

закладена у процесор, і преведе у запуск вентиляційні установки для зниження температури і провітрювання теплиці. При зниженні температури нижче за номінальну, наприклад, в холодну пору року, автоматично вклячатся обігрівальні пристрої разом з вентиляційною системою для швидкої конвекції повітря, і так само вимкнуться при досягненні потрібної температури. В управлінні вологістю використовується датчик вологості і зволожувач повітря. Принцип дії наступний, при зниженій вологості вклячатися розпилювач, що зволожує повітря.

Для контролю рівнем освітленості використовуються фоторезистори. Фоторезистори дають можливість визначати інтенсивність освітлення. Вони маленькі, недорогі, вимагають мало енергії, легкі у використанні, практично не схильні до зносу. Фоторезистори реагують на природне освітлення, при його нестачі за контрольним сигналом управління, вклячатимуться спеціальні світлодіодні лампи, що компенсують нестачу денного освітлення.

Інформацію про стан мікроклімату в теплиці можна відслідковувати віддалено та вносити коригування до програм управління всіма процесами, це рішення дозволить економити час та кошти.

Висновок. В роботі запропоновано програмно-апаратне забезпечення автоматизованої системи керування мікрокліматом теплиці. Практична значимість такого програмно-апаратного забезпечення те, що воно може бути легко впроваджено у вже існуючі тепличні комплекси

Інформаційні джерела

1. Інтернет речей URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет_речей
2. Arduino. URL: <https://www.arduino.ua/>

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ У СУЧАСНОМУ СВІТІ

Островський О.Т., здоб. ОС «бакалавр»

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Сучасний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) зумовив реалізацію ідеї вимірювань, контролю та діагностики необхідних фізичних величин навколишнього середовища, технологічних процесів промислових виробництв тощо [1–2]. Такий об'єм застосування вимірювальної техніки вимагає рішень, що

відносяться до збору, передачі та обробки інформації. Розробляються і впроваджуються мережеві рішення (мережі WLAN, LAN, MAN, WAN, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee тощо) з урахуванням практичного досвіду реалізації інформаційно-комунікаційних технологій у концепцію інтернету речей (IoT), що є обчислювальною мережею фізичних об'єктів. У цих рішеннях домінують детерміністичні методи доступу до мережі.

Концепцію IoT вважають домінуючим світовим технологічним трендом. Будь-який пристрій, що зараз використовується, може стати частиною Інтернету речей і виконувати нові функції. Отже, інтернет речей вважається рушійною силою четвертої промислової революції. В той час, коли кількість IoT-пристроїв перевищила кількість інтернет-користувачів, світ поступово перейшов у нову фазу розвитку технологій – фазу IoT. Потужні IT-компанії світу, такі як Intel, Google та IBM, розпочали масштабні ініціативи на ринку інтернету речей і займають лідируючі позиції в цій сфері.

На основі прогнозних даних агентства «IoT Analytics» до 2025 р. кількість пристроїв IoT становитиме 22 мільярди (у світі на даний час налічується більш як 12 мільярдів). У цьому контексті «International Data Corporation» свідчить: за кількістю пристроїв підключених до IoT досягнуть 42 мільйонів до кінця 2023 р. та припускає, що до 2025 р. їхня кількість перевищить 100 мільйонів. Світовий ринок технологій інтернету речей з використанням мобільних мереж, за прогнозами аналітичної компанії «Juniper Research», зросте до 61 млрд. доларів США у 2026 р. Це зростання буде зумовлене впровадженням 5G та бездротового доступу з низьким енергоспоживанням (LPWA), які дадуть змогу пристроям функціонувати практично будь-де.

Інтернет речей – це технологія, яка об'єднує пристрої у комп'ютерну мережу та дає їм змогу збирати та аналізувати, обробляти та передавати дані іншим об'єктам за допомогою програмного забезпечення, застосунку та технічних пристроїв. Інфраструктура даних пристроїв представлена сукупністю апаратного, програмного забезпечення та комунікацій. Системи інтернету речей зазвичай складаються з мережі розумних пристроїв та хмарної платформи. Насамперед відбувається збір та аналіз даних, а потім вони надходять у хмару. IoT на сьогодні використовується в багатьох сферах діяльності людей: бізнесі, охороні здоров'я, промисловості, логістиці тощо для зниження трудомісткості та полегшення виробничих процесів, а також економії часу. Тому всі пристрої в різних інфраструктурних системах (в тому числі критично важливих) повинні обмінюватися інформацією один з одним і, в залежності від

результатів, приймати рішення і реалізовувати конкретні дії. Фактично IoT може бути ефективним інструментом прийняття управлінських рішень.

В сучасних умовах сфери людської діяльності використовують широкий спектр взаємопов'язаних пристроїв із застосуванням спеціалізованих та сенсорних мереж: «розумні застосунки», «розумне виробництво», «розумне довілля», «розумний будинок», «розумна енергетика», «розумне фінансування» тощо. При цьому концепція IoT включає такі взаємозалежні аспекти, як безпека інтернету речей, масштабування інтернету речей, а також технічні рішення щодо зниження енергоспоживання.

Проведемо аналіз протоколів IoT [3–7]:

- MQTT (MQ Telemetry Transport): протокол для збору даних пристроїв та передачі їх серверів (D 2S). Компактний протокол для обміну повідомленнями, що реалізує моделі «публікація / підписка» та «запит / відповідь» і призначений для зв'язку комп'ютеризованих пристроїв, підключених до локальної або глобальної мережі, між собою та різними громадськими або приватними веб-сервісами. Зараз використовуються дві версії: MQTT 3.1.1 і MQTT 5.0.

- AMQP (Advanced Message Queueing Protocol): система організація черг для з'єднання між собою серверів (S 2S). Це вдосконалений протокол черги повідомлень, який іноді називають протоколом fo T. Як випливає з назви, AMQP - це протокол, що працює тільки з чергою. Він передає транзакційні повідомлення між серверами. Протокол може обробляти тисячі транзакцій в одній черзі.

- XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol): відкритий протокол зв'язку, що використовується для з'єднання пристроїв з людьми, окремий випадок D 2S-схеми, коли люди з'єднуються з серверами. Розширюється протокол обміну повідомленнями та інформацією про присутність. Він був розроблений для миттєвого обміну повідомленнями для зв'язку між людьми за допомогою текстових повідомлень.

- DDS (Data Disturbing Service): швидка шина для інтегрування інтелектуальних пристроїв (D 2D); розроблений для мереж, що потребують розподіленого навантаження.

Широке впровадження IoT пересікається зі складними технічними та організаційними проблемами, в тому числі пов'язаними зі стандартизацією. Інтернет речей поки що не має єдиних стандартів, що ускладнює інтеграцію рішень, які пропонуються на ринку, і суттєво стримує появу нових рішень. До факторів, що уповільнюють розвиток Інтернету речей, можна віднести складності переходу існуючого

Інтернету на нову шосту версію мережевого протоколу IP, головним чином через великі фінансові витрати, необхідні операторам і постачальникам послуг для модернізації свого мережевого обладнання.

На основі аналізу комунікаційних протоколів, які можуть бути використані в концепції IoT, зробимо спробу визначити їх переваги та недоліки й обґрунтувати особливості їх застосування для конкретних потреб. Ці недоліки IoT негативно впливають на його базову функціональність. Зокрема, його використання в контексті моніторингу, окрім питань безпеки, пересікається з проблемою колізій при масштабуванні та високих енергетичних вимогах відомих рішень, здебільшого детермінованих.

У табл. 1 зведені переваги та недоліки бездротових технологій, які можуть бути використані в концепції IoT, а також у сфері їхнього потенційного застосування.

Таблиця 1 – Переваги та недоліки основних технологій концепції IoT

Технічні характеристики	Wi-Fi (IEEE 802.11)	Wi-Fi HaLow (IEEE 802.11 ah)	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Z-Wave	Bluetooth LE (Bluetooth 4.0)
Частота	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz	900 MHz	915 MHz/2,4 GHz	900 MHz	2,4 GHz
Швидкість передачі	6,77 Gbps	50 Kbps -18 Mbps	250 Kbps	10-100 Kbps	< 1 Mbps
Дальність дії	До 100 м	До 1 км	100 м/ Mesh	30 м / Mesh	80 м
Діапазон ISM	Так	Так	Так	Так	Так
E2E шифрування	Так	Так	Так	Так	Так
Повна двоспрямованість	Так	Так	Так	Так	Так
Підтримка сенсорів, які рухаються між хабами	Так	Так	Так	Так	Так
Масштабованість	Так	Так	Так	Обмежена	Так
Автентифікація	Так	Так	Так	Так	Проблематично
Енергоспоживання	Високе	Знижене	Низьке	Низьке	Низьке

Проведемо аналіз та порівняння моделей передачі даних для системи «розумного будинку». «Розумний будинок» є автоматизованою системою, яка складається із сукупності датчиків, виконавчих механізмів, які можуть виконувати певні дії, та програмного забезпечення [8], що виконує конкретні щоденні завдання без втручання людини, систематично зберігаючи та обробляючи дані протягом певного періоду часу. Управління «розумним будинком» передбачає кілька видів обміну даними, в тому числі між елементами системи, а також між користувачем і системою. Між елементами системи обмін даними відбувається за допомогою дротового й бездротового зв'язку з використанням різних протоколів. Для передачі даних в межах системи «розумний будинок» поширеними є протоколи: для дротового зв'язку використовується протоколи X10, C-Bus; для бездротового – Z-Wave, ZigBee, Wi-Fi, Thread, Bluetooth Low Energy (BLE).

Кожна з цих технологій має свої переваги і недоліки, але бездротова технологія вважається більш технологічно просунутою, оскільки вона пропонує більший потенціал в ході роботи з технологією «розумного будинку».

Інформаційні джерела

1. Ostrovska Halyna, Ostrovskyy Oleksandr. Digital management in the innovative development of industrial enterprises. Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky national university. Economic sciences. 2023. Vol. 27. № 1–2. С. 34–42.

2. Островська Г.Й., Островський О.Т. Штучний інтелект в умовах сучасних підприємств та маркетингових кампаній: ефективні інструменти та перспективи розвитку. Маркетинг і цифрові технології. 2023. Том 7, № 3. С. 66–82. Doi: 10.15276/mdt.7.3.2023.5

3. Understanding IoT Protocols – Matching your Requirements to the Right Option. URL: https://solace.com/blog/usecases/understanding-iot-protocols-matching-requirements-right-option?utm_source=adroll&utm_medium=cpc&utm_campaign=iot&utm_content=25

4. Fahier N., Fang W.-C. An Advanced Plug-and-Play Network Architecture for Wireless Body Area Network Using HBC, ZigBee and NFC. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). 2014. С. 165–166.

5. Recommendation Y.4000/Y.2060 (06/12). URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I>

6. Довгий С. Сучасні телекомунікації. Мережі, технології, безпека, економіка, регулювання К.: Азимут-Україна, 2013. 608 с.

7. Технологія Bluetooth Protocols. URL: http://wiki.kspu.kr.ua/index.php/Технологія_Bluetooth

8. ТОП 5 надійних та якісних систем «Розумний будинок» рейтингу. URL: <https://vencon.ua/ua/articles/rejting-sistem-umnyy-dom-po-proizvoditylam>