

## БІБЛОМЕТРИЧНИЙ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В БІЗНЕСІ

**Захаркіна Л.С.**, к.е.н, доцент, доцент кафедри фінансів і підприємництва,  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

[l.zaharkina@finance.sumdu.edu.ua](mailto:l.zaharkina@finance.sumdu.edu.ua)

<http://orcid.org/0000-0003-1002-130X>

**Охрімчук Є.І.**,

аспірант кафедри фінансів і підприємництва,

Сумський державний університет, м. Суми, Україна

[Okhrimchuk.evg@gmail.com](mailto:Okhrimchuk.evg@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-5120-276X>

У статті відображено результати обробки бібліографічних даних представлених у базі даних Scopus, відфільтрованих з використанням ключових слів "Internet of Things" та "Business". Головною метою дослідження є аналіз наукових публікацій, розгляд їх структури та оцінка їх динаміки з використанням інструменту для візуалізації даних VOSviewer. Цей бібліографічний аналіз має на меті за допомогою візуалізації полегшити розуміння опрацьованого матеріалу. Загалом під час проведеного дослідження було проаналізовано дані 6108 наукових публікацій. Періодом активного нарощення публікаційної активності є проміжок 2010-2019 років, коли майже кожного року спостерігалось значне збільшення загальної кількості робіт. Після зіткнення з труднощами в обличчі пандемії COVID-19 у 2020 році вперше відбувся спад публікаційної активності, але показники початку 2021 року прогнозують відновлення курсу на збільшення кількості робіт у даній області. Над дослідженнями цієї теми працюють фахівці зі 112 країн світу, але не дивлячись на кількісні показники опублікованих матеріалів, країнами-лідерами є Америка, Китай та Великобританія. На основі аналізу ключових слів стала можливість виділити основні трендові напрямки досліджень, а саме: хмарні обчислення, управління інформацією, безпека мережі, Індустрія 4.0 тощо. У роботі згенеровано модель візуального відображення значимості ключових слів та їх зв'язок один з одним. Результатом аналізу стала побудова кластерної моделі та виділення шести основних напрямків дослідження технології Інтернету речей. Встановлено, що більшість наукових праць з даної тематики присвячені наступним темам: застосування технологій у сфері виробництва та управління; дослідженню зв'язку та проблем енергоефективності; роботі у мережі Інтернет; використанню хмарних технологій та роботи з масивами даних; вирішенню питань безпеки та захисту особистих даних; технологіям Smart (розумні будинки та пристрої). Завдяки практичним інструментам візуалізації даних можливо не лише моніторити трендові напрямки, а й знаходити проблемні та найбільш невивчені області досліджень.

**Ключові слова:** Інтернет речей, бізнес, бібліометричний аналіз, візуалізаційний аналіз

DOI: 10.21272/1817-9215.2021.1-34

### ВСТУП

Сучасне життя є неможливим без використання цифрових технологій, без їх прямого впливу на більшість процесів, будь то робота чи повсякденна рутинна, технології переслідують нас усюди. Тема Інтернету речей (IoT) сьогодні є надактуальною. Так, завдяки цифровому розвитку людство має можливість підключення до мережі будь-якого пристрою необхідного для виконання поставленої задачі. Цей процес став своєрідною основою для розвитку Інтернету речей, особливо зараз, коли COVID-19 дестабілізував роботу тисяч різних галузей у всьому світі, використання та вдосконалення технологій дозволило суспільству не тільки не загальмувати, а й просунути вперед. Сьогодні технології IoT впроваджуються в усі сфери бізнесу: від відносно простого сільськогосподарського обладнання до найскладніших систем таких як біосенсори у сфері медицини.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Розвиток технології Інтернету речей наразі є об'єктом досліджень великої кількості як зарубіжних, так і вітчизняних науковців та підприємців. Дослідженням Інтернету речей як однієї з головних складових Індустрії 4.0 займаються такі вітчизняні вчені як Мельник Л. Г., Дегтярева І. Б., Скіцько В. І., Опанасюк В. В. Технологія Інтернету речей активно розвивається, постійно з'являються нові

інструменти та механізми її застосування, що мотивує вчених до активних дослідницьких дій. Можна відмітити, що кількість публікацій присвячених ринку IoT технологій, з кожним роком невідмінно зростає, що, у свою чергу, демонструє помітне збільшення інтересу до даної теми.

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Головною метою дослідження є аналіз наукових публікацій, розгляд їх структури та оцінка їх динаміки з використанням інструменту для візуалізації даних VOSviewer.

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для забезпечення адекватної оцінки поточного стану досліджень в області Інтернету речей в бізнесі використовувалися інструменти для виконання бібліометричного та візуального аналізу. Для пошуку бібліометричних даних у цьому дослідженні були встановлені наступні параметри пошуку:

1. Для наукового аналізу була обрана база даних Scopus, так як вона є однією з найбільш авторитетних у науковому співтоваристві, а також надає можливість у необхідному обсязі завантажувати бібліографічні дані.

2. Для пошуку необхідних для аналізу матеріалів було використано функцію розширеного пошуку за наступними параметрами: ключові слова для пошуку: "Internet of Things" AND "Business"; Languages: All languages; Document type: article, conference paper, book chapter, book; Year: з року першої публікації до 20 січня 2021 року.

Для візуалізації отриманих результатів та виявлення недостатньо досліджених і проблемних областей аналізованих документів використовувалося програмне забезпечення VOSviewer (програмний інструмент для створення карт на основі даних з мережі для їх візуалізації та аналізу) [1].

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У першу чергу було проаналізовано публікаційний тренд за тематикою Інтернету речей в бізнесі. З моменту випуску першої публікації і до 20 січня 2021 року для аналізу даних було зібрано 6104 наукових роботи. Розподіл активності їх публікації за роками зображено на рисунку 1.

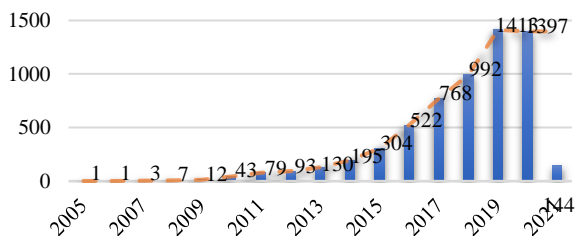


Рисунок 1 – Динаміка кількості публікацій за тематикою Інтернет речей у бізнесі за 2005-2021 роки (побудовано авторами на основі бази даних Scopus)

Згідно з даними, наведеними на рисунку 1, тематика Інтернету речей в бізнесі щороку до 2020 демонструвала позитивну тенденцію до збільшення кількості

публікацій. Активне зростання почалося з 2010 року та щороку, окрім 2012 і 2020 показувало приріст понад 30%. Однак у 2020 році можна відзначити зниження показника публікаційної активності, це можна пояснити раптовим спалахом COVID-19, який значно вплинув на темпи розвитку досліджень в усіх областях. Однак варто відзначити високий темп збільшення кількості публікацій на початку 2021 року, що свідчить про відновлення інтересу до тематики Інтернету речей у бізнесі.

Згідно аналізу бібліометричних даних бачимо, що свої дослідження опублікували вчені з 112 країн світу. Для більшого розуміння ситуації, за допомогою VOSviewer побудовано карту відносин між ними (type of analysis: co-authorship; unit of analysis: countries), у якій розмір кола на рисунку 2 відображає кількість публікацій у країні, а товщина ліній, що з'єднує їх безпосередньо вказує на кількість робіт у співавторстві. На зображенні (рис. 2) представлені 79 країн, мінімальне число публікацій в яких перевищила 5.

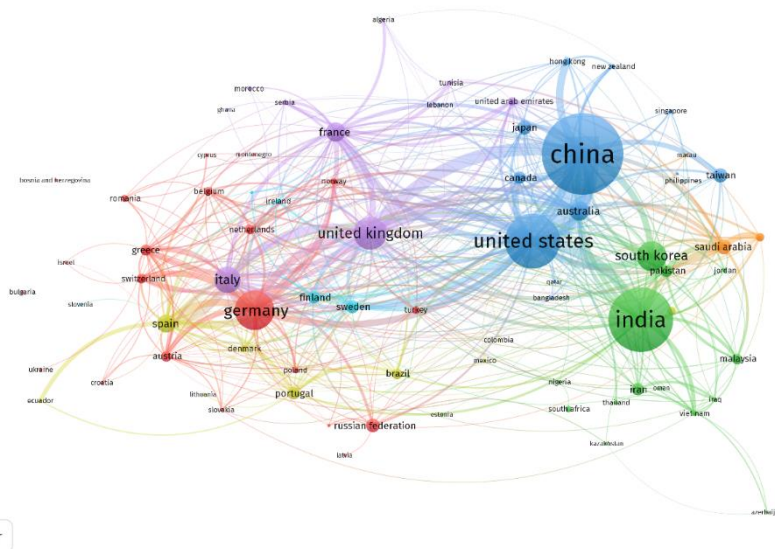


Рисунок 2 – Візуалізація мережі досліджень за тематикою Інтернет речей у бізнесі між країнами (побудовано авторами на основі бази даних Scopus за допомогою VOSViewer1.6.16)

Якщо розглядати "Total link strength", який залежить від рівня від рівня взаємодії дослідників з різних країн, тоді країни будуть розташовані в наступному порядку: 1) Сполучені Штати Америки (556) є світовим науковим лідером та має найбільше зв'язків з іншими країнами; 2) Китай (496), лідер за кількістю публікацій, але все ще відстає через недостатню якість робіт; 3) Великобританія (437), будучи батьківщиною одних з найбільш престижних університетів світу, як і раніше зберігає лідируючі позиції в науці.

Для більш детального аналізу складено список (табл. 1), у якому здійснено порівняння країни за загальною кількістю публікацій на тематику Інтернету речей у бізнесі.

У таблиці 1 представлені 10 країн з найбільшою кількістю публікацій в області Інтернету речей у бізнесі. Найбільш продуктивним в плані кількості робіт є Китай з 1179 публікаціями, у той же час США маючи на 500 робіт менше перевершують перших за загальною кількістю цитування. З іншого боку якщо порівнювати якість опублікованих робіт можна зазначити, що Індія, перебуваючи на 2-му місці за їх кількістю має практично однакове число цитування тексту що й Італія, у якої в 3 рази менше публікацій.

Таблиця 1 – Топ 10 провідних країн за кількістю публікацій за тематикою Інтернету речей у бізнесі за 2005-2021 (складено на основі бази даних Scopus)

Позиція	Країна	Загальна кількість публікацій	% від загальної кількості	Всього цитувань	% від загальної кількості
1.	Китай	1179	19.3	11902	17.93
2.	Індія	878	14.4	4609	6.94
3.	США	701	11.5	12480	18.80
4.	Німеччина	478	7.8	5775	8.70
5.	Великобританія	378	6.2	5692	8.57
6.	Південна Корея	337	5.5	3576	5.39
7.	Італія	289	4.7	4254	6.41
8.	Австралія	196	3.2	3614	5.44
9.	Франція	190	3.1	1821	2.74
10.	Іспанія	175	2.9	1355	2.04

Результати аналізу десяти журналів з найбільшою кількістю опублікованих статей в області Інтернету речей в бізнесі представлені у таблиці 2, аналіз даних якої дає зрозуміти, що більшість публікацій у сфері Інтернету речей публікуються журналами Нідерландів та США. Однак варто зазначити, що велика їх частина опублікована в другому кварталі (Q2), лише три журнали, а саме «Multimedia Tools And Applications», «IEEE Access», «IEEE Internet Of Things Journal» відносяться до Q1, а журнал з найбільшою кількістю публікацій (282 статей) «Wireless Personal Communications» і зовсім відноситься до категорії Q3. Також більшість видань мають низький SCImago Journal Rank (індикатор рейтингу журналу, оснований на даних про цитування), лише «IEEE Internet Of Things Journal» має високе значення даного показника (2.61).

Таблиця 2 – Топ 10 журналів за кількістю опублікованих статей за тематикою Інтернету речей у бізнесі за 2005-2021 (складено на основі бази даних Scopus)

Позиція	Журнал	Країна	Q/SJR	Кількість опублікованих статей	Кількість цитувань	Цитувань на 1 публікацію
1.	<i>Wireless Personal Communications</i>	Нідерланди	Q3/0.29	282	1671	5.93
2.	<i>Journal Of Supercomputing</i>	Нідерланди	Q2/0.43	162	1506	9.30
3.	<i>Cluster Computing</i>	Нідерланди	Q2/0.41	135	941	6.97
4.	<i>Multimedia Tools And Applications</i>	Нідерланди	Q1/0.46	131	942	7.19
5.	<i>Mobile Networks And Applications</i>	Нідерланди	Q2/0.57	111	646	5.82
6.	<i>Wireless Networks</i>	Нідерланди	Q2/0.48	109	1236	11.34
7.	<i>Peer To Peer Networking And Applications</i>	США	Q2/0.48	79	535	6.77
8.	<i>IEEE Access</i>	США	Q1/0.78	54	606	11.22
9.	<i>Journal Of Medical Systems</i>	США	Q2/0.69	41	965	23.54
10.	<i>IEEE Internet Of Things Journal</i>	США	Q1/2.61	39	1132	29.03

Аналіз журналів за середньою кількістю цитувань статей показав, що лише чотири з них мають показник понад 10 на публікацію, це «IEEE Internet Of Things Journal» (29.03), «Journal Of Medical Systems» (23.54), «Wireless Networks» (11.34) і «IEEE Access» (11.22).

У таблиці 3 представлені 10 найбільш цитованих публікацій, які відносяться до Інтернету речей у бізнесі.

Таблиця 3 – 10 найбільш цитованих статей у галузі бізнесу та Інтернету речей за 2005-2021 (складено авторами на основі бази даних Scopus)

Позиція	Автор/Пік	Країни дослідників	Назва статті	Журнал	Всього цитувань
1.	Lee I., Lee K. (2015)	2 США	The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises	<i>Business Horizons</i>	891
2.	Li S., Xu L.D., Zhao S. (2015)	1 Китай 1 США 1 Великобританія	The internet of things: a survey	<i>Information Systems Frontiers</i>	777
3.	Whitmore A., Agarwal A., Da Xu L. (2015)	3 США	The Internet of Things—A survey of topics and trends	<i>Information Systems Frontiers</i>	721
4.	Palattella M.R., Dohler M., Grieco A., Rizzo G., Torsner J., Engel T., Ladid L. (2016)	3 Люксембург 1 Великобританія 1 Італія 1 Швейцарія 1 Фінляндія	Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models	<i>IEEE Journal on Selected Areas in Communications</i>	646
5.	Jing Q., Vasilakos A.V., Wan J., Lu J., Qiu D. (2014)	4 Китай Австралія	Security of the Internet of Things: perspectives and challenges	<i>Wireless Networks</i>	616
6.	Perera C., Zaslavsky A., Christen P., Georgakopoulos D. (2014)	1 Великобританія 3 Австралія	Sensing as a service model for smart cities supported by Internet of Things	<i>Transactions on Emerging Telecommunications Technologies</i>	563
7.	Xu L.D., Xu E.L., Li L. (2018)	3 США	Industry 4.0: State of the art and future trends	<i>International Journal of Production Research</i>	545
8.	Guinard D., Trifa V., Karnouskos S., Spiess P., Savio D. (2010)	2 Великобританія 3 Німеччина	Interacting with the SOA-based internet of things: Discovery, query, selection, and on-demand provisioning of web services	<i>IEEE Transactions on Services Computing</i>	544
9.	Gretzel U., Sigala M., Xiang Z., Koo C. (2015)	2 США 1 Австралія 1 Північна Корея	Smart tourism: foundations and developments	<i>Electronic Markets</i>	445
10.	Bi Z., Xu L.D., Wang C. (2014)	2 США 1 Китай	Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing	<i>IEEE Transactions on Industrial Informatics</i>	393

Для проведення аналізу ключових слів, за допомогою VOSviewer побудовано карту зв'язків між ними (type of analysis: co-occurrence; unit of analysis: all keywords). Після завантаження даних було ідентифіковано 29405 ключових слів, для зменшення їх кількості встановлено мінімальний поріг повторюваності ключового слова – 30. Також були вилучені близькі за значенням слова, або ж слова-дублікати (наприклад Internet of things - IoT, Human - Humans). У результаті отримано 332 ключових слова для аналізу (рисунок 3).

У результаті дослідження найбільш вживаних термінів отримано мережу (рис. 3), в якій візуально відображено значимість ключових слів та їх зв'язок один з одним. Програма розділила 332 ключових слова на 6 кластерів, аналізуючи їх взаємозв'язок і виділяючи близькість у певній досліджуваній темі.

Перший кластер (червоний) складається з 96 ключових слів, які в більшості відносяться до сфери управління та виробництва. Таким чином, кластер вміщує у себе такі ключові слова: manufacture, information management, embedded system, Industry 4.0. Другий кластер (зелений) включає в себе 79 ключових слів, спрямованих на дослідження мереж, зв'язку та проблем енергоефективності. Основними складовими кластера є такі ключові слова як: network architecture, wireless sensor networks, energy efficiency.



## ВИСНОВКИ З ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі проведеного бібліометричного аналізу поточного стану досліджень у сфері Інтернету речей у бізнес-процесах (основа – дані бази даних Scopus, програмне забезпечення – VOSviewer 1.6.16.) зроблено ряд висновків. Так, першою статтею за тематикою Інтернету речей у бізнесі є публікація 2005 року, присвячена вирішенню проблеми логістики за допомогою інструментів технології Інтернету речей. З того часу і аж до 2020 кожного року спостерігався приріст кількості наукових документів на рівні понад 30% щорічно. У 2020 році вперше публікаційний тренд у даній сфері продемонстрував негативний коефіцієнт зростання, проте показники початку 2021 року прогнозують відновлення позитивного тренду збільшення кількості робіт за даною тематикою.

Не дивлячись на кількісні показники опублікованих матеріалів, лідерами досліджень у галузі є США, Китай і Великобританія, які мають найбільші показники цитування та рівень взаємодії.

Аналіз журналів з найбільшою кількістю статей за досліджуваною тематикою показав, що більшість з них знаходяться у другому квартилі та мають посередні показники в рейтингу SJR і цитуванні тексту.

Результатом аналізу найбільш вживаних ключових термінів стала побудова візуальної моделі їх зв'язку, що дозволило виділити 6 кластерів, які відповідають за дослідження у конкретних областях сфери Інтернету речей у бізнесі, що дає можливість виявити трендові напрямки, а також найбільш невивчені області досліджень даної сфери.

## SUMMARY

**L. Zakharkina, Ye. Okhrimchuk. Bibliography and visualized analysis of Internet things in business.**

*The article reflects the results of processing of bibliographic data presented in the Scopus database, filtered using the following keywords: 'Internet of Things' and 'Business'. The main purpose of the study is to analyze scientific publications, review their structure and their dynamics using the data visualizing tool VOSviewer. This bibliographic analysis aims to simplify the understanding of the processed material through visualization. In total, the data of 6108 scientific publications were analyzed during the study. The period of active increase in publishing activity is the period from 2010 to 2019, with a significant increase in the total number of works every year. After facing difficulties in the face of the COVID-19 pandemic, publication activity declined for the first time in 2020, but the indicators of the beginning of 2021 predict a resumption of the course to increase the number of works in this area. Experts from 112 countries are working on research on this topic, but despite the quantitative indicators of published materials, the leading countries are America, China and the United Kingdom. The result of keyword analysis was the opportunity to identify the main trends in research, namely: cloud computing, information management, network security, Industry 4.0 and more. The article generates a model for visually displaying the significance of keywords and their relationship to each other. The analysis resulted in the construction of a cluster model and the identification of six main areas of research on the Internet of Things technology. It is established that most scientific works on this topic are devoted to the following topics: application of technologies in production and management; research of communication and energy efficiency problems; working on the Internet; using cloud technologies and working with data sets; solving security and personal data protection issues; Smart technologies (smart homes and devices). Thanks to practical data visualization tools, it is possible not only to monitor trend areas but also to find problematic and most unexplored research areas.*

**Keywords:** Internet of things, business, bibliometric analysis, visualization analysis

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Waltman, L., & Van Eck, N.J. Manual for VOSviewer version 1 .6.16. (25 November 2020).
2. Lee, I., & Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440. doi:10.1016/j.bushor.2015.03.008
3. Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259. doi:10.1007/s10796-014-9492-7
4. Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The internet of Things—A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 261-274. doi:10.1007/s10796-014-9489-2
5. Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., Engel, T., & Ladid, L. (2016). Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(3), 510-527. doi:10.1109/JSAC.2016.2525418
6. Jing, Q., Vasilakos, A. V., Wan, J., Lu, J., & Qiu, D. (2014). Security of the internet of things: Perspectives and challenges. *Wireless Networks*, 20(8), 2481-2501. doi:10.1007/s11276-014-0761-7

7. Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 81-93. doi:10.1002/ett.2704
8. Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. doi:10.1080/00207543.2018.1444806
9. Guinard, D., Trifa, V., Karnouskos, S., Spiess, P., & Savio, D. (2010). Interacting with the SOA-based internet of things: Discovery, query, selection, and on-demand provisioning of web services. *IEEE Transactions on Services Computing*, 3(3), 223-235. doi:10.1109/TSC.2010.3
10. Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179-188. doi:10.1007/s12525-015-0196-8
11. Bi, Z., Xu, L. D., & Wang, C. (2014). Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(2), 1537-1546. doi:10.1109/TII.2014.2300338

## REFERENCES

1. Waltman, L., & Van Eck, N.J. Manual for VOSviewer version 1.6.16. (25 November 2020).
2. Lee, I., & Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), 431-440. doi:10.1016/j.bushor.2015.03.008
3. Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: A survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259. doi:10.1007/s10796-014-9492-7
4. Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The internet of Things—A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 261-274. doi:10.1007/s10796-014-9489-2
5. Palattella, M. R., Dohler, M., Grieco, A., Rizzo, G., Torsner, J., Engel, T., & Ladid, L. (2016). Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(3), 510-527. doi:10.1109/JSAC.2016.2525418
6. Jing, Q., Vasilakos, A. V., Wan, J., Lu, J., & Qiu, D. (2014). Security of the internet of things: Perspectives and challenges. *Wireless Networks*, 20(8), 2481-2501. doi:10.1007/s11276-014-0761-7
7. Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 81-93. doi:10.1002/ett.2704
8. Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962. doi:10.1080/00207543.2018.1444806
9. Guinard, D., Trifa, V., Karnouskos, S., Spiess, P., & Savio, D. (2010). Interacting with the SOA-based internet of things: Discovery, query, selection, and on-demand provisioning of web services. *IEEE Transactions on Services Computing*, 3(3), 223-235. doi:10.1109/TSC.2010.3
10. Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179-188. doi:10.1007/s12525-015-0196-8
11. Bi, Z., Xu, L. D., & Wang, C. (2014). Internet of things for enterprise systems of modern manufacturing. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(2), 1537-1546. doi:10.1109/TII.2014.2300338