

УДК 62-519

С.М. Лісовець, к.т.н., доц.

## ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТОКОЛУ ОВЕН ДЛЯ ОБМІНУ ДАНИМИ МІЖ ПРИЛАДАМИ ВИРОБНИЦТВА ОВЕН

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, [ser.lis.290171@gmail.com](mailto:ser.lis.290171@gmail.com)

*Проаналізовано роботу кількох приладів виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” по власному протоколу ОВЕН. Встановлено доцільність використання цього протоколу для побудови розгалужених систем автоматизації. Показано, що для побудови ефективних АСКТП і АСКП бажано створювати і використовувати власне програмне забезпечення, яке підтримує цей протокол, так як саме такий підхід гарантує запис або зчитування значень тих або інших технологічних параметрів в певному порядку, протягом певного проміжку часу і із заданою періодичністю тощо.*

**Ключові слова:** блок даних, вузол мережі, комунікаційний інтерфейс, маркер, пакет, промислова автоматизація, протокол.

### Вступ.

Обладнання для промислової автоматизації виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (м. Харків, Україна) широко застосовується на території України для автоматизації виробництва будівельних матеріалів і деревообробці, в харчовій і пакувальній промисловостях, сільському господарстві, житлово-комунальному господарстві і енергетиці, машинобудуванні, металообробці і металургійній галузі, в хімічній і нафтохімічній промисловостях, нафтогазовій галузі, хіміко-технологічних процесах тощо. До такого обладнання можна віднести, зокрема, вимірювачі-регулятори, прилади контролю і керування, програмовані реле, програмовані логічні контролери, сенсорні панельні контролери, панелі оператора, модулі уведення/виведення і так далі.

Як відомо, однією із задач промислової автоматизації є не тільки побудова автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП), але й обмін даними як між ними, так і між автоматизованою системою керування підприємством (АСКП). Іншими словами, промислова автоматизація передбачає застосування для обміну даними між своїми складовими частинами певних комунікаційних інтерфейсів.

Хоча деяке обладнання для промислової автоматизації виробництва ТОВ “ВО ОВЕН” (наприклад, програмовані логічні контролери) підтримують різні комунікаційні інтерфейси (наприклад, RS-232, RS-485, Ethernet, USB, CAN або GSM/GPRS), все ж основним комунікаційним інтерфейсом для обміну даними є інтерфейс RS-485 [1, 2]. Зокрема, в модулі аналогового уведення MB110-2A, MB110-2AC, MB110-8A, MB110-8AC, MB110-224.1ТД, MB110-224.pH, MB110-224.4ТД вбудований тільки комунікаційний інтерфейс RS-485.

Для обміну даними із застосуванням комунікаційного інтерфейсу RS-485 використовуються протоколи ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON або ОВЕН (власна розробка ТОВ “ВО ОВЕН”) [3-5]. Але практичне використання обладнання ТОВ “ВО ОВЕН” показує, що іноді гарантовано роботу цього обладнання можна забезпечити тільки з використанням власного протоколу ОВЕН.

Для цього можна застосувати, наприклад, програмний OPC-сервер (аббревіатура від англ. OLE for Process Control). Або використати вже готову SCADA-систему. Такий підхід повністю виправдовує себе при побудові великих АСКТП, але при побудові середніх або малих АСКТП він має певні недоліки.

По-перше, вартість OPC-сервера або SCADA-системи зазвичай є достатньо великою. По-друге, зазвичай OPC-сервер або SCADA-система мають багато функціональних можливостей, які практично ніколи не застосовуються. По-третє, іноді OPC-сервер або SCADA-система не завжди можуть гарантувати запис або зчитування значень тих або інших технологічних параметрів в певному порядку, протягом певного проміжку часу і із заданою періодичністю тощо.

Таким чином, часто виникає потреба в розробці прикладного програмного забезпечення з метою безпосереднього звертання до обладнання для промислової автоматизації ТОВ “ВО ОВЕН” по комунікаційному інтерфейсу RS-485 із застосуванням протоколу ОВЕН. Крім того, такий підхід дозволяє побудувати саме таку АСКТП, яка потрібна для реалізації певного технологічного процесу.

Але певний “недолік” протоколу ОВЕН полягає в тому, що цей протокол є достатньо складним (хоча і дозволяє ефективно здійснювати обмін даними). Складність протоколу ОВЕН визначається, зокрема, в необхідності кодування тіла пакета по принципу “Тетрада в ASCII-символ”, а також в необхідності обчислення Hash-функцій і CRC-сум.

---

**ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ОБЧИСЛОВАЛЬНА Й ЕЛЕКТРОННА ТЕХНІКА, СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

**Постановка завдання.**

Для обміну даними в мережі RS-485 застосовується загальновідомий принцип обміну даними “master-slave”. В мережі RS-485 тільки один вузол (“master”) може посилати запити (зазвичай це комп’ютер або програмований логічний контролер). Всі інші вузли мережі (“slave”) ці запити отримують і посилають на них відповіді.

Структура пакета протоколу ОВЕН показана на рис. 1 [6].

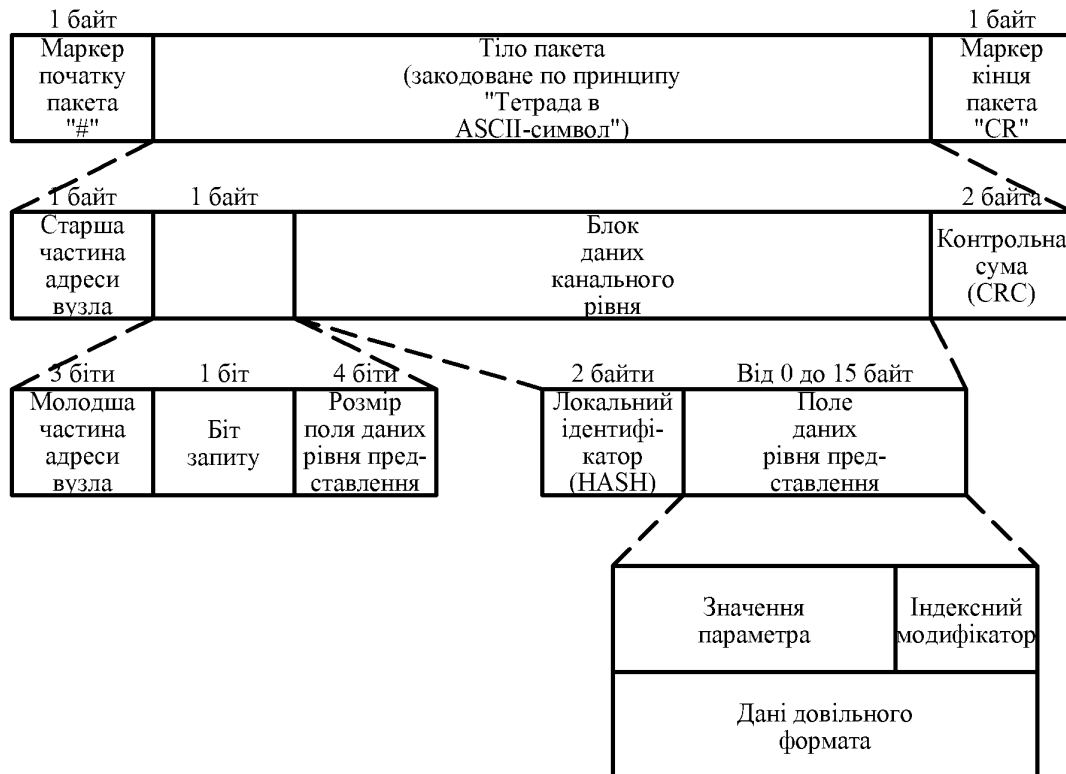


Рис. 1. Структура пакета протоколу ОВЕН

В якості маркера початку пакета застосовується ASCII-символ “#”, який має код  $23_{16}$ , а в якості маркера кінця пакета застосовується ASCII-символ “CR”, який має код  $0D_{16}$ . Структура пакета протоколу ОВЕН розроблена таким чином, що ці ASCII-символи “#” і “CR” можуть зустрічатися в пакеті тільки один раз – відповідно на початку пакета і кінці пакета. Тобто, якщо пакети передаються або приймаються в вигляді неперервного потоку байт, їх дуже легко відрізнити один від одного.

Все тіло пакета (за виключенням символів початку пакета “#” і кінця пакета “CR”) кодується по принципу “Тетрада в ASCII-символ”. Так як тетрада складається з 4 бітів, то 1 байт тіла пакета можна передати за допомогою 2 тетрад. Всі тетради від  $0000_2$  до  $1111_2$  перетворюються відповідно в символи від “G” до “V” (які мають коди від  $47_{16}$  до  $56_{16}$ ).

Наприклад, в тілі пакета необхідно передати байт  $9B_{16}$  ( $10011011_2$ ). Він складається з 2 тетрад:  $1001_2$  і  $1011_2$ . Тетраді  $1001_2$  відповідає символ “P” ( $50_{16}$ ), а тетраді  $1011_2$  – символ “R” ( $52_{16}$ ). Таким чином, замість байта  $9B_{16}$  необхідно передати два байта  $50_{16}$  і  $52_{16}$ , з яких після їх приймання відновити вихідний байт  $9B_{16}$ .

Так як в тілі пакета можна передавати тільки символи від “G” до “V” (тобто байти від  $47_{16}$  до  $56_{16}$ ), то будь-які інші значення байтів (менше від  $47_{16}$  або більше від  $56_{16}$ ) трактується як помилка при передачі або прийомі даних.

Задання адреси вузла в мережі RS-485 можна здійснювати двома різними способами, які відрізняються між собою довжиною адреси вузлів.

По першому способу застосовується 8-бітна адресація вузлів мережі RS-485. При цьому повну адресу вузла (8 біт) утримує старша частина адреси вузла (8 біт), а молодша частина адреси вузла (3 біта) утримує нулі. Таким чином, в мережі RS-485 можна адресувати до  $256 = 2^8$  вузлів.

По другому способу застосовується 11-бітна адресація вузлів мережі RS-485. При цьому повну адресу вузла (11 біт) утримують одночасно старша частина адреси вузла (8 біт) і молодша частина адреси вузла (3 біта). Таким чином, в мережі RS-485 можна адресувати до  $2048 = 2^{11}$  вузлів.

Біт запиту (1 біт) при запиті до вузла мережі RS-485 на зчитування значення певного параметра повинний утримувати лог. 1, а при запиті на запис значення певного параметра – лог. 0. Біт запиту (1 біт) у відповіді вузла мережі RS-485 утримує лог. 0.

Розмір поля даних рівня представлення (4 біта) може бути від 0 до  $15 = 2^4 - 1$  байт.

Всі ідентифікатори параметрів в протоколі ОВЕН складаються з 4 символів. Причому для кожного з символів можуть використовуватися тільки 26 букв англійського алфавіту (від “A” до “Z” або від “a” до “z” – різниці між великими і малими буквами немає), 10 арабських цифр від “0” до “9”, а також спеціальні символи “ ”, “-”, “\_” і “/”. Таким чином, загальна кількість символів становить 40.

Крім того, кожний з символів може бути доповнений точкою. Таким чином, загальна кількість символів подвоюється і становить 80.

Так як кожний з 4 символів, з яких складаються ідентифікатори параметрів в протоколі ОВЕН, може бути доповнений точкою, то загальна кількість символів в ідентифікаторі будь-якого параметра може складати від 1 до 8.

Але ідентифікатори параметрів безпосередньо в протоколі ОВЕН не використовуються, а використовується їх “згортка” – для цього застосовується відповідна Hash-функція, основана на наступному поліномі:

$$x_{16} + x_{15} + x_{11} + x_{10} + x_9 + x_8 + x_6 + x_4 + x_2 + x_1 + x_0. \quad (1)$$

В полі даних рівня представлення можуть знаходитися як конфігураційні параметри, так і оперативні параметри.

Конфігураційні параметри дозволяють визначити налагодження певного приладу. Відповідно до цього, вони можуть як мати, так і не мати індекс (2 байта).

Оперативні параметри дозволяють як отримувати, так і задавати дані (уставки, налагодження регуляторів, значення сигналів на аналогових входах і виходах тощо) про поточний стан певного приладу або певного об’єкта керування. Вони не мають індексу.

Загалом як конфігураційні, так і оперативні параметри можуть бути 8 типів, і практично кожний з них має свої особливості: з плаваючою точкою, знаковими з односторонньою десятковою точкою (двійковими і двійково-десятковими), часовими (двійковими і двійково-десятковими), нетипізованими цілими (двійковими і двійково-десятковими) і рядковими. Крім того, вони можуть мати часовий модифікатор (2 байта). Таким чином, разом із можливістю застосування індексного модифікатора (2 байта) ці параметри можуть бути представлені в одному з 32 форматів.

Тип параметрів з плаваючою точкою, наприклад, може як утримувати 4 байти (тобто повністю відповідати стандарту IEEE 754), так і утримувати 3 байти (тобто бути представленим в PIC-форматі – те ж саме, що і згідно із стандартом IEEE 754, але із відкинутим молодшим байтом мантиси).

Протокол ОВЕН дозволяє обробляти два типи порушень при обміні даними: мережеві помилки і виключні ситуації.

Мережеві помилки можуть виникнути в будь-який момент при передачі або прийомі даних через комунікаційний інтерфейс RS-485, а також при обробці даних вузлом “master” або вузлами “slave”. Виключні ситуації, навпаки, виникають при обриві з’єднання з вимірювальним перетворювачем, при короткому замиканні з’єднання з вимірювальним перетворювачем, при спробі обчислити корінь з від’ємного числа і в інших аналогічних ситуаціях.

Контрольна сума (CRC) розраховується для всього тіла пакета. Причому для її розрахунку застосовується той же самий поліном (див. вираз (1)), що і для розрахунку Hash-функції.

#### **Розв’язок поставленого завдання.**

В результаті вивчення роботи власного протоколу ОВЕН розробки ТОВ “ВО ОВЕН” було створене на мові програмування C# власне програмне забезпечення для роботи із приладами цього виробника. Зокрема, було забезпечено повний контроль роботи модуля аналогового уведення MB110-8A (див. рис. 2), модуля аналогового виведення MB110-6У, регуляторів ТРМ201-Н2.Р і ТРМ210-Н.ІУ.



Рис. 2. Модуль аналогового введення MB110-8A

Особливістю роботи розробленого програмного забезпечення був повний контроль наявності мережевих помилок шляхом аналізу значень параметра  $n.Err$ . Наприклад, був здійснений контроль стандартних помилок, які властиві протоколу ОВЕН, таких як: апаратна помилка кадрів (код  $21_{16}$ ), помилка у 8-му біті послідовності (код  $22_{16}$ ), помилка у 9-му біті послідовності (код  $23_{16}$ ) тощо. А також контроль помилок, які властиві всім приладам виробництва ТОВ «ВО ОВЕН», таких як: мантіса двійково-десятькового параметра утримує помилку (код  $30_{16}$ ), розмір поля даних не відповідає очікуваному (код  $31_{16}$ ), значення біта запита не відповідає очікуваному (код  $32_{16}$ ) тощо.

Крім того, розроблене програмне забезпечення забезпечувало коректну обробку виключних ситуацій шляхом аналізу поля даних рівня представлення (див. рис. 1). Особливістю такого аналізу було те, що перші 4 біти першого байта поля даних рівня представлення утримували 1.

Таким чином, розроблене програмне забезпечення дозволяло повністю контролювати обмін даними між приладами виробництва ОВЕН по власному протоколу ОВЕН. За необхідності, шляхом певної модифікації, його можна було б використовувати для контролю обладнання і інших виробників (за умови застосування ними такого ж самого протоколу ОВЕН).

### Висновки.

В результаті аналізу роботи кількох приладів виробництва ТОВ «ВО ОВЕН», зокрема модуля аналогового введення MB110-8A, модуля аналогового виведення МУ110-224.6У, регуляторів ТРМ201-Н2.Р і ТРМ210-Н.ИУ по протоколу ОВЕН було створене власне програмне забезпечення на мові програмування C#, яке дозволяє створювати як прості, так і відносно складні власні SCADA-системи без використання додаткового програмного забезпечення сторонніх розробників в вигляді OPC-сервера або елементів SCADA-систем.

### Список літературних джерел

1. Петров И.В. Програмируемые контроллеры. Стандартные языки и инструменты / Под. ред. проф. В.П. Дьяконова. – М.: ОЛОН-Пресс, 2003. – 256 с.: ил.
2. Фёдоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка: Учебно-практическое пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 стр., 12 ил.
3. Таненбаум Э. Компьютерные сети. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с: ил. – (Серия “Классика computer science”).
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 992 с.
5. Паркер Т., Сиян К. TCP/IP. Для профессионалов. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 859 с: ил.
6. Описание протокола обмена между ПЭВМ и приборами ОВЕН. – М.: ООО “Производственное объединение ОВЕН”, 2007.