*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Вдосконалення методу нормування в кільці р-адичних чисел/ Ганзя Р. С.** / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С.53–64. – Бібліогр.: 19 назв. – ISSN 2079-5459.

**Совершенствование метода нормирования в кольце р-адичних чисел/ Ганзя Р. С.** / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С.53–64. – Бібліогр.: 19 назв. – ISSN 2079-5459.

**Improving of methods of norm computation in the ring of p-adic numbers/ Hanzia R.** //Bulletin of NTU "KhPI". Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU "KhPI", 2017. – № 19 (1241).– P.53–64. – Bibliogr.:19. – ISSN 2079-5459

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

***Ганзя Роман Сергійович*** – Харківський національний університет радіоелектроніки, аспірант кафедри "Безпеки інформаційних технологій"; пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61166; e-mail: roman.ganzya@gmail.com

***Ганзя Роман Сергеевич*** – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, аспирант кафедры "Безопасности информационных технологий "; пр. Науки, 14, г. Харьков, Украина, 61166;

***Hanzia Roman*** – Kharkiv National University of Radio Electronics; PhD student of the department "Information Security Technologies"; Nauky ave., 14, Kharkiv, Ukraine, 61166; e-mail: roman.ganzya@gmail.com

**УДК 004.738.2**

***В. А. СВЯТНИЙ, О. М. МІРОШКІН, В. В. ГРИША***

# РЕАЛІЗАЦІЯ ЗВ'ЯЗКУ З СИСТЕМОЮ АСКОЕ ЧЕРЕЗ GSM МЕРЕЖУ

В даній статті розглядається склад сучасних автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії, їх головні складові, приведені до розгляду архітектури сучасної автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії з трьома рівнями та двома рівнями, розглянуті сучасні засоби зв'язку автоматизованих систем контролю і обліку електричної енергії, наведено приклад каналів передачі інформації даних з використанням GSM-мережі, також за допомогою PLC технології, через виту пару і перетворювач інтерфейсів та за наявності прокладеної локальної мережі, виконано порівняння волоконно-оптичних ліній зв'язку та комутованих і виділених каналів передачі даних, детально розглянуті інтерфейси каналів зв'язку з АСКОЕ, а також розглянуто питання про проблему передачі інформації в автоматизованих системах комерційного обліку електричної енергії та запропонований один із варіантів її вирішення шляхом реалізації зв'язку з автоматизованими системами комерційного обліку електричної енергії з використанням технології GSM.

**Ключові слова:** автоматизована система комерційного обліку електроенергії, АСКОЕ, контроль енергоресурсів, GSM-мережа.

В данной статье рассматривается состав современных автоматизированных систем коммерческого учета электрической энергии, их главные составляющие, приведены к рассмотрению архитектуры современной автоматизированной системы коммерческого учета электрической энергии с тремя уровнями и двумя уровнями, рассмотрены современные средства связи автоматизированных систем контроля и учета электрической энергии, приведен пример каналов передачи информации по GSM-сети, также с помощью PLC технологии, через витую пару и преобразователь интерфейсов и при наличии уже созданной ранее локальной сети, выполнено сравнение волоконно-оптических каналов связи и коммутированных и выделенных каналов передачи данных, детально рассмотрены интерфейсы каналов связи с автоматизированными системами коммерческого учета электрической энергии, а также рассмотрен вопрос о проблеме передачи информации в автоматизированных системах коммерческого учета электрической энергии и предложен один из вариантов ее решения путем реализации связи с автоматизированными системами коммерческого учета электрической энергии с использованием технологии GSM.

**Ключевые слова:** автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии, АСКУЭ, контроль энергоресурсов, GSM-сеть.

Composition of modern automated system of commercial electricity metering is examined in the article, the main constituents of it, three-level and two-level architectures of modern automated system of commercial electricity metering are shown, modern communication of automated system of commercial electricity metering means are considered, information transfer channels example is made for GSM-network, by means of PLC of technology, through the twisted pair and transformer of interfaces and at presence of already created earlier a local network, comparison of fibre channels of connection and switched and distinguished circuits of communication of data is executed, the interfaces of communication channels of automated system of commercial electricity metering are considered in detail and also the problem of information transfer in the automated system of commercial electricity metering is considered and the way to its decision by GSM-technology means is offered in the article.

**Keywords:** automated system of commercial electricity metering, control of power resources, GSM- network.

**Вступ.** Ключовим елементом в розвитку економіки будь-якої держави і життєво необхідним чинником існування людства у сучасному світі є електрична енергія [1]. Усі інфраструктури є споживачами електричної енергії, тому потрібне своєчасне і якісне постачання нею усіх галузей. Потреба в обліку великих потоків електроенергії при її експорті та при перетоках між енергосистемами, об'єднаними енергетичними системами та у масштабах єдиної енергетичної системи, обумовила необхідність створення систем достовірного обліку електроенергії на всіх ділянках і рівнях її виробництва, передачі й споживання.

Автоматизована система контролю і обліку електричної енергії (АСКОЕ) - це сукупність програмних і технічних засобів, спеціалізованих для автоматичного обліку електроенергії і автоматичного управління процесом електроживлення. Впровадження цієї системи дозволяє отримати точнішу інформацію про витрати споживаної електричної енергії і потужності.

© В. А. Святний, О. М. Мірошкін, В. В. Гриша. 2017

Для більш ефективного функціонування оптового ринку необхідна організація точного й надійного диференційованого за часом обліку електроенергії й потужності з наявністю оперативних даних про виробництво, передачу й споживання електроенергії суб'єктами оптового ринку на базі сучасних інтегрованих автоматизованих систем обліку електроенергії різних суб'єктів енергоринку: компаній, що генерують, передають й постачають енергію.

На сьогоднішній день АСКОЕ є тим необхідним механізмом, без якого неможливо вирішувати проблеми цивілізованих розрахунків за енергоресурси з їхніми постачальниками, безперервної економії енергоносіїв і зниження частки енерговитрат у собівартості продукції підприємства.

**Постановка проблеми автоматизації процесу збору інформації**. В Україні розроблена та спільним рішенням ряду міністерств і відомств затверджена Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах оптового ринку [2].

Відповідно до Концепції, АСКОЕ повинна являти собою розподілену багаторівневу систему вимірів, обробки, збереження й передачі даних комерційного обліку й будуватися на принципах відкритості архітектури й розподіленого функціонування. Документи, які описують протоколи інформаційної взаємодії з лічильниками електроенергії, устаткуванням збору даних, повинні перебувати в розпорядженні операторів систем комерційного обліку електричної енергії, а також головного оператора.

Впровадження АСКОЕ дає можливість:

- оперативно контролювати й аналізувати режим споживання електроенергії й потужності основними споживачами;
- здійснювати оптимальне керування навантаженням споживачів;
- збирати й формувати дані на енергооб’єктах;
- збирати й передавати на верхній рівень керування інформацію й формувати на цій основі дані для проведення комерційних розрахунків між постачальниками й споживачами електричної енергії.

Сучасні АСКОЕ виконуються на найсучаснішій елементній базі і працюють в режимі реального часу. Основним недоліком цих систем є висока вартість. В той же час високі надійність і швидкодія, простота реалізації. В зв'язку з цим стає актуальною задача розробки відповідних програмних продуктів.

Однією з проблем в роботі сучасного покоління систем АСКОЕ є зношеність електромереж 0,6 кВ, які у великій кількості рясніють "скручуваннями", старими трансформаторами та ін. Це все призводить до неправильності показників датчиків системи. Нині компаніям-виробникам вже вдається справлятися з цією проблемою. Розроблений великий ряд серйозних програмних комплексів, що виконують наведені задачі з підтримкою радіо- і GSM- каналів і оптоволокна із застосуванням звичайної мережі 0,6 кВ.

**Способи зв'язку з об'єктом.** Для обміну інформацією з пунктами диспетчеризації лічильники електроенергії, що використовуються для АСКОЕ, мають інтерфейсні лінії зв'язку. Розроблений ряд систем збору даних із застосуванням різних типів інтерфейсів і протоколів зв'язку:

- Дротяні RS485/RS422, RS232 CAN, ETHERNET;
- Безпровідні GSM, GPRS, CDMA радіо системи, працюючі на частотах 433 Мгц і до 2,4 Ггц.

Важливим питанням при впровадженні систем АСКОЕ є вибір способу передачі даних і відповідного устаткування. Програмне забезпечення працює з повним спектром устаткування - електричними лічильниками і супутнім устаткуванням для їх функціонування у складі автоматизованої системи контролю і обліку енергоресурсів, до складу якої входять GSM-шлюз і концентратори PLC. Вибір конкретних схем зв'язку з лічильником визначається характером об'єкту, на якому планується впровадження АСКОЕ. На рис. 1. приведені можливі варіанти побудови систем АСКОЕ.

Для побутового сектора з високою кількістю точок обліку і відносно невеликими відстанями між ними, стандартним рішенням є використання технологій PLC. Для передачі даних з лічильників в цьому випадку використовуються силові лінії, по яких електрика поступає до кінцевого споживача, тому ціна АСКОЕ практично повністю зводиться до вартості установки лічильників з PLC модемами. Фактичний збір даних з лічильників при цьому здійснюється концентратором, з якого в подальшому йде передача даних в програмне забезпечення АСКОЕ верхнього рівня. При необхідності PLC концентратори можуть бути підключені або до GSM шлюзу (при використанні GSM-зв'язку), або до перетворювачів інтерфейсів Ethernet – RS485 (при використанні інтернет-з'єднання). Також може бути здійснене підключення PLC концентраторів через виту пару і перетворювач інтерфейсів або пряме з'єднання через USB безпосередньо до комп'ютера.

З'єднання через виту пару (RS-485, CAN) забезпечують високі якість зв'язку і завадостійкість. Ці інтерфейси традиційно застосовуються для з'єднань лічильників в системах АСКОЕ і можуть бути використані для підключення їх безпосередньо до персонального комп'ютера через перетворювач або ж до GSM-шлюзу для подальшої передачі даних на персональний комп'ютер.

За наявності вже прокладеної локальної мережі або підключення до Інтернету можна використати ці канали для організації автоматизованої системи контролю і обліку енергоресурсів. Для цього застосовуються перетворювачі інтерфейсів MOXA NPORT 5150 або аналогічні.

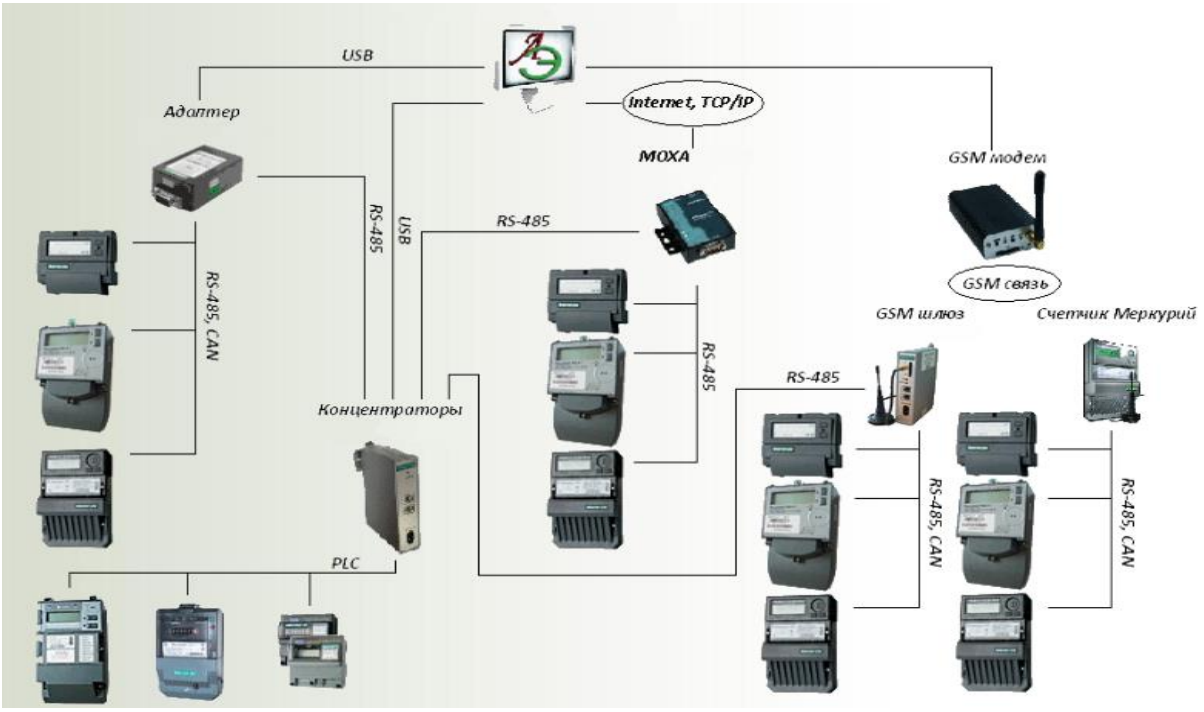


Рис. 1 – Варіанти побудови систем АСКОЕ

Нині існує думка, що волоконно-оптичні лінії зв'язку, що в силу своїх технічних характеристик, забезпечують високу швидкість передачі даних, замінять комутовані і виділені канали передачі даних. Але не варто забувати про те, що окрім високої вартості прокладання і підключення волоконно-оптичного кабелю, цьому каналу зв'язку будуть властиві такі недоліки кабельних ліній зв'язку, як неможливість охоплення важкодоступних точок обліку і необхідність дотримання спеціалізованих вимог по прокладанню.

У зв'язку з популяризацією інтернет-технологій і здешевленням устаткування для побудови комп'ютерних мереж, з'являються нові рішення по організації каналів зв'язку на основі Ethernet. Ведуться роботи по використанню як розподілених мереж, так і домашньої проводки для передачі даних виміру електроспоживання.

При великих відстанях між точками обліку, що входять до складу АСКОЕ, і значній відстані до них застосовуються технології передачі даних через GSM зв'язок. Для цієї мети використовуються GSM шлюз або лічильники з GSM модемом. Через один лічильник, оснащений GSM модемом, можуть бути опитані і інші лічильники, сполучені з першим через RS-485 або CAN. З боку персонального комп'ютера використовується GSM модем.

Для віддалених об'єктів найраціональнішим буде метод зв'язку на основі цифрового GSM- стандарту, перевага якого полягає у високій захищеності від перешкод, можливості забезпечення каналом зв'язку важкодоступних або віддалених на значні відстані точок обліку, можливість прочитування на будь-якій віддаленості від місця установки лічильника.

**Загальна структура системи АСКОЕ.** Для реалізації зв'зку с АСКОЕ через GSM мережу є необхідними вдосконалення алгоритму роботи автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії. Та розробка відповідного програмного забезпечення для АСКОЕ.

Програмне забезпечення (ПЗ) – це комп'ютерна програма, яка встановлена на комп'ютері оператора. Вона дає можливість опитування електронних лічильників електроенергії, що знаходяться на відстані від ПК оператора.

Таке програмне забезпечення надає наступні переваги:

- можливість опитування лічильників на відстані, використовуючи GSM-зв'язок;
- можливість швидкого й оперативного розрахунку за електроенергію;
- можливість більш надійного контролю над споживанням електроенергії;
- економія часу й матеріальних засобів для зняття даних з лічильників.

Таке рішення може полегшити роботу зняття показань з електронних лічильників електроенергії, підключених до систем АСКОЕ, а також прискорити процес розрахунку за електроенергію між суб'єктами енергоринку.

При цьому обмін даними між лічильником і комп'ютером керується набором правил, які називаються протоколом.

Лічильник у складі системи ініційований і не може передавати дані на комп'ютер без запиту останнього. Оператор ПК, на якому встановлено ПЗ для опитування лічильника, надсилає запит у вигляді послідовності байт, на що лічильник посилає відповідь теж у вигляді послідовності байт. Число байт запиту є змінною величиною й залежить від характеру запиту. Байти в послідовності йдуть один за одним без розривів у часі. Критерієм закінчення будь-якої послідовності є символ у кінці послідовності.

Специфікація протоколу складається із двох елементів: синтаксису й семантики. Синтаксис

протоколу визначає всі повідомлення, якими можуть обмінюватися об'єкти, їхні формати й значення кожного поля повідомлення. Семантика протоколу вказує дії, які потрібно почати об'єкту у випадку виникненні специфічних подій, таких як прибуття повідомлення або закінчення часу очікування.

Рішення проблем енергообліку на підприємстві вимагає створення АСКОЕ, які в загальному випадку містять три рівні (рис. 2) [3]:

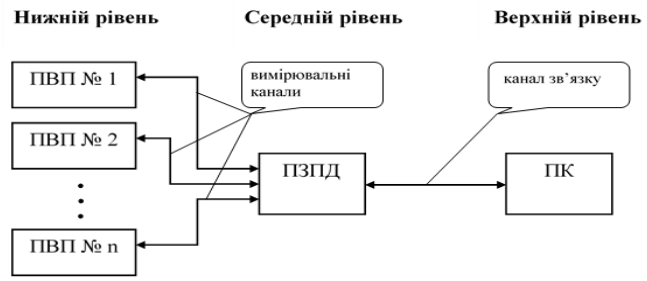


Рис. 1 – Узагальнена структурна схема трирівневої АСКОЕ

а) нижній рівень – являє собою первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП). На цьому рівні використовуються, як правило, ті технічні засоби (наприклад, лічильники), які вже встановлені на підприємстві. Єдина вимога до ПВП: вони повинні мати аналоговий, числоімпульсний, або інтерфейсний вихід;

б) середній рівень – це пристрої збору й передачі даних (ПЗПД). У ролі ПЗПД виступають контролери (спеціалізовані вимірювальні системи або багатофункціональні програмувальні перетворювачі) з убудованим програмним забезпеченням енергообліку. Контролери здійснюють у заданому циклі інтервалу усереднення цілодобового збору вимірювальних даних з територіально розподілених ПВП, накопичення, обробку й передачу цих даних на верхній рівень. На середньому рівні можуть використовуватися будь-які сучасні мікропроцесорні контролери. У підсистемах обліку електроенергії можуть використовуватися електронні суматори (концентратори), які виконують первинну обробку;

в) верхній рівень – персональний комп'ютер зі спеціалізованим програмним забезпеченням АСКОЕ, що здійснює збір інформації з контролера (або групи контролерів) середнього рівня, підсумкову обробку цієї інформації як по точках обліку, так і по їхніх групах – по підрозділах й об'єктах підприємства, відображення й документування даних обліку у вигляді, зручному для аналізу й прийняття рішень (керування) оперативним персоналом служби головного енергетика й керівництвом підприємства.

Подальший прогрес в області інтегральної технології дозволив функції контролерів по обліку енергоресурсів вбудовувати безпосередньо в первинні перетворювачі, одержуючи в такий спосіб "інтелектуальні ПВП". Для цих перетворювачів трирівнева схема АСКОЕ може бути трансформована в дворівневу структуру "ПВП-ПК" (рис. 3), у якій збір даних із точок обліку ведеться через певне середовище зв'язку безпосередньо на ПК (наприклад, всі "інтелектуальні" електролічильники підключаються до комп'ютера через комутаційне телефонне середовище).

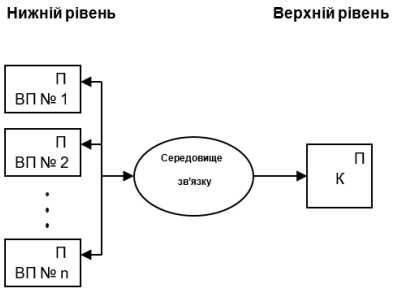


Рис. 2 – Узагальнена структурна схема дворівневої АСКОЕ

Зазначений принцип побудови АСКОЕ пов'язаний з більшими фінансовими витратами на досить дорогі "інтелектуальні" ПВП. Але якщо непотрібне цілодобове зчитування лічильників, то така система набагато надійніша й зручніша.

**Аналіз ПВП на прикладі лічильника електроенергії ЄвроАЛЬФА.** Багатофункціональний мікропроцесорний лічильник електричної енергії типу ЄвроАЛЬФА призначений для обліку активної, реактивної енергії й потужності в ланцюгах змінного струму, а також для використання в складі АСКОЕ для передачі обмірюваних або обчислених параметрів на диспетчерський контрольний пункт обліку й розподілу електричної енергії. Для побудови систем АСКОЕ на базі лічильників ЄвроАЛЬФА можуть використовуватися такі інтерфейси, як імпульсний вихід, струмова петля, RS232, RS422/485 [4] .

Установка додаткових плат залежно від модифікації дозволяє розширити можливості лічильника. Обмірювані дані й інша інформація відображаються на восьмирозрядному рідкокристаличному індикаторі. Застосування програмного забезпечення ALPHAPLUSR-E дозволяє робити створення й модифікацію програм для потрібної конфігурації лічильника, програмування, діагностичне й комерційне читання даних, вести журнал зв'язків і виконувати інші завдання.

**Опис GSM-модема Siemens TC65 Terminal.** Siemens TC65 Terminal – це промисловий чотирьохдіапазоний GSM-модем з підтримкою пакетної передачі GPRS Multislot Class 12. Термінал розроблений на базі стільникового модуля Siemens TC65 і легко інтегрується в будь-які додатки завдяки підтримці відкритої платформи Java й убудованому TCP/IP-стеку, завдяки якому дані, наприклад показання датчиків, можуть бути передані на сервер через Інтернет. Безпека середовища передачі даних забезпечується використанням HTTPS й PKi-шифрування. Високошвидкісну обробку даних забезпечує процесор ARM7, обсяг убудованої пам'яті становить 1,7 Мб.

Загальні характеристики модема:

- Діапазони радіочастот: GSM 850 / 900 / 1800 /

1900;

- GSM Release 99;
- Сумісність із GSM Phase 2/2+;
- Керування AT-командами Hayes GSM 07.05 й GSM 07.07;
- Підтримка SI Application Toolkit release 99;
- Напруга живлення: 8...30 В;
- GPRS Class B Multislot Class 12;
- Передача через GSM й GPRS;
- Широкомовна передача;
- Текстовий режим, режим PDU;
- CSD (до 14.4 кбіт/с);
- USSD;
- Непрозорий режим;
- Схема кодування CS 1, 2, 3, 4.

Вихідна потужність:

- Class 4 (2 Вт) для EGSM850/900;
- Class 1 (1 Вт) для GSM1800/1900.

**Інтерфейси каналів зв'язку АСКОЕ.** У системах обліку електроенергії для з'єднання рівнів в основному використовуються такі інтерфейси як RS232C, RS485 й CL (струмова петля) [5].

Швидкість передачі даних інтерфейсом RS232C становить від 50 до 19200 біт/с, а максимальна довжина ліній зв'язку при максимальній швидкості не перевищує 16 м. На практиці ця відстань може бути істотно збільшена при зниженні швидкості передачі й використанні екранованого кабелю з малою власною ємністю (при швидкості 1200 біт/с максимальна довжина неекранованого кабелю досягає 900 м). Всі сигнали в інтерфейсі потенційні, з номінальними рівнями +12 В и -12 В щодо загального проводу (Signal Ground). Логічній одиниці відповідає рівень -12 В, логічному нулю відповідає +12 В.

RS-485 – напівдуплексний багатоточковий послідовний інтерфейс передачі даних. Передача даних здійснюється по одній парі провідників за допомогою диференціальних сигналів. Різниця потенціалів між провідниками однієї полярності означає логічну одиницю, різниця іншої полярності – нуль. У стандарті RS-485 для передачі й прийому даних часто використовується єдина кручена пара проводів. Процедури спільного використання лінії передачі вимагають застосування певного методу керування напрямком потоку даних. Найбільш широко розповсюдженим методом є використання сигналів RTS (Request To Send) і CTS (Clear To Send). Кількість пристроїв, що підключають до однієї лінії інтерфейсу, залежить від типу застосованих у пристрої приймачів-передавачів. Один передавач розрахований на керування 32 стандартними приймачами. Максимальна швидкість зв'язку по специфікації RS-485 може досягати 10 Мбод/сек. Максимальна відстань – 1200 м. Якщо необхідно організувати зв'язок на відстані понад 1200 м або підключити більше пристроїв, ніж допускає навантажувальна здатність передавача – застосовують спеціальні повторювачі (репітери).

CL (струмова петля) – інтерфейс відноситься до класу універсальних двоточкових радіальних інтерфейсів віддаленого послідовного доступу до систем. Цей інтерфейс широко застосовується в промисловому встаткуванні, тому що дозволяє здійснити зв'язок по фізичних лініях на далекі відстані (до 3 км) без використання апаратури передачі даних (модемів).

Інтерфейс CL являє собою двопровідну лінію, що утворює струмову петлю із дискретним джерелом струму й приймачем.

Максимальна швидкість передачі сигналів по струмовій петлі – 9600 біт/с при довжині лінії зв'язку до 300 метрів.

Знижуючи швидкість передачі, можна майже пропорційно збільшувати довжину лінії: на швидкості 1200 біт/с довжина лінії збільшується до 2000 метрів. Струмова петля використовується зазвичай для сполучення одного передавача й одного приймача, але, у принципі, вона може охоплювати й декількох послідовно з'єднаних пасивних приймачів.

Струмова петля дозволяє передавати дані по двопровідній лінії в одному напрямку (симплексний зв'язок): від передавача до приймача. Для дуплексного зв'язку (одночасної передачі в двох протилежних напрямках) використовується чотирьохпровідна лінія.

**Опис модулів програмної системи.** АСКОЕ, реалізована із застосуванням технології зв'язку GSM, дозволяє вирішувати завдання:

- віддалене отримання в автоматичному або ручному режимах від кожного вузла обліку інформацію про відпущену або спожиту електроенергію;
- контроль характеристик електричної мережі з виявленням і реєстрацією відхилень мережевої напруги і характеристик електричної мережі від заданих норм;
- тест технічного стану або відмов облаштувань системи;
- підготовка інформації про споживання електричної енергії.

**Розробка програми модуля взаємодії із зовнішнім пристроєм.** Програма модуля взаємодії із зовнішнім пристроєм – це програма, що імітує механізм взаємодії з програмою опитування лічильника. Вона приймає запити й відповідає на них. Програма називається CounterCOM.exe і є консольним додатком. Програма встановлюється на комп'ютер, до якого підключений GSM-модем.

Після відкриття порту відбувається його налагодження за допомогою структури DCB. Задаються наступні основні параметри:

- BaudRate – швидкість передачі даних. У даній програмі вона дорівнює 115200 Б/с;
- ByteSize – число інформаційних біт у переданих і прийнятих байтах. У даній програмі воно дорівнює 8;
- Parity – визначає вибір схеми контролю парності. У даній програмі це поле має значення NOPARITY – біт парності відсутній;
- StopBits – задає кількість стопових біт. У даній програмі це поле має значення ONESTOPBIT – використовується один стоповий біт.

Після виконується процес читання даних з COM-

порту за допомогою функції ReadFile(). ReadFile() – вбудована в Visual C++ функція, яка дозволяє зчитування даних з COM-порту [6,7,8,9,10]. Читання даних потрібно для того, щоб одержати запит від програми опитування, що перебуває на ПК оператора. Читання інформації з порту буде виконуватися доти, поки не буде виконана функція FindEnd(). Також використовується булева змінна state, яка необхідна для аналізу використаних команд. Початкове значення її дорівнює false. Після одержання команди, що записується в змінну buf0, починає роботу процедура пошуку введеної команди в масиві команд Commands[]. Якщо команда знайдена, то змінній state привласнюється значення true, на екран видається повідомлення "OK" і змінній commandNumber привласнюється порядковий номер команди. Якщо команда не знайдена то на екран видається повідомлення "no such command!", що означає відсутність отриманої команди. Змінній commandNumber привласнюється значення 10.

Далі, відповідно до значення змінної commandNumber, лічильник посилає відповідь у порт COM1, що потім доставляється операторові ПК. Формати результатів для відправлення відповідно до змінної commandNumber показані нижче:

- за умови commandNumber = 0, то відправляється заводський номер лічильника. Читається файл flash.dat за допомогою функції ReadingFile(). Значення елемента value[1], що містить заводський номер лічильника, перетворюється із числового типу в строковий;
- за умови commandNumber = 1. Відправляються поточні показання лічильника. Читається файл flash.dat за допомогою функції ReadingFile(). Потім функція stroka() перетворює дані в потрібний формат;
- за умови commandNumber = 2. Відправляються показання лічильника на час 00:00:00 початку поточного, минулого й позаминулого місяців, а також дата й час фіксування цих показань. Читається файл flash.dat. Потім функція PokazanijaMonth() перетворює дані в потрібний формат;
- за умови commandNumber = 3. Відправляються витрати електроенергії за поточний, минулий і позаминулий місяці. Читається файл flash.dat. Потім функція RashodMonth() перетворює дані в потрібний формат;
- за умови commandNumber = 4. Відправляються витрати електроенергії за 15 останніх діб. Читається файл flash.dat. Потім функція RashodDay() перетворює дані в потрібний формат;
- за умови commandNumber = 5. Відправляються витрати електроенергії за 24 останніх години. Читається файл flash.dat. Потім функція RashodHour() перетворює дані в потрібний формат;
- за умови commandNumber = 6. Відправляються поточна дата й час лічильника. Читається файл flash.dat. Потім функція stroka() перетворює дані в потрібний формат.

За будь-якої умови результат заноситься в змінну buf. До значення buf додається рядок "!\r", що є ознакою кінця пакета даних для відповіді. Після відбувається запис buf у порт COM1.

**Опис програмного забезпечення АСКОЕ**. За допомогою ПЗ оператор може зчитувати інформацію з лічильника електроенергії, що перебуває на відстані від ПК оператора. Програма написана мовою C++ за допомогою компілятора Microsoft Visual C++ 6.0. Вона є консольним додатком, тому команди вводяться оператором вручну.

Номер телефону записується в змінну NumModem. Формат AT-команди для здійснення дзвінка модемом має вигляд atd(номер телефону)\r. Тому, після йде з'єднання рядків "atd", "номера телефону" й "\r". Результат запам'ятовується в змінну buf.

Після, з'являється запит на введення номера лічильника, з якого потрібно зчитувати дані. Номер запам'ятовується в змінну NumCounter.

Далі з'являється запит на введення команди для дозвона call. Після, за допомогою функції WriteFile() у модем через порт заноситься команда дозвону, що перебуває в змінної buf. WriteFile() – убудована в Visual C++ функція для запису даних в COM-порт. Після запису в порт команди дозвону виконується процес читання даних з COM-порту за допомогою функції ReadFile(). ReadFile() – убудована в Visual C++ функція для читання даних з COM-порту. Читання даних потрібно для того, щоб одержати відповідь від модему, підключеного до ПК оператора. Читання інформації з порту буде виконуватися доти, поки не будуть виконана функція FindEnd().

Далі виконується функція аналізу відповіді модему ModemAnswer().

Далі з'являється запит на уведення команди для читання даних з лічильника. Також уводиться булева змінна state, що необхідна для аналізу команд, що вводять. Початкове значення її дорівнює false. Після введення команди, що записується в змінну buf1, починає роботу процедура пошуку введеної команди в масиві команд Commands[]. Якщо команда знайдена, то змінній state привласнюється значення true, на екран видається повідомлення "OK" і змінній commandNumber привласнюється порядковий номер команди. Якщо значення commandNumber дорівнює 7, що відповідає уведенню команди exit, то виконується вихід із програми.

Потім уведена оператором команда перетвориться у формат відповідно протоколу обміну даними між лічильником і програмою. Для цього з'єднуються два рядки NumCounter й buf1. Результат конкатенації заноситься в змінну buf. Потім значення buf за допомогою функції WriteFile() посилається в лічильник. Після запису команди виконується процес читання даних, отриманих від лічильника, з COM-порту за допомогою функції ReadFile(). Читання інформації з порту буде виконуватися доти, поки не будуть виконана функція FindEnd(). Кінцевий результат читання інформації з лічильника заноситься в змінну buf0.

Далі, відповідно до значення змінної commandNumber, відповідь лічильника перетворює в зручний для читання формат і виводиться на екран. Формати результатів читання відповідно до змінної commandNumber показані нижче:

- за умови commandNumber = 0 до змінної buf0 заноситься заводський номер лічильника. Значення buf0 корегується за допомогою функції buf0EndClear(). Номер лічильника виводиться на екран;
- за умови commandNumber = 1 до змінної buf0 заносяться поточні показання лічильника, а також дата й час фіксування цих показань. Значення buf0 корегується за допомогою функцій buf0EndClear(), stringBreak() і DataTimeCorrection(). Результат записується у файл regist.dat за допомогою функції WritingFilePokazanija();
- за умови commandNumber = 2 до змінної buf0 заносяться показання лічильника на час 00:00:00 початку поточного, минулого й позаминулого місяців, а також дата й час фіксування цих показань. Значення buf0 корегується за допомогою функцій buf0EndClear() і BreakPokazanijaMonth(). Результат записується за допомогою функції WritingFilePokazanijaMonth();
- за умови commandNumber = 3 до змінної buf0 заносяться витрати електроенергії за поточний, минулий і позаминулий місяці. Значення buf0 корегується за допомогою функцій buf0EndClear() і BreakPokazanijaMonth(). Результат записується за допомогою функції WritingFileRashodMonth();
- за умови commandNumber = 4 до змінної buf0 заносяться витрати електроенергії за 15 останніх діб. Значення buf0 корегується за допомогою функцій buf0EndClear() і BreakRashodDay(). Результат записується за допомогою функції WritingFileRashodday();
- за умови commandNumber = 5 до змінної buf0 заносяться витрати електроенергії за 24 останніх години. Значення buf0 корегується за допомогою функцій buf0EndClear() і BreakRashodHour(). Результат записується за допомогою функції WritingFileRashodhour();
- за умови commandNumber = 6 до змінної buf0 заносяться поточна дата й час лічильника. Значення buf0 корегується за допомогою функцій buf0EndClear(), stringBreak() і DataTimeCorrection().

**Технічні характеристики роботи системи.** Вимоги до системи згідно з ТЗ:

- гранична частота замірів 1 раз на 48 годин;
- рекомендована частота замірів 1 раз на 24 години.

Середня швидкість передачі даних 20 кБ/сек, при цьому, довжина кадру запитів не перевищує 8 байт, а довжина кадру відповіді може бути від 11 до 150 байт, в залежності від періоду, який був вказаний в запиті.

Час передачі одного кадру запиту приблизно займає 0,5 секунд, а час передачі одного кадру відповіді - приблизно 8 секунд.

Проте вищеперелічені параметри прийняті в ідеалізованому середовищі, в реальності ж ми використовуємо мережі загального використання у зв'язку з чим навантаження на них і, відповідно, їх чуйність може бути зменшена тому час очікування відповіді дорівнюватиме приблизно 1 хвилині:

- за одну годину ми можемо опитати 60 об'єктів;
- за добу, не більше 1200 об'єктів.

**Висновок.** Надана АСКОЕ, безпосередньо не змінюючи технологічної особливості, комунікацій, не знижуючи розміру енергоспоживання, практично відразу збирає інформацію про енергоспоживання, забезпечуючи керівництво потужним інструментом контролю енергоспоживання і управління енергопостачанням.

На даний момент є гостра потреба в недорогій, функціональній, простій в обслуговуванні і надійній системі АСКОЕ. Завдання в розробці цих систем АСКОЕ ускладнюється 2-ма причинами - великим числом вузлів обліку усіх підключених споживачів і розосередженням їх на значній території, що ускладнює доступ до них через класичні канали передачі інформації такі як вита пара і інтерфейс RS485.

**Список літератури:**


1. Волошко, А. В. Практичні аспекти впровадження автоматизованних систем контролю енерговитрат [Текст] / А. В. Волошко, О. В. Коцар // Енергосберігаючі Технології та автоматизація. – 2001. – № 4-5. – С. 16–27.
2. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку [Текст]. – Міністерство енергетики України, Київ, 1997.
3. Волков, В. М. Система коммерческого учета электроэнергии [Текст] / В. М. Волков, Ю. Н. Смолко, Е. Д. Чертов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – № 9. – С. 159–161.
4. Староверов, Б. А. Повышение эффективности системы автоматизированного коммерческого учета электроэнергии за счет введения функций прогнозирования [Текст] / Б. А. Староверов, Б. А. Гнатюк // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2013. – № 6. – С. 26–29.
5. Саркисов, С. А. Анализ основных особенностей сбора периодических типов данных в современных АСКУЭ [Текст] / С. А. Саркисов // Наука, техника и образование. – 2015. – № 11 (17).
6. Березин, Б. И. Начальный курс С и С++ [Текст] / Б. И. Березин, С. Б. Березин. – М.: Диалог-МИФИ, 2003. – 288 с.
7. Шилдт, Г. Справочник программиста по С/С++ [Текст] / Г. Шилдт. – Киев: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 432 с.
8. Литвиненко, Н. А. Технология программирования на С++ [Текст] / Н. А. Литвиненко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 280 с.
9. Дэвис, С. С++ Для чайников [Текст] / С. Р. Дэвис. – Киев: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 336 с.
10. Коплієн, Д. Мультипарадигмове проектування для С++ [Текст] / Д. Коплієн. – СПб.: Видавництво «Питер», 2005. – 237 с.


**Bibliography (transliterated):**


1. Voloshko, A. V., Kotsar, O. V. (2001). Practical aspects of introduction automated system of commercial electricity metering. Energysafe Technologies and automation, 4-5, 16–27.
2. Conception of construction of automated system of commercial electricity metering is in terms to the power market (1997). Ministry of energy of Ukraine, Kyiv.
3. Volkov, V. M., Smolko, Yu. N., Chertov, E. D. (2010). System of commercial electricity metering. Announcer of the Voronezh state technical university, 9, 159–161.
4. Staroverov, B. A., Hnatiuk, B. A. (2013). Increase of efficiency of the system of the automated commercial account of electric power due to introduction of functions of prognostication. Announcer of the Ivanovo state power university, 6, 26–29.
5. Sarkysov, S. A. (2015). An analysis of basic features of collection of periodic types of data is in modern automated system of commercial electricity metering. Science, technique and education, 11 (17).

6. Berezyn, B. Y., Berezyn, S. B. (2003). Initial course C and C++. Mosocw: Dialogue-MIFI, 288.
7. Shyldt, H. (2003). Reference book of programmer on C/C++. Kyiv: A publishing house "Williams", 432.
8. Lytvynenko, N. A. (2003). Technology of programming on C++. Sankt-Peterburg: BHB-Petersburg, 280.
9. Davis, S. R. (2003). C++ For beginners. Kyiv: A publishing house "Williams", 336.
10. Kopliien, J. (2005). Multiparadigm planning for C++. Sankt-Peterburg: Petersburg, 237.


*Надійшла (received) 11.05.2017*

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Реалізація зв'язку з системою АСКОЕ через GSM-мережу/ Святний В. А., Мірошкін О. М., Гриша В. В.** / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С.64–71. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

**Реализация связи с системой АСКУЄ через GSM-сеть/ Святный В. А., Мирошкин А. Н., Гриша В. В.** / Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – No 19(1241). – С.64–71. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

**Realization of connection with automated system of commercial electricity metering through the GSM-network/ Svjatniy V., Miroshkin A., Hrysha V.** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 19 (1241).– P.64–71. – Bibliogr.:10. – ISSN 2079-5459

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

***Святний Володимир Андрійович*** – професор, доктор технічних наук. Донецький національний технічний університет, завідувач кафедри комп'ютерної інженерії, пл. Шибанкова 1а, м. Покровськ, Україна. e-mail: vsvjatnyj@gmail.com.

***Мірошкін Олександр Миколайович*** – доцент, кандидат технічних наук, Донецький національний технічний університет, докторант кафедри комп'ютерної інженерії, пл. Шибанкова 1а, м.Покровськ, Україна. e-mail: miroshkinan@gmail.com.

***Гриша Вікторія Вікторівна*** – магістрант, кафедра комп'ютерної інженерії, Донецький національний технічний університет, пл. Шибанкова 1а, м. Покровськ, Україна. e-mail: viktoriiagrisha@yandex.ru.

***Святный Владимир Андреевич***– профессор, доктор технических наук. Донецкий национальный технический университет, заведующий кафедры компьютерной инженерии, пл. Шибанкова 1а, г. Покровск, Украина. e-mail: vsvjatnyj@gmail.com.

***Мирошкин Александр Николаевич*** – доцент, кандидат технических наук, Донецкий национальный технический университет, докторант кафедри компьютерной инженерии, пл. Шибанкова 1а, г. Покровск, Украина. e-mail: miroshkinan@gmail.com.

***Гриша Виктория Викторовна*** – магистрант, кафедра компьютерной инженерии, Донецкий национальный технический университет, пл. Шибанкова 1а, г. Покровск, Украина. e-mail: viktoriiagrisha@yandex.ru.

***Svjatniy Vladimir*** – professor, doctor of engineering sciences. Donetsk national technical university, manager of department of the computer engineering; Shibankova square 1a, Pokrovsk, Ukraine; e-mail: vsvjatnyj@gmail.com.

***Miroshkin Aleksandr*** – associate professor, candidate of technical sciences, Donetsk national technical university, doctor's degree of department of the computer engineering; Shibankova square 1a, Pokrovsk, Ukraine; e-mail: miroshkinan@gmail.com.

***Hrysha Viktoriia*** – master's degree, department of the computer engineering, Donetsk national technical university; Shibankova square 1a, Pokrovsk, Ukraine; e-mail: viktoriiagrisha@yandex.ru.