

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
SCIENCE JOURNAL

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС АГРОПРОМИСЛОВОГО,
ЛІСОВОГО ТА ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСІВ

TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURE,
FORESTRY AND TRANSPORT SYSTEMS



ХАРКІВ - KHARKIV

Міністерство освіти і науки України
Ministry of Education and Science of Ukraine

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
SCIENCE JOURNAL

**ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС АГРОПРОМИСЛОВОГО,
ЛІСОВОГО ТА ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСІВ**

2018, № 12

**Technical service of agriculture, forestry
and transport systems 2018, № 12**

Харків – 2018 – Kharkiv

**НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС АГРОПРОМИСЛОВОГО,
ЛІСОВОГО ТА ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСІВ»**

**SCIENCE JOURNAL «TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURE,
FORESTRY AND TRANSPORT SYSTEMS»**

Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» містить оглядові статті та результати досліджень у відповідності із рубриками:

- Технічний сервіс машин агропромислового комплексу.
- Технічний сервіс машин лісового та транспортного комплексів.
- Технології та засоби діагностування.
- Проблеми використання паливомасильних матеріалів та альтернативних видів палив.
- Техніка і технології тваринництва.
- Проблеми надійності.
- Проблеми відновлення деталей машин.
- Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження.
- Питання сприяння розвитку науки і техніки
- Інноваційні методи та технології у підготовці фахівців.

Журнал призначений для виробників, викладачів, наукових співробітників, аспірантів і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Засновник: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. Наказом МОН №132 від 21.12.15. журнал включено до Переліку наукових фахових видань України.

Журнал виходить 2 – 4 рази на рік. Мова видання: українська, російська, англійська.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка (протокол № 7 від 29.03.2018).

ISSN 2311-441X

©Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, 2017.

Journal "Technical service of agriculture, forestry and transport systems" comprising review articles and research results, researches in accordance with sections:

- Technical service machines agricultural sector.
- Technical service forestry machinery and transport facilities.
- Technology and diagnostics.
- Poor use of fuel, lubricants and alternative fuels.
- Engineering and Technology livestock.
- Problems of reliability.
- Poor recovery.
- The problems of energy supply and energy efficiency.
- The issue of promoting science and technology

The magazine is designed for manufacturers, teachers, researchers, graduate students and students who specialize in the relevant or related fields of science and production areas.

Founder: Kharkov National University, technically agriculture Petro Vasilenko. Order of MES №132 from 12.21.15. magazine included in the list of scientific professional publications of Ukraine.

The magazine is published 2 - 4 times a year. Language: Ukrainian, Russian and English.

Approved for publication decision of the Academic council of Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture (report № 7 from 29.03.2018).

ISSN 2311-441X

© Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of Agriculture, 2017.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Войтов В.А.**, д.т.н., проф.
(Україна, Харків)

Заступник головного редактора – **Науменко О.А.**,
к.т.н., проф., академік Інженерної академії України
(Україна, Харків)

Відповідальний секретар – **Калінін Є.І.**, к.т.н., доц.
(Україна, Харків)

Члени редакційної колегії:

Марьян Г.Ф., д. т. н., проф., (Молдова, Кишинев)
Міклуш В.П., к. т. н., проф., (Білорусія, Мінськ)
Пастухов А.Г., д. т. н., проф., (Росія, Белгород)
Jozef Kolodziejv, д. т. н., проф., (Польща, Люблін)
Скобло Т.С., д. т. н., проф., (Україна, Харків)
Сідашенко О.І., к. т. н., проф., (Україна, Харків)
Власовець В.М., д. т. н., проф., (Україна, Харків)
Козаченко О.В., д. т. н., проф., (Україна, Харків)
Тришевський О.І., д. т. н., проф., (Україна, Харків)
Кухтов В.Г., д. т. н., проф., (Україна, Харків)
Суска А.А., к. е. н., (Україна, Харків)
Нагорний С. А., к. с-г. н., доц., (Україна, Харків)
Гринченко О. С. д. т. н., проф., (Україна, Харків)
Jerzy Grudzinski, д. т. н., проф., (Польща, Люблін)

Editorial Board:

Chief Editor — **V. Vojtov**, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)

Deputy Chief Editor — **A. Naumenko**, Ph.D., Prof.,
(Ukraine, Kharkov)

Secretary — **E. Kalinin**, Ph.D., (Ukraine, Kharkov)

Members of the Editorial Board:

G. Maryan, Dr.Sc., Prof. (Moldova, Chisinau)
V. Miklush, Ph.D., Prof. (Belarus, Minsk)
A. Pastuhov, Dr.Sc., Prof. (Russia, Belgorod)
J. Kolodziejv, Dr.Sc., Prof. (Poland, Lublin)
T. Skoblo, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)
A. Sidashenko, Ph.D., Prof., (Ukraine, Kharkov)
V. Vlasovets, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)
O. Kozachenko, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)
O. Trishevsky, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)
V. Kuhtov, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)
A. Suska, Ph.D., (Ukraine, Kharkov)
S. Nagorniy, Ph.D., (Ukraine, Kharkov)
O. Grynchenko, Dr.Sc., Prof., (Ukraine, Kharkov)
J. Grudzinski, Dr.Sc., Prof. (Poland, Lublin)

Адреса редакції:

*ННІ ГС, ХНТУСГ ім. П. Василенка,
просп. Московський 45, Харків,
Україна, 61050*

Тел.: +38 (057) 732-98-16

Сайт: <http://www.techservis.com.ua>

E-mail: gurnal_tc@ukr.net

ЗМІСТ

Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Рыбалко И.Н., Сатаповский Е.А., Олейник А.К. Влияние добавки высокодисперсных алмазов на триботехнические характеристики пластичной графитной смазки	10
Zhukov A.N. Strengthening of face impulse seals rings by electroerosive alloying method	15
Бантковський В.А., Іванов В.І., Мартиненко О.Д., Гожа Д.М. Оценка качества ремонта технологического оборудования	26
Гевко Р.Б., Залуцький С.З., Клендій О.М., Погрішук Б.В., Добіжа Н.В. Визначення потужності на привід гвинтового конвеєра з секційною еластичною робочою поверхнею та його продуктивності	33
Павленко С.І. Розробка експериментальної установки для дослідження технічних засобів механізованих технологічних процесів компостування органічних відходів.....	43
Троханяк В.І., Антипов Є.О., Богдан Ю.О. Розробка та чисельне моделювання теплообмінного обладнання нової конструкції для систем підтримання мікроклімату у пташниках	50
Попович П.В., Шевчук О.С., Цьонь О.П., Марценко Н.С. Підвищення рівня безпеки ділянки вулично-дорожньої мережі м. Тернополя технічно- організаційними шляхами	59
Науменко О.А., Вітковський Ю.П. Аналіз перспективних спрямувань відновлення технічного потенціалу галузі тваринництва	66
Ляшук О.Л., Дячун А.Є., Клендій В.М., Тесля В.О., Навроцька Т.Д., Радик М.Д. Дослідження динаміки процесу калібрування витка конічної гвинтової заготовки на крок	74
Козаченко О.В., Каденко В.С., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В., Макаров В.Є. Дослідження зносостійкості різальних елементів на круговому стенді.....	83
Гаврон Н.Б., Кучвара І.М., Шевчук О.С., Конончук О., Матвійшин А.Й., Коваль Ю.Б. Експериментальні дослідження експлуатаційної навантаженості сільськогосподарського транспортного засобу.....	89
Лімонт А.С., Климчук В.М. Вплив режиму роботи підбирального барабана прес-підбирачів і параметрів скочуваного шару льонотрести на масу її рулонів.....	96
Лузан С.А. Алгоритм разработки технологии наплавки защитных покрытий, модифицированных композиционными материалами	109
Мнушка О.В. SCADA на основі промислового інтернету речей: архітектура системи	117
Гевко Б.М., Слободян Л.М., Маруніч О.П., Гупка В.В. Особенности конструкций гвинтовых завантажувачів машин	125

CONTENTS

Scoblo T.S, Sidashenko A.I., Rybalko I.N., Satanovskii E.A., Oliinyk A.K. Influence of additives of high-different diamonds on tribotechnical characteristics of plastic graphite lubrication	10
Zhukov A.N. Strengthening of face impulse seals rings by electroerosive alloying method	15
Bantkovskiy V.A., Ivanov V.I., Martynenko O.D., Gozha D.M. Assessment of quality of repair of technological equipment	26
Hevko R.B., Zalutskyi S.Z., Klendii O.M., Pohrishchuk B.V., Dobizha N.V. Results of experimental researches on definition of power on the screw conveyer with elastic sectional working surface	33
Pavlenko S.I. Development of experimental installation for research of technical means of mechanized technological processes of composition of organic waste	43
Trokhaniak V.I., Antipov I.O., Bohdan Yu.O. Development and numerical simulation of new design heat exchange equipment for microclimate maintenance systems in poultry houses.....	50
Popovych P.V., Shevchuk O.S., Tson O.P., Martsenko N.S. Increasing the safety level of Ternopil road network using technological organizational ways.....	59
Naumenko O.O., Vitkovskiy Y.P Analysis of prospective directions of technological potential restoration of the animal health industry.....	66
Lyashuk O.L., Diachun A.Y, Klendiy V.M., Teslya V.O., Navrotska T.D., Radyk M.D. Study of the dynamics of calibrating the turn of conical screw billet on a step.....	74
Kozachenko O.V, Kadenko V.S., Shkrega O.M, Bleznyuk O. V., Makarov V.E. Study of wear resistance of cutting elements on a circular stand.....	83
Havron N.B., Kuchvara I.M., Shevchuk O.S., Kononchuk O., Matviishyn A.Y., Koval Y.J. Experimental investigation of agricultural vehicle operative loading	89
Limont A.S., Klymchuk V.M. The effects of operating mode of the gathering cylinder of pick up balers and the parameters of the rolled flax stock layer on the mass of its rolls.....	96
Luzan S.A. Algorithm of development technology of safety the protective coatings, modified composite materials	109
Mnushka O.V. SCADA based on the industrial internet of things: architecture of the system.....	117
Hevko B.M., Slobodian L.M. Features of the design of the machines' screw loaders	125

**НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
SCIENCE JOURNAL**

**ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС АГРОПРОМИСЛОВОГО,
ЛІСОВОГО ТА ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСІВ
2018, № 12**

**TECHNICAL SERVICE OF AGRICULTURE,
FORESTRY AND TRANSPORT SYSTEMS
2018, № 12**

Українською, російською, англійською мовами

**Підписано до друку 02.04.2018.
Формат 60×84 1/8 Папір офсетний. Друк різнографічний.
Ум. друк. арк. 36,6. Обл.-вид. арк. 19,2.
Тираж 100 пр. Ціна договірна.**

**Україна, 61002, Харків, Алчевських, 44,
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка.**

**ТОВ «Пром-Арт»
61023, м. Харків, вул. Весніна, 12
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія: ДК № 5748 від 06.11.2017.
тел. (057) 717-28-80
www.promart.in.ua
E-mail: promart_order@ukr.net**

Мнушка О.В.

Харківський національний
автомобільно-дорожній університет,
м. Харків, Україна,
E-mail: mnushka@live.com

SCADA НА ОСНОВІ ПРОМИСЛОВОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ: АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ

УДК 004.7

У роботі проаналізовано вимоги до побудови розподілених систем керування технологічними процесами (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA) на основі технологій промислового Інтернету речей (Industrial Internet of Things, IIoT). Запропоновано архітектуру системи телематики на основі хмарних технологій та технологій IIoT. Розглянуто основні модулі такої системи, їх призначення та технічні характеристики.

Ключові слова: Internet of Things (IoT), протокол, хмарні сервіси, телематика, технічний сервіс, НМІ

Актуальність проблеми. Високий темп прогресу пристроїв та технологій IoT обумовлює їх широке застосування в усіх сферах повсякденної діяльності людини. Основними перевагами технологій IoT для систем телематики та технічного сервісу є наявність великої номенклатури технічних засобів (сенсорів) для збирання та передавання даних з об'єктів. В залежності від задачі використовують сенсорні мережі, технології машинної взаємодії (machine-to-machine, M2M), взаємодії між транспортними засобами (vehicle-to-vehicle, V2V) [1-3]. Системи IoT промислового призначення мають свої особливості відносно до звичайних систем IoT, в першу чергу в питаннях надійності, швидкодії, реального часу, безпеки тощо [4].

Метою роботи є формування вимог та розробка архітектури SCADA-системи для задоволення вимог технічного сервісу та телематики на основі аналізу архітектури існуючих систем різного призначення.

Аналіз останніх публікацій за даною проблематикою. Референсна модель IoT (рис. 1 [5]) містить наступні рівні та компоненти:

- рівень додатків (application);
- рівень підтримки послуг та додатків (service);
- рівень мереж (network);
- рівень пристрою (device);
- рівень керування (management);
- рівень безпеки (security)

Рівень додатків, що знаходиться на верхівці ієрархії, містить додатки IoT, які безпосередньо реалізують людино-машинний інтерфейс (НМІ). Рівень пристроїв реалізує функції пристроїв (сенсорів, інтелектуальних сенсорів й т. п.), а також функції шлюзів зв'язку. Рівень мережі забезпечує інкапсуляцію даних від пристрою та функції організації мереж – керування, автентифікацію, авторизацію, мобільність тощо. На рівні підтримки послуг та додатків забезпечуються загальні (обробка, зберігання, аналіз даних) та спеціальні для окремих додатків чи застосувань можливості.

Вертикальні наскрізні рівні керування та безпеки також містять загальні та спеціальні можливості, які є характерними для кожного горизонтального рівня (домена).

Референсна модель є відправною точкою для побудови будь-яких додатків IoT та чітко розмежовує задачі, які реалізуються на кожному рівні. Відповідно до такої моделі побудовано існуючі архітектури систем та протоколи обміну.

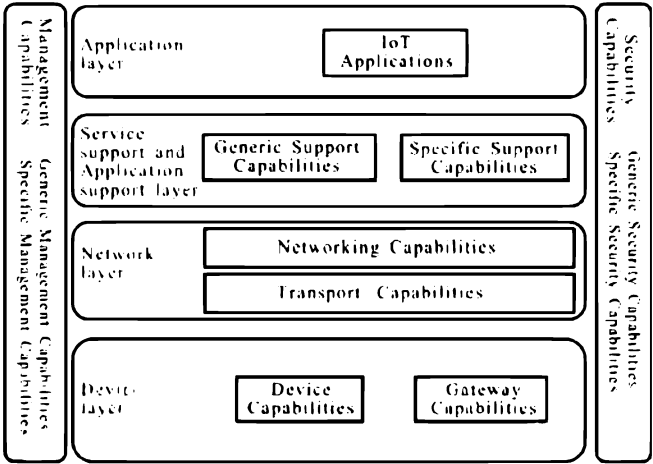


Рис. 1 – Еталонна модель IoT Y.4000/Y.2060 [5]

З точки зору загальної архітектури ПоТ є підмножиною IoT, при цьому треба враховувати особливості побудови промислових мереж, які наведені у табл. 1 відповідно до [4].

Таблиця 1

Порівняння промислових та комерційних мереж

Характеристика	ПоТ	IoT(комерційний)
Функціональне призначення	Контроль обладнання	Передавання даних та їх обробка
Типове застосування	Промисловість	Корпоративні та домашні застосунки
Особливості ієрархії	Функціонально розділені ієрархії із великої кількістю протоколів	Уніфіковані інтегровані ієрархії та протоколи
Чутливість до помилок	Висока	Невисока
Надійність	Висока	Середня
Час обігу (RTT)	Менше 10 мс	Більше 50 мс
Передбачуваність	Висока	Низька
Структура даних	Малі пакети, періодичний або аперіодичний трафік	Великі пакети, аперіодичний трафік
Умови застосування	Високий рівень пилу, шуму, вібрації тощо	Чисті умови, чутливе обладнання

Підмножиною ПоТ є концепція Industrie 4.0, що, можливо, більше зосереджується на ефективності промислових процесів, в той час, коли ПоТ включає в себе всі аспекти промислових операцій, зосереджуючи увагу не тільки на ефективності процесу, але й на управлінні активами, технічному обслуговуванні. Із табл. 1 можна зробити висновок, що незважаючи на те що IoT та ПоТ складаються із взаємозв'язаних інтелектуальних пристроїв, що дозволяють здійснювати дистанційне зондування, збирання, обробку, моніторинг та керування даними, параметри, що виділяють підмножину ПоТ з IoT, є суттєвими вимогами до безперервної роботи та безпеки, різняться також операційні технології, що використовуються в промисловому секторі [5].

Референсна архітектура ПоТ [6] є також багаторівневою. В рекомендаціях наведено три різні шаблони:

- трирівнева (Three-Tier) модель;

- архітектура підключення та управління інтерфейсом шлюзів (Gateway-Mediated);
- багаторівнева модель DataBus.

З точки зору реалізації SCADA системи промислового призначення найбільш прийнятними є архітектури Three-Tier та DatBus, що дозволяють реалізувати весь функціонал. Gateway-Mediated архітектура забезпечує підключення різних ізольованих мереж до мережі підприємства.

В [7-10] розглянуто варіанти побудови SCADA систем різного призначення, архітектура та призначення основних блоків практично співпадає (рис. 2). В ній є один або декілька серверів, інтерфейс клієнта (HMI), контролери та програмовані логічні контролери (ПЛК), мережа сенсорів.

Відносно недавно основними системами керування різними об'єктами та технологічними процесами були локальні АСУ або SCADA-системи без можливості (або з дуже обмеженими можливостями) віддаленого моніторингу за роботою програмного забезпечення та устаткування. Із розвитком хмарних технологій такі системи все частіше продаються кінцевому користувачеві у вигляді хмарних сервісів (в першу чергу SaaS, але можливі й інші моделі – PaaS та IaaS)

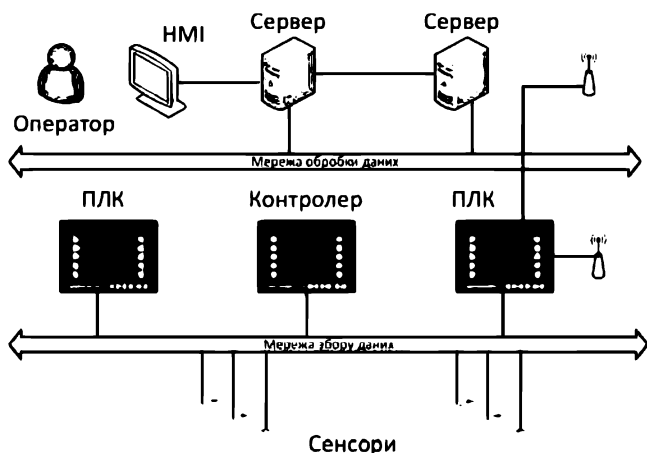


Рис. 2 – Типова структура SCADA

Архітектура та призначення складових запропонованої системи. Розглянемо архітектуру та призначення складових запропонованої клієнт-серверної SCADA-системи для потреб технічного сервісу та телематики (рис. 3). У даному випадку на першому етапі немає задач керування складними та небезпечними процесами, а основні задачі – це задачі збирання та обробки даних.

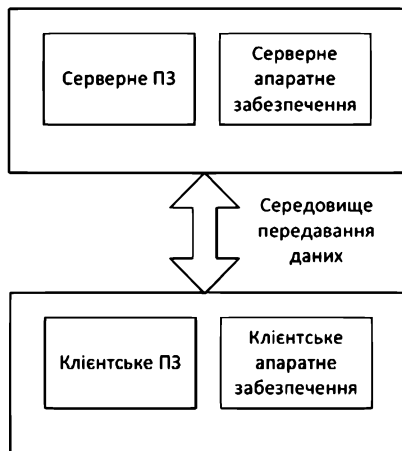


Рис. 3 – Узагальнена архітектура системи

На нижньому рівні, що складається з обладнання та програмного забезпечення (ПЗ) на об'єкті моніторингу, здійснюється збирання даних з об'єктів управління. У якості таких об'єктів може бути будь-яке обладнання що підтримує один із стандартних промислових протоколів обміну, наприклад Modbus, Profibus, CAN та ін.

У залежності від призначення апаратне забезпечення нижнього рівня має декілька портів Modbus, аналогові входи ($\pm 20\text{mA}$, $0-20\text{mA}$, $4-20\text{mA}$) та виходи, цифрові входи та виходи, що дозволяє підключити не тільки устаткування, але й різні сенсори. За необхідності можуть використовуватися модулі розширення входів-виходів (InteliSys NT, Siemens, Овен ін.) та конвертори протоколів.

На цьому рівні також працює обладнання зв'язку – модеми або маршрутизатори. Такі пристрої виступають або в якості таких, що керуються сервером (слейв-пристрої), або таких, що є активними учасниками обміну даними (майстер-пристрої).

Слейв-пристрої виконують наступні задачі:

- ініціалізація з'єднання із сервером;
- прийом команд із сервера і трансляція їх на підключений пристрій;
- прийом відповіді від пристрою та передавання даних на сервер.

ПЗ слейв-пристроїв має мінімальний набір функцій керованого модема, а їх налаштування здійснюється через веб-інтерфейс, через сервер або інші комунікаційні порти: Bluetooth, WIFI, Modbus тощо.

Майстер-пристрої виконують ті ж самі задачі, що й слейв-пристрої, але додатково можуть виконувати наступні функції:

- попередня обробка даних;
- тимчасове зберігання даних на час відсутності зв'язку із сервером;
- керування під'єднаними пристроями за заданими алгоритмами.

Майстер-пристрої за необхідності об'єднують у локальні мережі та створюють ієрархії. Майстер-пристрої можуть виконувати функції модема, маршрутизатора та програмованого логічного контролера.

За рахунок розширеного набору функцій схемотехніка та ПЗ майстер-пристроїв є більш комплексним, а їх налаштування може здійснюватися за допомогою локального ПЗ, в т. ч. локального веб-інтерфейсу.

За оцінками спеціалістів RedPine (<http://www.redpine.pro>) для таких архітектур на долю базових компонентів верхнього рівня приходить до 55-60% (ПЗ – до 40%), а на долю компонентів нижнього рівня – 40-45% (ПЗ – до 25%), таким чином, загальна значимість ПЗ складає до 65%, причому ПЗ верхнього рівня несе навантаження з обробки та інтерпретації даних, що надходять з нижнього рівня, а також надає інструменти для прийняття рішень оператором або в автоматичному режимі.

Для таких систем велику значимість також має середовище передавання даних. Для віддалених об'єктів єдиним прийнятним засобом передачі даних є мережі мобільного зв'язку та Інтернету. Наразі в Україні переважають технології 2G, які поступово витісняються технологіями 3G.

Для перших характерні невисокі швидкості передачі (до 86 кбіт/с), що може мати негативний вплив на час реакції оператора, але покриття території є кращим. Зазначимо також, що у світі є стала тенденція відмови від мереж другого покоління і перехід на мережі 3-4, а подекуди й 5 покоління. Інші варіанти організації зв'язку є економічно необґрунтованими, особливо для систем, орієнтованих на режим роботи у форматі 24/7. З урахуванням вище сказаного структура клієнтської частини – інтеграційно-комунікаційного контролера, буде мати наступний вигляд (рис. 4).

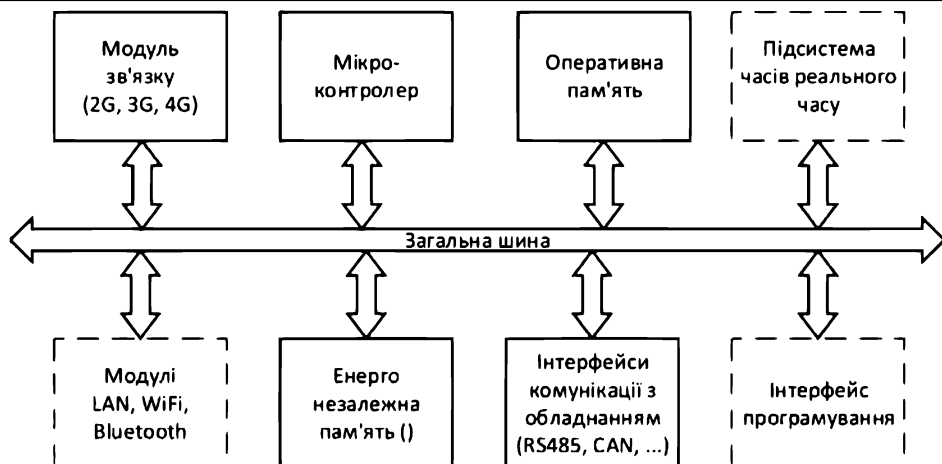


Рис. 4 – Структура інтеграційно-комунікаційного контролера

В обраній архітектурі модулі, обведені пунктирними лініями є необов'язковими та відсутні у базовій конфігурації задля здешевлення системи. При розширенні функціональних задач запропонованої системи ці модулі можуть бути доданими без особливих ускладнень.

У якості інтеграційно-комунікаційного контролера (рис. 4) використано мікрокомп'ютер Raspberry Pi третього покоління, що має можливості підключення як до мережі Ethernet, так і до інтелектуальних сенсорів, побудованих на базі Raspberry Pi Zero, Arduino тощо. Також такий підхід дозволяє використовувати стандартне програмне забезпечення ОС Linux. Мережу сенсорів доцільно виконувати із використанням стандартного протоколу Modbus та інтерфейсу RS 485.

Модуль зв'язку виконано на чіпах SimCom 5360 (3G HSPA+), у якості альтернативи розглядалися SimCom 7000, Telit xE866, Telit xE910, але вони мають більшу вартість при аналогічному функціональному наповненні. За рахунок використання можливостей самих модулів, що часто підтримують стек TCP/IP, FTP, FTPS, HTTP, HTTPS, SMTP, POP3, DNS на рівні вбудованих AT-команд, спрощується програмування контролера, що відповідає за комунікацію із сервером SCADA. Код модуля обміну написано мовою C++ із використанням POSIX threads, libmodbus, curl, openssl (для захисту даних).

Архітектура серверної частини (рис. 5) містить набір із трьох сервісів – накопичення, обробки та комунікацій. Останній забезпечує зв'язок з оператором (людиною) та з інтеграційно-комунікаційним контролером. Ці сервіси виконуються на базі серверу Intel Core i5 / 32 Gb ОЗП / 2 x 500 Gb HDD.

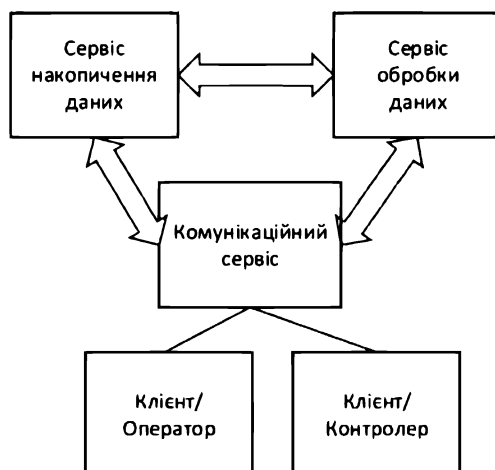


Рис. 5 – Структура серверної частини системи

Для організації комунікації між сервером та контролером було обрано протокол MQTT, що працює над TCP/IP та забезпечує чотири рівні якості послуг. Взаємодію між клієнтом та сервером організовано на основі архітектури REST, що забезпечує просту інтеграцію у систему Web-сервісів та використання стандартних протоколів.

На етапі досліджень ефективності прийнятих рішень для забезпечення безпеки даних між клієнтом і сервером, сервером та комунікаційним контролером використовується протокол TLS. В подальшому планується додати додаткові рівні безпеки, наприклад двоетапна автентифікація.

За допомогою розробленої системи були реалізовані алгоритми керування антенними пристроями із режимом стеження за джерелом сигналу [11-12].

Висновки:

1. Проведено аналіз вимог до систем на основі систем IIoT, основними відмінностями таких систем від традиційних систем на основі IoT є підвищені вимоги до безпеки та надійності.

2. Традиційні системи SCADA (із використанням клієнта на персональному комп'ютері) не задовольняють вимогам IoT у розрізі доступу до даних у будь-якому місці та у будь-який час.

4. Перенесення SCADA у хмари додає проблем із забезпеченням безпеки та надійності даних. Доцільним є організація таких систем на основі IaaS [13]

5. Запропоновано архітектуру інтегрованої універсальної система віддаленого контролю та управління, основаної на використанні архітектури REST. Реалізовано ядро серверної частини системи, а також інтеграційно-комунікаційний контролер.

Перспективами подальших досліджень є аналіз методів побудови ефективних інтерфейсів користувача (HMI [14-15]) та розробка клієнтської частини системи.

Література:

1. Vehicle-to-vehicle (V2V) and vehicle-to-infrastructure (V2I) communication in a heterogeneous wireless network – Performance evaluation / K. C. Dey, A. Rayamajhi, M. Chowdhury, P. Bhavsar, J. Martin // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2016. – PP. 168-184
2. Towards 5G: Applications, Requirements and Candidate Technologies. / R. Vannithamby (ed.), S. Talwar (ed.). – J. Wiley & Sons, 2017. – 466 p.
3. Machine-to-machine (M2M) Communications. Architecture, Performance and Applications / C. Anton-Haro (ed.), M. Dohler (ed.). – Woodhead Publishing, 2017. – 410 p.
4. Galloway B. Introduction to Industrial Control Networks / B. Galloway, G. P. Hancke // *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. – 2013. – vol. 15, no. 2. – PP. 860-880.
5. Recommendation ITU-T Y.2060. Overview of the Internet of things. – ITU, Geneva, 2013. – 22 p.
6. The Industrial Internet of Things Volume G1: Reference Architecture. – IIC, 2017. – 58 p.
7. Implementation of SCADA for multiple telemetry units while using GSM for communication / Q. ul. Ain, M. Shah, M. Khan, S. A. Mahmud // *2015 International Conference on Emerging Technologies (ICET)*. – Peshawar, 2015. – pp. 1-4.
8. How can I ... Select PlantStruxure reference architectures. – Schneider Electric, 2017. – Режим доступу: <https://www.schneider-electric.com.co/documents/News/Ecuador/Scada.pdf>.
9. Fu C. The application of embedded system in Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA) over wireless sensor and GPRS networks / C. Fu, Z. Ni, // *2015 IEEE 9th Int. Conf. on Anti-counterfeiting, Security, and Identification (ASID)*. – Xiamen, 2015, – PP. 81-85.

10. Paul S. Design of SCADA based wireless monitoring and control system using ZigBee / S. Paul, S. Narang, // 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON).– New Delhi, 2015. – PP. 1-6.
11. Мнушка О.В. Системы управления позиционированием и слежением мобильных спутниковых антенных установок / О. В. Мнушка / Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Х., 2013. – Т. 5. – №9(65). – С. 39-45.
12. Мнушка О. В. Адаптивна система керування позиціонуванням супутниковою антеною / Мнушка О.В., Ніконов О.Я., Савченко В.М. // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Зб. наук. праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2015. – № 32 (1141). – С. 120-127 с.
13. Church P. Moving SCADA Systems to IaaS Clouds / [P. Church, H. Mueller, C. Ryan et al] // IEEE Int. Conf. on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity). – Chengdu, 2015. – PP. 908-914.
14. Scripting engine for SCADA HMI / [M. Tandel, U. Joshi, A. Golhani et al] //2nd Int. Conf. for Convergence in Technology (I2CT). – Mumbai, 2017. – PP. 492-496.
15. Reeser J. Maintaining HMI and SCADA Systems Through Computer Virtualization / J. Reeser, T. Jankowski, G. M. Kemper // IEEE Transactions on Industry Applications. – 2015. – vol. 51. – no. 3. – PP. 2558-2564.

Summary

Mnushka O.V. SCADA based on the industrial Internet of Things: architecture of the system

In this paper the requirements for the construction of distributed monitoring systems (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA) based on technologies of the industrial Internet of Things (IIoT) was analyzed. The architecture of telematics system based on cloud technologies and technologies IIoT is proposed. The main modules of such system, their purpose and technical characteristics are considered.

Keywords: Internet of Things (IoT), protocol, cloud-based services, telematics, technical service, HMI

References

1. Vehicle-to-vehicle (V2V) and vehicle-to-infrastructure (V2I) communication in a heterogeneous wireless network – Performance evaluation / K. C. Dey, A. Rayamajhi, M. Chowdhury, P. Bhavsar, J. Martin // Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2016. – PP. 168-184
2. Towards 5G: Applications, Requirements and Candidate Technologies. / R. Vannithamby (ed.), S. Talwar (ed.). – J. Wiley & Sons, 2017. – 466 p.
3. Machine-to-machine (M2M) Communications. Architecture, Performance and Applications / C. Anton-Haro (ed.), M. Dohler (ed.). – Woodhead Publishing, 2017. – 410 p.
4. Galloway B. Introduction to Industrial Control Networks / B. Galloway, G. P. Hancke // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2013. – vol. 15, no. 2. – PP. 860-880.
5. Recommendation ITU-T Y.2060. Overview of the Internet of things. – ITU, Geneva, 2013. – 22 p.
6. The Industrial Internet of Things Volume G1: Reference Architecture. – IIC, 2017. – 58 p.
7. Implementation of SCADA for multiple telemetry units while using GSM for communication / Q. ul. Ain, M. Shah, M. Khan, S. A. Mahmud // 2015 International Conference on Emerging Technologies (ICET). – Peshawar, 2015. – pp. 1-4.

8. How can I ... Select PlantStruxure reference architectures. – Schneider Electric, 2017. – URL: <https://www.schneider-electric.com.co/documents/News/Ecuador/Scada.pdf>.
9. Fu C. The application of embedded system in Supervisory Control and Data Acquisition System (SCADA) over wireless sensor and GPRS networks / C. Fu, Z. Ni, //2015 IEEE 9th Int. Conf. on Anti-counterfeiting, Security, and Identification (ASID). – Xiamen, 2015. – PP. 81-85.
10. Paul S. Design of SCADA based wireless monitoring and control system using ZigBee / S. Paul, S. Narang, // 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON).– New Delhi, 2015. – PP. 1-6.
11. Mnushka O.V. Sistemy upravleniya pozicionirovaniem i slezheniem mobil'nyh sputnikovyh antennyh ustanovok / O. V. Mnushka / Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij. – H., 2013. – T. 5. – #9(65). – S. 39-45.
12. Mnushka O. V. Adaptivna systema keruvannya pozytsionuvannyam suputnykovoyu antenoyu / Mnushka O.V., Nikonov O.Ya., Savchenko V.M. // Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu "Kharkivs'kyi politekhnichnyy instytut". Zb. nauk. prats'. Seriya: Informatyka ta modelyuvannya. – Kharkiv: NTU "KhPI". – 2015. – # 32 (1141). – S. 120-127.
13. Church P. Moving SCADA Systems to IaaS Clouds / [P. Church, H. Mueller, C. Ryan et al] // IEEE Int. Conf. on Smart City/SocialCom/SustainCom (SmartCity). – Chengdu, 2015. – PP. 908-914.
14. Scripting engine for SCADA HMI / [M. Tandel, U. Joshi, A. Golhani et al] //2nd Int. Conf. for Convergence in Technology (I2CT). – Mumbai, 2017. – PP. 492-496.
15. Reeser J. Maintaining HMI and SCADA Systems Through Computer Virtualization / J. Reeser, T. Jankowski, G. M. Kemper // IEEE Transactions on Industry Applications. – 2015. – vol. 51. – no. 3. – PP. 2558-2564.