

Самойленко М.Ю.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПРИНЦИПИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ У СУЧАСНОМУ СВІТІ ТЕХНІКИ

Розкрито принципи застосування технології Інтернет речей у сучасному світі техніки. Наведено архітектуру Інтернету речей, яка складається із чотирьох пов'язаних між собою рівнів. Розкрито технологію M2M (міжмашинна взаємодія), яка давно використовується в різних галузях економіки. Ця технологія є надійним способом збору даних, однак на стадії прийняття рішень вимагає обов'язкової участі людини.

Відмінність Інтернету речей полягає в автоматизації рутинних дій, заснованих на аналізі даних. Підкреслено, що Інтернет речей можна визначити як інформаційно-технологічну концепцію побудови інформаційних і комунікаційних інфраструктур на основі обчислювальної мережі, що з'єднує речі (фізичні об'єкти), оснащені інформаційними технологіями для здійснення комунікаційного обміну один з одним і глобальною інформаційно-комунікаційною інфраструктурою або безпосередньо, або через інтегровані з ними пристрої, які мають адресу протоколу Інтернет (IP) без участі людини з метою збору, передачі, накопичення та обробки інформації.

Наведено принципи застосування Інтернету речей в електроенергетиці, у сфері охорони здоров'я. Визначено особливості автоматизації сільськогосподарської діяльності, обґрунтовано сферу впливу Інтернету речей на сільське господарство, а саме на точне землеробство, управління сільськогосподарським транспортом, «розумні ферми», «розумні теплиці». Окреслено сферу дії Інтернету речей під час моніторингу стану будівель і контролю якості повітря. Зазначено принципи застосування Інтернету речей у сфері логістики. Наголошується, що Інтернет речей є одним із основних пріоритетних напрямів щодо вирішення питання скорочення витрат і затримки вантажів у дорозі, підвищення прозорості операцій і мінімізації участі людини у цих процесах.

Ключові слова: Інтернет речей, область застосування, технологія, інтелектуальні датчики, автоматизація, архітектура.

Постановка проблеми. У ХХ столітті суспільство пережило два періоди значних змін структури економік більшості розвинених країн – індустріалізації в першій половині століття і комп'ютеризації вкінці. Обидва стрибки призвели до значного підвищення продуктивності праці, зростання більшості економік і підвищення добробуту населення. Починаючи з 2000-х років, незважаючи на бурхливе впровадження нових технологій в області мобільного зв'язку, передачі даних і розвиток мережі Інтернет, нового стрибка в продуктивності за рахунок автоматизації не спостерігалося. На нашу думку, для того, щоб він відбувся, повинна бути досягнута певна критична маса нових технологій, впроваджених у повсякденне життя, бізнес і промисловість.

Багато країн покладають великі надії на цифровізацію економік, розуміючи під цим різні елементи автоматизації. Одним із найбільш ефективних інструментів у досягненні нового рівня цифровізації може стати Інтернет речей. Нині одним із ключових понять цифрової економіки є саме Інтернет речей (Internet of Things – IoT).

У літературі домінує точка зору, що першу в світі Інтернет-річ у 1990 році створив один із розробників протоколу TCP / IP Дж. Ромки, коли підключив до мережі свій тостер. Архітектура Інтернету речей була розроблена в Центрі автоматичної ідентифікації (Auto-ID Center) Массачусетського технологічного інституту (MIT USA), який займався новими сенсорними технологіями. У 1999 році його засновником К. Ештаном на презентації для керівництва компанії Procter & Gamble і був введений в обіг термін “Internet of Things”. Варто зауважити, що спочатку в якості передумови для поняття Інтернету речей він вважав кращою фразою Інтернет для речей.

В умовах сьогодення у світі зростає кількість «підключених» пристроїв, збільшується і кількість прикладів застосування Інтернету речей в економіці, енергетиці, промисловості, житлово-комунальному господарстві, сільському господарстві, транспорті, охороні здоров'я.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування сучасного світу інноваційної техніки висвітлено на сторінках праць багатьох вчених.

К.Я. Бортник, О.В. Ольшевський і В.Ю. Пащук [1] детально розкрили питання впливу Інтернету речей на сучасне життя людини. Автори пояснюють, що таке Інтернет речей, якими є принципи його функціонування та висувають припущення стосовно подальшого розвитку цієї концепції.

Інтернетизацію та глобальну інституціоналізацію економічних систем дослідили О.В. Журавльов та О.А. Сімасов [2]. У їхній роботі показано, що безперервна трансформація в сучасному глобальному світі пов'язана з глобальними процесами і тими викликами, які стоять перед людством у XXI столітті. Обґрунтовано, що Індустрія 4.0 (четверта промислова революція) поступово входить в економічний світ, що свідчить про конвергенцію в напрямі розумного навколишнього середовища, де всі об'єкти будуть постійно пов'язані мережею. Ними ж запропоновано розширення концепції глобалізації до інтернетизації.

В.В. Коваль і В.А. Замлинський [3] наголошують, що розвиток ринку послуг Інтернету речей змінить основи конкуренції, що зумовить зміну бізнес-моделей суб'єктів телекомунікацій, які в умовах функціонування економіки України потребують подальшої інтенсифікації розгортання мереж наступного покоління, підтримки підключень населення до мереж Інтернету. Тому доцільним є вироблення державної політики щодо розвитку ринку послуг Інтернету речей, оскільки додатки IoT повинні бути схвалені регуляторними органами.

Огляд сучасних технологічних проєктів і нових перспектив (від інтернету людей до інтернету речей) здійснив В. Рябошлик [4]. О.І. Смолин, В.П. Олексюк [5] дослідити Інтернет речей як технологічний феномен. Автори детально описали поняття «хмари» у сфері Інтернету речей, принципи формування бази даних і вплив датчиків у загальній системі.

Стосовно окремих областей застосування, то варто згадати праці Г.В. Антонова, А.В. Кедич, О.В. Ковирьова (землеробство) [6], О.А. Баранова (охорона здоров'я, сільське господарство, транспорт) [7; 8; 9], А.П. Гненного, Ю.Г. Гордієнко (промислове підприємство) [10], З. Дідича (сільське господарство) [11], В.І. Журавель, Т.Ю. Ткачука, Д.С. Борковського (медична сфера) [12], К. Коцюбівської, В. Прісич, О. Яворського (Розумне місто) [13] та інших.

Незважаючи на масштабність наукових досягнень за темою дослідження, питання структуризації та формування принципів застосування технології Інтернету речей у сучасному світі техніки залишається повністю не вивченим і потребує детального опрацювання.

Постановка завдання. У рамках цієї статті метою є дослідження принципів застосування технології Інтернету речей в сучасному світі техніки. У роботі необхідно виконати низку завдань:

- навести архітектуру Інтернету речей;
- дослідити області застосування Інтернету речей;
- визначити принципи застосування технології Інтернет речей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Архітектура IoT складається з чотирьох функціональних рівнів (рис. 1). Найнижчий рівень (рівень сенсорів і сенсорних пристроїв) складається з об'єктів, інтегрованих із сенсорами (датчиками), які забезпечують збір і обробку інформації в реальному масштабі часу. Наступний рівень (шлюзів і мереж) складається з конвергентної мережевої інфраструктури, яка створюється шляхом інтеграції різнорідних мереж у єдину мережеву платформу. Сервісний рівень містить певний набір послуг, які автоматизують низку технологічних і господарських операцій. Четвертий рівень архітектури IoT включає різні типи додатків для відповідних промислових секторів і сфер діяльності [5].



Рис. 1. Архітектура Інтернету речей
* власна розробка автора на основі [5]

Варто зауважити, що M2M (міжмашинна взаємодія) давно використовується в різних галузях економіки. Ця технологія є надійним способом збору даних, однак на стадії прийняття рішень вимагає обов'язкової участі людини. Відмінність Інтернету речей полягає саме в автоматизації рутинних дій, заснованих на аналізі даних.

Інтернет речей можна визначити як інформаційно-технологічну концепцію побудови інформаційних і комунікаційних інфраструктур на основі обчислювальної мережі, яка з'єднує речі (фізичні об'єкти), оснащені інформаційними технологіями для здійснення комунікаційного обміну один з одним і глобальною інформаційно-комунікаційною інфраструктурою або безпосередньо, або через інтегровані з ними інші пристрої, які мають адресу протоколу Інтернет (IP) без участі людини з метою збору, передачі, накопичення та обробки інформації.

Застосування IoT в енергетиці дозволить в якомусь сенсі перетворити електроенергетику. На зміну ієрархічній системі «виробництво – передача – збут», у якій всі процедури жорстко визначені регламентами, а узгодженість досягається за рахунок державного регулювання, учасники дізнаються про дії один одного з новин, прийде гнучка система продуктивної взаємодії в режимі реального часу. Кожен елемент системи буде «бачити» інші елементи, розуміти їх можливості і потреби і використовувати свій потенціал найкращим чином.

Така зміна дозволить вийти на принципово новий рівень надійності і ефективності в роботі енергетичної системи. Ключовими сферами у всіх елементах електроенергетики, на які вплине впровадження IoT, є:

– технології, в тому числі підвищиться їх надійність;

– економічність, в тому числі скоротяться витрати;

– поява нових ринків, створення нових властивостей і бізнесів.

У сфері охорони здоров'я технології IoT допомагають підвищити ефективність роботи медичних установ, скоротити час перебування в стаціонарі, надати пацієнтам нові сервіси для контролю за станом здоров'я, збирати і аналізувати додаткову інформацію про хід лікування. Так, дистанційний моніторинг здоров'я допомагає знизити витрати за рахунок оперативного контролю медичних показників і спростити взаємодію між лікарями і пацієнтами.

Області застосування IoT у сфері охорони здоров'я наведено на рис. 3.

Пристрої IoT також беруть участь у вирішенні низки управлінських, адміністративних і логістичних завдань: моніторинг і управління людськими ресурсами, віддалена діагностика медичного обладнання, локальне позиціонування персоналу, пацієнтів і переносних пристроїв, управління запасами медикаментів і витратних матеріалів.

«Розумне сільське господарство» ставить перед собою мету максимально автоматизувати сільськогосподарську діяльність, підвищити урожайність і якість продукції. Точне землеробство (GPS-датчики, дрони) – це широкий спектр технологій від планування посіву і підготовки ґрунту, моніторингу стану та управління посівом, контролю рівня вологості, мінералізації ґрунту і температурного режиму до збору врожаю. При використанні «розумних теплиць» (датчики, пристрої та комплектуючі, ПЗ для віддаленого управління теплицями) операційна економія досягається шляхом більш ефективної витрати добрив, хімікатів і води.

Ця технологія дозволяє оптимізувати кількість персоналу, який потрібен для догляду за культурами, і знизити втрати, що виникають через людський фактор. «Розумні ферми» (датчики, пристрої і ПЗ для моніторингу) дозволяють підвищити продуктивність тварин і якість продукції. За оцінкою експертів ринку, автоматизовані системи відгодівлі, доїння і моніторингу здоров'я поголів'я худоби можуть підвищити надої на 30-40%.

Послуги, які викликають потенційний інтерес в контексті «розумного міста»: моніторинг

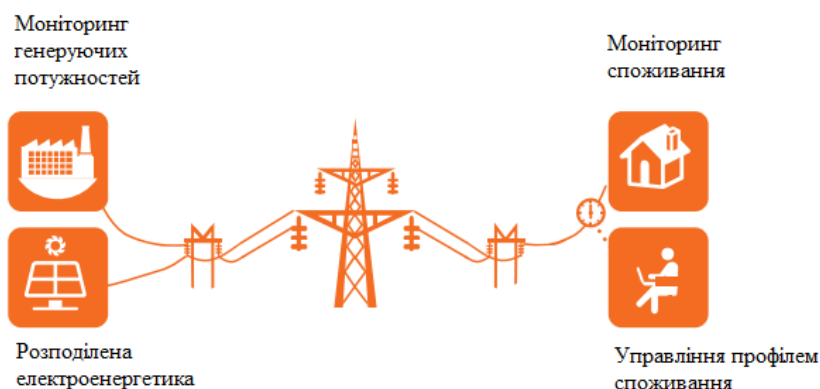


Рис. 2. Області застосування IoT в електроенергетиці
* власна розробка автора на основі [5; 14]

стану будівель; управління відходами; контроль якості повітря; моніторинг шуму; перевантаження автотранспорту; міське енергоспоживання; розумна парковка; розумне освітлення; моніторинг параметрів навколишнього середовища.

Моніторинг стану будівель. Належне обслуговування будівель міста вимагає постійного моніторингу їх фактичного стану і виявлення районів, найбільш схильних до впливу зовнішніх факторів. Міський IoT може надати розподілену базу даних вимірювань цілісності конструкції будівлі, зібрану відповідними датчиками, розташованими в будівлях, такими як датчик вібрації і деформації, датчики контролю рівня забруднення, а також датчики температури і вологості повітря, для отримання повної характеристики умов навколишнього середовища [4]. Ця база даних дозволить проводити цілеспрямовані і випереджальні дії по обслуговуванню і ремонту будівель. Базу даних можна зробити загальнодоступною, щоб городяни знали про роботи, які проводяться по збереженню історичної спадщини міста.

Управління відходами. Управління відходами є основною проблемою у багатьох сучасних містах, що зумовлено як вартістю послуг, так і проблемою зберігання сміття на звалищах. Застосування IoT технологій у цій галузі може призвести до економічних і екологічних переваг. Для реалізації служби управління відходами на базі IoT потрібно підключення «розумних сміттєвих контейнерів» до центру управління колекторно-вантажного автопарку.

Контроль якості повітря. Міський IoT може забезпечити контроль якості повітря в місцях роботи і відпочинку людей, а також у парках або на трасах. Реалізація такої послуги вимагає, щоб по всьому місту були встановлені датчики вимірювання якості повітря з доступністю результатів вимірювань для громадськості, наприклад на карті міста через відповідну програму.

Моніторинг шуму. Шум можна розглядати як форму акустичного забруднення. IoT може запропонувати послугу моніторингу шуму для вимірювання кількості шуму. Крім побудови просторово-часової карти шумового забруднення в цьому районі, така служба може також використовуватися для забезпечення громадської безпеки за допомогою алгоритмів виявлення звуку, які можуть розпізнавати, наприклад, шуми, які виникають при дорожньо-транспортних пригодах або конфліктних зіткненнях.

Перевантаження автотранспорту. Незважаючи на те, що системи моніторингу трафіку на основі камер вже доступні і розгорнуті в багатьох містах, рішення на базі IoT дозволять забезпечити більш щільний потік джерел інформації. Моніторинг дорожнього руху може бути реалізований за допомогою сенсорів і GPS, встановлених на сучасних автомобілях.



Рис. 3. Области застосування IoT у сфері охорони здоров'я
* власна розробка автора на основі [7; 12]

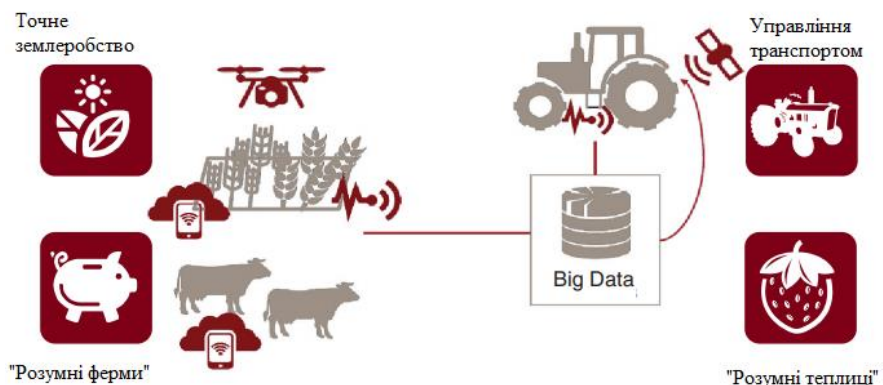


Рис. 4. Области застосування IoT у сфері сільського господарства
* власна розробка автора на основі [8; 11]



Рис. 5. Області застосування IoT у транспортуванні і зберіганні вантажів

* власна розробка автора на основі [9]

Міське енергоспоживання. Міський IoT може надати послугу для моніторингу енергоспоживання всього міста, що дозволяє міській владі отримати повне уявлення про кількість енергії, необхідної для різних послуг (освітлення вулиць, транспорту, камер управління, обігріву / охолодження громадських будівель) [14]. Така послуга дозволить ідентифікувати основні джерела енергоспоживання, встановити пріоритети і оптимізувати їхню роботу. Для забезпечення цієї послуги пристрої моніторингу енергоспоживання повинні бути інтегровані з енергосистемою міста.

Розумне паркування. Послуга інтелектуального паркування заснована на дорожніх датчиках і інтелектуальних дисплеях, які направляють автомобілістів по кращій дорозі для паркування в місті. Переваги, одержані від цієї послуги, різні: більш швидке визначення місця для паркування означає зменшення обсягу викидів вуглекислого газу від автомобіля, меншу завантаженість доріг і більше щасливих громадян. Послуга інтелектуального паркування може бути безпосередньо інтегрована в міську інфраструктуру IoT. Крім того, викорис-

товуючи технології зв'язку малого радіусу дії, такі як радіочастотні ідентифікатори [13] або зв'язок ближнього поля, можна реалізувати електронну систему верифікації паркувальних місць, зарезервовану для машин швидкої допомоги, поліції, які можуть на законних підставах використовувати паркувальні місця.

Розумне освітлення. Оптимізація ефективності вуличного освітлення є важливим завданням. Зокрема, цей сервіс може оптимізувати інтенсивність освітлення вуличного ліхтаря залежно від часу доби, погодних умов і присутності людей. Для реалізації такого сервісу необхідно включити вуличні ліхтарі в інфраструктуру «розумного міста».

Моніторинг параметрів навколишнього середовища. Іншим важливим застосуванням технологій IoT є моніторинг параметрів навколишнього середовища у громадських будівлях (школах, музеях, офісах та інших установах) за допомогою різних типів датчиків і виконавчих механізмів, які керують освітленням, температурою і вологістю повітря. Контролюючи ці параметри, можна підвищити рівень комфорту людей.

Застосування IoT у сфері логістики є одним із пріоритетних напрямів у вирішенні питання скорочення витрат і затримки вантажів у дорозі, підвищення прозорості операцій і мінімізації участі людини у цих процесах.

Рішення та технології для підключення транспорту до мережі вже широко доступні по всій території України. Відстеження геопозицій і стану перевезених вантажів, моніторинг транспортної інфраструктури – перспективні напрями розвитку, які мають значний потенціал до зростання. Окрім технологій IoT, такі як автономний транспорт і роботизовані склади, поки не знайшли застосування в Україні, однак у середньостроковій перспективі їх впровадження неминуче.

Висновки. Застосування технологій IoT змінить вигляд багатьох індустрій і областей життєдіяльності як з урахуванням економічного складника, так і з точки зору споживчого досвіду. У низці областей людські трудовитрати і помилки будуть зведені до мінімуму.

Так, IoT в електроенергетиці кардинально змінить технології, забезпечить економію коштів і створить нові продукти у всіх ланках енергосистеми. У сільському господарстві IoT дозволить впровадити точне землеробство і значно вдосконалити управління транспортом. Рішення IoT у логістиці допоможуть скоротити витрати, підвищити прозорість ланцюжка доставки товарів

і скоротити використання людської праці. Технології «Розумного міста» дозволяють створити більш привабливу міську мережу з ефективно працюючою транспортною системою, ЖКГ, зручною інфраструктурою і забезпечать безпеку населення.

Серед компонентів «Розумного будинку» найбільшою популярністю у споживачів користуються пристрої підвищення безпеки, контролю споживання води і енергії, «розумні» побутові прилади і термостати.

Список літератури:

1. Бортник К.Я., Ольшевський О.В., Пашук В.Ю. Інтернет речей та як він змінить наше життя у майбутньому. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, вир-во. 2018. № 30/31. С. 14–18.
2. Журавльов О.В., Сімасов О.А. Інтернетизація та глобальна інституціоналізація економічних систем. Статистика України. 2017. № 4. С. 39–46.
3. Коваль В.В., Замлинський В.А. Ринок послуг Інтернету речей (IoT): сучасний стан та обмеження розвитку. Трансформація економіки та права в умовах системних реформ України : зб. наук. пр. за матеріалами всеукр. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 27 жовтня 2017 року) / МОН України, Одес. торг.-екон. ін-т [та ін.]; редкол.: Квач Я.П. [та ін.]. Одеса, 2017. С. 35–37.
4. Рябошлик В. Огляд сучасних технологічних проривів і нових перспектив (від інтернету людей до інтернету речей). Економіст. 2017. № 6. С. 17–22.
5. Смолин О.І., Олексюк В.П. Інтернет речей як технологічний феномен ХХІ століття. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи : матеріали ІV міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль, 30 квітня 2020 року). Тернопіль, 2020. С. 147–149.
6. Антонова Г.В., Кедич А.В., Ковирьова О.В. Інтернет речей та бездротові смарт-мережі в точному землеробстві. Комп'ютерні засоби, мережі та системи. 2019. № 18. С. 119–127.
7. Баранов О.А. Інтернет речей і охорона здоров'я. Інтернет речей: теоретико-методологічні основи правового регулювання : монографія. 2-ге вид. Харків, 2018. Т. 1: Сфери застосування, ризики і бар'єри, проблеми правового регулювання. С. 24–36.
8. Баранов О.А. Інтернет речей і сільське господарство. Інтернет речей: теоретико-методологічні основи правового регулювання : монографія. 2-ге вид. Харків, 2018. Т. 1: Сфери застосування, ризики і бар'єри, проблеми правового регулювання. С. 65–71.
9. Баранов О.А. Інтернет речей і транспорт. Інтернет речей: теоретико-методологічні основи правового регулювання : монографія. 2-ге вид. Харків, 2018. Т. 1. С. 92–96.
10. Гненний А.П., Гордієнко Ю.Г. Інтернет речей як головний чинник впровадження ІТ-технологій на сучасному підприємстві. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технол. процесах. 2018. № 1. С. 94–98.
11. Дідич З. «Інтернет речей»: можливості та перспективи його використання у сільському господарстві України. Аграрна економіка. 2018. Т. 11, № 1/2. С. 88–93.
12. Журавель В.І., Ткачук Т.Ю., Борковський Д.С. Інтернет речей у системі медичної допомоги: можливості та безпека. Актуальні проблеми клініч. та профілакт. медицини. 2019. Т. 3, № 1/2. С. 5–12.
13. Коцюбівська К., Прісич В., Яворський О. Впровадження технологій інтернету речей під час створення системи «Розумний дім». Цифрова платформа. Інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2019. Т. 2, № 2. С. 136–143.
14. Журавська І.М. IoT-мережа на базі Bluetooth-модулів для автоматизованого керування споживанням енергоресурсів. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, вир-во. 2018. № 30/31. С. 37–44.

Samoilenko M.Yu. PRINCIPLES OF APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY IN THE MODERN WORLD OF TECHICAL DEVICES

The article reveals the principles of application of the Internet of Things technology in the modern world of technical devices. The author presents the architecture of the Internet of Things, which consists of four interconnected levels. The machine-to-machine technology, M2M is revealed, which has long been used in various sectors of the economy. This technology is a reliable way of collecting data, but at the decision-making stage requires mandatory human participation.

The Internet of Things differs by the automation of routine actions based on data analysis. It is emphasized that the Internet of Things can be defined as an information technology concept of building information and communication infrastructures based on a computer network connecting things (physical objects), equipped with information technology for communication with each other and global information and communication infrastructure directly, or through other devices integrated with them, having an Internet Protocol (IP) address without human intervention, for the purpose of collecting, transmitting, accumulating and processing information.

The articles provides principles of using the Internet of Things in the energy sector, in the field of health care. Peculiarities of automation of agricultural activity are determined, the sphere of influence of the Internet of Things on agriculture is substantiated: precision agriculture, agricultural transport control, “smart farms”, “smart greenhouses”. The scope of the Internet of Things during the monitoring of buildings and air quality control is outlined. The principles of using the Internet of Things in the field of logistics are indicated. It is emphasized that the Internet of Things is one of the main priority areas to address the issue of reducing costs and delays of cargo in transit, increased transparency of operations, and minimization of man participation in processes.

Key words: *Internet of Things, scope, technology, intelligent sensors, automation, architecture.*