

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА ПРИМІЩЕНЬ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У цій статті розглянуто поширені системи «розумних будівель», зокрема «розумних кампусів». На основі їхнього досвіду виділено ключові елементи, які повинні бути присутніми в додатку для моніторингу стану будівель та приміщень університету. Також, на основі отриманих даних розроблено технічні концепції, відсутні в проаналізованих додатках, які можуть бути корисними при розробці подібних систем для навчальних закладів.

Ключові слова: *Розумний університет, сервер, веб-сайт, моніторинг приміщень, Інтернет речей*

This article reviews common smart building systems, particularly smart campuses, and identifies key elements that should be present in an application for monitoring the condition of university buildings and premises based on their experience. Additionally, technical concepts not present in the analyzed applications were developed, which could be useful in developing such systems for educational institutions.

Key words: *Smart University, server, website, room monitoring, Internet of Things*

Постановка проблеми. Актуальність проблеми оперативного виявлення та вирішення оптимальних проблемних і аварійних ситуацій, що перешкоджають бізнес-процесам або загрожують життю та здоров'ю людей у приміщеннях, зросла з появою великих та комплексних будівель, спроектованих для розміщення великої кількості людей та виконання різноманітних функцій.

Це питання стосується, зокрема, офісів, будівель державних установ, торговельних центрів, університетів, розважальних комплексів тощо. Такі об'єкти можуть мати великі розміри, численні приміщення, складну структуру, технічні приміщення, що відвідуються не часто, а також приміщення, не розраховані на постійну присутність людей. Це ускладнює виявлення проблем через неможливість безперервного моніторингу стану приміщень.

Крім того, існує проблема складної комунікації між відвідувачами та персоналом, що може бути обумовлено фізичною віддаленістю та відсутністю ефективних засобів комунікації.

Університети зазвичай стикаються з більшістю перерахованих проблем, а їхня будівельна структура та приміщення мають різноманітний, нестандартизований вигляд, що ускладнює створення універсальних рішень.

Розробка систем, спрямованих на вирішення цих проблем з використанням технологій Інтернету речей, веб-сайтів, додатків та дистанційного зв'язку, є актуальним та перспективним напрямком, який потребує подальшого розвитку та досліджень.

Мета статті. Метою статті є розробка оптимальних характеристик систем моніторингу стану будівель та приміщень, вибір оптимальних технологій для реалізації ефективною системи, а також висвітлення нових технічних рішень на основі отриманої інформації, які можуть бути використані при розробці подібних інформаційних систем.

Результати аналізу готових подібних рішень. Було проаналізовано наступні додатки: Розумний кампус від Sònia Gudayol Marquès [1], Система пошуку шляхів в університеті STEERPATH [2], Smart Campus Sejong University [3], Mi Home [4], Citi Man [5], Things Board [6, 7], Azure IoT Central [8], Google IoT [9], сайт матеріально технічної бази ХДУ [10].

Більшість із цих систем реалізовані у вигляді окремих серверів та веб- або мобільних додатків, з якими взаємодіють користувачі для отримання даних з будь-якого місця. Системи, спеціалізовані на університетах, мають візуальну систему пошуку кімнат, де користувач може натискати на малюнок або 3D-об'єкт, що репрезентує приміщення. Кожна кімната має окрему сторінку з даними, наданими датчиками, розташованими в приміщенні.

Додатки, створені для власників приміщень, дозволяють користувачам самостійно додавати підтримувані системою датчики. Більшість систем включають роботу з датчиками температури, якості повітря, освітлення, присутності, споживання енергії та шуму. У окремих випадках системи відображають актуальну погоду у місцевості будівлі.

Сайт матеріально-технічної бази ХДУ містив такі системи:

- Набір статичних сторінок, створених вручну;
- Візуальну навігацію будівлею та поверхами за допомогою списків та двовимірних інтерактивних SVG-моделей;
- За задалегідь створеними скриптами для кожної сторінки, які керують інформаційними текстовими та схематичними елементами;
- Ручне створення діаграм для кожної сторінки з візуальною інформацією про поверх;
- Статичну сторінку з інформацією про факультети.

Оптимальна структура системи. Минула версія сайту матеріально-технічної бази ХДУ складалася з двох частин: користувацької частини у вигляді сайту та датчиків, під'єднаних до сервера, які надають доступ до інформації через API. Користувач отримував інформацію безпосередньо з API без попередньої обробки та фільтрації на сервері.

Такий підхід має декілька недоліків:

1. Користувачі отримують повний доступ до інформації з сервера на клієнтській частині, що підвищує ризики несанкціонованого доступу до певної інформації.
2. Збільшується навантаження на пристрій користувача через проведення обчислень та генерацію елементів на стороні клієнта.

Оптимальною структурою може бути:

- Датчики, під'єднані до одного або декількох серверів.
- Окремий серверний додаток, який генерує сторінки сайту та отримує й обробляє дані з датчиків.
- Користувацький інтерфейс у вигляді веб-сайту.

Додатково, за наявності ресурсів та потреби, можливе створення окремого мобільного додатку для збільшення швидкості отримання даних за рахунок задалегідь збереженого інтерфейсу на пристрої користувача.

Така структура дозволить користувачам з будь-якого пристрою та місця отримувати доступ до інформації про стан приміщень. Це може бути важливо для швидкого отримання даних про приміщення та вирішення проблем. У

випадку, якщо інформацію про кабінет хоче дізнатися студент, який знаходиться безпосередньо в приміщенні, оптимальним варіантом буде отримання доступу до інформації за допомогою мобільного пристрою.

Вибір оптимальних технологій на основі необхідних характеристик. Оскільки оптимальна структура системи передбачає сервер та сайт, вибір технологій обмежується тими, що прийняті в цих напрямках. Для конкретного рішення варто обирати технології з достатнім рівнем захисту для запобігання витоку даних та зламу системи, а також звертати увагу на популярність технологій для забезпечення можливості знайти спеціалістів для підтримки та доповнення системи.

Оригінальна система представляла собою сайт, написаний на HTML, CSS та JavaScript, який під'єднувався до датчиків за допомогою клієнтського скрипта на JavaScript. Вона не мала панелі адміністратора, можливості редагування даних, організованої бази даних, генерації сторінок тощо.

При обговоренні, плануванні та розробці було виявлено, що для веб-частини доцільно використовувати наступні технології через їхню популярність, кількість бібліотек, готових рішень та доступність спеціалістів:

- Стандартний набір HTML, CSS, JavaScript;
- Бібліотеку React;
- Бібліотеку Angular;
- Додаткові бібліотеки, розроблені для React або Angular.

Для серверної частини доцільно використовувати з огляду на попередні причини:

- Node.js;
- Java;
- .NET;
- PHP з популярною серверною бібліотекою.

При обговоренні конкретної реалізації серверної частини МТБ ХДУ науковий керівник запропонував використовувати Node.js через його популярність, велику кількість бібліотек та перспективність технології.

Для реалізації користувацької частини додатково до наявних технологій було додано бібліотеку React через велику кількість розробників, наявність бібліотек та перспективи розвитку технології.

Технічні концепції для навчальних закладів. На основі проаналізованих даних було розроблено концепції для систем розумних будівель, спрямованих на університети та інші навчальні заклади:

1. **Інтерактивна схема навчального закладу:** У наявному проекті МТБ ХДУ реалізована схема навчального закладу у вигляді інтерактивного 2D-малюнка. При натисканні на об'єкт (поверх, приміщення) користувач перенаправляється на інформаційну сторінку відповідного об'єкта. Це дозволяє користувачу краще розуміти розташування приміщення в просторі та швидше його знаходити при запам'ятовуванні розташування.

Оригінальна концепція включала набір статичних сторінок, створених програмістами вручну. Вона була доопрацьована, щоб дозволити створювати сторінки поверхів у зручній формі для користувачів без специфічної технічної освіти, що дозволяє делегувати адміністрування системи більшій кількості

людей. Також додано автоматичне генерування списків, які беруть інформацію з баз даних будівель, поверхів та приміщень.



Рис. 1. Інтерактивна візуальна схема університету. При наведенні курсору на поверх відображається його назва та факультети. При наведенні на список підсвічується поверх.

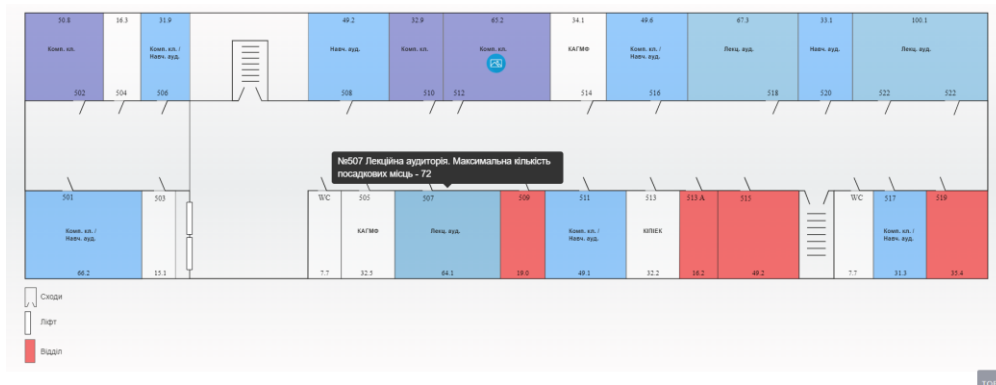


Рис. 2. Інтерактивна схема поверху. При наведенні на приміщення користувач отримує номер, тип та кількість посадкових місць. При натисканні відбувається перехід на сторінку приміщення.

2. **Діаграми посадкових місць:** У проекті реалізовано діаграму посадкових місць приміщення на сторінці головного об'єкта (будівлі, поверху), яка дозволяє швидше знаходити приміщення при плануванні подій та занять. Ця система була доопрацьована аналогічно першому пункту: інформація про назви приміщень та кількість посадкових місць береться автоматично з бази даних, заповненої адміністратором.

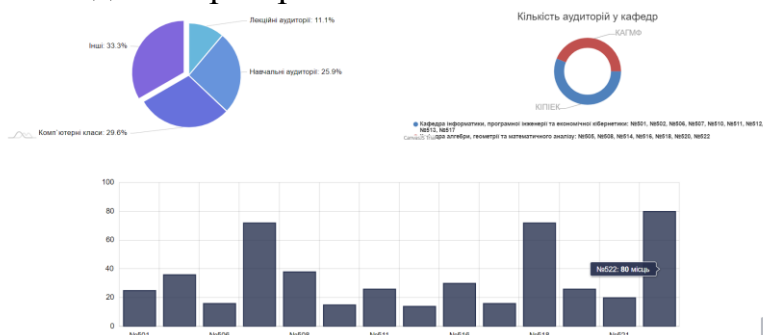


Рис. 3. Діаграми: співвідношення типів кімнат, співвідношення приміщень у кафедрах, кількість посадкових місць у приміщеннях.

3. **Система моніторингу пошкоджень:** При обговоренні розробки оновленої версії системи МТБ ХДУ науковий керівник запропонував концепцію системи моніторингу пошкоджень, включаючи наслідки війни. Лише довіреним

персонал університету має можливість доповнювати та редагувати список, щоб запобігти викривленню інформації. Кожен запис повинен містити:

- Назву проблеми;
- Опис проблеми;
- Фізичне розташування;
- Приблизну вартість вирішення;
- Фотографії та відеоролики.

При детальному плануванні, аналізі існуючих проектів та розробці системи концепція була доповнена можливістю обирати будівлю з вже існуючих у базі даних, що дозволить стандартизувати інформацію та розширити можливості роботи з базою даних. Також додано фільтр інформації за назвою та будівлею, сортування за сумою збитків та новизною додавання, що дозволить швидше знаходити необхідну інформацію.

Висновки. Системи розумних будівель є зручним інструментом для моніторингу стану будівель, оперативного виявлення та усунення проблем. Вони можуть допомагати у плануванні перебування в приміщеннях. Сторінки для публічного доступу можуть служити відвідувачам як довідник для швидкого пошуку необхідних приміщень (аудиторій, кафедр, лабораторій тощо).

Перспективи дослідження та розробки систем моніторингу стану будівель та приміщень навчальних закладів. Напрямок розумних приміщень є молодим, і кількість технологій, які можна використовувати, зростає щороку. Готових рішень для навчальних закладів мало, а ті, що існують, зазвичай розробляються на замовлення для конкретних університетів.

Створення універсальної системи може дозволити університетам, які не мають можливості розробляти власні рішення, отримати зручний інструмент як для персоналу, так і для студентів, зокрема для абітурієнтів та учнів молодших курсів, які ще не до кінця уявляють, де і що може знаходитися.

Такі системи можуть стати конкурентною перевагою університетів, справити позитивне враження на абітурієнтів та виділитися серед інших закладів. Системи розумних навчальних закладів є перспективним напрямком для стартапів та нових підприємств, оскільки ринок ще не до кінця сформований, а крупних гравців, з якими важко конкурувати, в цій ніші немає.

З іншого боку, такий проект може бути ризикованим, оскільки існує мало практичних підтверджень фінансового успіху подібних проектів, а витрати на оплату праці програмістів можуть не виправдати фінансових очікувань.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Дослідження можливостей розробки Smart Campus від Sònia Gudayol Marquès https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/89403/TFG_SoniaGudayol.pdf
2. STEERPATH <https://steerpath.com/>
3. Smart Campus Sejong GitHub repository <https://github.com/seslab-sju/Smart-Campus-Sejong-University>
4. Mi Home
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.xiaomi.smarthome&hl=uk&gl=US>
5. CitiMan by Dhyan Networks and Technologies
<https://www.dhyan.com/solutions/smart-city-central-management-system/>
6. ThingsBoard website <https://thingsboard.io/>

7. ThingsBoard Cloud <https://thingsboard.cloud/>
8. Microsoft Azure <https://azure.microsoft.com/>
9. Google IoT <https://cloud.google.com/iot-core>
10. Аналітична система матеріально-технічної бази Херсонського Державного Університету - <http://info.kspu.edu/>
11. Самчинська, Я., & Вінник, М. (2013). ПРОСУВАННЯ Й РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ. Збірник наукових праць "Information Technologies in Education" (ITE), (15), 210–220. <https://doi.org/10.14308/ite000409>
12. Kasumi, Rebecca & Yinka, & Chidinma, Abe. (2024). The Role and Applications of Internet of Things (IoT) in higher education: Uses and ways IoT affects students' learning. International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation. 5. 243-249. https://www.researchgate.net/publication/379178834_The_Role_and_Applications_of_Internet_of_Things_IoT_in_higher_education_Uses_and_ways_IoT_affects_students'_learning

Науковий керівник кандидат педагогічних наук, доцент Вінник М.О.