

boundary conditions of quasi-linear ordinary differential equations. The way is given in the proof of the theorem using the initial condition is determined by the $u(a) = u_0, u_1(x)$, then with the same procedure of finding a sequence of functions $u_3(x), u_4(x), \dots, u_m(x), \dots$ enables the approach to solving the problem with the desired accuracy. The above theorem and other as a byproduct, the results can be applied to research and find practical solutions of problems. This makes it possible to obtain a fairly wide application of the theorem, for example, when increasing the accuracy of the operation of automatic control and measuring devices.

Keywords: quasilinear differential equation; boundary and initial conditions; Green's function; nonlinear integral equation; function space; contraction mapping principle; sufficient condition.

Надійшла до редакції
29 лютого 2020 року

Рецензовано
11 березня 2020 року

УДК 681.121 :6 81.324.06

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ПОКАЗАНЬ ВІД ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ЕНЕРГОНОСІЇВ. ЧАСТИНА 1

Писарець А. В., Писарець Є. В.

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна

E-mail: anna.v@ukr.net

В умовах неперервного зростання цін на енергоносії збільшується кількість приладів їх обліку, що у свою чергу, викликає потребу фіксації і передачі показань обслуговуючим організаціям. Фіксація показань здійснюється безпосередньо приладом обліку, їх передача двома методами: вручну або автоматично. Перший метод має низку суттєвих недоліків, пов'язаних з регулярністю і тривалістю процесу, імовірністю внесення помилок на будь-якому етапі, де приймає участь людина, складністю або неможливістю доступу до вузла обліку. Другий – створення систем автоматизованої передачі показань, що повністю усуває зазначені проблеми.

Передача інформації передбачає наявність наступних компонентів: відправника; інформації, що передається; середовища передачі, придатного для пересилання даного повідомлення; отримувача. Саме ці складові обумовлюють структуру систем автоматизованої передачі даних. Залежно від технологій і використовуваних передавальних середовищ зазначені системи умовно поділяються на дротові і бездротові.

Історично склалось так, що епоха автоматичного зчитування показань з лічильників розпочалась саме з дротових систем, які досі широко застосовуються завдяки високим завадостійкості та захищеності даних, надійності і незалежності від погодних умов.

У статті розглянуто дротові технології, що набули застосування для створення автоматизованих систем передачі показань від приладів обліку енергоносіїв, їх технічні характеристики і особливості застосування. Наведено приклади створення систем.

Результати проведеного дослідження виявили, що структура системи автоматизованої передачі показань від приладів обліку визначається їх кількістю на об'єкті та особливостями умов експлуатації, при цьому використовується широкий спектр різноманітного обладнання. Перспективою подальшої роботи є дослідження особливостей застосування бездротових технологій для створення автоматизованих систем передачі показань від приладів обліку енергоносіїв.

Ключові слова: *прилад обліку; показання; передача показань; автоматизована система; імпульсний вихід; RS-232; RS-485; M-Bus.*

Постановка проблеми

Широке розповсюдження приладів обліку енергоносіїв передбачає зняття з них показань і передачу цієї інформації обслуговуючим організаціям з певною періодичністю.

Отже ще на етапі монтажу засобу вимірюва-

льної техніки необхідно передбачити можливість здійснення оперативної і регулярної фіксації показань. У випадку необхідності обслуговування 10 – 15 приладів обліку ускладненнє зазвичай не виникає. На сучасному етапі оснащення об'єктів енергоспоживання вузлами обліку більшість фахівців

стикаються з проблемою збільшення кількості обслуговуваних вимірювальних приладів, що потребують організації автоматичного зняття показань.

У багатьох країнах пострадянського простору переважає практика «ручного» збирання даних з приладів обліку, коли організації-постачальники енергоресурсів (води, газу, кількості теплоти, електроенергії) утримують штат співробітників, які мають відвідати об'єкти споживання і вручну зафіксувати показання приладів. Наступним кроком у цьому ланцюзі передачі показань від вузлів обліку є перенесення даних у комп'ютерну базу, що здійснюється також вручну операторами розрахункових центрів. Подібний підхід має низку очевидних недоліків:

- необхідність регулярних відвідувань усіх об'єктів, оснащених вузлами обліку, що вимагає багато часу;
- велика імовірність внесення помилок на будь-якому етапі, де приймає участь людина (при ручному збиранні і введенні даних);
- ускладненість або неможливість візуального контролю приладів обліку унаслідок різних факторів, наприклад, у випадках, коли засіб вимірювальної техніки встановлено у колодязі, підвалі або на території об'єкту з обмеженим доступом.

Повністю усувають зазначені проблеми автоматизовані системи передачі показань від приладів обліку енергоносіїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання, пов'язані з отриманням, перетворенням, передачею і обробкою вимірювальної інформації, що використовується при керуванні віддаленими об'єктами та об'єктами, розташованими у місцях, де безпосередня присутність спостерігача ускладнена або неможлива, охоплює телеметрія [1].

Застосуванню телеметричної апаратури у різних галузях, зокрема метеорології, геофізиці, газовій, атомній і хімічній промисловості, медицині тощо присвячено багато робіт [2 – 4].

Питання створення автоматизованих систем передачі показань від приладів обліку енергоносіїв розглядаються у рекламних матеріалах виробників відповідного обладнання, при цьому кожен виробник пропонує своє бачення розв'язання такої проблеми [5 – 8].

Постановка задачі

Передача інформації передбачає наявність наступних компонентів: відправника; інформації, що передається; середовища передачі, придатного для пересилання даного повідомлення; отримувача (спеціалізованого програмного забезпечення).

Відповідно до цього окреслюється структура системи передачі показань від вимірювального

приладу: лічильник – показання – інформаційне середовище – програмне забезпечення.

Залежно від технологій і використовуваних передавальних середовищ системи зняття і передачі показань можна умовно поділити на дротові і бездротові.

Метою роботи є виявлення мережевих технологій, що можуть слугувати підґрунтям для створення автоматизованих систем передачі показань від приладів обліку енергоносіїв і особливостей їх застосування.

Дротові технології передачі показань від приладів обліку

Історично склалось так, що епоха автоматичного зчитування показань з лічильників розпочалась саме з дротових систем. Серед широкого різноманіття дротових технологій [2, 3, 9] у досліджуваній галузі набули застосування наступні: імпульсний вихід і послідовні інтерфейси RS-232, RS-485 і M-Bus.

Технологія зняття і передачі даних обирається залежно від кількості приладів обліку на об'єкті та особливостей їх експлуатаційного використання.

Імпульсний вихід. Першим дротовим способом передачі показань з лічильників було застосування імпульсного виходу, реалізованого за допомогою геркону. Принцип дії такого перетворювача полягає в замиканні пари магніточутливих контактів, розташованих у герметичній скляній трубці, під дією магнітного поля, створеного постійним магнітом. Магніт зазвичай розміщений на одному із зубчатих коліс редуктора лічильного механізму приладу. Колесо обирається таким чином, щоб його повний оберт був кратним певній кількості енергоресурсу, що пройшла крізь лічильник. Зазначений параметр є вагою або ціною імпульсу і залежить від діапазону витрат, в якому працює лічильник. Найбільш поширеними значеннями ціни імпульсу є 10, 100 та 1000 л/імпульс.

Автоматизація процесу зняття показань з лічильника полягає у під'єднанні імпульсного виходу до будь-якого лічильника імпульсів (ЛІ). Функціями ЛІ є накопичення імпульсів, врахування ціни імпульсу та індикація актуальних показань на вбудованому дисплеї (рис. 1). Довжина дроту між приладом обліку і ЛІ може сягати 30 м.

Простота реалізації, низька ціна та енергетична незалежність на довгі роки зробили імпульсний вихід найпоширенішим варіантом автоматичного зчитування показань з лічильників.

Досі подібний спосіб знаходить застосування для отримання показань від одного вимірювального приладу, встановленого у важкодоступному місці.

До недоліків імпульсного виходу можна віднести:

- чутливість до впливу зовнішнього магнітного поля (потужний магніт здатен замкнути контакти геркону та унеможливити формування і пе-

редачу імпульсів);

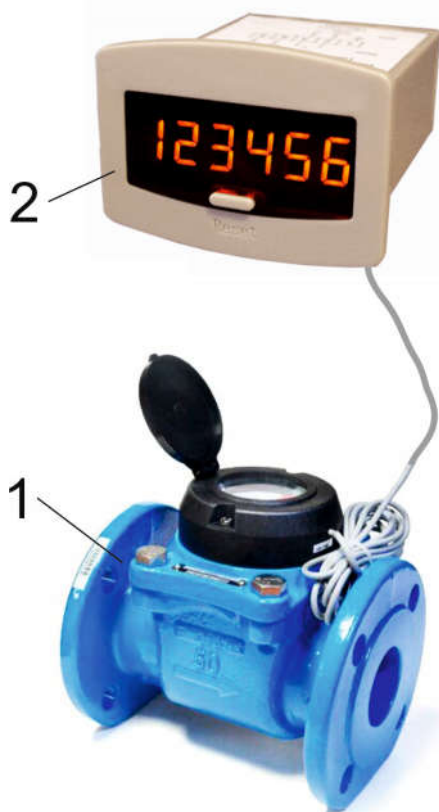


Рис. 1. Приклад застосування лічильника води з імпульсним виходом (1), приєднаного до ЛІ (2)

- зворотна залежність довжини імпульсу від витрати енергоносія (за малої витрати геркон знаходиться у замкненому стані протягом тривалого часу, а за великої – дуже короткий час, що багатьма ЛІ може бути сприйнято як брязкіт контактів або хибний імпульс);
- обмежений механічний ресурс геркону. Незважаючи на те, що провідні виробники герконів декларують ресурс до 1 млн. замикань, цього вистачає лише на кілька років роботи лічильника, після чого геркон виходить з ладу та підлягає заміні.

Послідовний інтерфейс RS-232 (повна офіційна назва «Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Termination Equipment Employing Serial Binary Data Interchange») призначений для підключення обладнання, яке передає або приймає дані (лічильник енергоресурсів), до кінцевого пристрою (персонального комп'ютера) [3, 9].

Зазвичай серед приладів обліку енергоносіїв, штатно оснащені цифровим послідовним інтерфейсом RS-232 у вигляді оптично-інфрачервоного інтерфейсу IrDA, електронні лічильники (в основному електроенергії та кількості теплоти) [10].

Цей інтерфейс дозволяє підключити ПК до лічильника і зчитати поточні або архівні значення, а також виконати налаштування. Можливість застосування простого та широко розповсюдженого адаптера RS-232 ↔ USB дозволяє використовувати зазначений інтерфейс з будь-якими ПК, в тому числі, сучасними.

Свого часу інтерфейс набув надзвичайного розповсюдження, завдяки надійності, простоті реалізації та незначній вартості. Але використовувати його для побудови інформаційних мереж не дозволяють низка суттєвих недоліків [2, 3]:

- неможливість підключення декількох пристроїв до одного порту ПК, наслідком чого є неможливість з'єднання лічильників між собою з метою створення інформаційної мережі;
- низька завадозахищеність;
- довжина з'єднувального кабелю не може перевищувати 15 м;
- швидкість передачі даних значною мірою залежить від довжини з'єднувального кабелю і в кращому випадку не може перевищувати 19200 біт/с;
- необхідність використання тридротової лінії.

У випадку потреби опитування більш ніж одного приладу використовуються цифрові мережі RS-485 та M-Bus, перші отримали широкого розповсюдження на пострадянському просторі, другі – у країнах Західної Європи.

RS-485 є апаратним «різновидом» інтерфейсу RS-232. Але на відміну від останнього для реалізації інтерфейсу RS-485 достатньо лише дводротової лінії, довжина кабелю може сягати 1 км (для низьких швидкостей передачі до 3 км). Кількість під'єднаних пристроїв обмежена вхідним опором з боку лінії. Зазвичай ця величина складає 12 кОм та, з урахуванням узгоджувальних резисторів, обмежує мережу 32 пристроями [3].

Звичайна система, побудована на стандарті RS-485, являє собою трансивери, об'єднані за допомогою витой пари – двох скручених дротів, а також узгоджувальних резисторів. Сигнал передається за допомогою різниці потенціалів між двох дротів: одним дротом проходить оригінальний сигнал, іншим – його інверсна копія (цей принцип називається диференційною передачею даних). Таким чином, між двома дротами витой пари завжди є різниця потенціалів. Подібний спосіб забезпечує високу завадостійкість через те, що завада впливає однаково на обидві дроти, залишаючи різницю потенціалів незмінною [3].

Для підключення лічильників енергоресурсів до мережі RS-485 останні повинні бути оснащені відповідним інтерфейсом (деякі тепловілічильники), або імпульсним виходом. Лічильники з імпульсним виходом приєднуються до спеціальних RS-485 контролерів – електронних пристроїв, оснащених одним або декількома входами для підключення імпульсного виходу приладу обліку та одним циф-

ровим вихідним інтерфейсом.

RS-485 являє собою напівдуплексний інтерфейс. Прийом та передача ведуться по одній парі дротів з розділенням у часі. Під час прийому ви-

микається передавач, а під час передачі – приймач. Всі пристрої підключаються до витой пари однаково: прямі виходи (так звані «А») до одного дроту, інші («В») – до іншого (рис. 2).

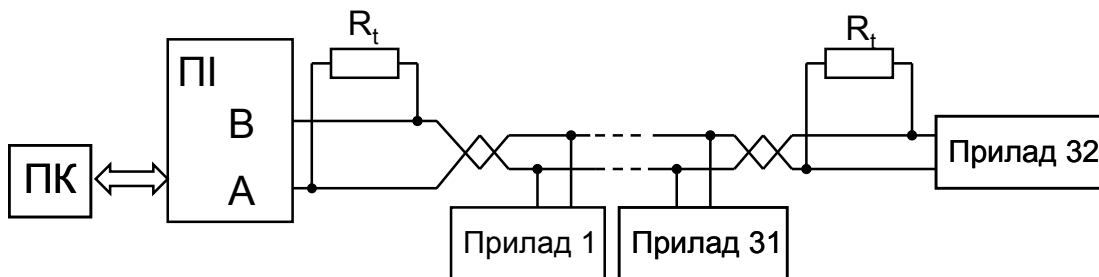


Рис. 2. Схема підключення пристроїв у RS-485, де: ПІ – перетворювач інтерфейсів; А – прямі виходи; В – інверсні виходи; R_t – узгоджувальний резистор [3]

Стандарт RS-485 дозволяє передавати значні обсяги даних з великою швидкістю (до 10 Мбіт/с). Кожен пристрій може ініціювати передачу своїх даних (наприклад, у випадку виникнення нештатної ситуації, коли потрібно негайно інформувати персонал або відреагувати на подію).

М-Bus (Meter Bus) – європейський стандарт побудови систем збору даних з комерційних вузлів обліку.

Протокол обміну даними між пристроями мережі *М-Bus* ґрунтується на принципі «один Master (Головний) – багато Slave (Підпорядкований)». Для кожного сегменту мережі потрібний тільки один пристрій Master, який відправляє запити і отримує відповіді від пристроїв Slave. Це повністю виключає можливість виникнення конфліктних ситуацій усередині сегменту мережі *М-Bus* [11, 12].

Усі Slave-пристрої підключаються паралельно до пристрою Master через шину *М-Bus* (вита пара), при цьому полярність підключення пристроїв до шини значення не має.

Архітектура мережі може бути довільною та складатися з фрагментів лінійної, дерево- та зіркоподібної топології. Не рекомендується використання кільцевої топології [11].

Передача даних шиною *М-Bus* здійснюється у послідовному режимі в обох напрямках. На шині підтримується номінальний рівень напруги від пристрою Master для забезпечення електроживлення Slave-пристроїв. Після розпізнавання своєї адреси у запиті, уповноважений Slave-пристрій передає біти даних у відповідь, змінюючи струм, що споживається від шини *М-Bus*. Ці зміни зчитуються пристроєм Master [11]. Slave-пристрій не здатний без запиту від Master передати свої дані.

Фізична довжина шини *М-Bus* обмежена активним опором дротів, який, у зв'язку із спожив-

анням струму Slave-пристроями, знижує напругу живлення у мережі у міру віддалення від Master-пристрою. Швидкість передачі даних у мережах *М-Bus* обмежена електричною ємністю шини і коливається у межах від 300 біт/с до 9600 біт/с. Обмеження за кількістю Slave-пристроїв у одному сегменті мережі визначається потужністю джерела напруги пристрою Master і граничними можливостями адресації – до 250 приладів [11, 12].

Підключення лічильників енергоресурсів до мережі *М-Bus* подібне підключенню до мережі RS-485 – прилади повинні бути оснащені відповідним інтерфейсом або імпульсним виходом.

Кожен вимірювальний прилад та *М-Bus* контролер мають свій унікальний мережевий номер [7, 11]. Підключення приладів обліку та різноманітних цифрових і аналогових сенсорів здійснюється двожилиним витим кабелем до центрального пристрою, що керує роботою усієї мережі – *М-Bus* концентратора.

Мережа *М-Bus* для багатоквартирного будинку може опитувати не тільки лічильники одного з енергоресурсів, а усі прилади встановлені на об'єкті, оснащені *М-Bus* контролерами (рис. 3).

У найпростішому випадку концентратором може бути персональний комп'ютер (ПК), підключений до мережі *М-Bus* перетворювачем рівнів RS-232 (USB) ↔ *М-Bus*. Більш інтелектуальні пристрої можуть самостійно опитувати лічильники у заданий час, зберігати показання у енергонезалежній пам'яті, пересилати дані на віддалені ПК за допомогою вбудованого модему тощо.

Дані передаються послідовно спеціальним завадозахищеним протоколом відповідно до стандарту EN1434 [12].

На відміну від RS-485, *М-Bus* використовує інші рівні сигналів.

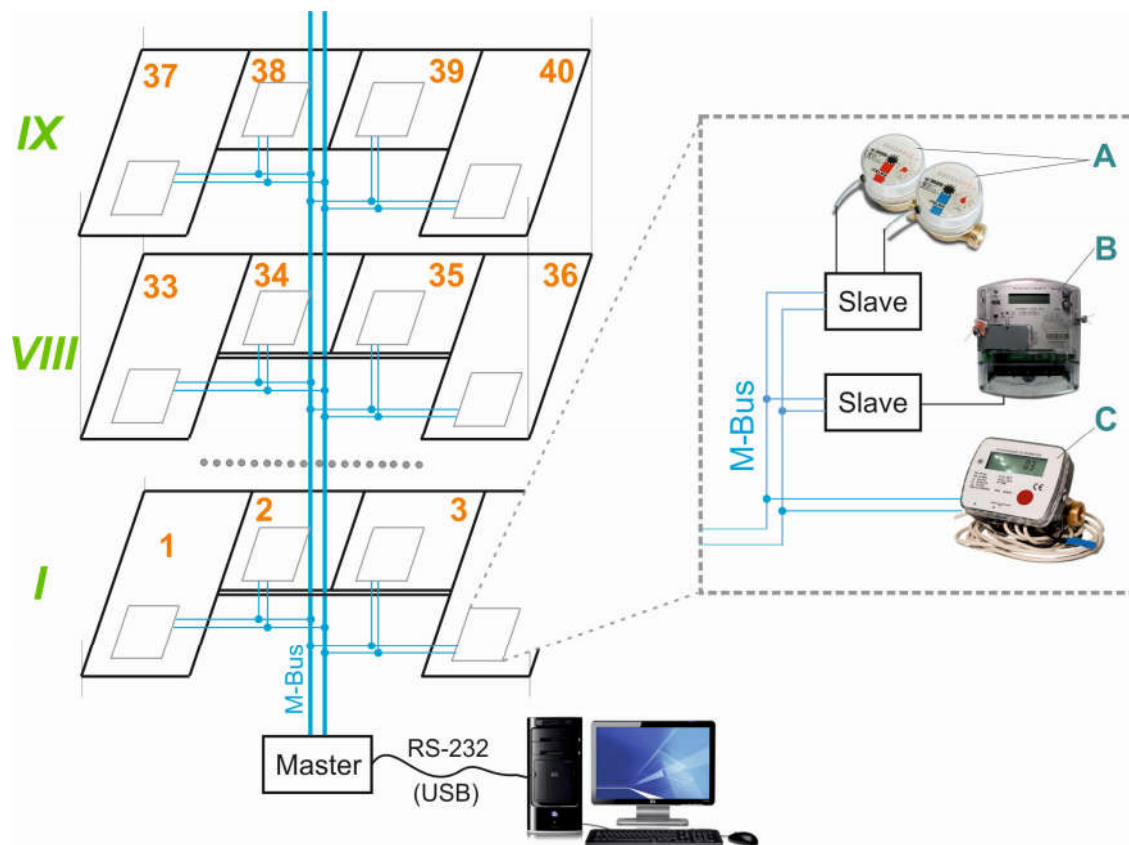


Рис. 3. Приклад організації M-Bus мережі у багатоквартирному будинку, де: римські цифри – номери поверхів; арабські цифри – номери квартир; А – лічильники води; В – лічильник електричної енергії; С – лічильник кількості теплоти

Низька швидкість передачі даних, як наслідок – низькі вимоги до лінії зв'язку. Стандарт оптимізований для малого енергоспоживання і дозволяє обходитися без окремого внутрішнього джерела живлення кінцевого пристрою, використовуючи живлення від самої лінії.

Інтерфейси RS-485 та M-Bus схожі між собою, але останній має низку переваг у якості інформаційної мережі для лічильників енергоресурсів: значно більша дальність передачі даних та кількість приєднаних кінцевих пристроїв, нечутливість до полярності сигналу, відсутність необхідності використання узгоджувальних резисторів.

Програмне забезпечення. Робота системи передачі даних від приладів обліку керується спеціалізованим програмним забезпеченням (ПЗ), встановленим на приєднаному до інформаційної мережі ПК, і має виконувати низку завдань:

- опитати визначені прилади обліку з певним інтервалом часу;
- зберегти отримані дані у табличному вигляді (кожний рядок відповідає одному приладу), у обов'язковій інформації містяться дата і час зчитування, показання на момент зчитування та одиниця вимірювання;

- експортувати сформовану таблицю до одного з розповсюджених форматів даних: csv, xml, xls тощо.

У зв'язку з відсутністю загальних вимог до ПЗ, у останньому можуть бути передбачені додаткові функції та можливості: формування архівів різної глибини з отриманих даних; побудова графіків для наочного порівняння отриманих даних за певний період часу; аналіз змін у показаннях та прогнозування; формування рахунків для кінцевих споживачів.

Висновки

Завдяки високій завадостійкості та захищеності даних (для доступу до інформації потрібний фізичний доступ до обладнання або шин), високої надійності і незалежності від погодних умов дротові технології й досі широко застосовуються для створення систем дистанційної передачі показань від приладів обліку.

Результати дослідження можливості реалізації дистанційного зняття показань з приладів обліку енергоносіїв на підґрунті дротових технологій окреслюють наступне:

- у системах передачі даних використовується різноманітне обладнання;

- структура системи автоматизованої передачі показань від приладів обліку визначається їх кількістю на об'єкті та особливостями умов експлуатації;
- навіть у випадку промислових підприємств розповсюдження залишається необхідність отримання показань від одного вимірювального приладу, встановленого у важкодоступному місці (найбільш поширеним рішенням у такому разі є використання приладу обліку, оснащеного імпульсним виходом та електронного лічильника імпульсів з дисплеєм);
- інтерфейс RS-232 не може бути застосованим для з'єднання лічильників між собою з метою створення інформаційної мережі, але набув широкого вжитку в якості сервісного, забезпечуючи безпосереднє під'єднання приладу обліку до ПК для налаштувань і зчитування поточних або архівних значень потрібних параметрів;
- у випадку більш ніж одного приладу вибір технології обумовлюється кількістю приладів, дальністю, швидкістю і частотою передачі даних, при цьому застосовуються інтерфейси RS-485 і M-Bus для лічильників з імпульсним виходом;
- у зв'язку з відсутністю стандартів на ПЗ для систем передачі показань приладів обліку, кожен виробник пропонує свій програмний застосунок, розроблений з метою охоплення будь-яких можливих вимог його замовників.

Перспективою подальшої роботи є вивчення особливостей застосування бездротових технологій у досліджуваній галузі.

Література

- [1] А. В. Назаров, и др., *Современная телеметрия в теории и на практике. Учебный курс.* Санкт-Петербург, РФ: Наука и Техника, 2007.

- [2] Г. Хелд, *Технологии передачи данных*, 7-е изд. Санкт-Петербург, РФ: Питер, 2003. – 720 с. (Серия «Классика computer science»).
- [3] П. В. Агуров, *Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования.* Санкт-Петербург, РФ: БХВ-Петербург, 2004.
- [4] В. М. Вишневецкий, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович, *Широкополосные беспроводные сети передачи информации.* Москва, РФ: Техносфера, 2005.
- [5] Система дистанционной передачи данных. [Электронный ресурс]. Доступно: <https://vsk-group.com.ua/sistema-distancionnoj-peredachi-dannyx>
- [6] Проводной M-Bus. Удаленное считывание данных со счетчиков в проводной системе. [Электронный ресурс]. Доступно: <https://www.kamstrup.com/ru-ru/products-and-solutions/meter-reading/fixed-network-meter-reading/wired-mbus>
- [7] Новейшая система диспетчеризации M-Bus. [Электронный ресурс]. Доступно: <https://ultrameter.ua/dispatcherizatsiya-m-bus/>
- [8] M-Bus System. [Online]. Available: <https://sensus.com/products/m-bus/>
- [9] М. Гук, *Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия.* Санкт-Петербург, РФ: Питер, 2002.
- [10] Обзор стандарта RS-232. [Электронный ресурс]. Доступно: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/interface/rs232/>
- [11] The M-Bus: A Documentation. Rev. 4.8. [Online]. Available: <https://m-bus.com/downloads>
- [12] ДСТУ EN1434-3:2005. Теплолічильники. Частина 3. Обмін даними та інтерфейси (EN 1434-3:1997, IDT). Київ, Україна: Держспоживстандарт України, 2007.

УДК 681.121 :6 81.324.06

А. В. Писарец, Е. В. Писарец

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ПОКАЗАНИЙ ОТ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

В условиях непрерывного роста цен на энергоносители увеличивается количество приборов их учета, наличие которых, в свою очередь, требует фиксации и передачи показаний обслуживающим организациям. Фиксация показаний осуществляется непосредственно прибором учета, передача – вручную или автоматически. Первому методу присущи существенные недостатки, связанные с регулярностью и длительностью процесса, вероятностью внесения ошибок на любом этапе, где участвует человек, сложностью или невозможностью доступа к узлу учета. Второй метод – создание систем автоматизированной передачи показаний – полностью устраняет указанные проблемы.

Передача информации предполагает наличие таких компонентов: отправителя; передаваемой информации; среды передачи, пригодной для пересылки сообщения; получателя. Именно эти составляющие обуславливают структуру систем автоматизированной передачи данных.

В статье рассмотрены проводные технологии, которые применяются для создания автоматизированных систем передачи показаний от приборов учета энергоносителей, их технические характеристики и особенности приме-

нения. Приведены примеры создания систем.

Результаты проведенного исследования выявили, что структура системы автоматизированной передачи показаний от приборов учета определяется их количеством на объекте и особенностями условий эксплуатации, при этом используется широкий спектр различного оборудования.

Перспективой дальнейшей работы является определение особенностей применения беспроводных технологий в исследуемой отрасли.

Ключевые слова: прибор учета; показания; передача показаний; автоматизированная система; импульсный выход; RS-232; RS-485; M-Bus.

A. Pysarets, Ye. Pysarets

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

AUTOMATED SYSTEMS FOR READINGS TRANSMISSION FROM ENERGY CARRIER MEASURING INSTRUMENTS

In the context of a continuous rise in energy carriers' prices, the number of metering instruments is increasing. This fact requires fixation and transmission of meter's readings to service organizations. The readings are recorded directly by the meter. The readings transmission occurs in two ways: manually or automatically. The first method has significant disadvantages associated with the process regularity and duration, with the probability of introducing errors at any stage where a human participates, with the difficulty or impossibility to access the metering unit. The second method is the creation of systems for the automated meter readings transmission. This method completely eliminates named problems.

Information transmission assumes the presence of such components: transmitted information; the sender; a transmission medium suitable for sending this message; recipient. These parts determine the automated data transmission systems structure.

Depending on the network technologies and the transmission media used, systems for the automated readings transmission are conditionally divided into wired and wireless. Historically, the automatic meter readings era began precisely with wired systems. Such systems are still widely used due to their high interference immunity and data security, reliability and independence from weather conditions.

The article discusses wired technologies used to create automated systems for transmitting readings from energy carrier measuring instruments, their technical characteristics, as well as their application features. The creating systems examples are given.

The research results revealed that the structure of the readings automated transmission system from metering instruments is determined by their number at the facility and the operating conditions speciality. Such systems use a wide range of different equipment.

The further work prospect is to identify the wireless technologies application features in the studied field.

Keywords: meter; readings; data system; automated system; pulse output; RS-232; RS-485; M-Bus.

*Надійшла до редакції
19 травня 2020 року*

*Рецензовано
29 травня 2020 року*