід до сторінки оформлення замовлення, де клієнт може переглянути загальну суму покупки та підтвердити замовлення, вказавши контактні дані. Таким чином відбувається підтримка організації замовлення систем «розумний будинок».

Окремо реалізовано панель адміністратора, який має повні права на управління замовленнями, а також редагування, видалення, додавання інформації про системи та їх компоненти.

**Висновки.** В роботі описано проектування та реалізацію вебдодатку замовлення системи «розумний будинок» із можливістю підбору варіанту системи з урахуванням потреб користувача. Підбір здійснюється на основі побудованого дерева рішень, яке реалізоване у вигляді опитувальника, який пропонується клієнту. Після зазначення власних потреб клієнту надається можливість переглянути у веб-інтерфейсі можливі варіанти та обрати найбільш підходящий. Такий підхід до підбору систем «розумний будинок» дозволяє забезпечити клієнтоорієнтованість і зручність користування вебдодатком.

#### Список використаних джерел:

1. Сосновська, О. О., Вакофян, В. Г. Індустрія 4.0: сутність і тенденції розвитку. *Бізнес Інформ*. 2023. Т. 14, № 30. С. 137–144.
2. Sovacool, B. K., Furszyfer Del Rio, D. D. Smart home technologies in Europe: a critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. Vol. 120. P. 109663.
3. Ноджак Л., Парашич М. Розвиток 4.0 індустрії в Україні: проблеми, перспективи. *Економіка та суспільство*. 2022. № 45.
4. Valencia-Arias, A. et al. Smart home adoption factors: A systematic literature review and research agenda. *PLOS ONE*. 2023. vol.18.
5. Đorđević, S., Jevremović, S., Tošić, J., Stojanovic, N. Smart house web application: design and implementation using Java EE, MVC framework and Arduino microcontroller. *Annals of Spiru Haret University Economic Series*. 2022. Vol.12(21). 245.
6. K. -s. Hong, H. J. Kim and C. Lee. Automated Grocery Ordering Systems for Smart Home. *Future Generation Communication and Networking (FGCN 2007)*, Jeju, Korea (South), 2007. P 87-92.
7. Santosh, K. S. et al. Application using MERN Stack. *International journal for modern trends in science and technology*. 2022. Vol. 8, no. 6. P. 102–105.
8. Malshika M. D. J. Computerized system to manage business functions of e-commerce web application using MERN stack technology. *International journal of engineering and management research*. 2022. Vol. 12. No 5. P. 472–481.
9. Gumilang, S.F., Ambarsari, N., & Nurmala, M.D. Web-Based Food Delivery Management System. *Proceedings of the 2018 International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering (IcoIESE 2018)*. 2019.
10. Wijegunaratna, K.P.S.G.G. et al. Online Supermarket Web Application. *International Journal of Engineering and Management Research*. 2022. Vol 12(6), P. 216–223.

#### References:

1. Sosnovska O. O., & Vakofian V. H. (2023). Industriia 4.0: sutnist i tendentsii rozvytku [Industry 4.0: essence and development trends]. *Biznes inform – Business Inform*, 14, 30, 137–144 [in Ukrainian].
2. Sovacool B. K., & Furszyfer Del Rio, D. D. (2020). Smart home technologies in Europe: a critical review of concepts, benefits, risks and policies. *Renewable and sustainable energy reviews*, 120, 109663.
3. Nodzhak L., Parashchych M. (2022). Rozvytok 4.0 industrii v Ukraini: problemy, perspektyvy [Development of industry 4.0 in Ukraine: problems, prospects.]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society*, 45. [in Ukrainian].
4. Valencia-Arias, A., et al. (2023). Smart home adoption factors: A systematic literature review and research agenda. *PLOS ONE*, 18.
5. Đorđević, Strahinja & Jevremović, Svetlana & Tošić, Jovana & Stojanovic, Nina. (2022). Smart house web application: design and implementation using Java EE, MVC framework and Arduino microcontroller. *Annals of Spiru Haret University Economic Series*, 12(21), 245.
6. K. -s. Hong, H. J. Kim and C. Lee. (2007). Automated Grocery Ordering Systems for Smart Home, *Future Generation Communication and Networking (FGCN 2007)*, Jeju, Korea (South), 87-92.
7. Santosh, K. S. et al. (2022). Application using MERN Stack *International journal for modern trends in science and technology*, 8, 6, 102–105.
8. Malshika, M. D. J. (2022). Computerized system to manage business functions of e-commerce web application using MERN stack technology. *International journal of engineering and management research*, 12, 5, 472–481.
9. Gumilang, S.F., Ambarsari, N., & Nurmala, M.D. (2019). Web-Based Food Delivery Management System. *Proceedings of the 2018 International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering (IcoIESE 2018)*.
10. Wijegunaratna, K.P.S.G.G et al. (2022). Online Supermarket Web Application. *International Journal of Engineering and Management Research*, 12(6), 216–223.