

УДК 681.3

С.С. Куденчук, Ю.В. Хохлов, канд. техн. наук

Алгоритми роботи систем збору та обробки температурних показників

Разработан алгоритм передачи данных и работы программного обеспечения, предназначенная для сбора и обработки температурных показателей отдаленных объектов. Особенностью системы сбора и ПО является хранение дополнительной информации о виде транспорта, склада и время пребывания продукции в них.

Algorithm temperature data transmission from for remote objects is developed. Acquisition system and its software provide additional information about type of transport, name and type of warehouse, time of keeping products in it.

Ключевые слова: центр сбора данных, ридер, отдаленный терминал, протокол передачи данных, алгоритм работы.

Вступ

Системи збору та обробки температурних показників є телеметричними системами, що призначені для отримання, перетворення, зберігання, передачі, обробки та відображення температурної інформації із віддалених об'єктів, де присутність спостерігача ускладнена або неможлива [1]. Однією з актуальних проблем систем збору та обробки температурних показників є розробка ефективних алгоритмів роботи, зокрема алгоритмів передачі даних. Алгоритм роботи системи визначається її структурою та необхідною функціональністю. Прикладом пристроїв контролю температури є «термохрон» DS1921, що випускаються фірмою Dallas Semiconductor [2]. Пристрій «термохрон» вимірює температуру через встановлені проміжки часу і зберігає отриману інформацію в енергонезалежній пам'яті. Завдяки малим розмірам та герметичності «термохрон» може поміщатися в упаковку із продукцією або в самий продукт. Пристрої «термохрон» не мають власних засобів індикації та керування. Тому зняття інформації, накопиченої пристроями, а також зміна налаштувань пристрою здійснюється спеціальними засобами підтримки по протоколу 1-Wire. Засоби підтримки можуть бути реалізовані на базі звичайного персонального комп'ютера, або компактного кишенькового комп'ютера, або ж спеціалізованими переносними мікропроцесорними приладами. Більш зручним пристроєм, ніж «термохрон», є автономний темпе-

ратурний сенсор «YSens» фірми Yulberg Solutions [3]. Даний пристрій відрізняється від «термохрона» наявністю радіоінтерфейсу з радіусом дії до 50-ти сантиметрів, що дозволяє зчитувати накопичені дані або змінювати режим роботи не виймаючи сенсор із коробки з продукцією, а контакти приладу захищені від корозії. Також даний пристрій має більший об'єм пам'яті у порівнянні з «термохроном», що дозволяє накопичувати дані проотягом більшого часу. Пристрої, інформацію від яких можна одержувати по провідному і безпроводному інтерфейсу надають можливість побудови на їхній базі провідних і безпроводних систем моніторингу. Такі системи необхідні для забезпечення режимів відповідального зберігання, коли існує проблема оперативного дистанційного попередження про аварійну ситуацію. Реєстратори такої системи виконують дві функції: стандартну - накопичення даних про контрольовані ними величини, і додаткову - негайну сигналізацію про позаштатну ситуацію. Іноді доцільним може виявитися підключення системи реєстраторів безпосередньо до мережі Ethernet, навіть без проміжного комп'ютера. Якщо ж це неможливо, варто застосовувати бездротові GSM/GPRS-шлюзи. Прикладом такого GSM/GPRS-шлюзу може служити пристрій MLGW06, який спроектований таким чином, щоб не тільки передавати оперативні повідомлення про екстраординарні ситуації, але й транслювати на комп'ютерну станцію всі зареєстровані ним дані. В сучасних системах контролю здійснюється моніторинг температури окремо в різних видах транспорту та окремо на складах, але відсутня інформація про вид транспорту або складу та час перебування продукції в них. Окрім того, що також важливо, в багатьох випадках відсутня інформація про температурний режим в проміжках часу, коли продукція знаходиться поза межами транспорту або складу. Окремі пристрої («термохрон», «YSens») забезпечують контроль температури самої продукції, незалежно від місця знаходження, але відсутня можливість негайного оповіщення про вихід температури за визначені межі. Таким чином, основною задачею даної роботи є розробка алгоритму роботи системи, яка б забезпечувала:

– контроль температури продукції, незалежно

- від її місця розташування;
- контроль часу та місця знаходження продукції;
- можливість негайного попередження про вихід температури за допустимі межі.

1. Протокол передачі даних

Структурна схема системи, яка дозволяє архівувати та отримувати інформацію про температуру в режимі реального часу, час та вид транспорту або складу, в якому знаходиться продукція, наведено на рис. 1. Дана система збору та обробки температурних показників

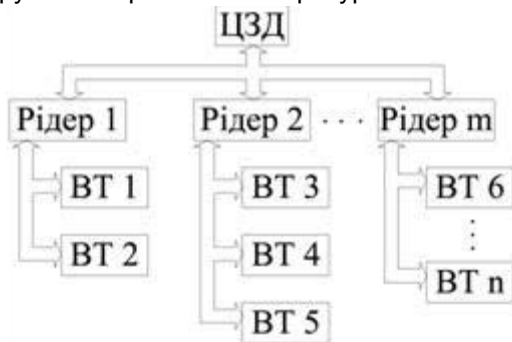


Рис. 1. Структурна схема системи збору та обробки температурних показників

складається із віддалених терміналів (BT), стаціонарних та мобільних пристроїв зчитування (надалі «рідерів») та центру збору даних (ЦЗД). До ЦЗД, з допомогою певної комунікаційної системи (Інтернет, GPRS та ін.), підключено m рідерів. До кожного з рідерів по радіоінтерфейсу може бути підключена різна кількість BT. Розглянемо протокол передачі даних між BT і рідером та алгоритм роботи системи. Передача даних між BT і рідером здійснюється з допомогою часового розділення радіоканалу зв'язку. Загальна структура часових кадрів показана на рис. 2. Один цикл передачі даних від всіх BT до рідера здійснюється одним мультикадром (рис. 2, а), який складається із змінної кількості

кадрів N_F . Кадр складається із пакету синхронізації рідера (ПСП) тривалістю τ_{SPR} (рис. 2, б) та сталої кількості таймслотів N_T тривалості τ . Таймслот складається із пакету BT (рис. 2, в) та пакету підтвердження та синхронізації рідера (ППСП) тривалістю τ_{ASPR} (рис. 2, г). Кожному BT для передачі даних виділяється один таймслот з номером n_T в кадрі з номером n_K кожного мультикадру. Спочатку, при ввімкненні системи, всі таймслоти вільні, тобто в них відсутні пакети BT. При цьому мультикадр складається із одного кадру. BT, що з'являються у зоні дії рідера, реєструють час та серійний номер рідера і очікують появи ПСП. Із ПСП BT зчитують максимальний серійний номер BT для спроби підключення у даному кадрі і номер першого вільного таймслоту. Потім всі BT, що мають серійний номер не більший, ніж зазначений у ПСП, вибирають випадковим чином один із номерів вільних таймслотів для передавання даних. Якщо передавання даних обраним таймслотом успішне, то рідер в ППСП передає віддаленому терміналу номер першого вільного таймслоту n_T та номер кадру n_K наступного мультикадру для передавання даних, тим самим забезпечуючи послідовне заповнення таймслотів. Всі інші BT, що не підключилися до рідера, повторюють процедуру підключення спочатку. Рідер, в залежності від співвідношення кількості вільних та помилкових таймслотів поточного кадру, визначає максимальний серійний номер BT для підключення в наступному кадрі. В кожному кадрі обов'язково залишаються вільними останні N_{min} таймслотів для забезпечення можливості рівномірного підключення нових BT. Коли закінчуються таймслоти для підключення нових BT, то рідер створює для них новий кадр у мультикадрі. В залежності від кількості підключених BT N_{RT} ,

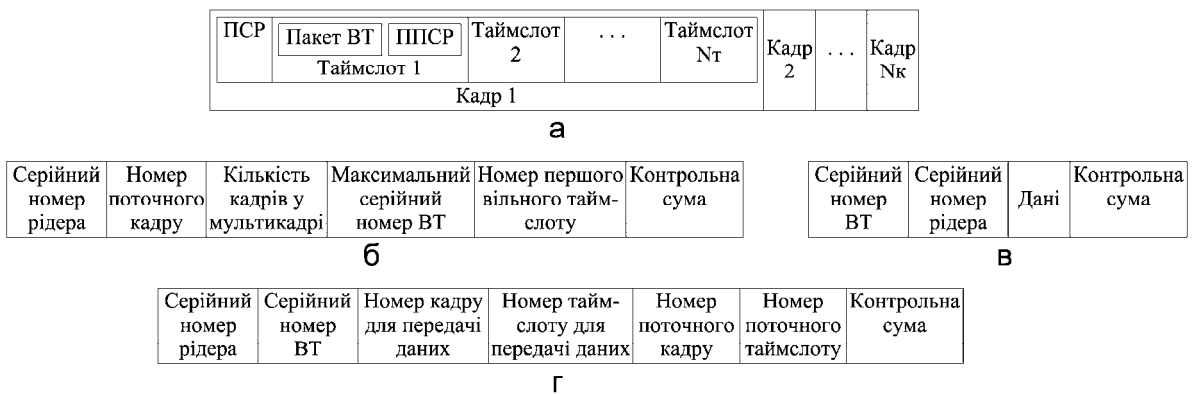


Рис. 2. Структура часових кадрів: а – мультикадру, б – ПСП, в – пакет BT, пакет ППСП

кількість кадрів у мультикадрі визначається наступним чином: $N_F = \lceil N_{RT} / (N_T - N_{min}) \rceil + 1$. Тоді тривалість мультикадру $N_{MF} = N_F \cdot T_F$. Тривалість кадру $T_F = \tau_{SPR} + N_T \cdot \tau$. При виведенні ВТ із зони дії рідера, ВТ фіксує час виведення. Рідер у відповідному таймслоті не отримує даних від ВТ і також фіксує момент часу виведення ВТ із зони дії. В ППСР міститься також номер поточного таймслоту та кадру для забезпечення синхронізації ВТ. Для регулювання кількості ВТ, що спробують підключитися до рідера, замість максимального серійного номеру можна вказувати ймовірність спроби підключення до рідера в наступному кадрі. Таким чином рідер може змінювати кількість непідключених ВТ, що спробують підключитися в наступному кадрі.

2. Алгоритм роботи систем збору та обробки температурних показників

Алгоритм головної програми та підпрограм переривання таймера передавання даних (ПД) і таймера вимірювань (В) ВТ показані на рис. 3 а), б) та в) відповідно. В головній програмі здійснюється ініціалізація таймерів та перехід у «сплячий» режим. Таймер передавання даних генерує переривання для встановлення зв'язку

та передавання даних на рідер. Тому таймер передавання даних програмується на затримку меншу, ніж тривалість кадру, наприклад $0,9 \cdot T_K$. Це необхідно для усунення впливу різниці між тактовими частотами рідера та ВТ, і відповідно синхронізації ВТ з рідером за допомогою ППСР або ПСР. Таким чином усувається можливість пропущення ВТ свого таймслоту для передавання даних. Таймер вимірювань генерує переривання для вимірювання та зберігання температурних даних в енергонезалежній пам'яті. Тому він програмується на період вимірювання температури. Після програмування таймерів вони вмикаються. Далі, у головному циклі програми, здійснюється переведення ВТ у «сплячий» режим для економії енергії автономного джерела живлення. Вихід із «сплячого» режиму здійснюється перериванням таймерів передавання даних та вимірювань. Розглянемо алгоритм роботи підпрограми переривання таймера передавання даних (рис. 3. б). Спочатку перевіряється, чи розташований ВТ у зоні дії рідера. Якщо ні, то перевіряється чи був ВТ розташований у зоні дії рідера раніше. Якщо був, ВТ фіксує час виходу із зони дії рідера і підпрограма переривання завершується. Якщо ВТ раніше не був у зоні дії рідера, то підпрограма переривання, нічого не фіксуючи,

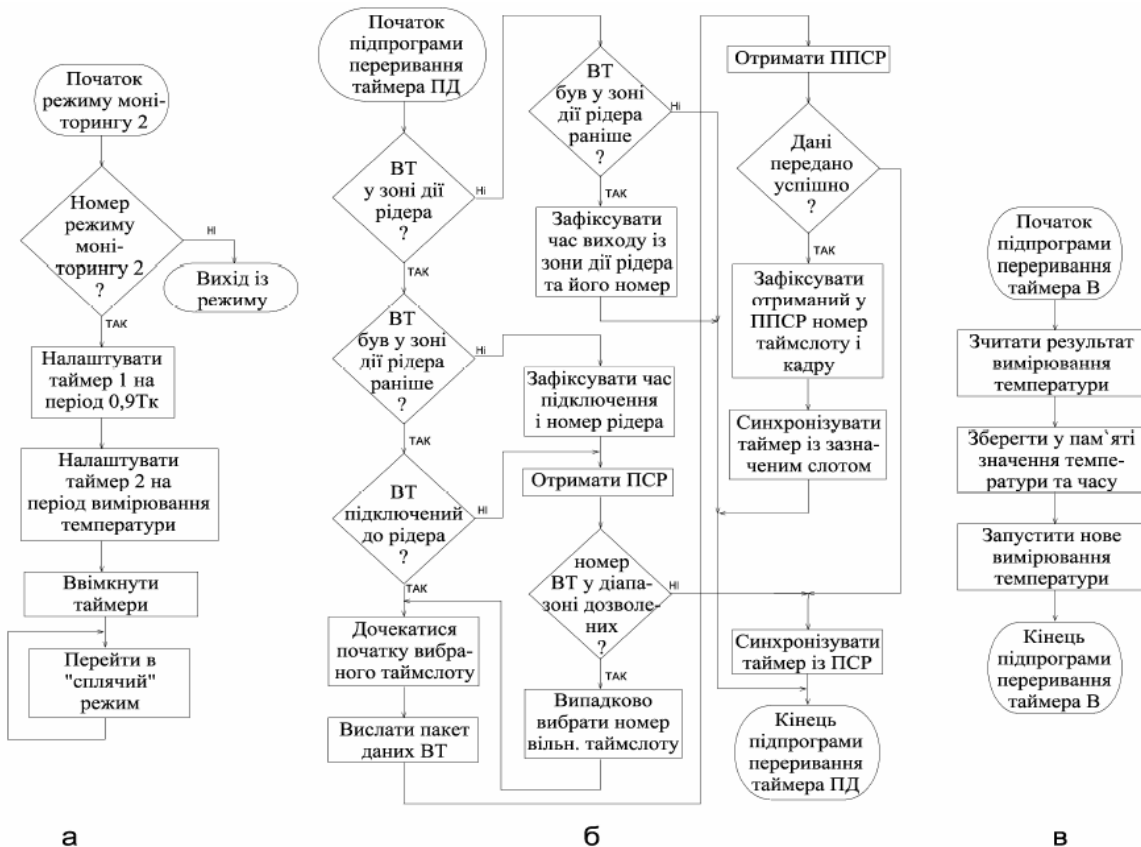


Рис. 3. Алгоритм роботи ВТ: а – головної програми; б – підпрограми переривання таймера передавання даних; в - підпрограми переривання таймера вимірювань

завершується. Якщо ж ВТ знаходиться у зоні дії рідера, то перевіряється, чи знаходився він у зоні дії раніше. Коли це не так, ВТ фіксує серійний номер рідера та час появи у зоні його дії. Далі здійснюється процедура підключення рідера, яка складається із отримання ПСР і визначення дозволу на спробу підключення по власному серійному номеру і номеру із ПСР. Якщо спробу підключення не дозволено, здійснюється синхронізація таймера передавання даних із ПСР і підпрограма переривання завершується. Якщо спроба підключення дозволена, випадковим чином вибирається номер таймслоту із діапазону вільних. Далі програма виконується так, ніби ВТ підключений до рідера. Якщо ВТ зараз і раніше знаходився у зоні дії рідера, перевіряється, чи ВТ підключений до рідера. Якщо ні, виконується процедура підключення ВТ, що була описана вище. Якщо ВТ підключений до

рідера, очікується початок таймслоту для передавання даних, а потім надсилається пакет із даними. Далі отримується ППСР і перевіряється успішність передавання даних. Якщо передавання даних було помилковим, здійснюється синхронізація таймера передавання даних із ПСР і виконання підпрограми завершується. Якщо дані передані успішно, із отриманого ППСР зчитується номер таймслоту та кадру наступного мультикадру для передавання даних. Потім здійснюється синхронізація таймера передавання даних із зазначеним таймслотом, і виконання підпрограми переривання завершується. Алгоритм роботи головної програми рідера та алгоритм підпрограми переривання таймера формування ПСР та ППСР показано на рис. 4, а та б відповідно. Із рис. 4, а видно, що спочатку здійснюється ініціалізація пристроїв та змінних, потім надсилається

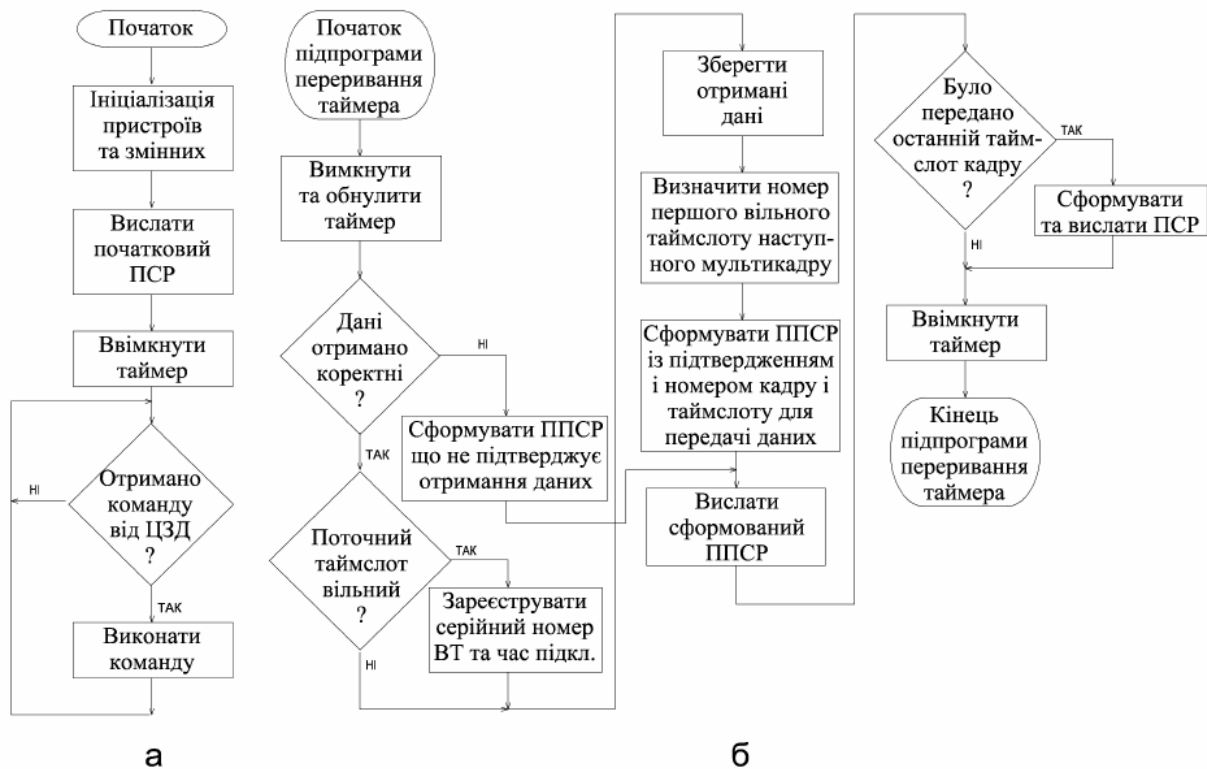


Рис. 4. Алгоритм роботи рідера: а – головної програми рідера; б – підпрограми переривання таймера формування ПСР та ППСР

початковий ПСР і вмикається таймер. Далі у головному циклі програми очікуються та виконуються команди ЦЗД. Підпрограма переривання таймера формування ПСР та ППСР викликається один раз в кожному таймслоті. Спочатку вмикається та обнулюється таймер. Потім перевіряється, чи було отримано коректні дані. Якщо отримані дані коректні, перевіряється, чи вільний поточний таймслот. Якщо так – на зв'язок вийшов новий ВТ, тому далі реєструється серійний номер ВТ та час його виходу на

зв'язок. Якщо поточний таймслот і раніше був зайнятий, то попередня процедура пропускається. Потім зберігаються отримані дані від ВТ, визначається номер першого вільного таймслоту і кадру наступного мультикадру. Далі формується і надсилається ППСР із підтвердженням коректності передавання даних і номерами кадру та таймслоту для передавання даних у наступному мультикадрі. Потім перевіряється, чи це був останній таймслот у кадрі. Якщо це так, то перед ввімкненням таймеру на затримку

$\tau - \tau_{ASPR}$ та виходом із підпрограми переривання таймера формується та висилається ПСР. Якщо отримані дані не коректні, формується і відсилається ППСР, який не підтверджує отримання даних.

Висновки

Запропонований протокол передавання даних для системи збору та обробки температурних показників, який має наступні переваги перед існуючими:

- контроль температури продукції, незалежно від місця її розташування;
- можливість автоматичного підключення віддалених терміналів до рідера;
- стійкість системи до різниці тактових частот окремих пристроїв та зменшення ймовірності появи колізій завдяки синхронізації;

- більша швидкість передавання даних завдяки рівномірному розподілу радіоканалу між віддаленими терміналами;
- можливість ефективного використання енергозберігаючих режимів завдяки тому, що ВТ «знає» номер таймслоту та кадру для передавання даних.

Література

1. Назаров А.В., Козырев Г.И., Шитов И.В., Обрученков В.П., Древин А.В., Краскин В.Б., Кудряков С.Г., Петров А.И., Соколов С.М., Якимов В.Л., Лоскутов А.И., «Современная телеметрия в теории и на практике» СПб.:Наука и Техника, 2007.-672 с.
2. <http://www.elin.ru> – Научно-техническая лаборатория «Электронные инструменты»
3. <http://yulberg.com> – Температурні сенсори

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*