



**NURE**  
Kharkiv National University  
of Radioelectronics



VI International Conference  
**MANUFACTURING**  
&  
**MECHATRONIC**  
**SYSTEMS**

M&MS 2022, 21-22 October, Kharkiv, UKRAINE

Виробництво & Мехатронні Системи 2022: матеріали VI-ої Міжнародної конференції, Харків, 21-22 жовтня 2022 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2022. – 136 с

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2022: Proceedings of VIst International Conference, Kharkiv, October 21-22, 2022: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2022. - 136 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev



© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (KITAM), ХНУРЕ, 2022

*Богдан Гузенко, Вікторія Невлюдова*

Автоматизований моніторинг доступу до виробничого приміщення на основі однопалатного комп'ютера Raspberry Pi ..... 84

*Чикота Віталій, Дмитро Янушкевич*

Картографування територій, забруднених вибухонебезпечними предметами ..... 88

*Данило Шафоростов, Дмитро Янушкевич*

Робототехнічні системи та їх застосування для пошуку вибухонебезпечних предметів ..... 92

*Dmytro Shevchenko*

Robotic Systems for Cooperative Work ..... 95

*Катерина Шевченко*

Аналіз систем розпізнавання об'єктів в рамках концепції Warehouse 4.0 98

*Dmytro Yanushkevych, Leonid Ivanov*

Modern Trends in the Development of Robotic Complexes for Humanitarian Demining ..... 101

*Олег Панченко*

Технологія обміну даними в інфраструктурі Smart-City ..... 105

*Daryna Nienova1, Yurii Romashov*

Approaches to Functional Dependencies Representation for Industrial Automation Systems Mathematical Support ..... 110

*Світлана Шостенко, Олена Чала*

Архітектура програмного забезпечення для супроводження автоматизованих систем оповіщення на виробництві ..... 115

*Софія Хрустальова, Захар Тимченко*

Автоматизована інформаційна система оптимізації діяльності медичного закладу ..... 118

*Владислав Карабін, Вікторія Невлюдова*

Моделі керування вантажно-транспортними пристроями виробів широкого призначення ..... 122

# Технологія обміну даними в інфраструктурі Smart-City

Олег Панченко

Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА,  
Харків, пр. Науки. 14., email: oleh.panchenko@nure.ua

**Анотація:** Структурні трансформації, що відбуваються у глобальній економіці, стали рушійною силою економічного розвитку, що обумовлюються переходом до дедалі складніших технологічних процесів. У роботі проаналізовані сучасні тенденції реалізації концепції Smart-City у сталому розвитку міст з особливою увагою до мегатрендів структурних змін у світовій економіці крізь призму поширення цифрових технологій, розвитку цифровізації та стрімких процесів урбанізації. Детально розглянуті головні характеристики та функції smart-інфраструктури, перешкоди на шляху до її розбудови, потенційні переваги та виклики впровадження smart-технологій у фізичну інфраструктуру міста.

**Ключові слова:** smart-city, технології, цифровізація.

## I. ВСТУП

Впровадження технологій та технологічний прогрес, які спостерігаються у дедалі більшій кількості країн, дозволяють застосовувати нові методи виробництва та підвищувати рівень конкурентоспроможності, що сприяє покращенню якості життя населення.

З кожним роком цифровізація змінює більшість галузей суспільства, а взаємозв'язок між ними піддається переоцінці, що свідчить про головні трансформації розвитку. Формується принципово нове – цифрове – середовище, утворюються нові екосистеми та моделі економічного розвитку. Цифрова трансформація стала одним із головних драйверів глобальних змін. Подальший перехід до цифрових послуг є неминучим і лише прискорюватиметься та поширюватиметься [1-2].

Цифровізація та удосконалення технологій виходять на рівень покращення інфраструктури країн і міст, наприклад технологія IoT. Інтернет речей (IoT) – технологія, якою підтримується зв'язок мережі комп'ютеризованих пристроїв з Інтернетом, що використовують мікропроцесори, різноманітні датчики та апаратні засоби бездротового зв'язку для збору, передачі та виконання дії щодо інформації, отриманої з їх середовища. В основі кожного пристрою в системі IoT знаходяться датчики, які збирають та передають дані до хмари з метою подальшого їх аналізу, обробки та прийняття рішень. Завдяки поступовому впровадженню швидкісного Інтернету забезпечується міцний зв'язок між мільйонами пристроїв і датчиками, що дозволяє IoT ефективно працювати. Наведемо декілька прикладів застосування IoT:

1. “Розумне” вуличне освітлення. “Розумні” вуличні ліхтарі функціонують як точки Wi-Fi, оснащені камерою спостереження, заряджають розетки для електромобілів та телефонів і вимірюють якість повітря [3].

2. Поводження з відходами. У будівлях впроваджується “розумна” станція збору сміття, де мешканці утилізують мішки для сміття (розділене на органічне та неорганічне). Оснащена датчиками

станція збору сміття визначає, коли вона стає заповненою.

І сміття автоматично спрямовується по трубах високого тиску безпосередньо до центру переробки.

3. Громадський транспорт. Датчики, розташовані на громадському транспорті, надсилають дані про трафік у програмне забезпечення управління міським транспортом. У режимі реального часу вираховується час, потрібний для очікування на транспорт; також можливим стає отримання інформації про затори або про затримки руху.

Така технологія може характеризуватися і позитивними, і негативними наслідками. Зокрема до позитивних можна віднести: зменшення вартості надання послуг, більша прозорість та ефективність використання ресурсів, зростання продуктивності у промисловому секторі, виникнення додаткових знань, а також цінностей, що ґрунтуються на під'єднаних “розумних” речах, зменшення вартості надання послуг та ін. [4]. 3-поміж негативних наслідків найбільш ймовірними є втрата робочих місць низькокваліфікованими працівниками, порушення конфіденційності, втрата контролю, зловмисне проникнення до систем (хакерство) та загроза безпеці.

## II. ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ SMART-CITY

Не менш важливою технологією поряд з IoT є “Великі дані” (Big Data) – набір методів і засобів опрацювання структурованих і неструктурованих різнотипних даних у режимі реального часу з метою їх аналізу

та використання для прийняття відповідних рішень у різних сегментах [5]:

1. “Розумна” енергія. Впровадження “розумних” мереж (smart grids) дозволяє міським службам аналізувати споживання електроенергії в режимі реального часу. Використовуючи аналітику даних, вони можуть прогнозувати піки споживання та відповідно планувати розподіл енергії [6].

2. Громадський транспорт. Транспортна інфраструктура використовує “Великі дані” з метою забезпечення швидкої та безпечної подорожі містом. Влада міста отримує дані про рух транспорту, що дозволяє їй ефективно керувати транспортною системою. Зазвичай система “розумного” транспорту міста складається з інтелектуальної транспортної мережі (Intellectual Transport Network).

3. Управління інфраструктурою міста. “Великі дані” допомагають контролювати та керувати питаннями, наприклад, щодо вивезення відходів, транспортування та економії ресурсів. Для цього у фізичну інфраструктуру міста вбудовуються датчики. З метою

перетворення інфраструктури на “розумну” формується технічна база, що складається з мережі датчиків і підключених пристроїв, які збирають дані; встановлюються “розумні” додатки, які обробляють дані, переводячи їх у сповіщення та дії.

4. Безпека міста. Програми з картографування злочинів у реальному часі через аналіз даних виявляють закономірності злочинів і проблемних зон, прогнозуючи кількість злочинів. Це дозволяє поліції посилити безпеку в необхідних районах.

Як і у випадку IoT, “Великі дані” характеризуються і перевагами, і недоліками. Ефективне використання великого масиву даних може прискорити ухвалення рішень у багатьох сферах, що має наслідком покращення життя громадян та дає змогу компаніям та урядам забезпечити необхідні послуги в режимі реального часу. З-поміж позитивних наслідків: спрощення та краща ефективність отримання різноманітних послуг для громадян, можливість отримати дані для передових розробок, ухвалення більшої кількості необхідних рішень для різних суб’єктів господарювання в режимі реального часу, заощадження коштів та поява нових видів робіт. Негативні наслідки стосуються недовіри до самих даних (неможливість перевірити їх точність) та їх підзвітності, а також занепокоєння щодо збереження конфіденційності приватних даних [7-8].

Хмарні обчислення – цифрова технологія, якою найбільше користуються компанії. Останні дедалі частіше інвестують у послуги хмарних обчислень, як-то програмне забезпечення фінансового та бухгалтерського обліку, програмне забезпечення для управління відносинами з клієнтами. З-поміж економік світу за використанням цієї технології лідирує Фінляндія, де понад 55% усіх компаній звертаються до хмарних. Однак, існує значний розрив між великими компаніями та малими і середніми підприємствами у використанні цієї технології.

Іншою важливою технологією, на яку покладаються і міста, і навіть країни, є глобальна система позиціонування (GPS). Вона допомагає створити міську цифрову модель з геореференційними даними: інженери-будівельники, наприклад, можуть визначити найкращий маршрут для велосипедних смуг або розміщення багатомодальних транспортних станцій. На практиці геопросторові технології використовуються також для проектування житлових та міських районів з метою покращення пішохідних маршрутів [9-10].

Штучний інтелект (ШІ) – комбінація технологій, яка вже сьогодні кардинально змінює світ [11-12]. ШІ використовується в різних сферах і дає можливість оцінювати якість роботи працівників, шукати причини дефектів виробленої продукції, замінювати ручну працю на автоматизовану, генерувати нові знання, які допомагають швидко приймати рішення. Деякі країни мають окремі відомства (міністерства, комітети, департаменти тощо), які опікуються питаннями ШІ (ОАЕ, Індія). А деякі міста стають центрами розвитку та впровадження ШІ (наприклад, Прага).

Що стосується робототехніки, то вона є багатопрофільною. Вона впливає на багато професій: від сільського господарства, промислового виробництва до

сфери послуг і роздрібною торгівлі [13-14]. Згідно з даними Міжнародної федерації робототехніки, станом на кінець 2019 р., у світі функціонувало 2,7 млн. роботів. Наприклад, Дубай, Сінгапур і Токіо – лідери із запровадження гуманоїдів для таких послуг, як обслуговування номерів у готелях, спостереження та відвідування інформаційного бюро в державних офісах. У Дубаї ж тестуються гуманоїди-поліцейські (можуть замінити 25% робочої сили поліції до 2030 р.). Разом з тим, роботи не замінять людську працю в найближчому майбутньому, але вони можуть “перебрати” на себе зростаючу частину виробничої площі. Зростаюча частка діяльності, яку виконують роботи, швидше за все, скоротить кількість низькокваліфікованих робочих місць з низьким рівнем заробітної плати, створюючи порівняно невелику кількість спеціалізованих робочих місць з вищою заробітною платою в технічному обслуговуванні та програмуванні.

Іншою розповсюдженою технологією є 3D-друк, або адитивне виробництво – процес створення фізичного об’єкта шляхом його пошарового друкування за цифровим рисунком у 3D-вимірі. Це технологія, яка може знизити витрати на будівництво нової інфраструктури (житлових будинків та офісів) та може поширитися на масштабні інфраструктурні проекти. У 3D-принтері використовуються різноманітні матеріали, як-то пластик, алюміній, сталь, кераміка та складні сплави, і він може замінити майже цілий завод. За допомогою 3D-принтера можливим стало виготовлення найрізноманітнішої продукції: від іграшок до вітрових турбін та будинків. 3D-друк використовується не лише на промисловому виробництві, але й у сфері охорони здоров’я та у виготовленні споживчих товарів. Зокрема, завдяки цій технології можна подолати дефіцит донорських органів, здійснювати друк зубних імплантів, протезів та кардіостимуляторів, а також сфокусуватися на персональних потребах пацієнтів, створювати нішеві товари та отримувати додатковий дохід від їх продажу. Негативні наслідки використання цієї технології полягають у: (1) збільшенні кількості відходів за такими матеріалами як пластик, синтетичні смоли та їх утилізація, (2) втраті робочих місць у низці галузей, (3) відсутності контролю за виробничим процесом та нормативноправового регулювання споживання продукції, виготовленої з допомоги використання 3D-принтера [1-4].

Популярною останніми роками стала технологія блокчейн (розподіленого реєстру), яка дозволяє створювати та обмінювати унікальні цифрові записи без потреби в централізованій довіреній стороні. Використовуючи “розумне” поєднання криптографії та однорангових мереж, блокчейн гарантує прозоре і точне зберігання та поширення інформації серед групи людей, забезпечує безпеку та відстеження кожної транзакції, захищає від фальсифікацій. Серед переваг технологій:

1. Можливість точно копіювати та передавати відповідну інформацію багатьом людям без граничних витрат. Блокчейн дозволяє передавати достовірно унікальні цифрові об’єкти без ризику фальсифікації чи подвійного надсилання;

2. Забезпечення прозорості, можливості перевірки та “незмінність” даних;

3. Можливість проведення транзакцій, які можуть виконуватися без втручання людини. “Розумні” контракти на базі технології блокчейн можна спроектувати для передачі будь-якої частини інформації чи активу за будь-яких умов. Код до виконання такого контракту зберігається у блокчейні, є доступними для інспекції та працює без затримок;

4. Інклюзивність (розширена доступність). Для користувача достатньо виконувати транзакції завдяки базовому програмному забезпеченню, сховищу та з’єднанню.

Як і у випадку інших цифрових технологій, блокчейн характеризується певними невизначеностями. Зокрема існує правова невизначеність стосовно транзакцій на основі цієї технології; розгортання нової інфраструктури на базі технології блокчейн вимагає ефективних систем управління; немає уніфікованих стандартів інформаційної та технічної сумісності різноманітних технологій чи способів застосування блокчейну. Також під питанням можливість передачі самих даних, оскільки сьогодні доволі різним є нормативно-правове забезпечення країн світу стосовно дозволу на передачу даних за межі країни. Дрони поєднують три технології: IoT через вбудовані датчики, які збирають інформацію та передають її через Інтернет для аналізу; вдосконалена технологія акумуляторних батарей (дозволяє дронам працювати) та когнітивні обчислення (дозволяє дронам діяти автономно). Одним з відомих прикладів застосування цієї технології є зокрема такий: Amazon оголосив про випробування доставки дронами невеликих посилок у партнерстві з Posti (національна поштова служба Фінляндії), з метою підвищення ефективності доставки до сільських поселень [4-5]. Однак, економічні, логістичні та безпекові проблеми свідчать, що поставки дронами навряд зможуть призвести до значного зменшення попиту на автомобільні вантажні перевезення.

Сьогодні дрони використовують з метою проведення фотозйомки землі, інспекції будівель та врожаю. Дрони особливо придатні для контролю цілісності великої віддаленої інфраструктури, наприклад, нафтогазових установок, вітроелектростанцій і сонячних електростанцій [4].

У підсумку виокремимо головні особливості цифрових технологій та процесу цифровізації.

1. Цифрові технології впливають на час створення та життєвий цикл виробу. Темпи, з якими створюються та поширюються нові товари, збільшуються, а життєвий цикл товару – зменшується.

2. У традиційній економіці володіння продуктом було необхідним для забезпечення його використання. Цифрова економіка змінює цю тенденцію. По-перше, цифровими продуктами не потрібно повністю володіти, щоб ними скористатися. Споживачі переходять від права власності до права доступу (на основі передплати). По-друге, цифрові технології знижують бар’єри для спільного використання. Завдяки цифровим платформам можна відслідкувати відповідність попиту та пропозиції, а також організувати обмін продукцією.

3. У традиційній економіці виробництво продукції є масовим та однотипним. Цифрові ж технології

сфокусовані на персоналізації. Цифровий продукт може функціонувати відповідно до особистих уподобань споживача.

4. У цифровій економіці важливо швидко адаптувати продукти та послуги, щоб бути конкурентним. Успішними будуть організації, здатні швидко вчитися та впроваджувати технології у нові продукти з короткими циклами.

5. У цифровій економіці підприємницька діяльність автоматизується та характеризується зниженням рівня людських помилок, експлуатацією 24/7 та меншими витратами. Це спричиняє зміни на ринку праці: частина існуючих робочих місць може зникнути, а нові робочі місця з новими навичками та компетенціями – з’являться.

6. Використання цифрових технологій зменшує витрати на ведення бізнесу (наприклад, формування замовлень, виставлення рахунків на оплату). Цифровізуючи та автоматизуючи кожен крок транзакції, компанія отримує економічні вигоди під час зменшення обробки великої кількості транзакцій.

7. У цифровій економіці дані – основний фактор виробництва поряд з капіталом, природними ресурсами та робочою силою. Їх конкурентна перевага полягає

у тому, що на їх основі можливо приймати рішення (є базою доказів).

### III. РОЛЬ SMART-ІНФРАСТРУКТУРИ У СТАЛОМУ РОЗВИТКУ МІСТ

Цифрові технології пропонують економічно вигідні та інноваційні рішення щодо багатьох проблем, з якими стикаються міста та їх жителі. Вони сприяють генеруванню інформації для створення дій, що породжують позитивні зміни, – ефективніше використання ресурсів, зменшення рівня забруднення повітря, підвищення рівня громадської безпеки – зумовлені бажанням жителів.

Поєднання цифрових технологій та фізичної інфраструктури міста дало розвиток розбудові smart-інфраструктури. Її переваги є значними, однак залежать від здатності суспільства адаптуватися до неї у стислі терміни. Smart-інфраструктура має завданням ефективного використання ресурсів міського середовища всіма його учасниками задля забезпечення більш комфортного, безпечного та екологічно чистого життя. Smart-інфраструктура не просто вирішує питання створення менш забруднених чи більш ефективних територій, а генерує значний політичний капітал та великі можливості для бізнесу. Головний аргумент на користь об’єктів smart-інфраструктури – відповідність потребам суспільства за одночасного впровадження концепції сталого розвитку. За ефективного використання smart-інфраструктури жителі міст отримують комфортне та безпечне середовище для проживання. Насамперед це стосується процесів цифровізації секторів житлових комунальних господарств, енергетики, будівництва та громадського транспорту, масштабного використання інтегрованих цифрових платформ в управлінні містом, освітнім процесом, медичним сектором, а також контролю за захистом довкілля. Разом з тим, smart-інфраструктура не є “панацеєю” від усіх проблем міста, а в окремих випадках може генерувати ряд викликів: порушення

конфіденційності приватного життя, ризик технічної несправності, зниження культурного розвитку та ін. Загалом же наслідки розбудови smart-інфраструктури залежатимуть від прийняття багатопрофільних та водночас ефективних рішень.

Безпомилковим є розуміння того, наскільки глибоко залежними та вразливими до інфраструктури стало населення. Дороги, мости, школи, лікарні, порти, система громадського транспорту тощо – фізична інфраструктура, яка завжди була та буде важливою. “Збої” в її роботі можуть швидко порушити стабільне функціонування міста, знизити якість життя та продуктивність громад, а модернізація навпаки – сприяє економічному зростанню та підвищує добробут населення [5].

Сьогодні розвиток базової інфраструктури неможливий без впровадження цифрових технологій: пошук “розумних” способів прискорення економічного зростання, розширення соціальної включеності та підвищення якості довкілля надає їм пріоритетного значення. Завдяки впровадженню цифровим технологіям можна отримати інформацію про ефективність роботи інфраструктури. Їх використання для моніторингу або складання карти стану інфраструктури дозволяє визначити ступінь старіння та залишковий проектний експлуатаційний термін [5].

Позитивний ефект від використання цифрових технологій є поступовим, тому прогнозувати вплив “втручань” таких технологій для будь-якої системи не надто легко. Оцінити ймовірний масштаб їх наслідків у майбутньому складніше, оскільки впровадження цифрових технологій залежить не лише від технологічного потенціалу, але й від політики, нормативно-правового та інституційного забезпечення, поведінки та сприйняття їх споживачами [населенням].

Термін smart-інфраструктура використовується в різних контекстах для опису різних соціально-економічних і технічних умов. Сьогодні немає ні єдиного, загальноприйнятого визначення smart-інфраструктури, ні визначених норм і стандартів її проектування та побудови. Це створює дуалістичність, слабкість інтерпретації та сповільнює процес розбудови такої інфраструктури [7]. Відсутність єдиних стандартів неоднозначно впливає на реалізацію інфраструктурних smart-проектів, оскільки очікування власників активів або операторів технологічної реалізації т.зв. “розумних” рішень може не виправдатися. Окремі автори визначають smart-інфраструктуру як процес переходу зі стану “нерозумності” до стану “інтелекту”.

“Нерозумна” інфраструктура не взмозі адаптуватися до мінливих потреб, тоді як “розумна” може підвищити продуктивність, цілеспрямовано реагуючи на зміни в оточенні та на запити користувачів [жителів]. Smart-інфраструктура передбачає перехід до позитивних змін у наданні різноманітних послуг завдяки впровадженню технологічних нововведень.

Загалом smart-інфраструктура охоплює:

1. Мережу датчиків, вбудованих в об’єкти – дороги, автомобілі, лічильники електроенергії, побутові прилади, медичні імплантати людини тощо, які підключають їх до цифрових мереж (IoT). Мережі IoT

генерують дані в надвеликих обсягах, відомих як “Великі дані” (Big Data);

2. Мережі цифрових комунікацій, що забезпечують потоки даних у режимі реального часу, які можна поєднувати між собою;

3. Інфраструктуру високої ємності (“хмара”), яка може підтримувати та забезпечувати сховище для взаємозв’язку даних, програм, речей та людей. Загалом, smart-інфраструктура працює наступним чином: датчики збирають дані про життєдіяльність міста в різних сферах, мережі зв’язку переносять дані до спеціальних цифрових пристроїв (комп’ютерів), комп’ютери обробляють дані, оптимізуючи їх у реальному часі та отримуючи smart-аналітику, на підставі обробки відбувається прийняття рішень [10-11].

Цінність smart-інфраструктури полягає у:

1. Самоконтролі та точності прийняття рішень: можливість самостійного моніторингу внутрішнього структурного стану, а також умов середовища та використання з метою покращення точності та своєчасності прийняття рішень (наприклад, самоініціювання технічного обслуговування на основі автоматичного виявлення конкретних несправних деталей).

2. Ефективності та економії витрат: скорочення експлуатаційних витрат.

3. Надійності: мінімізація простоїв, збоїв обслуговування.

4. Безпеці, захисту та стійкості: підтримка адаптивних процесів і конструкцій, які забезпечують безпеку, захист і стійкість інфраструктури та її користувачів до небезпек, спричинених людиною та природними явищами.

5. Взаємодії та розширенні можливостей користувачів: надання послуг, адаптивних до мінливих потреб споживачів.

6. Сталості: оптимізація прийняття рішень для забезпечення сталого використання ресурсів.

7. Мінімізації надмірностей: мінімізація надлишкових компонентів у системі, що дозволяє зменшити енерговитрати та зберегти ресурси.

8. Часі реагування: раннє виявлення критичних подій (збоїв, зовнішніх загроз тощо), профілактичне технічне обслуговування та швидке їх подолання.

9. Зниженні вуглецевого сліду: мінімізація викидів та споживання енергії.

10. Якості послуг: підвищення рівня якості та розширення спектра послуг, що надаються інфраструктурою для покращення умов життя (соціально-економічна продуктивність).

#### IV. ВИСНОВКИ

Отже, концепція розумного міста передбачає екологічну стійкість і безпеку енергопостачання, що має на меті зменшення викидів та перехід до відновлюваної енергетики (ВЕ) шляхом впровадження цифрових технологій. Smart-технології пропонують широкий спектр рішень для переформатування інфраструктури міст з новими підходами до енергозабезпечення, розвитку мобільності та загалом економіки міста для того, щоб зменшити викиди, забезпечивши належний рівень енергоефективності та декарбонізації енергопостачання. Стабільне зниження виробничих витрат означає, що ВЕ стають конкурентним джерелом енергії у багатьох містах, і, ймовірно, стануть таким для решти міст вже найближчим часом.

Цифровізація енергетичного сектору має вирішальне значення для ЄС, забезпечуючи нові можливості для постачальників шляхом оптимізації їх активів, інтеграції ВЕ і зменшення експлуатаційних витрат; водночас, цифровізація допомагає споживачам (громадянам компаніям) зменшити рахунки за енергію через енергоефективність та участь у механізмах створення гнучкого попиту [9].

Важливим є розвиток розподілених енергетичних ресурсів, таких як побутові сонячні фотоелектричні батареї та накопичувачі, що створюють виробникам можливості зберігання і продажу надлишків електроенергії в електромережу. Нові інструменти, такі як блокчейн, можуть полегшити управління даними з енергопостачання та просування електромобільності.

Ключовою складовою “розумної” енергетичної інфраструктури є “розумна” мережа, яка може бути визначена як система доставки електроенергії від точки виробництва до точки споживання, яка інтегрована з ІКТ для розширених мережевих операцій, обслуговування споживачів та екологічних переваг.

Інтерактивна, гнучка енергетична система, яка спирається на зростаюче використання цифрових пристроїв, вдосконалених комунікацій та взаємопов’язаних систем, дедалі більше піддається зовнішнім загрозам, таким як віруси та порушення конфіденційності даних. Кібератак повністю уникнути навряд чи можливо, проте значно обмежити їх вплив на діяльність компаній можна, якщо усвідомити ризики, посилити контроль за діяльністю систем, високоналаштувати програмне забезпечення та підвищувати рівень цифрової грамотності населення.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Navigant Research Leaderboard: Smart City Suppliers. – Navigant Research, 2017. – Режим доступу: <https://www.navigantresearch.com/research/navigant-research-leaderboard-smart-city-suppliers>.

[2] Connected Urban Development. Cisco. – Режим доступу: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/consulting-thoughtleadership/what-we-do/industry-practices/public-sector/our-practice/urban-innovation/connected-urbandevelopment/cud-globalconference-amsterdam-september-2008/final.html>.

[3] Жарикова И. В. Интеллектуальная система управления освещением на базе пьезоэлемента / И. В. Жарикова, А. С. Боцман. // Радиотехника. – Харьков. – 2015. – № 1 (180) – С. 102-105.

[4] Яшкина О., & Балдинская О. (2018). Маркетинговое исследование потенциала рынка и системы «умный дом». Молодой вчений, 10 (62), 904-908.

[5] Smarter Cities Challenge. – IBM. – Режим доступу: <https://www.smartercitieschallenge.org>.

[6] Жарікова І. В., Переясловець М. С., Шматко С. В. Дослідження методів підвищення ефективності роботи електропостачальних систем // Proceedings of the 5th International scientific and practical conference «Topical issues of modern science, society and education». – Kharkiv, Ukraine, 28-30 November 2021. – PP. 473-477.

[7] Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. – Sustainable Development Goals, Knowledge Platform. – Режим доступу: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transforming-our-world>.

[8] Expanding Participation and Boosting Growth: The Infrastructure Needs of the Digital Economy. – World Economic Forum, 2015. – Режим доступу: [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_DigitalInfrastructure\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_DigitalInfrastructure_Report2015.pdf).

[9] Nam T. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. – Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, 2011. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/221585167\\_Conceptualizing\\_smart\\_city\\_with\\_dimensions\\_of\\_technology\\_people\\_and\\_institutions](https://www.researchgate.net/publication/221585167_Conceptualizing_smart_city_with_dimensions_of_technology_people_and_institutions).

[10] World Urbanization Prospects. – UNO, 2014. – Режим доступу: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>.

[11] V. Bortnikova, I. Nevludov, I. Botsman and O. Chala, “Search Query Classification Using Machine Learning for Information Retrieval Systems in Intelligent Manufacturing,” in CEUR Workshop Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI’2019), June 12-15, 2019, Kherson, Ukraine.

[12] Igor Nevludov, Iryna Botsman, Olena Chala, Kirill Khrustalev. Automated System Development for the Printed Circuit Boards Optical Inspection Using Machine Learning Methods // Proceedings of the 10-th International Scientific and Technical Conference «Information systems and technologies (IST-2021)». – Odesa, September 13-19, 2021. – PP. 234-238.

[13] Nevludov I. Sh. Improvement of the commutation system for a mobile robot platform using polyimide structures / Nevludov I., Zharikova I., Bronnikov A. // Eurasian scientific discussions. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference (May 8-10, 2022), Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. – 2022. – PP. 157-163.

[14] V. Bortnikova, V. Yevsieiev, V. Beskorovainyi, I. Nevludov, I. Botsman and S. Maksymova, "Structural parameters influence on a soft robotic manipulator finger bend angle simulation", 2019 15th Int. Conf. Exp. Des. Appl. CAD Syst. CADSM 2019, pp. 35-38, 2019.