



УДК 004.77:005

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ЯК СКЛАДОВА ІНДУСТРІЇ 4.0: ПРОЄКТНИЙ ПІДХІД

Дявіл Артем Григорович,

магістрант 2-го року навчання спеціальності 051 «Економіка»
освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»
Університету банківської справи
e-mail: tornakitomaki@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-8859-8507

Ноздріна Лариса Василівна,

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри цифрової та міжнародної економіки
Навчально-наукового інституту економічних і соціальних відносин
Університету банківської справи
e-mail: nozdrinalarisa1@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-9542-920X

Анотація. Описано теоретичні, методологічні засади становлення Індустрії 4.0 у світі. Проаналізовано стан і глобальні тренди розвитку Інтернету речей як складової Четвертої промислової революції. Висвітлено засади проектного підходу до запровадження Інтернету речей. Розглянуто класифікацію проєктів Інтернету речей і підкреслено особливу значущість забезпечення інформаційної і функціональної складової їхньої безпеки. До основних причин реалізації IoT-проєктів віднесено: оптимізацію робочих процесів, підвищення продуктивності співробітників, а також безпеку компаній. При цьому до основних упереджень щодо застосування IoT-проєктів віднесено: складність упровадження і подальшої роботи, у тому числі відсутність потрібних IT-інфраструктур у компанії; недостатність кваліфікованих фахівців; ресурсів для їхнього навчання. Описано IoT-проєкт «DiRIG», який призначений для автоматичного контролю будинку в режимі реального часу. Запропоновано концепцію IoT-проєкту на основі монолітно-модульної системи, що дозволить підключати додаткові модулі і розумні речі в режимі реального часу. З економічного погляду, «DiRIG» надаватиме можливість проєктувати будівлю таким чином, що всі сервіси будуть спілкуватись між собою, а в результаті буде досягнуто оптимальний рівень реакції на будь-які процеси, що відбуватимуться в реальному часі.

Ключові слова: індустрія 4.0, Інтернет речей, кіберфізична система, розумні підприємства, розумний дім, розумні речі, IoT-проєкт, Home Automation System, DiRIG.

Формул: 0; рис.: 5; табл.: 0; бібл.: 24.

THE INTERNET OF THINGS AS A COMPONENT OF INDUSTRY 4.0: A PROJECT APPROACH

Dyavil Artem,

Student of Master Degree in 051 «Economics»
educational and professional program «Economic Cybernetics»
Banking University
e-mail: tornakitomaki@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-8859-8507

Nozdrina Larisa,

Ph. D. in Economics, Associate Professor,
Associate Professor of Digital and International Economics
Educational-Scientific Institute of Economic and Social Relations
of Banking University
e-mail: nozdrinalarisa1@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-9542-920X

Abstract. The article describes the theoretical, methodological foundations of the formation of Industry 4.0 in the world and in Ukraine in particular. The state and global trends in the development of the Internet of Things as a component of the fourth industrial revolution are analyzed. The basics of the project approach to the implementation of the Internet of Things are highlighted, in particular, the concept of an IoT project and its place in the general classification of projects. The article discusses the classification of projects of the Internet



of Things, as well as positive and negative factors for their implementation. The special importance of ensuring both the information (Security Projects) and the functional component (Projects Safety) of the security of IoT projects was emphasized, since their goal is to create a complex cyber-physical system for managing enterprises, smart cities, and so on. The article describes the IoT-project «DiRIG», which belongs to the Home Automation System class and is designed to automatically control a specific building in real-time. The proposed concept of an IoT project, which will be based on a monolithic-modular system, which allows plug and play additional systems (modules) in real time. The capabilities of the main module for controlling the smart home system are demonstrated. To implement the project was proposed to use the SCRUM framework of an agile project management methodology and Jira software. The business model and stakeholders of the project are presented. The article also presents the roadmap of the first phase of the DiRIG project and describes the main modules of the system and their functionality. Our proposed project IoT — «DiRIG» is a way to automatically control the entire building in real time. The product of the project is unique in that it will be easy to use. From an economic point of view, DiRIG will be able to design the building in such a way that all services will communicate with each other, and as a result will achieve the optimal level of response to any processes that take place in real time. Due to the optimal response to events, stability is achieved and the lifetime of the system is increased — because during the failure of one module, other related modules can start the process of emergency shutdown of a device.

Keywords: Industry 4.0, Internet of things, cyber-physical system, smart enterprises, smart home, smart things, IoT project, Home automation system, DiRIG.

JEL Classification L86

Formulas: 0; fig.: 5; tabl.: 0; bibl.: 24.

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ИНДУСТРИИ 4.0: ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД

Дявил Артем Григорьевич,

магистрант 2-го года обучения специальности 051 «Экономика»,
образовательно-профессиональной программы «Экономическая кибернетика»
Университета банковского дела
e-mail: tornakitomaki@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-8859-8507

Ноздрин Лариса Васильевна,

кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры цифровой и международной экономики
Образовательно-научного института экономических и социальных отношений
Университета банковского дела
e-mail: nozdrinalarisa1@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-9542-920X

Анотация. Описаны теоретические, методологические основы становления Индустрии 4.0 в мире. Проанализированы состояние и глобальные тренды развития Интернета вещей как составляющей Четвёртой промышленной революции. Освещены основы проектного подхода к внедрению Интернета вещей. Рассмотрена классификация проектов Интернета вещей и подчеркнута особую значимость обеспечения информационной и функциональной составляющих их безопасности. К основным причинам реализации IoT-проектов отнесены: оптимизация рабочих процессов, повышение производительности сотрудников, а также безопасность внедрения. При этом к основным предубеждениям по применению IoT-проектов отнесены: сложность внедрения и дальнейшей работы, в том числе отсутствие необходимых ИТ-инфраструктур в компании; недостаток квалифицированных специалистов; ресурсов для их обучения. Описан IoT-проект «DiRIG», который предназначен для автоматического контроля дома в режиме реального времени. Предложена концепция IoT-проекта на основе монолитно-модульной системы, что позволит подключать дополнительные модули и умные вещи в режиме реального времени. С экономической точки зрения, «DiRIG» будет предоставлять возможность проектировать здание таким образом, что все сервисы будут общаться между собой, а в результате будет достигнут оптимальный уровень реакции на любые процессы, которые будут происходить в реальном времени.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, Интернет вещей, киберфизическая система, умные предприятия, умный дом, умные вещи, IoT-проект, Home Automation System, DiRIG.

Формул: 0; рис.: 5; табл.: 0; библи.: 24.

Вступ. Сьогодні людство перебуває на межі нової розвивається експоненціальним темпом і в майбутній Четвертій промислової революції (Industry 4.0), яка ньому зумовить трансформацію систем виробництва



та управління. Індустрія 4.0 спрямована на перетворення традиційних галузей в інтелектуальні за допомогою створення розумних підприємств.

Однією зі складових частин Індустрії 4.0 є Інтернет речей (Internet of Things, IoT) [1], який пов'язує фізичний світ із цифровим і створює додаткові економічні переваги для окремих осіб, підприємств і для країни в цілому. IoT інтегрований у різні сфери життєдіяльності людини і переносить все більше речей у цифрове середовище, що в найближчому майбутньому зробить Інтернет речей багатомільйонною галуззю [2]. Відомо, що найефективнішим інструментом для введення інновацій є проект, тому створення розумних Інтернет-речей відбувається за проектного підходу.

Аналіз досліджень і постановка завдання. Серед відомих науковців, які займаються проблемами Індустрії 4.0, слід виділити як закордонних (К. Шваба, Д. Ацемоглу, П. Рестрепо, В. Дігнум, К. Фрея), так і вітчизняних (О. Юрчака, В. Базилевича, Н. Гражевську, О. Грішнову, І. Михайлова та інших). Зокрема дослідження, які стосуються Інтернету речей, висвітлюються у працях С. Грінгарда, Ч. Бенсона, Дж. Лі, Р. Пхала, Н. Парамонова, А. Наконечного, З. Вереса. Засади управління проектами представлені в публікаціях Г. Дитхелма, К. Кента, Г. Ципеса, С. Бушуєва, В. Рача, К. Кошкіна, С. Чернова та ін. Але питання, пов'язані з розробленням та управлінням проектів IoT, розглянуті ще недостатньо. З огляду на це — тема статті є актуальною.

Метою статті є дослідження теоретичних і методичних аспектів проектного підходу до управління проектами Інтернету речей у контексті Індустрії 4.0.

Результати дослідження. Термін «Індустрія 4.0», який став синонімом Четвертої промислової революції, уперше з'явився 2011 року в Німеччині, де було розроблено стратегію перетворення виробничих підприємств країни на «розумні» [3].

Суть Індустрії 4.0 полягає в тому, що матеріальний світ сьогодні зливається з віртуальним, у результаті чого створюються нові кіберфізичні комплекси, які поєднані в єдину цифрову екосистему. Роботизоване виробництво і «розумні» заводи — один із компонен-

тів трансформованої галузі. За оцінкою Всесвітнього економічного форуму, Україна запізнилася зі стартом Індустрії 4.0 і повинна надолужувати втрачений час [4]. З цією метою була створена Асоціація підприємств промислової автоматизації України (АППАУ).

І. Концептуальні засади розвитку Інтернету речей в Індустрії 4.0. Індустрія 4.0 базується на засадах: 1) стійкість з метою досягнення цілей сталого розвитку (SDGs) ООН, що забезпечується створенням «ударних компаній»; 2) фокус на людей: технології лише будуть брати на себе завдання, які раніше виконували люди; 3) глобальність у контексті змін у розвитку нових технологій і спільної відповідальності за майбутнє планети; 3) природність як відправна точка для інноваційних ідей; 4) технології як інструменти для кращої реакції на проблеми в повсякденному житті [5].

За даними McKinsey, Індустрія 4.0 дозволить активізувати вісім основних чинників створення доданої вартості для потреб розвитку економіки [6]:

- скорочення: часу виходу на ринок (20—50 %), затрат на технічне обслуговування (10—40 %), часу простою машин (30—50 %), витрат на забезпечення якості (10—20 %), витрат на зберігання товару (20—50 %);

- зростання: 1) продуктивності: за допомогою «розумних» ділянок і споживання та оптимізації прибутковості в реальному часі (на 3—5 %), розумової праці технічних фахівців через автоматизацію і роботизацію (45—55 %); 2) точності прогнозування (більше ніж 85 %).

Сьогодні більшість виробників упроваджують технології Індустрії 4.0: для 1) оптимізації бізнес-процесів; 2) забезпечення їхньої якості; 3) упровадження нової бізнес-моделі [7]. З урахуванням вищезазначеного і величезним розміром ринку Індустрії 4.0 її розвиток є одним із стратегічних завдань для підприємств та уряду України, яка повинна за допомогою діджиталізації зробити прорив від сировинної економіки до «розумної» промисловості з «розумними» підприємствами, містами і речами. Такий поступ стане можливим із розвитком такої важливої складової Індустрії 4.0, як Інтернет речей (IoT) (рис. 1).

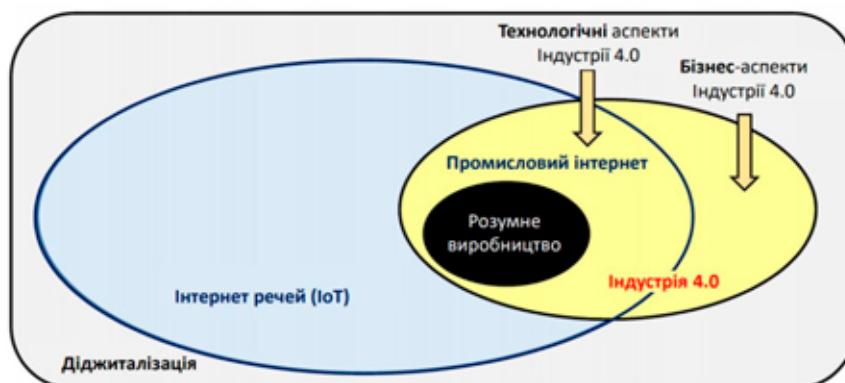


Рис. 1. Зв'язок між діджиталізацією, Інтернетом речей та Індустрією 4.0

Джерело. [9].



За даними Українського інституту майбутнього, 2019 року і в контексті розвитку Індустрії 4.0 в Україні спостерігаються такі тренди розвитку цифрових технологій: 1) дані, які стають головним джерелом конкурентоспроможності; 2) розвиток сфери Інтернету речей (Internet of things, IoT); 3) цифрові трансформації як окремих бізнесів, так і цілих секторів; 4) економіка спільного користування (sharingeconomy); 5) віртуалізація фізичних інфраструктурних ІТ-систем; 6) штучний інтелект (з *англ.* artificial intelligence, AI); 7) цифрові платформи [8].

Тобто IoT — це мережа підключених пристроїв, де будь-який фізичний або віртуальний об'єкт, який «існує» і рухається у просторі і часі, може бути ідентифікований, інтегрований у мережу зв'язку і розглядатися як «річ». Особливостями IoT є [10]: 1) унікальні ідентифікаторами у формі IP-адреси; 2) вбудовані технології, які дозволяють їм збирати дані та спілкуватися щодо середовища, у якому вони перебувають. Іншими словами, IoT — це сукупність фізичних / віртуальних об'єктів, контролерів / сенсорів / виконавців механізмів та Інтернет [11]. На нинішній день існує понад 7 мільярдів пристроїв IoT, і до 2025 року це число, як очікується, зросте до 22 мільярдів [12].

В IoT виділяють такі сегменти: 1) промисловий Інтернет речей (IIoT); 2) Інтернет послуг; 3) споживчий IoT (CioT); 4) Інтернет речей; 5) Інтернет усього (IoE) тощо. За даними IoT Analytics, 2016 року найбільше проектів у світі (22 %) було реалізовано для промислових об'єктів [13]. Для підтримки IoT задіяні такі технології, як периферійні, хмарні і локальні обчислення, аналітика великих даних, штучний інтелект, машинне навчання, що роблять виробництво інтелектуальним і гнучким, спираючись на обробку, аналіз і збереження даних [14].

II. Методологічні підходи до управління IoT-проектами. Діджиталізація передбачає запровадження цифрових технологій за проектного підходу. В усьому світі цей процес відбувається за державної підтримки у формі програм, які поділяються на технологічні та галузеві ініціативи, що реалізуються як проекти [15]. Сьогодні в Україні проектно-орієнтований підхід до запровадження IoT найчастіше використовують ІТ-компанії, діяльність яких спрямована на реалізацію проектів запровадження інформаційних технологій у різні сфери людської діяльності [16]. IoT-проект описує розробку фізичних об'єктів — «речей», з метою підключення та обміну даними з іншими пристроями і системами через Інтернет. Планування такого проекту визначає віхи, які обов'язково повинні бути виконані для успішної та стабільної роботи / взаємодії технологій [17]. Опитування, проведене гігантом IoT — Microsoft, показав, що 85 % компаній мають хоча б один проект використання Інтернету речей, а 94 % респондентів збираються їх реалізувати, зокрема у промисловому секторі (IIoT). Крім того, 88 %

керівників таких проектів усвідомлюють переваги технологій IoT для успіху компанії, очікуючи 30-відсоткової окупності інвестицій у найближчі два роки [15].

Серед основних причин реалізації IoT-проектів визначають: оптимізацію робочих процесів (56 %), підвищення продуктивності співробітників (47 %), а також безпеку компаній (44 %). До основних упереджень щодо застосування IoT-проектів відносять: 1) складність запровадження і подальшої роботи (38 %), у тому числі відсутність потрібних ІТ-інфраструктур у компанії; 2) брак кваліфікованих фахівців (47 %); 3) ресурсів для їхнього навчання (44 %) [15].

IoT-проекти є окремим видом ІТ-проектів (проектів інформатизації). Але, за загальною класифікацією [18], вони характеризуються складністю і є комбінованими як за типом (одночасно й економічними, і технічними, і організаційними), так і за видом (крім ІТ, це й інвестиційні, й інноваційні проекти). За даними IoT Analytics — провідного постачальника ринкових даних для Інтернету речей (IoT), M2M та Industry 4.0 [19] на підставі зібраних і класифікованих у базі даних (станом на 2018 рік) 1 600 фактичних корпоративних проектів IoT можна їх класифікувати за такими категоріями: 1) промисловий IoT / Industrie 4.0; 2) розумне місто; 3) програмне забезпечення і платформи IoT; 4) IoT-зв'язок.

Інша класифікація проектів за критерієм сфери застосування проектних продуктів — програмних додатків Інтернету речей поділяє їх на три основні області [20]:

— екологічна область: включає додатки, які стосуються управління навколишнім середовищем;

— промислова область: додатки цієї галузі включають фінансові або комерційні трансакції між підприємствами, організаціями та іншими суб'єктами господарювання;

— соціальна сфера: включає додатки, що стосуються розвитку та інтеграції товариств, міст і людей, а також урядові послуги щодо громадян чи інших структур суспільства.

Також критерієм може бути потенційна загроза безпеці. Зокрема, пропонується класифікувати IoT-проекти на три категорії — А, В, С залежно від ступеня загроз безпеці людині, що можуть спричинити серйозні фізичні, економічні чи соціальні втрати [21]. Особливу значущість забезпечення безпеки набуває при здійсненні IoT-проектів, оскільки їхня мета — створення складної кіберфізичної системи. Безпека проекту незалежно від його класифікації тісно пов'язана з ризиками проекту і характеризується не повною відсутністю ризиків, а уникненням лише недопустимих ризиків.

При управлінні безпекою проекту використовуються аналогічні підходи і методи, як і при управлінні ризиками проекту [22].



Забезпечення безпеки таких IoT-проектів, продуктами яких є такі кіберфізичні системи управління, повинні забезпечувати зниження ризиків нижче від заданих рівнів, як для інформаційної (Security Projects), так і для функціональної складової (Projects Safety) безпеки за допомогою як технічних, так і організаційних методів і засобів, зокрема методів управління проектами [22].

Найбільші сектори, що інвестують у нові технології, включають дискретне виробництво, безперервне виробництво, транспорт і комунальні послуги. Зростаючі додатки і варіанти використання IoT відкривають величезні можливості для глобальних галузей [23].

III. Розроблення IoT-проекту розумного будинку «DiRLG». Проект автоматизації будинку (Home Automation System), «розумний будинок» — це найпопулярніший проект IoT, спрямований на автоматизацію функціонування побутової техніки і предметів через Інтернет [12].

Запропонований нами проект «DiRLG» — це спосіб автоматичного контролю всієї споруди в режимі реального часу. Цей проект використовує сенсорну систему автоматизації будинку і всіма побутовими предметами, підключеними через мережу IoT, якою буде можна керувати з будь-якого місця за допомогою смартфона. Продукт проекту унікальний тим, що він буде простим у користуванні, оскільки система буде встановлювати з'єднання з усіма пристроями у приміщенні самотужки без громіздкого налаштування користувачем. Основна система з обробки інформації та встановлення з'єднання й адаптації до зовнішніх факторів буде всередині основного модуля «DiRLG». Його особливість — можливість оцінювати ситуацію й ухвалювати адекватні та правильні рішення, де основною метою є зберегти життя власників. За контроль температури, вологості та ситуації у приміщенні відповідатиме основний автоматизований

модуль «RISp». Для реалізації та управління проектом використовувалась фреймворк SCRUM гнучкої методології Agile і програмне забезпечення Jira — багатofункціональний інструмент управління проектами для agile-команд. Для визначення стратегії проекту і його цінності для стейкхолдерів була розроблена дорожня карта продукту (roadmap). Основними стейкхолдерами проекту за матрицею відповідності RACI будуть IT-компанії, приватні особи, навчальні заклади і спеціальні об'єкти. Також розроблено бізнес-модель проекту на основі Business Model Canvas [24].

Цю систему розроблено як монолітно-модульну систему, що дає змогу підключати і відключати (Plug and Play) додаткові системи (модулі) у режимі реального часу. Основний модуль системи «Central Robotic System» (CRS) побудований як монолітне ядро: усі компоненти (підсистеми) є рівноправними і взаємодіють між собою. При реалізації системи «DiRLG» обрано спадну методологію, оскільки розроблення і проектування починаються з верхніх рівнів, тому можливі зміни в реалізації і за якої контроль та модифікація таких змін буде простішою в реалізації.

Система «DiRLG» складається з таких модулів:

- Control Server — забезпечує контроль доступу до системи за допомогою механізмів авторизації. Виконує моніторинг системи, забезпечує планування задач, а також можливість управління системою та її відмовостійкість. Control Server реалізовуватиметься на «DRG» модулі;
- User Application — додаток розроблений на різних платформах (Windows, MacOS, iOS, Android). User Application буде реалізований із використанням архітектурного підходу Viper. Архітектуру зображено на *рис. 2*;
- Hardware Control — забезпечує управління пристроєм. Модуль являє собою базовий інтелект кожного окремого пристрою (*рис. 3*).

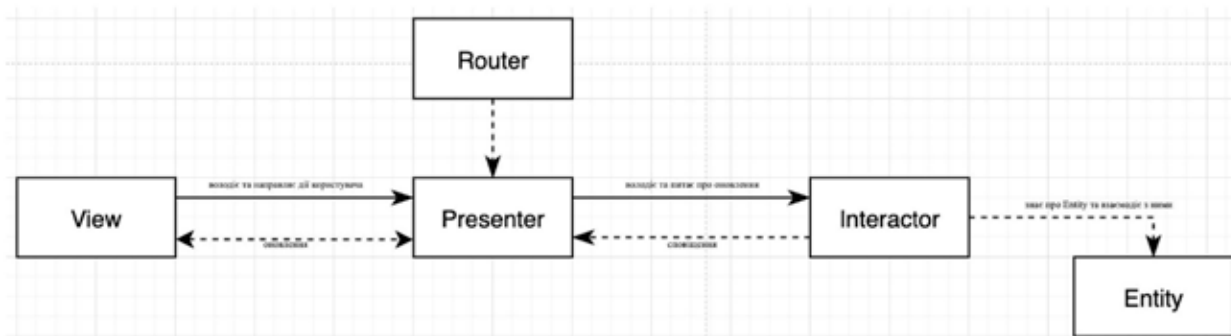


Рис. 2. Діаграма ієрархії Client Application програми

Примітка. Авторська розробка.

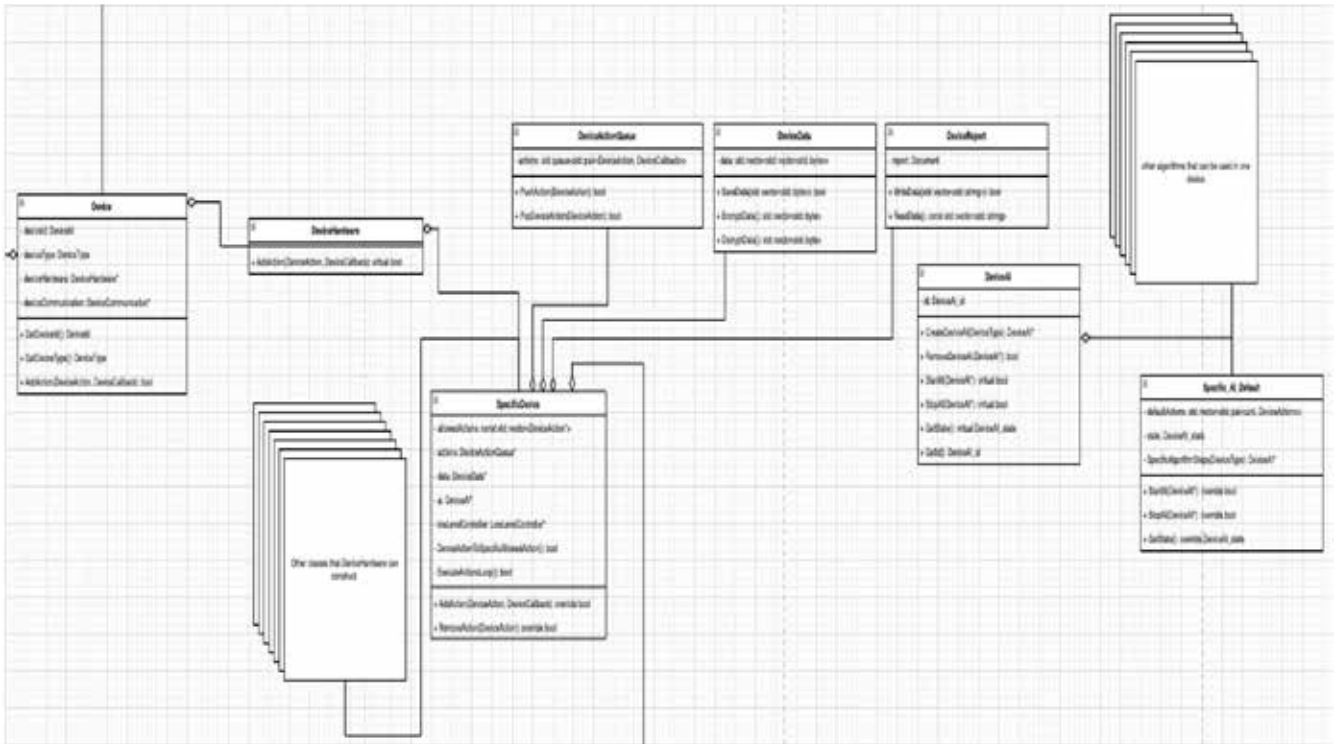


Рис. 3. Діаграма зв'язків компонентів Device

Примітка. Авторська розробка.

Усі вищезазначені модулі мають можливість взаємодіяти між собою за допомогою REST API за протоколом HTTP / HTTPs або за допомогою bluetooth, у цьому разі спрощується реалізація логіки і збирання фінального пристрою, а також за допомогою NFC-з'єднання з іншими пристроями відбувається за лічені секунди. У спрощеному варіанті система містить такі алгоритми:

- 1) виконання запиту на дію;
- 2) планувальника роботи;
- 3) моніторингу системи. Алгоритм планувальника роботи є базою завдань, які потрібно виконати в той чи інший проміжок часу.

Кожний пристрій може паралельно виконати два і більше операцій (збір і надсилання даних).

Деякі операції повинні виконуватись із певним інтервалом часу (аналіз справності приладу). У такому разі планувальник створить запит, який буде відправлений на пристрій у відповідно заданий час.

Алгоритм роботи моніторингу стану системи передбачає відправлення й обробку постійних запитів та отримання даних про стан системи. Унаслідок чого є можливість отримати, опрацювати і зберегти стан кожної конкретної системи, у разі технічних проблем — буде проведено негайне перевантаження пристрою, а в разі успішного перевантаження — буде завантажено останній успішний стан системи.

Система комунікує з кожним підключеним пристроєм. На екран виводять базові показники кожного

пристрою. На даний момент є змога комунікувати з такими пристроями, як:

- зовнішні і внутрішні камери;
- система опалення (у цьому разі кондиціонером), на етапі ініціації було заплановано розробку цілого модуля DRT, який інкапсулюватиме абстрактний клас Device і додаткову логіку роботи з ним;
- CyberSpider-пристроями.

CyberSpider — це сімейство пристроїв із певною конфігурацією та особливостями, кожен із цих пристроїв може передавати інформацію на інші пристрої.

Для демонстрації можливостей системи розроблена демо-версія програми з реалізацією низькорівневої взаємодії, фрагменти якої представлені на рис. 4 і 5. Зокрема, на рис. 4 показано список підключених Інтернет-речей з їхніми базовими показниками.

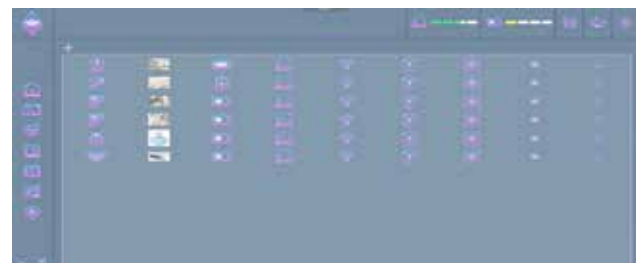


Рис. 4. Моніторинг підключених Інтернет-речей

Примітка. Авторська розробка.

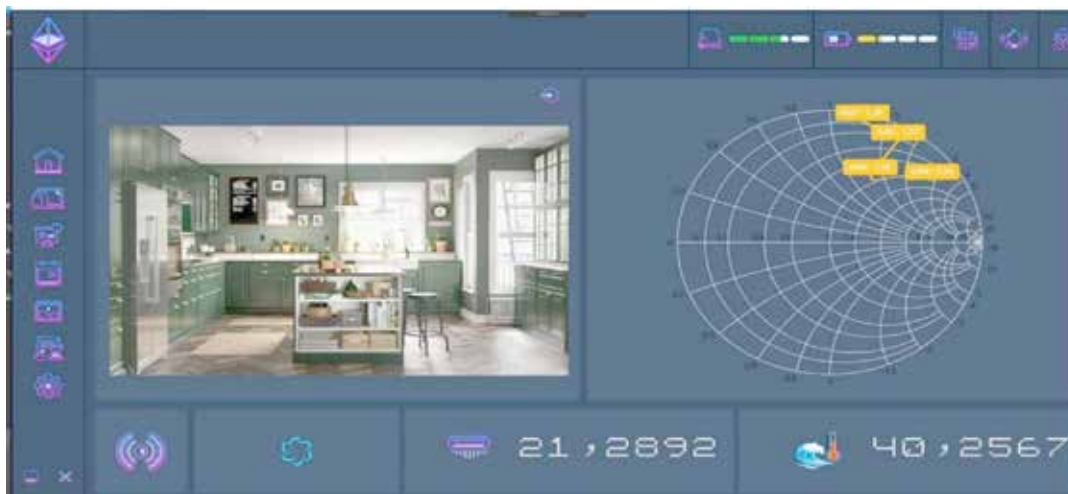


Рис. 5. Вкладка «Огляд» з першим попереднім переглядом камери у програмі Windows C

Примітка. Авторська розробка.

Основною метою демо-програми є демонстрація: взаємодії користувача і системи, простоти підключення пристроїв та їх взаємодії з основним модулем «DRG» системи «DiRIG».

Висновки. Отже, Індустрія 4.0 спрямована на поліпшення і модернізацію виробничих потужностей, систем і технологій управління / обслуговування до більш інтелектуального рівня. Основним плюсом системи, як продукту проекту DiRIG, можна вважати повну автоматизацію та обробку інформації в режимі реального часу, можливість налаштувати систему під власні потреби. Оскільки система є частково модульною, у користувача буде безмежний простір для додаткових модифікацій системи. Крім того, Індустрія 4.0 дозволяє розв'язувати проблеми динамічного глобального ринку і конкурентного характеру галузей відповідно до постійно мінливих потреб клієнтів. Протягом останніх років використання додатків і рішень Інтернету речей (IoT) стрімко зростає в усьому світі, унаслідок чого «розумні» підприємства отримували вигоди, збільшували доходи, паралельно спрощували бізнес-процеси і скорочували змінні витрати.

Це стосується і «розумного будинку», у якому домашня діджиталізація дає шанс поліпшити умови нашого життя. Комфортність і простота використання побутової техніки — ось те, що є рушійною силою прогресу в домашній роботизації, яка надає можли-

вість управляти всім будинком за допомогою різних технологій бездротового зв'язку.

Запропонований нами проект IoT-«DiRIG» — це спосіб автоматичного контролю всієї споруди в режимі реального часу. Продукт проекту унікальний тим, що він буде простим у користуванні. З економічного погляду, «DiRIG» надаватиме можливість проектувати будівлю таким чином, що всі сервіси будуть спілкуватись між собою, а в результаті буде досягнуто оптимальний рівень реакції на будь-які процеси, що відбуватимуться в реальному часі. Унаслідок оптимальної реакції на події досягається стійкість і збільшується час життя системи — адже під час виходу з ладу одного модуля інші суміжні модулі можуть запустити процес аварійного відключення певного девайсу.

Хоча майбутнє технологій може принести багато змін і невизначеності, у кінцевому підсумку в руках керівників підприємств — новітні технології, які однозначно збільшать прибуток компанії та будуть корисними для її працівників.

На нашу думку, проектний підхід до розвитку IoT допоможе прискорити прогрес Індустрії 4.0 за допомогою реалізації як проектів, так і стартапів. Найбезпечніший варіант для підприємства почати впровадження IoT — це створити відділ з розроблення / упровадження нових технологій, наприклад проектний офіс з реалізації IoT-проектів.

Список використаної літератури

1. Masters K. The Key Components of Industry 4.0 [Electronic resource] / K. Masters // Flexis. — 2016. — December 15. — Available at : <https://blog.flexis.com/the-key-components-of-industry-4.0>.
2. What is IoT analytics? [Electronic resource] // Mixpanel. — Available at : <https://mixpanel.com/topics/what-is-iot-analytics>.
3. Четверта промислова революція. Чого нам очікувати? [Електронний ресурс] // delo.ua. — 2017. — Режим доступу : <https://delo.ua/business/chetverta-promislova-revoljucija-chogo-nam-ochikuvati-334676>.



4. Шаров О. М. Підсумки всесвітнього економічного форуму у Давосі (2019): висновки для України [Електронний ресурс] / О. М. Шаров, О. О. Резнікова ; Національний інститут стратегічних досліджень. — Київ, 2019. — Режим доступу : http://old2.niss.gov.ua/content/articles/files/1_Davos_2019-a5129.pdf.
5. Luenendonk M. Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment [Electronic resource] / M. Luenendonk // CLEVERISM. — 2019. — September 23. — Available at : <https://www.cleverism.com/industry-4-0>.
6. Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector [Electronic resource] / McKinsey & Company. — 2015. — Available at : <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-four-point-o-how-to-navigae-the-digitization-of-the-manufacturing-sector#>.
7. Industry 4.0: the fourth industrial revolution — guide to Industrie 4.0 [Electronic resource]. — 2020. — Available at : <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0>.
8. Фішук В. Україна 2030Е — країна з розвинутою цифровою економікою [Електронний ресурс] / В. Фішук, В. Магюшко, Є. Чернев, О. Юрчак, Я. Лаврик, А. Амелін ; Український інститут майбутнього. — 2018. — Режим доступу : <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoju.html>.
9. Штеден Ф. Індустрія 4.0 — огляд та наслідки для політики [Електронний ресурс] / Ф. Штеден, Р. Кірхнер — Берлін ; Київ : Німецька консультативна група, 2018. — Режим доступу : https://www.beratergruppe-ukraine.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/PB_06_2018_ukr.pdf.
10. What is IoT? Defining the Internet of Things (IoT) [Electronic resource] // Aeris. — 2020. — Available at : <https://www.aeris.com/in/what-is-iot>.
11. Телесфера. Що потрібно знати про інтернет речей: фундаментальний лікбез [Електронний ресурс]. — 2019. — Режим доступу : <https://www.telesphera.net/blog/iot-likbez.html>.
12. Goyal K. 20 Exciting IoT Project Ideas & Topics For Beginners [Electronic resource] / K. Goyal. — 2020. — Available at : <https://www.upgrad.com/blog/iot-project-ideas-topics-for-beginners>.
13. Bartje J. The top 10 IoT application areas — based on real oT projects [Electronic resource] / J. Bartje. — 2016. — Available at : <https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016>.
14. What is Industrie 4.0? [Electronic resource]. — Available at : <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html;jsessionid=BB6E7B07701B91318600B1BF5B027670>.
15. Интернет вещей, IoT, M2M и мировой рынок [Электронный ресурс]. — 2020. — Режим доступа : <https://www.tadviser.ru/index.php>.
16. Романів Т. В. Моделі та методи управління комунікаційними бар'єрами в складних проектах на основі ціннісно орієнтованого підходу : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.22 / Т. В. Романів. — Харків : Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, 2015. — 24 с.
17. What Is the Internet of Things (IoT)? [Electronic resource]. — Available at : <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot>.
18. Ноздріна Л. В. Управління проектами : підручник / Л. В. Ноздріна, В. І. Ящук, О. І. Полотай ; за заг. ред. Л. В. Ноздріної. — Київ : Центр учбової літератури, 2010. — 432 с.
19. Scully P. The Top 10 IoT Segments in 2018 — based on 1,600 real IoT projects [Electronic resource] / P. Scully. — 2018. — Available at : <https://iot-analytics.com/top-10-iot-segments-2018-real-iot-projects>.
20. Atzori L. The Internet of Things: A survey [Electronic resource] / L. Atzori, A. Iera, G. Morabito // Computer Networks. — 2010. — Available at : <https://www.cs.mun.ca/courses/cs6910/IoT-Survey-Atzori-2010.pdf>.
21. Uribe F. The Classification of Internet of Things (IoT) Devices Based on Their Impact on Living Things / F. Uribe. — 2018.
22. Nozdrina L. Features of projects safety / L. Nozdrina // Selected Papers of the 19th International Conference on Information Technology for Practice. (pp. 153—162). — 2017.
23. Zabor K. IoT trends in manufacturing that will rule in 2020 and beyond [Electronic resource] / K. Zabor. — 2020. — Available at : <https://www.n-ix.com/iot-trends-in-manufacturing>.
24. Дявіл А. Г. Концепція IoT-проекту системи розумного приміщення / А. Г. Дявіл // Збірник матеріалів XX Міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів та студентів «Проблеми розвитку фінансово-кредитної системи» до 80-річчя Львівського інституту ДВНЗ «Університет банківської справи». — Київ : ДВНЗ «Університет банківської справи», 2020. — С. 295—297.

References

1. Masters, K. (2016, December 15). The Key Components of Industry 4.0. *Flexis*. Retrieved from <https://blog.flexis.com/the-key-components-of-industry-4-0>.
2. What is IoT analytics? (n. d.). *Mixpanel*. Retrieved from <https://mixpanel.com/topics/what-is-iot-analytics>.



3. Chetverta promyslova revoliutsiia. Choho nam ochikuvaty? [The fourth industrial revolution. What can we expect?]. (2017). *delo.ua*. Retrieved from <https://delo.ua/business/chetverta-promislova-revoljucija-chogo-nam-ochikuvati-334676> [in Ukrainian].
4. Sharov, O. M., & Reznikova, O. O. (2019). *Pidsumky vsesvitnoho ekonomichnoho forumu u Davosi (2019): vysnovky dlia Ukrainy [Results of the World Economic Forum in Davos (2019): conclusions for Ukraine]*. Kyiv. Retrieved from http://old2.niss.gov.ua/content/articles/files/1_Davos_2019-a5129.pdf [in Ukrainian].
5. Luenendonk, M. (2019, September 23). Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment. *CLEVERISM*. Retrieved from <https://www.cleverism.com/industry-4-0>.
6. McKinsey & Company. (2015). Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-four-point-o-how-to-navigae-the-digitization-of-the-manufacturing-sector#>.
7. Industry 4.0: the fourth industrial revolution — guide to Industrie 4.0. (2020). Retrieved from <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0>.
8. Fishchuk, V., Matyushko, V., Chernyev, Ye., Yurchak, O., Lavryk, Ya., & Amelin A. (2018). *Ukraina 2030E — kraina z rozvynutoiu tsyfrovou ekonomikou [Ukraine 2030E — a country with a developed digital economy]*. Retrieved from <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> [in Ukrainian].
9. Steden, P., & Kirchner, R. (2018). *Industriia 4.0 — ohliad ta naslidky dlia polityky [Industry 4.0 — Overview and implications for policy]*. Berlin; Kyiv: German Advisory Group. Retrieved from https://www.beratergruppe-ukraine.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/PB_06_2018_ukr.pdf [in Ukrainian].
10. What is IoT? Defining the Internet of Things (IoT). (2020). *Aeris*. Retrieved from <https://www.aeris.com/in/what-is-iot>.
11. Telesfera. (2019). *Shcho potribno znaty pro internet rechei: fundamentalnyi likbez [What you need to know about the Internet of Things: fundamental literacy]*. Retrieved from <https://www.telesphera.net/blog/iot-likbez.html> [in Ukrainian].
12. Goyal, K. (2020). 20 Exciting IoT Project Ideas & Topics For Beginners. Retrieved from <https://www.upgrad.com/blog/iot-project-ideas-topics-for-beginners>.
13. Bartje, J. (2016). The top 10 IoT application areas — based on real IoT projects. Retrieved from <https://iot-analytics.com/top-10-iot-project-application-areas-q3-2016>.
14. What is Industrie 4.0? (n. d.). Retrieved from <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html;jsessionid=BB6E7B07701B91318600B1BF5B027670>.
15. *Internet veshchej, IoT, M2M i mirovoj rynek [Internet of Things, IoT, M2M and the global market]*. (2020). Retrieved from <https://www.tadviser.ru/index.php> [in Russian].
16. Romaniv, T. V. (2015). Modeli ta metody upravlinnia komunikatsiinymi barieramy v skladnykh proektakh na osnovi tsinnisno oriietovanoho pidkhodu [Models and methods of management of communication barriers in complex projects on the basis of value-oriented approach]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kharkiv [in Ukrainian].
17. What Is the Internet of Things (IoT)? (2020). Retrieved from <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot>.
18. Nozdrina, L. V., Yashchuk, V. I., & Polotai, O. I. (2010). *Upravlinnya proektamy [Project management]*. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
19. Scully, P. (2018). The Top 10 IoT Segments in 2018 — based on 1,600 real IoT projects. Retrieved from <https://iot-analytics.com/top-10-iot-segments-2018-real-iot-projects>.
20. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*. Retrieved from <https://www.cs.mun.ca/courses/cs6910/IoT-Survey-Atzori-2010.pdf>.
21. Uribe, F. (2018). The Classification of Internet of Things (IoT) Devices Based on Their Impact on Living Things. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3350094>.
22. Nozdrina, L. (2017). Features of projects safety. *Selected Papers of the 19th International Conference on Information Technology for Practice*. (pp. 153—162).
23. Zabor, K. (2020). IoT trends in manufacturing that will rule in 2020 and beyond. Retrieved from <https://www.n-ix.com/iot-trends-in-manufacturing>.
24. Diavil, A. H. (2020). Kontsepsiia IoT-proektu systemy rozumnoho prymishchennia [The concept of IoT-project of smart premises]. *Zbirnyk materialiv XX Mizhnarodnoi naukovoii konferentsii molodykh vchenykh, aspirantiv ta studentiv «Problemy rozvytku finansovo-kredytnoi systemy» do 80-richchia Lvivskoho instytutu DVNZ «Universytet bankivskoi spravy» — Proceedings of the XX International Scientific Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students «Problems of financial and credit system» to the 80th anniversary of the Lviv Institute of Higher Education «Banking University»*. Kyiv: DVNZ «Universytet bankivskoi spravy» [in Ukrainian].