УДК 004.057:004.057.4, 004.454, 004.891.3
Д. В. КРАЩЕНКО, аспірант;
О. М. ТКАЧЕНКО, доктор техн. наук, доцент,
Державний університет телекомунікацій, Київ

ПРОБЛЕМИ СУМІСНОСТІ ОБЛАДНАННЯ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Розглянуто основні проблеми сумісності устаткування в автоматизованих системах диспетчеризації (технічного діагностування). На конкретному прикладі проаналізовано ситуацію, що часто виникає на промислових підприємствах, яким необхідно віддалено вимірювати покази своїх приладів або керувати деякими власними ресурсами за допомогою автоматики. Також надано опис основних методів (апаратних та програмних) приведення сигналів обладнання до нормалізованого вигляду задля подальшого їх зберігання та оброблення.

Ключові слова: сумісність; протокол; системи діагностування; конвертор; агент; драйвер; автоматизація; диспетчеризація.

Вступ

Поняття *диспетчеризації* (технічного діагностування) містить у собі організацію постійного спостереження за роботою різних підсистем у режимі реального часу. За допомогою диспетчеризації інженерних систем здійснюється віддалений контроль і керування різними процесами, зміна робочих параметрів тих або інших компонентів і обладнання, передавання даних про їхній стан, а також ведення протоколів і баз даних з відомостями про їхню роботу [1].

Нині спостерігається підвищення рівня автоматизації в різних сферах людської діяльності, здійснюється перехід на нові технології побудови систем автоматизації. Значною мірою цьому сприяє використання вбудованих систем керування об'єктами. Таким чином, проектування вбудованих обчислювальних систем здобуває масовий характер. До багатьох подібних систем висуваються підвищені вимоги щодо надійності та безпеки функціонування. Незважаючи на існування стандартів і специфікацій, дуже часто виробник не надає значення проблемам сумісності свого виробу з виробами сторонніх виробників. Ще більш незрозумілим є те, що виробник може випускати різне встаткування й програмне забезпечення до нього, але при цьому зовсім не надає технології або засоби автоматичного визначення сумісності між різним устаткуванням або устаткуванням і програмним забезпеченням. У результаті, під час побудови складних автоматизованих систем діагностування завжди виникає безліч проблем, пов'язаних із вибором потрібної комбінації обладнання і програмного забезпечення (ПЗ).

Напевно більшість фахівців зустрічалися з проблемою сумісності встаткування й програмного забезпечення навіть на рівні одного «самозбірного» персонального комп'ютера, не говорячи вже про локальну мережу свого підприємства, і знають, що деякі речі буває досить складно змусити працювати так, як хочеться кінцевому користувачеві.

Якщо подивитися на нижній рівень систем автоматизації і диспетчеризації будівель та промислових об'єктів для розуміння того, які проблеми виникають, то ми побачимо різноманіття так званих «польових шин». Це LONWORKS, CAN, Profibus, Modbus EIB, BACnet, KNX, Mbus та деякі інші. Відповідно до цих шин стандарти (протоколи) передавання сигналів постягуються нагору до рівня так званих прикладних профілів, які строго стандартизують мережну взаємодію простого за логікою та принципам роботи обладнання — вимикачів, реле, сенсорів (датчиків) та інших елементів, що реалізують в остаточному підсумку систему промислової автоматизації або автоматизації будинку.

Різноманіття цих стандартів ще більше: LON, MQTT, OPC, SIP, CoAP, DLMS, IEC 60870-5-104, DNP3 та ін. Практично всім стандартам притаманна ідеологія розподіленого інтелекту, коли центральний вузол (наприклад, сервер системи на основі ПК), в основному, слугує засобом програмування й збору результатів роботи системи для наступного аналізу, а іноді й для прийняття якихось керуючих рішень. У цій архітектурі всі елементи обладнання принципово рівноправні, отже, є правила, за якими вони спілкуються між собою, є правила настроювання і адресації цих елементів.

Будь-яка система діагностики, як і будь-яка система автоматизації — це ще й керуюче програмне забезпечення, що має яскраво виражену прикладну специфіку. Наприклад, **SCADA** (*Supervisory Control And Data Acquisition* — диспетчерське керування та збір даних) — річ досить зріла, добре стандартизована, має начебто досить багатий інтерфейс, можливість конструювання графічних об'єктів. Але знову-таки, її функціонал і структура баз даних, характерних для SCADA, не охоплює всіх потреб систем діагностування.

© Д. В. Кращенко, О. М. Ткаченко, 2019

У цьому й полягає основна проблема. Тому зараз, говорячи про інтеграцію, доводиться задовольнятись якимись частковими вирішеннями [2].

Огляд літератури за даною тематикою показав актуальність теми на сьогоднішній день. Автоматизація й диспетчеризація будинків покликана забезпечити контроль над автономно працюючим устаткуванням, об'єднавши його в єдиний інженерний комплекс і гранично мінімізувавши «людський фактор» [3–5; 8].

Так само було виявлено, що в цей час із метою збільшення позитивного ефекту комплексної автоматизації будинків розробляються алгоритми взаємної автоматизації різних інженерних систем. Наприклад, взаємодія систем автоматизації клімату й вентиляції дає можливість збільшити ефект енергозбереження і комфортних умов у будинку. Інтеграція систем відеоспостереження та охоронної сигналізації підвищує рівень безпеки будинку [10–12].

Все це показує нам, що проблема сумісності всіх елементів і систем є актуальною та цікавою з наукового погляду. Її вирішення дозволить значно покращити показники керованості систем, діагностики їх стану та своєчасного ремонту. Це, у свою чергу, підвищить показники енергоефективності та безпеки підприємств.

Метою дослідження, описаного в даній статті, є виконання необхідних кроків для розробки нової методики та алгоритмів побудови систем технічного діагностування, які будуть вільні від проблем сумісності устаткування завдяки знайденим у процесі дослідження вирішенням.

Основна частина

Спробуємо розглянути дану тему уважніше на конкретному прикладі телевимірювань, діагностики і телекерування.

Для аналізу ми виберемо ситуацію, яка часто виникає в промислових підприємств, яким необхідно віддалено вимірювати покази своїх приладів або керувати деякими власними ресурсами за допомогою автоматики. Далі йтиметься про ситуації, коли керування датчиками (сенсорами) й виконавчими механізмами організовано централізовано, коли їх підімкнено до багатофункціонального контролера, а сам контролер має постійне з'єднання з локальною мережею організації — для здійснення можливостей оперативного керування й диспетчеризації, хоча можливі й інші способи керування приладами, прямо з пульта оператора.

Отже, припустимо, що було зроблено всі організаційні роботи для телевимірювань і телекерування на об'єктах. Тобто це, насамперед, монтаж контролера і супутнього устаткування, прокладання каналів зв'язку на об'єкті, підімкнення датчиків і керуючих елементів до контролера, конфігурування програмного забезпечення та встановлення драйверів обладнання, вихід контролера в локальну мережу організації.

Забезпечення сумісності обладнання та ПЗ, а також розгортання центру оброблення отриманих значень проведених вимірювань і керування об'єктами найкраще буде виконувати паралельно один одному, заздалегідь продумавши загальну для цих етапів технічну політику. Інакше кажучи, ще до етапу закупівель устаткування слід з'ясувати, як саме буде здійснюватися сумісність, які програмно-апаратні засоби для цього вибрати і як це буде втілено в життя [7].

Один зі шляхів розв'язку — створення якогось основного сервера (умовно назвемо його центром доступу), на сумісність із яким ми й будемо орієнтуватися під час розробки користувацьких додатків і диспетчерських автоматизованих робочих місць (АРМ). Тобто цей сервер і його програмне забезпечення — це буде наш еталон, до якого ми будемо приводити все інше «несумісне», і з яким буде працювати все програмне забезпечення операторів центру доступу.

Основна мета такого підходу в тому, що яка б не була система керування обладнанням, яке встановлено на об'єктах, для будь-якої програмно-апаратної платформи вона однаково має інтерфейс користувача і, у більшості випадків, навіть деякі стандартні інтерфейси (програмно-апаратні інструменти) обміну даними.

Наприклад, у контролерах часто використовують SQL-сумісні бази даних, web-інтерфейси для керування налаштуваннями та для введення/виведення даних користувачів.

Головна рекомендація у цьому — почати проектування сервера для центру доступу (вибір потужності, масштабованості, програмного забезпечення для нього, а також перелік протоколів, які будуть сумісними з ним і навіть наявності необхідної кількості портів вводу/виводу) до моменту закупівель іншого обладнання, оскільки вважаємо, що наш еталон має бути максимально пристосованим до роботи з різними варіантами програмно-апаратних ресурсів [9].

Говорячи простою мовою, дуже бажано, щоб сервер знав якнайбільше протоколів і стандартних інтерфейсів для обміну інформацією — це надалі дуже полегшить налаштування сумісності в усій спроектованій системі.

Отже, проблему сумісності під час дистанційних вимірювань на різному обладнанні можна розв'язати відносно простим способом: написати (або замовити у виробника устаткування, або розробника програмного забезпечення до нього) програми-конвертори з форматів даних, які нам вида-

ють різні контролери, у формат бази даних нашого еталонного сервера [13].

Окремо розглянемо типи таких конверторів, а саме: варіанти їх реалізації (електронний пристрій або програма), ключові характеристики та відмінності.

Ми пропонуємо таку класифікацію — це поділити конвертори на «агентів» та «драйверів» (див. таблицю).

Агент — це програмний компонент із відкритим вихідним кодом, який вбудовується в прошивку обладнання, додаючи сумісність із центральним сервером. Агент реалізовує механізми передавання даних серверу, а також їх нормалізації, тобто конвертації в єдину модель даних сервера.

Агенти зазвичай працюють на мікроконтролерах, IoT-шлюзах, одноплатних ПК, мобільних пристроях і навіть на звичайних персональних комп'ютерах або серверах.

Сьогодні виробники пропонують різноманітні зовнішні програмувальні контролери, які ідеально підходять для підімкнення наявного обладнання. Можливе також виконання вбудованого модуля, який можна розмістити на друкованій платі нового обладнання як комунікаційний співпроцесор.

Агенти встановлюють вихідні з'єднання із серверами, що дозволяє їм використовувати як статичні, так і динамічні IP-адреси, а також під'єднуватися через мережні екрани та NAT.

Сервери доволі часто мають вбудоване підтримання безлічі комунікаційних протоколів.

Драйвери обладнання, що входять у комплект поставки сервера, дають змогу підімкнути велику кількість устаткування, яке вироблено тисячами різних вендорів.

Стандартні драйвери обладнання реалізують обмін даними за найпоширенішими протоколами IT, автоматизацією, IoT і структурованим обміном даними.

Проте в деяких випадках необхідно підімкнути нове обладнання, протокол якого не підтримується. Якщо обладнання має мережний або послідовний інтерфейс, і конвертація протоколу на боці обладнання не є обов'язковою, його можна під'єднати, реалізувавши новий драйвер обладнання. У іншому разі краще використовувати апаратний конвертор протоколу, який ми називаємо агентом.

Драйвери обладнання для сервера є незалежними від типу платформи, оскільки розроблюються на крос-платформних мовах програмування. Драйвери являють собою плагіни для сервера, тому їх інсталяція реалізується простим копіюванням файла з подальшим перезапуском сервера.

Порівняння характерних властивостей агентів і драйверів

Агент	Драйвер
Нормалізація даних на боці пристрою Самостійна програмна бібліотека, виконана на апаратній платформі	Нормалізація даних на боці сервера Програмний плагін для сервера
Ініціювання підімкнення виконує пристрій із передаванням даних по захищеному каналу	Ініціювання підімкнення виконує сервер, використовуючи стандартні протоколи передавання даних, такі як Modbus, OPC, SNMP або MQTT
Буферизація даних на обладнанні в період неприступності сервера Висока продуктивність Можливість гарантованої доставки подій Можливість внесення змін до протоколу сервера	Не потрібно програмної розробки для обладнань Не потрібно програмної розробки для сервера, за умови, що використовується стандартний комунікаційний протокол

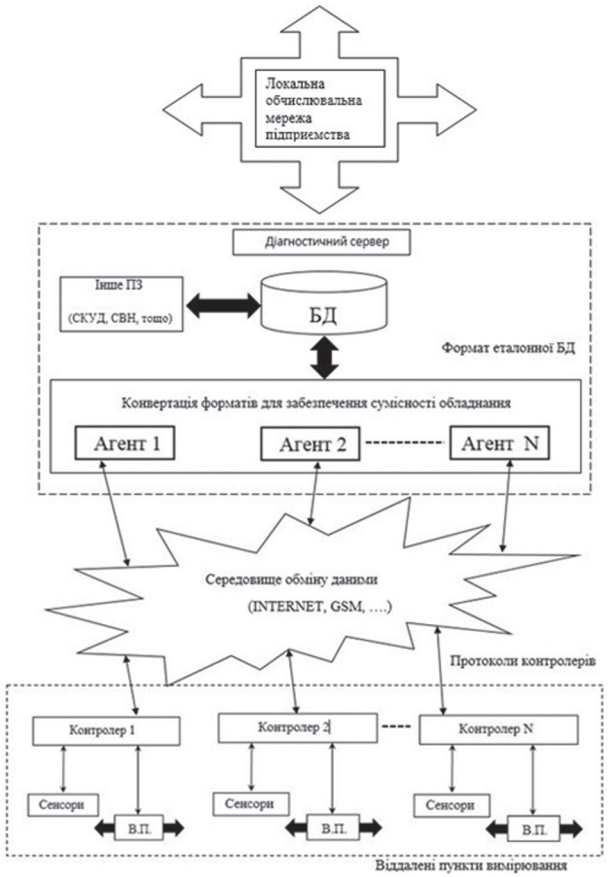
Таким чином, завдання забезпечення знімання вимірів із віддалених несумісних контролерів вирішується відносно швидко, а головне — послідовно, розтягнуте в часі. Адже оновлювати або писати новий конвертор потрібно тільки з появою нового типу обладнання, несумісного з раніше встановленим.

Відразу зауважимо, що централізувати дистанційне керування порівняно з телевимірюваннями трохи складніше тільки через наявність посередника — контролера (власника), який не надасть просто так можливостей доступу до кожного елемента обладнання з метою зміни його параметрів або функцій. Можна провести паралелі з роботою web-сервісу в Інтернеті: на читання доступ дадуть кожному бажаючому, а на запис і керування ресурсом — тільки тим, хто належить до певної групи. Тобто для телекерування знадобиться авторизований доступ більш високого (на рівні адміністрування) рівня і, можливо, спеціалізоване програмне забезпечення від заводу-виробника, із продажу й впровадження якого завод заробляє додаткові кошти. Виходів із положення існує, щонайменше, два:

1. Розробка (самостійна або разом із підприємством-виробником) програмного забезпечення, що дозволяє виконувати керування із центру доступу різними типами контролерів. Плюсами такої розробки є, по-перше, максимальна оптимізація та інтеграція існуючого програмно-апаратного комплексу, а по-друге, невисока вартість створення й упровадження. А мінусом може стати більша тривалість створення спеціалізованого.

2. Застосування потужних програмних продуктів класу MMI/SCADA (наприклад, ClearSCADA і їм подібних), які підтримують сотні типів виконавчих пристроїв і контролерів та постійно онов-

люються з виходом нових модифікацій устаткування. Самий очевидний і суттєвий плюс SCADA — можливість застосування практично будь-яких доступних на ринку виконавчих пристроїв і контролерів, а також швидкість появи оновлень драйверів і програмного забезпечення для підтримання самих нових версій. Мінусом у цьому варіанті буде досить висока вартість комплексу, налаштування його під потреби організації і, можливо, навіть відновлення до самої нової версії (рисунок).



Модель забезпечення сумісності обладнання і ПЗ на базі Центру (сервера) доступу та програм-конверторів: В.П. — *виконавчі пристрої*

Висновки

Аналіз ситуації показав, що автоматизація й диспетчеризація підприємств покликана забезпечити контроль над працюючим в автономному режимі устаткуванням, об'єднавши його в єдиний інженерний комплекс і гранично мінімізувавши «людський фактор». Так само було виявлено, що в цей час із метою збільшення позитивного ефекту комплексної автоматизації будинків розробляються алгоритми взаємної автоматизації різних інженерних систем.

У межах дослідження було розглянуто конкретний приклад організації автоматизованої системи технічного діагностування і розв'язання проблем сумісності в ній. Подальший розвиток досліджень у цьому напрямку міг би вдосконалити методики вирішення проблеми сумісності встаткування і/або програмного забезпечення із застосуванням сучасних технологій розробки в області інформатики та систем автоматизації.

Список використаної літератури

1. ***Автоматизация*** *и диспетчеризация инженерных систем / П. А. Дворцов, И. Н. Комаров, Д. Р. Вафина, С. В. Уразайкин // Молодой ученый: електрон. версія журн. 2016. №27. С. 61–64. URL: https://moluch.ru/archive/131/36322/*

2. ***Проблемы*** *интеграции СКУД в системы автоматизации здания // ТЗ, 2007. №6: електрон. версія журн. URL: https://www.parsec.ru/articles/esli-gora-ne-idet-k-magometu-problemy-integratsii-skud-v-sistemy-avtomatizatsii-zdaniya/*

3. ***Федоров И.*** *Сколько этажей у интеллектуального здания? // Бизнес: Организация, Стратегия, Системы, 1999. № 10.*

4. ***Архипов В.*** *Системы для «интеллектуального» здания // Журнал сетевых решений LAN, 1998. № 12.*

5. ***Смирнов И. Г.*** *«Должны ли кабельные системы быть структурированными? // Вестник связи, 1998. № 8.*

6. ***Тихонов А. Ф., Демидов С. Л., Смеляков А. Л.*** *Автоматизация инженерных систем для обеспечения оптимальных параметров микроклимата производственного предприятия.*

7. ***Побат С. В., Тихонов А. Ф.*** *Автоматизация инженерных систем теплоснабжения жилых и промышленных зданий.*

8. ***Калмаков А. А., Романова С. С., Щелкунов С. А.*** *Автоматика и автоматизация систем теплоснабжения и вентиляции. Москва: Стройиздат, 1986.*

9. ***Кокорев П. В.*** *Системы диспетчеризации зданий: решения без проблем // Автоматизация в промышленности. 2007. № 10. С. 37–39.*

10. ***Шойхет Б. М.*** *Концепция энергоэффективного здания. Европейский опыт // Энергосбережение. 2007. № 7. С. 62–65.*

11. ***Шмалько А. В.*** *Принципы построения мультисервисных местных сетей электросвязи: руководящий технический материал, версия 2.0. 2005.*

12. ***Шмалько А. В.*** *Цифровые сети связи: основы планирования. Москва: Эко-Трендз, 2001. 278 с.*

13. ***Гольдштейн Б. С.*** *Протоколы сети доступа. Т. 2. 2-е изд. Москва: Радио и связь, 2002.*

Рецензент: доктор техн. наук, доцент, **А. П. Бондарчук**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Д. В. Кращенко, О. Н. Ткаченко

ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Рассматриваются основные проблемы совместимости оборудования в автоматизированных системах диспетчеризации (технического диагностирования). На конкретном примере проанализирована ситуация, которая часто возникает на промышленных предприятиях, для которых необходимо удаленно измерять показатели некоторых приборов или управлять некоторыми собственными ресурсами с помощью автоматики. Также в рамках статьи дается описание основных методов (аппаратных и программных) приведения сигналов оборудования к нормализованному виду для дальнейшего их хранения и обработки.

Ключевые слова: совместимость; протокол; система диагностики; конвертор; агент; драйвер; автоматизация; диспетчеризация.

D. Krashchenko, O. Tkachenko

HARDWARE COMPATIBILITY ISSUES IN AUTOMATED TECHNICAL DIAGNOSTIC SYSTEMS

The analysis of the situation showed that the automation and dispatching of enterprises is designed to provide control over autonomously operating equipment, combining it into a single engineering complex and minimizing the «human factor». It was also revealed that at this time, in order to increase the positive effect of complex building automation, algorithms for mutual automation of different engineering systems were being developed.

All this shows us that the problem of compatibility of all elements and systems is relevant and interesting from a scientific point of view. Its solution will allow to improve significantly the indicators of controllability of systems, diagnostics of their condition and timely repair. This, in turn, will increase the energy efficiency and safety performance of enterprises

In the article analysis and showed main problems of equipment compatibility in automated dispatching systems (technical diagnostics) are considered. For a specific example, we touched on the situation that often occurs in industrial enterprises, for which it is necessary to remotely measure the performance of some devices or manage some of their own resources using automation. Also, within the framework of the article, a description is given of the main methods (hardware and software) of bringing the equipment signals to a normalized form for their further storage and processing.

Keywords: compatibility; protocol; diagnostic system; converter; agent; driver; automation; dispatch.