

### Розділ 3. Прикладні соціокомунікаційні технології (Part 3. Applied Communication Technologies)

<https://doi.org/10.31516/2410-5333.063.091>

УДК 004.89:02:001.891](045)

**О. О. Борисов**

аспірант, кафедра цифрових комунікацій та інформаційних досліджень,

Харківська державна академія культури, м. Харків, Україна

oo.borysov@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7508-2213>

#### **КОМПАРАТИВНИЙ АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ІНТЕГРАЦІЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ У СУЧАСНІЙ БІБЛІОТЕЧНО- ІНФОРМАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ**

Надано базові визначення, принципи та концепцію технології Інтернету речей. Проаналізовано приклади чинних підходів до інтеграції сучасних технологій та засобів Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне середовище країн світу. Досліджено можливості кожної з проаналізованих реалізацій, а також виявлено їхні обмеження, зумовлені обраними підходами до впровадження. За результатами емпіричного аналізу сформульовано переваги та недоліки реалізованих підходів, які потребують коригувань, а також подальших досліджень у контексті оптимізації процесу та розробки уніфікованої методології модульного впровадження сучасних технологій у бібліотечно-інформаційне середовище з метою підвищення якості обслуговування користувачів, створення оптимальних умов зберігання фондів і скорочення витрат на обслуговування закладу.

**Ключові слова:** *Інтернет речей, IoT, бібліотечно-інформаційне середовище, бібліотечно-інформаційне виробництво, розумна бібліотека.*

**O. Borysov**

postgraduate student, Department of Digital Communications and Information

Research, Kharkiv State Academy of Culture, Kharkiv, Ukraine

#### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPROACHES TO THE INTERNET OF THINGS INTEGRATION IN MODERN LIBRARY AND INFORMATION ACTIVITY**

**The purpose of the article is** to contribute to the development of optimized and balanced approaches to implementing the Internet of Things technologies in library and information production by analyzing and systematizing current approaches for the identification of their advantages and disadvantages as well as for the specification of potential directions for further scientific exploration.

**The methodology** of the research includes the methods of generalization and sources analysis.

**The results.** Both advantages and disadvantages of the systems under research were identified due to the performed analysis of general approaches to the implementation of specific technologies and means of the Internet of Things. Insufficient integration

1 This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

between the considered realizations and approaches to the Internet of Things technologies with the information system of libraries ranks among the main disadvantages. The conclusion concerning the absence of centralized management in each direction of the establishment activity demonstrated the necessity to discuss several key factors that require additional in-depth study, elaboration and implementation of the basic principles for creating IoT-enabled automation systems for libraries.

**The scientific novelty** lies in the attempt to analyze common approaches to the application of the innovative Internet of Things technologies in the information environment of world-famous and national libraries.

**The practical significance.** Studying both advantages and disadvantages of the existing principles in designing automation systems performance of the institution will promote independent and innovative development for the functionality and power of the IoT-enabled automated system in the library and information environment.

**Keywords:** *Internet of Things, IoT, library and information environment, library and information production, smart library.*

**Постановка проблеми.** Проблема, що виникає в процесі впровадження технологій Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне середовище, полягає в невизначеності оптимальних методів та підходів для інтеграції цих інноваційних технологій у бібліотечну практику. Це ускладнює адаптацію бібліотеки до сучасних вимог користувачів і призводить до недостатньої відповідності забезпечення якості інформаційних послуг. Нині існує кілька різних підходів щодо впровадження Інтернету речей у бібліотечно-інформаційний сектор. Однак не всі з них є ефективними або універсальними для різних типів бібліотек та інформаційних ресурсів. Відповідно, виникає потреба у проведенні аналізу чинних підходів з метою виявлення їхніх переваг та недоліків, а також розробки рекомендацій для поліпшення процесу інтеграції технологій Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне середовище.

**Мета статті** — здійснити узагальнення досвіду та розкриття основних проблем впровадження технологій Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне середовище.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблему впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних та вебтехнологій технологій у бібліотечно-інформаційну структуру досліджували такі українські науковці, як О. Мар'їна, О. Воскобойнікова-Гузева, С. Назаровець, К. Лобузїна, а також зарубіжні фахівці — Дж. Хан, М. Мохаммаді, С. Ліан та ін. Ступінь інтеграції технологій та засобів Інтернету речей з виробничою та побутовою сферами діяльності людини невпинно зростає, що зумовлює стале підвищення ефективності виробництва, зниження поточних витрат, спрощує керування усіма поточними процесами. Зважаючи на швидкий розвиток інформаційних технологій та зростання вимог користувачів до інформаційних послуг, дослідники і практики звертаються до аналізу можливостей та викликів, що

пов'язані з упровадженням Інтернету речей у бібліотечний сектор. Світові науковці та бібліотечні працівники активно ведуть дослідження багатьох аспектів впровадження Інтернету речей, зокрема автоматизації бібліотечних процесів, поліпшення системи керування ресурсами, оптимізації досвіду користувачів, забезпечення оптимальних умов зберігання бібліотечних фондів, інтеграції з іншими інформаційними системами та забезпечення захисту даних. Водночас у науковій літературі існують дослідження, присвячені окремим аспектам упровадження технологій Інтернету речей у бібліотеки. Проте комплексного аналізу підходів та розробки єдиної методології ще недостатньо. Тому стан розробленості цієї проблеми потребує подальшого наукового дослідження та систематизації чинних підходів, що сприятиме розробці ефективних методів впровадження технологій Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне середовище.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У сучасному світі технологій та інформації бібліотеки продовжують адаптуватися до вимог часу, розширюючи свою роль та функції для задоволення потреб користувачів. Однією з ключових тенденцій розвитку бібліотечно-інформаційного середовища є впровадження технологій та засобів Інтернету речей. «Інтернет речей (англ. Internet of Things, IoT) — концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв, які мають вбудовані давачі, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу й обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами за допомогою стандартних протоколів зв'язку. Окрім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові чи бездротові мережі. Ці взаємопов'язані пристрої мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів» (Бугера, 2018). Упровадження IoT у бібліотеках відкриває нові можливості для автоматизації процесів, поліпшення обслуговування користувачів та має певний позитивний економічний ефект.

Аналіз сучасних підходів упровадження технологій та засобів Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне середовище дозволяє виявити переваги й недоліки, а також визначити потенційні напрями для подальших наукових розвідок. Дослідницьку увагу привертають такі аспекти, як: системи автоматичного контролю доступу, розумні засоби зв'язку, автоматизоване управління середовищем, рекомендаційні системи, моніторинг використання ресурсів, поліпшення обслуговування користувачів, бібліотечні аналітика та Big Data, а також енергоефективність та сталий розвиток.

Упровадження сучасних технологій у бібліотечно-інформаційне середовище допомагає створювати можливості для втілення інновацій у роботу закладу. Застосування IoT-технологій дозволяє бібліотекам підвищити якість своїх послуг, стати ефективнішими та забезпечити комфортніше середовище для своїх користувачів. Водночас IoT створює також нові виклики, пов'язані з питаннями безпеки, приватності та етики, які потребують уважного аналізу й розробки відповідних стратегій.

У контексті цього дослідження слід зосередити увагу на різних підходах до впровадження технологій Інтернету речей у бібліотечно-інформаційне виробництво, їхніх перевагах і недоліках, а також перспективах розвитку в цьому напрямі. Крім того, викликають зацікавлення приклади успішної інтеграції IoT-технологій у практику роботи бібліотек та досвід провідних дослідників та практиків у цій галузі. Слід зазначити, що дослідження підходів до впровадження Інтернету речей у сучасні бібліотеки є актуальним та важливим завданням, яке сприяє пошуку оптимальних рішень для підвищення ефективності їхньої роботи, задоволення потреб користувачів.

Упровадження IoT-технологій у системи контролю доступу до бібліотеки та її ресурсів дозволяє створювати безшовний й ефективний процес автентифікації для користувачів. Системи автоматичного контролю доступу можуть використовувати радіочастотні мітки, сенсори або смарт-карти для ідентифікації користувачів і контролю їхнього доступу до різних зон або ресурсів бібліотеки. Так, наприклад, Бібліотека КПІ впровадила та успішно використовує рішення на базі технології радіоідентифікації (RFID, англ. Radio Frequency Identification). Завдяки реалізації системи на базі цієї технології та її інтеграції в автоматизовану бібліотечну систему ALEPH, яка вже використовується в закладі, користувачі отримують такі переваги, як: можливість особисто здійснювати пошук видання, перегорнути сторінки обраних з полиць видань, пересуватися з ними по бібліотеці, користуючись зручною системою знаходити потрібні публікації з-поміж 2 млн 600 тис. екземплярів. Визначити приблизне місцезнаходження необхідної відвідувачу книги або журналу можливо завдяки розміщеним на примірниках радіоідентифікаційним міткам і програмному забезпеченню. Також використання цієї системи дозволяє користувачеві особисто видавати собі потрібну літературу на формуляр читача, використовуючи термінал самообслуговування. Під час самостійної видачі книжок в обладнання радіоідентифікації можуть додаватися електронні записи щодо отримання дозволу на внос примірника з приміщень бібліотеки. Таким же чином читачі мають можливість повернути видані книги (Бібліотека КПІ, б.д.).

Аналогічна система використовується в Регіональних бібліотеках Бандабєрга (штат Квінсленд, Австралія). У цьому разі також реалізовано

поєднання технологій радіочастотної ідентифікації об'єктів та системи інтерактивного оберту фонду (Schipper, 2021). Результатом такого поєднання є створення автоматизованої системи бронювання, видачі та повернення книг читачами, що дозволяє здійснювати всі зазначені операції за допомогою сенсорного екрану, а самі екземпляри бібліотечного фонду ідентифікувати завдяки використанню RFID-маяків, які розміщені на кожному при-мірнику.

До недоліків реалізованих систем можна віднести необхідність використання лише спеціалізованих терміналів із вбудованими модулями читання та запису даних за технологією RFID. Окрім підвищення загальної вартості обладнання та його обслуговування, це призводить до обмеження доступної території користування зонами розташування терміналів та не надає можливості для відстеження місцезнаходження читача у приміщеннях бібліотеки. Задіяння технологій локації об'єктів у приміщенні з використанням можливостей наявних локальних мереж стандарту IEEE 802.11 (Wi-Fi) (Hahn, 2017), створення мережі енергоефективних bluetooth-маяків на базі BLE (Bluetooth Low Energy) (Назаровець & Кулик, 2017) або ж поєднання цих двох технологій призведе до значного підвищення ефективності навігації в приміщенні бібліотеки у спеціалізованому програмному додатку на мобільному пристрої користувача. Можливе кратне скорочення кількості терміналів завдяки переміщенню користувацького інтерфейсу самообслуговування в спеціалізований додаток на мобільному пристрої читача. Додатково з'являється можливість передачі на пристрій відвідувача сповіщень, оголошень або іншої корисної інформації в разі ідентифікації його в зоні дії цих мереж.

Рекомендаційні системи є важливим інструментом, який допомагає користувачам знайти відповідні ресурси на основі їхніх інтересів та попереднього досвіду. У бібліотечно-інформаційному виробництві рекомендаційні системи є корисними для підтримки користувачів у процесі відбору книг, статей, фільмів, музики та інших матеріалів. Використання таких систем значно покращує користувацький досвід та сприяє розвитку особистих інтересів і навичок. Рекомендаційні системи використовують статистичні дані, що були накопичені автоматизованою бібліотечною системою за попередній період. Для аналізу даних можуть бути використані як прості математичні моделі, так і найсучасніші підходи з використанням штучного інтелекту, оснований на принципах нейронних мереж, яким притаманні властивості самонавчання.

Дж. Хан, бібліотекар з Університету Іллінойсу в Урбані-Шампейні, розробив рекомендаційну систему, відому як «Library Use Recommender» («Рекомендаційна система використання бібліотеки»). Ця система була

створена з метою поліпшення користувацького досвіду та забезпечення персоналізованих рекомендацій для студентів та інших користувачів бібліотеки. Алгоритми роботи Рекомендаційної системи використання бібліотеки базуються на історії попередніх записів транзакцій фондів, таких як: позичання книг, статей та електронних ресурсів, для виявлення схожих інтересів між користувачами. За допомогою алгоритмів машинного навчання та колаборативної фільтрації система аналізує ці дані й формує рекомендації на основі схожості між користувачами та ресурсами.

Одним із ключових аспектів рекомендаційної системи Дж. Хана є її інтеграція з мобільним додатком «Minerva» та системою навігації в приміщеннях бібліотеки, що базуються на використанні можливостей наявного мережевого обладнання бібліотеки. Користувачі можуть отримувати персоналізовані рекомендації на своїх смартфонах або планшетах, що дозволить їм швидко і зручно знайти цікаві ресурси навіть поза стінами бібліотеки (Hahn, 2018).

Беззаперечними перевагами такої системи є значно ефективніший пошук у базі даних автоматизованої бібліотечної інформаційної системи матеріалів за тематикою запиту, а також комфортніше орієнтування користувачів у приміщеннях у процесі пошуку екземплярів на стелажах. Важливою особливістю в роботі системи є постійне накопичення статистичних даних в автономному режимі, що сприяє постійному виникненню нових логічних зв'язків для створення найточніших рекомендацій. Однак рекомендаційна система має деякі недоліки: вона дозволяє визначати локацію лише користувача, але не може виявити точне поточне місцезнаходження книг, журналів тощо; не використовує можливості інтеграції з іншими інформаційними та інтерактивними системами, такими як: стенди самообслуговування, система сповіщень, система контролю клімату тощо.

Однією з найважливіших проблем бібліотек є керування системою клімат-контролю та стану середовища. Так, температурно-вологісний режим, хімічне забруднення повітря, освітленість — усі ці фактори зумовлюють ступінь впливу часу на стан бібліотечних фондів. Керування провітрюванням, раціональним опалюванням, використанням засобів зволоження й осушення повітря і контроль наявності небажаних хімічних речовин у повітрі для дотримання оптимальних умов зберігання фізичних екземплярів, що зберігаються у приміщеннях, мають суттєвий вплив на стан бібліотечних фондів (Ярута & Асеев, 2022).

Усі сучасні бібліотеки обладнані засобами підтримання оптимальних умов зберігання. Головним недоліком більшості систем контролю середовища можна вважати їхню ізольованість від інформаційної інфраструктури бібліотеки, що обмежує можливості інтеграції в централізоване керування роботою закладу. Задіяння можливостей технологій та засобів Інтернету

речей, зокрема сучасних мікроконтролерів, одноплатних комп'ютерів, серверів обробки даних, давачів, мережевого обладнання та виконавчих механізмів для підтримки середовища в оптимальному для зберігання стані, дозволяє автоматизувати ці процеси. Автоматизація цих процесів унеможливує людські помилки, вивільняє час працівників на виконання інтелектуальної роботи, знижує енергозатрати на опалення чи охолодження приміщень завдяки постійній поточній корекції параметрів середовища. Логіка та алгоритми роботи системи давачів і виконавчих механізмів дозволяють знизити гістерезис ключових факторів, що має вирішальне значення для підвищення енергоефективності.

**Висновки.** Аналіз найпоширеніших підходів упровадження технологій та засобів Інтернету речей дозволив виявити не тільки переваги, а й недоліки кожної з досліджених систем. Одним із головних недоліків усіх розглянутих реалізацій та підходів є недостатня інтеграція між собою та інформаційною системою бібліотек. Відсутність централізованого керування кожним аспектом роботи закладу створює декілька ключових факторів, що потребують додаткового дослідження та розробки базових принципів організації систем автоматизації роботи бібліотек.

**Перспективи подальших досліджень.** Усунення недоліків чинних принципів проектування систем автоматизації роботи закладу має врахувати усі аспекти діяльності бібліотечно-інформаційного виробництва, базуючись водночас на принципах модульності системи для можливості покрокового, незалежного нарощування функціональності та потужності автоматизованої системи. Використання принципів модульності дозволяє створити глибоко інтегровану інформаційну систему з єдиним центром керування зі стандартизованим інтерфейсом, що скорочує видатки на адміністрування та обслуговування такого рішення. За результатами аналізу оглянутих реалізацій запропоновано можливі напрями вдосконалення процесів та можливостей інтеграцій, які впроваджуються, що відображено у блок-схемі «Базова топологія IoT-інфраструктури сучасної бібліотеки». Додатково виокремлено потенційне навантаження на канали зв'язку, взаємодію пристроїв між собою та між користувачами. Під час розробки концепції, відображеної на рис. 1, окрему увагу приділено виникненню небезпечних каналів обміну даними, на що слід зважати в процесі проектування програмних засобів конкретної реалізації.

Важливо зазначити, що, попри доволі значні фінансові затрати на розробку та впровадження систем автоматизації із задіянням технологій та засобів Інтернету речей, довгостроковий позитивний економічний ефект приводить до швидкої самоокупності та вивільнення додаткових ресурсів. Це можливе в результаті зниження витрат на обслуговування закладу, підвищення енергоефективності будівлі та вивільнення людського ресурсу.



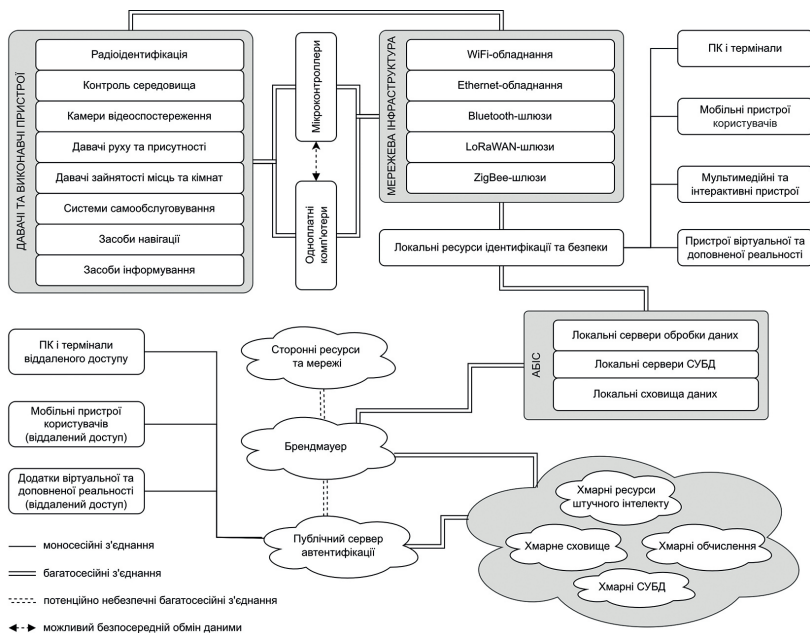


Рис. 1. Базова топологія IoT-інфраструктури сучасної бібліотеки

### Список посилань

- Бібліотека КПІ. (б.д.). *RFID-технології в Бібліотеці КПІ*. Науково-технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Отримано Березня 29, 2023 з <https://www.library.kpi.ua/rfid-tehnologiyi-v-bibliotetsi-kpi/>
- Бугера, О. (2018). Інтернет речей та запобігання злочинності. *Кримінологія*, 6, 295.
- Назаровець, С., & Кулик, Є. (2017). Бібліотека 4.0: технології та сервіси майбутнього. *Бібліотечний вісник*, 5 (241), 7.
- Ярута, В. О., & Асєєв, Г. Г. (2022). Проблеми зберігання бібліотечних фондів. *Вісник Харківської державної академії культури*, 62, 61–71.
- Hahn, J. (2017). The Internet of Things: mobile technology and location services in libraries. *Library technology reports*, 53 (1), 1–27.
- Hahn, J. (2018). Bibliotelemetry of information and environment: Evaluation of an IoT-powered recommender system. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 55 (1), 151–160.
- Schipper, A. (2021). Smartshelf simplifies book returns at Gin Gin Library. *Bundaberg Now delivers free good news*. <https://www.bundabergnow.com/2021/02/12/smartshelf-simplifies-book-returns-at-gin-gin-library/>



---

## References

- Kyiv Polytechnic Institute Library. (n.d.). *RFID-technologies in the KPI Library*. H. I. Denysenko Scientific and Technical Library of the National Technical University of Ukraine “Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute”. Retrieved March 29, 2023 from <https://www.library.kpi.ua/rfid-tehnologiyi-v-bibliotetsi-kpi/> [In Ukrainian].
- Buhera, O. (2018). Internet of Things and crime prevention. *Kryminolohtia*, 6, 295. [In Ukrainian].
- Nazarovets, S., & Kulyk, Y. (2017). Library 4.0: next generation services and technologies. *Bibliotechnyi visnyk*, 5 (241), 7. [In Ukrainian].
- Yaruta, V., & Asieiev, H. (2022). Storage problems of library collections. *Visnyk of Kharkiv State Academy of Culture*, 62, 61–71. [In Ukrainian].
- Hahn, J. (2017). The Internet of Things: mobile technology and location services in libraries. *Library technology reports*, 53 (1), 1–27. [In English].
- Hahn, J. (2018). Bibliotelemetry of information and environment: Evaluation of an IoT-powered recommender system. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 55 (1), 151–160. [In English].
- Schipper, A. (2021). Smartshelf simplifies book returns at Gin Gin Library. *Bundaberg Now delivers free good news*. <https://www.bundabergnow.com/2021/02/12/smartshelf-simplifies-book-returns-at-gin-gin-library/>. [In English].

Надійшла до редколегії 21.03.2023