

ISSN 2786-5460 (Print)
ISSN 2786-5479 (Online)

МІЖРЕГІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ
INTERREGIONAL ACADEMY OF PERSONNEL MANAGEMENT



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СУСПІЛЬСТВО

INFORMATION TECHNOLOGY AND SOCIETY

Випуск 4 (15), 2024
Issue 4 (15), 2024



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Міжрегіональної Академії управління персоналом
(протокол № 12 від 26 грудня 2024 року)*

Інформаційні технології та суспільство / [головний редактор О. Попов]. – Київ : Міжрегіональна Академія управління персоналом, 2024. – Випуск 4 (15). – 130 с.

Журнал «Інформаційні технології та суспільство» є науковим рецензованим виданням, в якому здійснюється публікація матеріалів науковців різних рівнів у вигляді наукових статей з метою їх поширення як серед вітчизняних дослідників, так і за кордоном.

Редакційна колегія не обов'язково поділяє позицію, висловлену авторами у статтях, та не несе відповідальності за достовірність наведених даних і посилань.

Головний редактор: Попов О. О. – член-кор. НАН України, д-р техн. наук, професор, в.о. директора Центру інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України.

Редакційна колегія:

Василенко М. Д. – д-р фіз.-мат. наук, проф., професор кафедри кібербезпеки, Національний університет «Одеська юридична академія»; **Горбов І. В.** – канд. техн. наук, с.н.с., старший науковий співробітник, Інститут проблем реєстрації інформації НАН України; **Дуднік А. С.** – д-р техн. наук, доц., доцент кафедри мережевих та інтернет технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка; **Євсєєв С. П.** – д-р техн. наук, професор кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця; **Зибін С. В.** – д-р техн. наук, доц., завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення, Національний авіаційний університет; **Кавун С. В.** – д-р екон. наук, канд. техн. наук, проф., завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних систем та технологій, Міжрегіональна Академія управління персоналом; **Комарова Л. О.** – д-р техн. наук, с.н.с., директор Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки та стратегічних комунікацій, Національна академія Служби безпеки України; **Мілов О. В.** – д-р техн. наук, професор кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця; **Охріменко Т. О.** – канд. техн. наук, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії протидії кіберзагрозам в авіаційній галузі, Національний авіаційний університет; **Рудніченко М. Д.** – канд. техн. наук, доц., доцент кафедри інформаційних технологій, Державний університет «Одеська політехніка»; **Скुरатовський Р. В.** – канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент кафедри обчислювальної математики та комп'ютерного моделювання, Міжрегіональна Академія управління персоналом; **Супрун О. М.** – канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент кафедри програмних систем і технологій, Київський національний університет імені Тараса Шевченка; **Табунщик Г. В.** – канд. техн. наук, проф., професор кафедри програмних засобів, Національний університет «Запорізька політехніка»; **Фомін О. О.** – д-р техн. наук, доц., професор кафедри комп'ютеризованих систем управління, професор кафедри прикладної математики та інформаційних технологій, Державний університет «Одеська політехніка»; **Хохлячова Ю. Є.** – канд. техн. наук, доц., доцент кафедри безпеки інформаційних технологій, Національний авіаційний університет; **Чолишкіна О. Г.** – канд. техн. наук, доц., директор Інституту комп'ютерно-інформаційних технологій та дизайну, Міжрегіональна Академія управління персоналом; **Чорний О. П.** – доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту електричної інженерії та інформаційних технологій, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського; **Юдін О. К.** – д-р техн. наук, проф., директор центру кібербезпеки Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки та стратегічних комунікацій, Національна академія Служби безпеки України; **Гопесенко Віктор** – dr. sc. ing., проф., проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи», Університет прикладних наук ISMA (Латвійська Республіка); **Leszczyna Rafal** – dr hab. inż., професор кафедри комп'ютерних наук у менеджменті, Гданський технологічний університет (Республіка Польща).

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа:

Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1173 від 11.04.2024 року.

Відповідно до Наказу МОН України № 1290 від 30 листопада 2021 року (додаток 3) журнал включено до Переліку наукових фахових видань України (категорія Б) зі спеціальностей 121 – Інженерія програмного забезпечення, 122 – Комп'ютерні науки, 123 – Комп'ютерна інженерія, 124 – Системний аналіз, 125 – Кібербезпека, 126 – Інформаційні системи та технології.

Усі електронні версії статей журналу оприлюднюються на офіційній сторінці видання
<http://journals.maup.com.ua/index.php/it>

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

*Recommended for publication
by Interregional Academy of Personnel Management
(Minutes No. 12 dated 26 December 2024)*

Information Technology and Society / [chief editor Oleksandr Popov]. – Kyiv : Interregional Academy of Personnel Management, 2024. – Issue 4 (15). – 130 p.

Journal «Information Technology and Society» is a peer-reviewed scientific edition, which publishes materials of scientists of various levels in the form of scientific articles for the purpose of their dissemination both among domestic researchers and abroad.

Editorial board do not necessarily reflect the position expressed by the authors of articles, and are not responsible for the accuracy of the data and references.

Chief editor: Oleksandr Popov – Corresponding Member of NAS of Ukraine, Doctor of Engineering, Professor, Acting Director of the Center for Information-Analytical and Technical Support of Nuclear Power Facilities Monitoring of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Editorial Board:

Mykola Vasylenko – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Professor at the Department of Cybersecurity, National University «Odesa Law Academy»; **Ivan Horbov** – PhD in Engineering, Senior Research Associate, Senior Research Fellow, Institute for Information Recording of NAS of Ukraine; **Andrii Dudnik** – Doctor of Engineering, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Networking and Internet Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Serhii Yevseiev** – Doctor of Engineering, Professor at the Department of Cybersecurity and Information Technologies, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics; **Serhii Zybin** – Doctor of Engineering, Associate Professor, Head of the Department of Software Engineering, National Aviation University; **Serhii Kavun** – Doctor of Economics, PhD in Engineering, Professor, Head of the Department of Computer Information Systems and Technologies Interregional Academy of Personnel Management; **Larysa Komarova** – Doctor of Engineering, Senior Research Scientist, Laureate of State Prize, Director of Educational-Scientific Institute of Information Security and Strategic Communications, National Academy of the Security Service of Ukraine; **Oleksandr Milov** – Doctor of Engineering, Professor at the Department of Cybersecurity and Information Technologies, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics; **Tetiana Okhrimenko** – PhD in Engineering, Senior Research Scientist at the Scientific Research Laboratory for Countering Aviation Cyberthreats, National Aviation University; **Mykola Rudnichenko** – PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Information Technologies, Odessa Polytechnic State University; **Ruslan Skuratovskiy** – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Computational Mathematics and Computer Modeling, Interregional Academy of Personnel Management; **Olha Suprun** – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Software Systems and Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Halyna Tabunshchuk** – PhD in Engineering, Professor, Professor at the Department of Software Tools, “Zaporizhzhia Polytechnic” National university; **Oleksandr Fomin** – Doctor of Engineering, Associate Professor, Professor at the Department of Computerized Control Systems, Professor at the Department of Applied Mathematics and Information Technologies, Odessa Polytechnic State University; **Yuliia Khokhlachova** – PhD in Engineering, Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Information Technology Security, National Aviation University; **Olha Cholyshkina** – PhD in Engineering, Associate Professor, Director of the Institute of Computer Information Technologies and Design, Interregional Academy of Personnel Management; **Oleksii Chorny** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Educational and Scientific Institute of Electrical Engineering and Information Technologies, Kremenchuk National University named after Mykhailo Ostrogradskyi; **Oleksandr Yudin** – Doctor of Engineering, Professor, Director of the Cybersecurity Center of the Educational-Scientific Institute of Information Security and Strategic Communications, National Academy of the Security Service of Ukraine; **Hopeienko Viktor** – dr. sc. ing., Professor, Vice Rector for Research, Director of the study programme “Computer systems”, ISMA University of Applied Sciences (Republic of Latvia); **Leszczyna Rafal** – dr hab. inż., Profesor, Katedra Informatyki w Zarządzaniu, Politechnika Gdańska (Republic of Poland).

Registration of Print media entity:

Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine: Decision No. 1173 as of 11.04.2024.

According to the Decree of MES No. 1290 (Annex 3) dated November 30, 2021, the journal was included in the List of scientific professional publications of Ukraine (category B) in specialties 121 – Software engineering, 122 – Computer sciences, 123 – Computer engineering, 124 – Systems analysis, 125 – Cybersecurity, 126 – Information systems and technologies.

All electronic versions of articles in the collection are available on the official website edition
<http://journals.maup.com.ua/index.php/it>

The articles were checked for plagiarism using the software
StrikePlagiarism.com developed by the Polish company Plagiat.pl.

© Interregional Academy of Personnel Management, 2024
© Copyright by the contributors, 2024

ЗМІСТ

Олег БОНДАРЧУК, Сергій ЗИБІН, Світлана ВАСИЛЮК-ЗАЙЦЕВА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КВАНТОВИХ КОМП'ЮТЕРІВ У РОЗВ'ЯЗАННІ СКЛАДНИХ ЗАВДАНЬ	6
Олександр БОРИСОВ, Марія ТЯГУНОВА ПІДХІД ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗАМОВЛЕНЬ У РЕСТОРАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ	14
Тетяна ВАВРИК, Ліда ГОБИР ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ ДАНИХ: ПРЕВЕНТИВНІ ТА РЕАКТИВНІ СТРАТЕГІЇ.....	21
Олександр ГОРДІЄНКО, Аліна КОВАЛЬ ПРОБЛЕМИ КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ ТА ЕТИКИ У ВИКОРИСТАННІ ВІДКРИТИХ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ДОДАТКІВ	26
Олександр ГОРДІЄНКО, Аліна КОВАЛЬ КОНЦЕПЦІЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ: ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	30
Олександр ГОРДІЄНКО, Аліна КОВАЛЬ ВИКОРИСТАННЯ КРИПТОГРАФІЇ ЯК СЕРВІСУ У ВЕБ ПРОГРАМУВАННІ	35
Олександр ГОРДІЄНКО, Аліна КОВАЛЬ МАЙБУТНЄ ПРОГРАМУВАННЯ: ЯК ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЗМІНЮЄ РОЗРОБКУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	40
Андрій ДУДНІК, Олег ТИЩЕНКО, Дарина ЯРЕМЕНКО ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ БПЛА.....	44
Максим ДЬЯЧЕНКО, Андрій РОСКЛАДКА ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОЦЕС МЕНЕДЖМЕНТУ ІНЦИДЕНТІВ.....	51
Денис ЄФІМОВ, Роман ТИМОШЕНКО, Катерина ВОЙТЕХ ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА СУЧАСНІ БОЙОВІ СТРАТЕГІЇ.....	58
Олексій КЛИМЕНКО СТВОРЕННЯ SELF-HEALING МЕРЕЖІ	63
Владислав КОЗУБ ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПОДІЛЕННОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	71
Богдан КОРНІЄНКО, Леся ЛАДІЄВА, Ксенія УЛЬЯНИЦЬКА, Лілія ГАЛАТА Андрій НЕСТЕРУК ЗАХИСТ КРИТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ З ОРЕНДИ НЕРУХОМОСТІ.....	80
Максим КУНДОС, Людмила СОЛОВЕЙ WEB ДОДАТКИ У ЕКОСИСТЕМІ ІОТ.....	88
Сергій ЛУК'ЯНЕНКО, Павло ВДОВІН, Валентин ГРОМИКО, Роман ТИМОШЕНКО РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ВІЙСЬКОВІЙ СПРАВІ.....	94
Геннадій МОГИЛЬНИЙ, Володимир ДОНЧЕНКО, Світлана ДОНЧЕНКО ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ СТВОРЕННЯ КОРПОРАТИВНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	99
Олександр ПСАРЬОВ, Євген ДРУЖИНІН AGILE-ФРЕЙМВОРК ЯК КАТАЛІЗАТОР ЕФЕКТИВНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ.....	108
Денис РЕДЬКО, Альона ДЕСЯТКО, Байтума БІСАРІНОВ, Айгуль БІСАРІАНОВА ОГЛЯД МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ТРАФІКУ КОМПАНІЇ НА ОСНОВІ АНСАМБЛЕВОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ.....	115
Олександр СТОРОЖУК, Квітослава-Ольга ЯЦИНА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ AR У ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗІ АНАТОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕВКЛІДОВОЇ МЕТРИКИ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МЕДИЧНИХ ФАХІВЦІВ	125

УДК 004.8:004.42

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.it.2024.4.5>

Олександр ГОРДІЄНКО

кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних інформаційних систем та технологій, Інститут комп'ютерно-інформаційних технологій та дизайну ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», oleksandr.m.hordiienko@gmail.com

ORCID: 0009-0002-7764-8668

Аліна КОВАЛЬ

викладач кафедри комп'ютерних інформаційних систем та технологій, Інститут комп'ютерно-інформаційних технологій та дизайну ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом», cora9393@gmail.com

ORCID: 0009-0001-7379-5065

**КОНЦЕПЦІЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ:
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ**

Анотація. Мета роботи. Стаття присвячена концепції підключення фізичних об'єктів у розумному будинку для моніторингу та покращення якості повітря за допомогою штучного інтелекту. Вона досліджує інтеграцію різноманітних сенсорів і пристроїв, таких як датчики якості повітря, системи вентиляції та фільтрації, з розумними будинками для створення комфортних та здорових умов для життя і впливу на організм людини. Особливу увагу приділено використанню ШІ для аналізу даних, отриманих від сенсорів, для автоматичного коригування параметрів повітря, таких як рівень CO₂, вологість і температура, з метою підтримки оптимального мікроклімату, як штучний інтелект може покращити енергетичну ефективність розумних будинків, зменшуючи енергоспоживання та знижуючи витрати на опалення, охолодження і вентиляцію, одночасно підтримуючи здоров'я мешканців. **Наукова новизна.** Стаття також оцінює потенційні виклики та майбутні перспективи впровадження таких технологій, враховуючи як технічні, так і етичні аспекти. Метою роботи є продемонструвати, як інноваційні рішення на основі IoT та ШІ можуть змінити підхід до управління навколишнім середовищем у будинках, покращуючи якість повітря та комфорт проживання.

Висновок. Загалом, концепція підключення фізичних об'єктів та використання ШІ для покращення якості повітря в розумному будинку є важливим кроком до створення безпечніших, здоровіших та енергоефективніших умов для життя, що має потенціал для значних змін у сфері житлового комфорту та інженерних технологій у майбутньому.

Ключові слова: фізичні об'єкти, IoT, термостати, освітлення, охоронні системи, CO₂, PM2.5 та PM10, Sharp, сенсор, штучний інтелект.

Oleksandr HORDIIENKO, Alina KOVAL. THE FUTURE OF PROGRAMMING: HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS TRANSFORMING SOFTWARE DEVELOPMENT

Abstract. The purpose of the work. The article is devoted to the concept of connecting physical objects in a smart home to monitor and improve air quality using artificial intelligence. It explores the integration of various sensors and devices, such as air quality sensors, ventilation and filtration systems, with smart homes to create comfortable and healthy living conditions and impact on the human body. Special attention is paid to the use of AI to analyze data obtained from sensors to automatically adjust air parameters, such as CO₂ levels, humidity and temperature, in order to maintain an optimal microclimate, how artificial intelligence can improve the energy efficiency of smart homes, reducing energy consumption and lowering heating, cooling and ventilation costs, while supporting the health of residents.

Scientific novelty. The article also assesses the potential challenges and future prospects for the implementation of such technologies, taking into account both technical and ethical aspects. The aim of the work is to demonstrate how innovative IoT and AI-based solutions can change the approach to environmental management in homes, improving air quality and living comfort.

Conclusion. Overall, the concept of connecting physical objects and using AI to improve air quality in a smart home is an important step towards creating safer, healthier, and more energy-efficient living environments, which has the potential to significantly change the field of residential comfort and engineering technologies in the future.

Key words: IoT, thermostats, lighting, security systems, CO₂, PM2.5 and PM10, Sharp, sensor, Artificial Intelligence.

Вступ. IoT (Internet of Things) – це концепція підключення фізичних об'єктів, пристроїв і сенсорів до Інтернету, що дозволяє їм збирати, обмінюватися і обробляти даними без прямої участі людини [8]. Наприклад:

- У будинках: термостати, освітлення, охоронні системи, які можна контролювати через смартфон.
- Годинники та фітнес-трекери, які моніторять стан здоров'я.
- Автомобілі, що збирають дані про стан, швидкість, навіть мають можливість відправляти їх на сервери для аналізу чи віддаленого контролю.

– У сільському господарстві: датчики в ґрунті, які вимірюють вологу або температуру для оптимізації поливу.

Моніторинг якості повітря є важливим для підтримки здоров'я людини, оскільки повітря може містити різноманітні забруднювачі, які можуть негативно впливати на дихальну систему та загальний стан здоров'я. Основними факторами, що впливають на якість повітря в приміщеннях, є рівень вуглекислого газу (CO_2), пил, вологість, температура, а також наявність хімічних сполук, таких як летючі органічні сполуки (ЛОС), формальдегід, діоксиди азоту (NO_2) тощо.

Показники якості повітря. Вуглекислий газ (CO_2). Високі рівні CO_2 можуть свідчити про погану вентиляцію та недостатній приплив свіжого повітря. Підвищена концентрація CO_2 може спричиняти втому, головні болі, зниження концентрації та навіть нудоту. Нормальний рівень CO_2 у приміщеннях зазвичай не перевищує 1000 ppm (частин на мільйон). Рівень понад 1000 ppm може вказувати на необхідність покращення вентиляції [14].

Пил (PM2.5 та PM10). Пил складається з дрібних часток, які можуть потрапляти в дихальні шляхи, погіршуючи стан здоров'я, особливо у людей із респіраторними захворюваннями (астма, алергії). PM2.5 (частки менші за 2.5 мікрметра) можуть проникати в глибокі частини легень і навіть потрапляти в кровообіг, що може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям. PM10 – це частки діаметром менше 10 мікрметрів, які також можуть бути небезпечними для дихальної системи [14].

Датчики для вимірювання рівня пилу:

– Sharp GP2Y1010AU0F (PM2.5). Сенсор використовує метод розсіювання світла для визначення часток у повітрі. Лазерне світло направляється на частки, які розсіюють світло, і фотодіод фіксує це розсіяння, перетворюючи його на електричний сигнал.

– Plantower PMS5003. Цей сенсор використовує лазер для розсіювання світла на частках у повітрі. Інтенсивність і кут розсіювання світла дозволяють визначити концентрацію часток. Сенсор може відрізняти PM1.0, PM2.5 та PM10.

– Honeywell HPMA115S0. Використовує лазер для розсіювання світла на частках, надаючи оцінку концентрації PM2.5. Сенсор має високу чутливість до дрібних часток у повітрі.

Температура та вологість. Занадто висока або низька температура, а також невідконтрольний рівень вологості (вища за 60% або нижча за 30%) можуть сприяти розвитку грибка, плісняви та бактерій, а також створювати дискомфорт. Оптимальні параметри для здоров'я – температура в межах 18–22°C і вологість 40–60% [14].

Датчики, що вимірюють температуру та вологість:

– DHT22. Вимірює температуру у діапазоні від -40°C до +80°C з точністю $\pm 0.5^\circ\text{C}$. Вологість від 0% до 100% (точність $\pm 2\text{--}5\%$ в межах 20–80% вологості).

– BME280. Діапазон вимірювання температури від -40°C до +85°C з точністю $\pm 1.0^\circ\text{C}$ (в межах -10°C до +65°C). Діапазон вимірювання вологості від 0% до 100% RH (відносна вологість) з точністю $\pm 3\%$ в діапазоні від 20% до 80% вологості.

– DS18B20. Температурний діапазон від -55°C до +125°C з точністю $\pm 0.5^\circ\text{C}$ в діапазоні від -10°C до +85°C.

Летючі органічні сполуки (ЛОС) [15]. ЛОС – це хімічні речовини, які випаровуються в атмосферу при кімнатній температурі. До них належать формальдегід, бензол, толуол та інші, які можуть бути присутні в матеріалах для ремонту, меблях, засобах для чищення, косметичі, побутових хімікатах. Підвищені рівні ЛОС можуть викликати головний біль, запаморочення, подразнення очей та дихальних шляхів, а також сприяти розвитку хронічних захворювань.

Діоксид азоту (NO_2). В основному виникають в результаті діяльності газових плит, обігрівачів, камінів. Вони можуть погіршувати стан дихальних шляхів, спричиняти астму та інші проблеми з диханням.

Датчики, що вимірюють якість повітря:

– MH-Z19 (CO_2). Інфрачервоний сенсор (NDIR) для вимірювання CO_2 . Діапазон вимірювання від 0 до 5000 ppm CO_2 (проте, можливе розширення до 2000 ppm або 10000 ppm в залежності від версії) з точністю ± 50 ppm $\pm 3\%$ від виміряної величини.

– MiCS-5524 (CO , NO_2 , NH_3 , O_3). Мультигазовий сенсор, що вимірює CO (0–1000 ppm), NO_2 (0–50 ppm), NH_3 (0–100 ppm), O_3 (0–1000 ppb) з точністю $\pm 3\%$ для кожного газу в межах діапазону.

– CCS811 (CO_2 , TVOC). Цифровий сенсор для вимірювання CO_2 та TVOC (загальні летючі органічні сполуки). Діапазон вимірювання CO_2 від 400 до 8192 ppm з точністю $\pm 30\%$ та TVOC від 0 до 1187 ppb з точністю $\pm 10\%$.

– Figaro TGS Series (VOC). Сенсор для вимірювання VOC (летючі органічні сполуки). В залежності від конкретної моделі серії TGS, вони можуть вимірювати VOC в різних концентраціях (зазвичай від 1 до кількох тисяч ppm).

Забезпечення комфортного і здорового середовища [2, 4, 15].

Управління вентиляцією – один з основних способів контролю за якістю повітря. Важливо регулярно провітрювати приміщення, використовувати витяжки, зокрема в кухнях і санвузлах. Встановити рекуператори тепла або системи припливно-витяжної вентиляції, щоб зберегти тепло та водночас, покращити циркуляцію повітря. Щоб знизити рівень пилу, ЛОС і навіть бактерій в повітрі можна використовувати очищувачі повітря з HEPA-фільтрами та вуглецевими фільтрами. Така вентиляція особливо корисна для людей із алергіями чи астмою.

Неправильний рівень температури (менше 18°C та більше 24–25°C) може викликати фізичний дискомфорт і погіршити самопочуття. Висока температура може спричиняти відчуття втоми, головний біль, знижувати концентрацію і продуктивність. Низька температура може викликати переохолодження, особливо в нічний час, і сприяти розвитку простудних захворювань.

Занадто низька вологість (менше 30%) сприяє сухості шкіри, слизових оболонок, подразненню дихальних шляхів, сухості в очах, а також може погіршити стан бронхіальних шляхів, що особливо небезпечно для людей з алергіями або астмою. Занадто висока вологість (понад 60%) може призвести до розвитку плісняви, грибків і бактерій, що є джерелом алергенів і сприяє розвитку респіраторних захворювань.

Температура та вологість можуть впливати на меблі, дерев'яні підлоги та інші будівельні елементи. Дерево розсихається та тріскатися при низькій вологості, а при високій – набухає та деформується. Надмірна вологість шкодить фарбованим поверхням, шпалерам і викликає корозію металевих конструкцій.

Правильна температура та вологість у спальні можуть значно вплинути на якість сну. Температура в межах 18–22°C вважається оптимальною для сну. Вологість на рівні 40–60% також є ідеальною для підтримки комфортного сну, оскільки знижує ризик пересушування повітря та покращує дихання [15].

Необхідно використовувати осушувачі повітря для зниження вологості в приміщенні, особливо в місцях з підвищеною вологістю (ванна кімната, кухня). Для збільшення вологості в сухих умовах можна використовувати зволожувачі.

Екологічна оселя – це не лише питання збереження природи. Необхідно виключити матеріали, що виділяють токсичні хімікати (фарби, клеї, лакофарбові матеріали, пластикові меблі з високим вмістом ЛОС). Значно покращить якість повітря в приміщенні використання природних, нетоксичних матеріалів при ремонті або декоруванні.

Управління температурою [2, 4].

Конвектори. Конвекційні обігрівачі працюють за принципом природного руху повітря: нагріте повітря піднімається, а холодне опускається, тим самим створюючи потік повітря, який рівномірно прогріває кімнату. Такі обігрівачі швидко прогрівають приміщення, компактні та безшумні. Вони легко управляються, тому їх можна підключити у систему розумного будинку. Недоліками такого обладнання є велике споживання електроенергії та вони висушують повітря.

Інфрачервоні обігрівачі. Ці пристрої нагрівають не повітря, а об'єкти та поверхні в кімнаті, які, в свою чергу, віддають тепло навколишньому середовищу. Інфрачервоний обігрів схожий на тепло від сонця. Легко керується системою розумного будинку. Такий пристрій економить енергію, бо не гріє повітря, яке вилітає у вентиляцію, швидко обігріває та не висушує повітря. Однак їх можна використовувати лише на коротких відстанях та можуть бути небезпечні при неправильному використанні [2].

Масляні обігрівачі працюють за принципом нагріву масла, яке рівномірно передає тепло в навколишнє середовище. Легко керується системою розумного будинку. Це найбільш популярний тип обігрівачів. Вони тривалий час зберігають тепло після вимкнення, безшумні, не висушують повітря. Але вони повільно прогрівають приміщення та займають багато місця.

Теплові насоси – це сучасний енергозберігаючий метод обігріву, який використовує природні ресурси, такі як повітря, ґрунт чи вода, для отримання тепла. Вони можуть також працювати як кондиціонери влітку. Теплові насоси високо-ефективні та екологічні. Їх можна інтегрувати у систему розумного будинку, проте є певні умови для ефективної роботи. Недоліками такої системи є висока вартість установки та обладнання. Потребує регулярного обслуговування, яке може бути досить дорогим [4].

Печі та каміни є одним із найстаріших типом обігріву, але досі дуже популярним у приватних будинках. Вони можуть працювати на дровах, пелетах або інших видах палива. Каміни та печі дають приємне природне тепло, мають декоративний ефект та атмосферність. Основною перевагою є незалежність від електрики. Такі обігрівачі потребують регулярного догляду, запасу палива та вентиляції. Печі та каміни, особливо ті, що працюють на дровах чи вугіллі, мають велику кількість потенційно небезпечних факторів, таких як відкритий вогонь, перегрівання та ризик пожежі. У поєднанні з автоматичними системами це може призвести до неконтрольованого вогню чи перегріву, що створює серйозну небезпеку.

У разі несправності вентиляції, чадний газ може накопичуватись у приміщенні, що є небезпечним для здоров'я [4].

Системи теплої підлоги можуть бути електричними або водяними. Вони прогрівають підлогу, яка, у свою чергу, нагріває та рівномірно розподіляє тепло у приміщенні. Така система зручна та економить місце. Її легко інтегрувати у систему розумного будинку. Тепла підлога має бути зпроектована на момент будівництва та має високу вартість встановлення.

Штучний інтелект (ШІ) в моніторингу [1, 3, 5, 6, 12, 13].

Завдяки IoT, можна автоматизувати різні процеси, збирати великі обсяги даних для подальшого аналізу, знизити витрати на енергію, значно покращити комфорт у приміщенні, забезпечити віддалений мобільний моніторинг.

Штучний інтелект використовується для обробки великих обсягів даних, що надходять від сенсорів IoT. Алгоритми ШІ можуть аналізувати дані та інші фактори (наприклад, погодні умови, час доби, активність у приміщенні) для передбачення рівня забруднення повітря в майбутньому. На основі даних від сенсорів та моделей ШІ можна автоматично вживати заходів, наприклад, регулювати рівень вентиляції, активувати систему очистки повітря або повідомляти про забруднення користувача.

У статті було розглянуто концепцію підключення фізичних об'єктів у розумному будинку, зокрема використання штучного інтелекту для моніторингу та покращення якості повітря. Інтеграція сенсорних технологій і систем, таких як датчики якості повітря, фільтрація, вентиляція та системи кондиціонування, створює основу для побудови ефективних, здорових і комфортних умов для мешканців розумного будинку.

Основною перевагою використання штучного інтелекту в цьому контексті є можливість автоматичного аналізу та обробки даних, що дозволяє своєчасно виявляти аномалії та коригувати умови повітря, такі як рівень CO₂, температура, вологість та інші важливі параметри, з огляду на специфічні потреби мешканців. Автоматизація цього процесу забезпечує не лише покращення якості життя, але й значно підвищує енергоефективність розумного будинку, що знижує витрати на енергоресурси [1].

Важливою складовою цього підходу є також забезпечення здоров'я мешканців. Врахування якості повітря в житлових приміщеннях має безпосередній вплив на фізичне та психологічне здоров'я людей. Автоматизовані системи, які контролюють рівень токсичних речовин, пилу та вологи, можуть значно знизити ризики для здоров'я, покращуючи дихальну функцію та загальний комфорт. Завдяки інтеграції з іншими системами розумного будинку, такими як освітлення, опалення та охолодження, можна створювати індивідуалізовані та адаптивні умови для кожного користувача [5, 6, 12, 13].

Проте, разом із можливостями, впровадження таких технологій також стикається з кількома викликами. Серед них – необхідність забезпечення високого рівня безпеки даних, захисту від кібератак, а також етичні питання, що стосуються збору та використання персональних даних мешканців. Крім того, важливим аспектом є доступність технологій для різних соціальних груп і забезпечення їх адаптації до різних кліматичних умов.

Майбутнє розумних будинків, оснащених ШІ, виглядає дуже перспективно. Очікується, що технології автоматизації та моніторингу стануть ще більш точними і доступними, дозволяючи зменшити витрати енергії, покращити екологічні умови та знизити витрати на обслуговування будинків. Технології штучного інтелекту стануть не лише частиною побутових процесів, але й активно сприятимуть розвитку нових форм взаємодії між людьми та навколишнім середовищем, надаючи можливості для адаптації до змінних умов у реальному часі.

Список використаних джерел:

1. "Internet of Things – An action plan for Europe". ec.europa.eu. Commission of the European Communities. 18 June 2009. COM(2009) 278 final.
2. "Lighting control saves money and makes sense" (PDF). Daintree Networks. Retrieved 2009-06-19.
3. "The Computer for the 21st Century". Scientific American. 265 (3), 94–04. Bibcode:1991SciAm.265c..94W. doi:10.1038/scientificamerican0991-94.
4. Bahga, Arshdeep; Madiseti, Vijay (2014-08-09). Internet of Things: A Hands-On Approach. VPT. p. 50. ISBN 978-0-9960255-1-5.
5. Catalin Cimpanu (23 вересня 2016). Akamai Boots Krebs from Their Network After Never-Ending DDoS Attack. Softpedia.
6. Catalin Cimpanu (5 жовтня 2016). Akamai Post-Mortem Report Confirms Mirai as Source of Krebs DDoS Attacks. Softpedia.
7. Dan Goodin (20 березня 2013). Guerilla researcher created epic botnet to scan billions of IP addresses. Risk Assessment. Ars Technica.
8. Gillis, Alexander (2021). "What is internet of things (IoT)?" . IOT Agenda. Retrieved 17 August 2021.

9. Hendricks, Drew (10 August 2015). "The Trouble with the Internet of Things". London Datastore. Greater London Authority. Retrieved 10 August 2015.
10. Muhammad Junaid Bohio (19 march 2015). Analyzing a Backdoor/Bot for the MIPS Platform. SANS Institute. Архів оригіналу за 2 вересня 2016. Процитовано 9 листопада 2016.
11. Shafiq, Muhammad; Gu, Zhaoquan; Cheikhrouhou, Omar; Alhakami, Wajdi; Hamam, Habib (3 August 2022). "The Rise of "Internet of Things": Review and Open Research Issues Related to Detection and Prevention of IoT-Based Security Attacks". *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022: e8669348. doi:10.1155/2022/8669348. ISSN 1530-8669.
12. Steve Ragan. Here are the 61 passwords that powered the Mirai IoT botnet. CSO Online.
13. Zach Wikholm. When Vulnerabilities Travel Downstream. Flashpoint.
14. Брайчевський, С. М. Проблема персональних даних в системах Інтернету речей з елементами штучного інтелекту. *Інформація і право*. 2019. 4 (31). doi:10.37750/2616-6798.2019.4(31).194348.
15. Головна Smart Home: Одомашнювання Інтернет речей
16. Інтернет речей: друг чи ворог?. Архів оригіналу за 16 січня 2014. Процитовано 15 січня 2014.