

**Н. Павич, Т. Рак\***Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра програмного забезпечення,

\*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

## **АЛГОРИТМІЧНІ ЗАСОБИ РОБОТИ ЗМІННИХ НОСІЇВ ІНФОРМАЦІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ**

© Павич Н., Рак Т., 2010

Запропоновано алгоритмічно-програмні засоби змінних носіїв інформації комп'ютеризованої системи підтримки пожежного-рятувального автомобіля. Розглядаються граф-схеми алгоритмів основних режимів функціонування змінних носіїв інформації. Показано доцільність практичного застосування запропонованих типів носіїв інформації.

**Ключові слова:** змінні носії інформації, комп'ютеризована система підтримки, пожежно-рятувальний автомобіль, граф-схема алгоритму.

**In the paper the algorithmic means of the removable mass storage devices for computerized fire-fighting vehicle support system have been proposed. The algorithms flowgraphs of the basic operating modes of the removable mass storage devices have been considered. The practical application appropriateness of the proposed mass storage devices types has been showed.**

**Key words:** removable mass storage devices, computerized support system, fire-fighting vehicle, algorithms flowgraphs.

### **Вступ**

Сьогодні в Україні проводяться дослідницькі роботи щодо створення комп'ютерно-інформаційних систем, які б підвищували ефективність роботи пожежно-рятувальних автомобілів при ліквідації надзвичайних ситуацій (НС). Важливе місце в таких системах займають змінні носії інформації, які забезпечують реєстрацію оперативної інформації в процесі ліквідації НС, можливість додаткового аналізу цього процесу та сприяють подальшому вдосконаленню засобів інформаційної підтримки пожежно-рятувальних автомобілів. Тому дослідження щодо підвищення ефективності змінних носіїв інформації в комп'ютерно-інформаційних системах пожежно-рятувальних автомобілів є актуальними.

### **Огляд літературних джерел**

Розв'язання проблеми створення ефективних комп'ютерно-інформаційних засобів пожежно-рятувальних автомобілів далеке від завершення. Окремі технічні та програмні засоби вже впроваджено [1–3]. Одним із нових досліджень є засоби інформаційної підтримки пожежно-рятувального автомобіля на основі програмованих систем на кристалі (Programmable System-on-Chip – PsoC) [4]. Використання програмованих систем на кристалі дає змогу проектувати системи різної складності та конфігурації. Важливою задачею в комп'ютеризованих системах пожежно-рятувальних автомобілів є реєстрація оперативної інформації на змінних запам'ятовувальних пристроях, які дають змогу переносити інформацію після ліквідації НС на стаціонарні засоби обробки та аналізу інформації для детального вивчення та розроблення нових ефективних засобів.

**Постановка задачі:** дослідити алгоритмічні засоби змінних носіїв інформації комп'ютеризованої системи підтримки пожежного-рятувального автомобіля, які б покращили його інформаційне забезпечення та підвищили ефективність роботи при ліквідації НС.

## Результати досліджень

Структурна схема системи інформаційної підтримки пожежно-рятувального автомобіля, яка покращує його інформаційне забезпечення, надає можливість візуалізації інформації, оперативного управління рухом автомобіля до об'єкта, на якому сталася НС, прийняття інформації та команд від диспетчера стосовно особливостей ліквідації НС, легке та зручне введення даних за допомогою зручної та надійної системи введення, а також збереження відповідної інформації детально розглянуто в статті [4]. Одним із шести основних пристроїв системи є зовнішній запам'ятовувальний пристрій, який повинен мати доволі великі об'єми пам'яті для зберігання всієї необхідної для системи інформації (карти місцевості, план евакуації, план приміщення тощо). На нього будуть записуватися дані радіоканалу, через який надсилається допоміжна інформація та команди диспетчера для конкретного спрямування дій рятувальників під час НС.

Зовнішня пам'ять слугуватиме носієм інформації системи. Таким носієм може бути флеш-накопичувач, який повинен мати достатній розмір пам'яті і швидкий інтерфейс взаємодії SPI. У підсистемі буде два флеш-накопичувачі, один з яких слугуватиме для зберігання всіх даних про координати та команди диспетчера, а інший – для читання всієї необхідної інформації для формування динамічного зображення на екран. SPI інтерфейс забезпечить швидке зчитування та запис даних з/до контролера. Також накопичувач матиме додаткові сигнали для керування вибором картки та перевірки чи картка не знаходиться в режимі захисту від запису.

Одним із найпоширеніших представників флеш-накопичувачів є Secure Digital Memory Card (SD-картка) – портативна флеш-картка пам'яті, яку розробила в 2001 році фірма San Disk на основі MMC-картки. SD-картки завдяки своїм характеристикам (швидкості обміну, розміру, енергоспоживанню тощо) [5] широко використовуються у цифрових фотоапаратах та відеокамерах, нетбуках, PDA, медіаплейерах, мобільних телефонах, GPS-навігаторах тощо [6]. Картка має власний контролер і можливість записувати інформацію так, щоб було заборонено незаконне читання (відповідно до вимог Secure Digital Music Initiative). SD використовує спеціальний протокол запису, який недоступний звичайним користувачам. Об'єм пам'яті може бути до 32 ГБ (а для формату SDXC – до 2 ТБ). Швидкість обміну інформацією може досягати до 45000 КБ/с. Завдяки низькому енергоспоживанню, компактності, довговічності і відносно високій швидкодії SD-картки є перспективними як змінний запам'ятовувальний пристрій системи інформаційної підтримки пожежного автомобіля.

Основною інформацією, яка записується на SD-картки, є голосова інформація (мова) звукового частотного діапазону. Після перетворення аналогових звукових сигналів на цифрові кількість інформації  $W$ , яку необхідно запам'ятовувати, можна обчислити за формулою:

$$W = F \cdot N \cdot T \text{ (байт)}$$

де  $F$  – частота дискретизації аналогового сигналу;  $N$  – розрядність цифрового сигналу на виході аналого-цифрового перетворювача (АЦП);  $T$  – тривалість запису інформації.

Частотний діапазон звичної мови людини лежить у межах від 200 Гц до 4 КГц. Для стандартної якості перетворення мови прийнятними є частота дискретизації 11 КГц та одnobайтовий вихідний сигнал АЦП. За середньої тривалості запису інформації 3 год (за статистикою у ~90% випадків ліквідації НС пожежно-рятувальні автомобілі задіюються на час до 3 год [7]) величина  $W = 118$  МБ. За високої якості запису мови кількість інформації зростає приблизно у 8 разів. Отже, SD-картка ємністю 2 ГБ забезпечить зберігання необхідної інформації. Номінальна швидкість обміну даними 11 КБ/с [8].

На початку функціонування потрібно ініціалізувати дві наявні в системі SD-картки. Граф-схему алгоритму ініціалізації SD-картки зображено на рис. 1. Як видно з цієї граф-схеми, підсистема інформаційного забезпечення руху встановлює всі картки у стан очікування, а потім перевіряє кожен картку на наявність підтримки живлення хоста. Якщо картка може працювати у даному діапазоні напруг, тоді хост ініціалізує її і переводить у режим готовності. Ця процедура повторюється стільки разів, скільки було знайдено SD-карток у стані очікування. Картки, які не підтримують діапазон напруг хоста, переводяться у неактивний стан. Після ініціалізації усіх наявних SD-карток система переходить у основний режим функціонування підсистеми інформаційного забезпечення руху пожежного автомобіля.

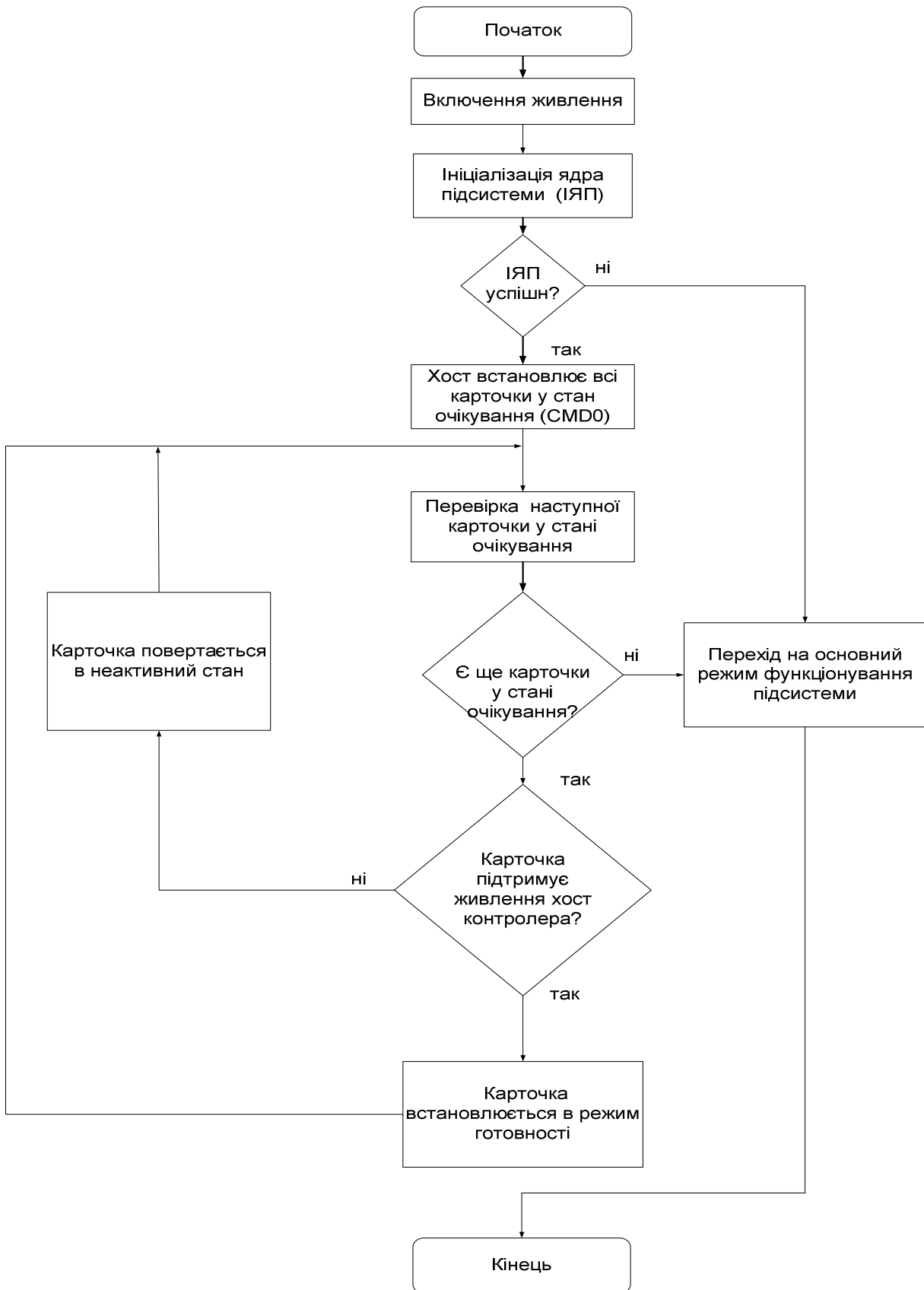


Рис. 1. Граф-схема алгоритму ініціалізації SD-картки

Після ініціалізації SD-картки іде процес ідентифікації (рис. 2), розпізнавання типу та розміру пам'яті ініціалізованої SD-картки для коректної комунікації з контролером підсистеми.

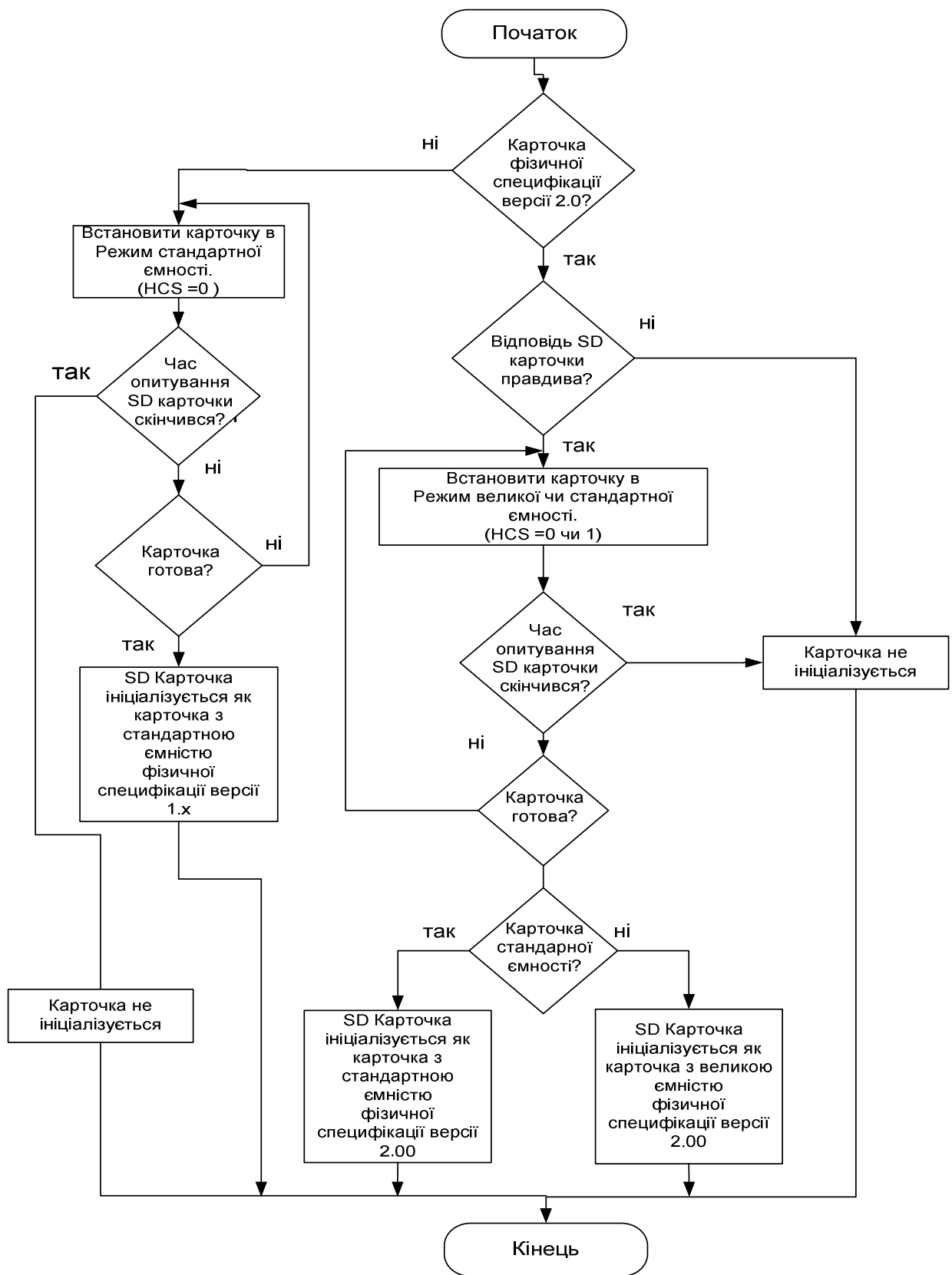


Рис. 2. Граф-схема ідентифікації SD-картки

Робота алгоритму полягає у наступному.

У разі, якщо картка відповіла за лімітний час, тоді вона ідентифікується як картка з малим або великим об'ємом пам'яті (залежно від того, на який запит дала відповідь SD-картка).

Картка, яка була ініціалізована, опитується на наявність підтримки фізичної специфікації версії 2.0. Якщо картка підтримує специфікацію такої версії, тоді хост перевіряє правдивість відповіді загалом. Якщо відповідь неправдива, то картка не ідентифікується і переходить в неактивний режим, в іншому випадку хост пробує встановити картку в режим з великою ємністю. Картка повинна повернути стан готовності до роботи протягом деякого часу. Якщо картка протягом лімітного часу не відповіла, то вона опитується новим запитом, в якому хост пробує встановити її як картку з малим об'ємом пам'яті (до 2 Гбайт). Потім повторюється процедура опитування картки на готовність до роботи. Якщо ж і в другому випадку за лімітний час не прийшло відповіді про готовність, тоді цю картку система встановлює в неактивний режим.

У випадку, якщо картка відповіла за лімітний час, тоді вона ідентифікується як картка з малим або великим об'ємом пам'яті залежно від відповіді на запит контролера.

Коли ж картка не підтримує фізичної специфікації версії 2.0, контролер пробує встановити її як картку з стандартним об'ємом пам'яті. Якщо картка не відповіла за лімітний час, то вона переводиться в неактивний стан. В іншому випадку вона встановлюється як картка, що підтримує фізичну специфікацію версії 1.x із стандартним об'ємом пам'яті.

Використовуються три режими передачі даних, які підтримує SD-картка: а) SPI режим (розділена шина приймання і передавання даних); б) двобітовий SD-режим (розділені командні і каналні дані та наявний власний формат трансфер); в) 4-бітовий SD-режим (4-ох провідниковий SPI/MMC інтерфейс, який є сумісний з багатьма мікроконтролерами ) [6].

В SD-картках реалізовані додаткові функції: захист запису, захист файлів та система шифрування (CRPM: Content Protection for Recordable Media).

Адресування картки використовує сесійне адресування, призначене карті у фазі ініціалізації. Основною транзакцією на шині SD є транзакція команда/відповідь. Цей тип транзакцій передає інформацію без зайвих команд і відповідей. Деякі операції мають маркер даних.

Дані передаються блоками до/з SD-картки. Блоки даних завжди є коректними через перевірку CRC (Cyclic Redundancy Check) . Передбачено одно- та багатоблокові операції. Багатоблокові операції є швидшим методом для запису даних. Багатоблокова передача даних зупиняється тоді, коли після неї іде стоп-команда на CMD лінії. Передача даних може бути конфігурована контролером таким чином, щоб передавати дані як по одній лінії, так і по багатьох.

Блокова операція запису використовує просту систему сигналізації занятості напрямку запису даних на DAT0 лінії, незважаючи на число ліній даних, які використовуються для передачі інформації.

Режим передачі даних має такі особливості. У режимі передавання даних контролер надсилає команду SEND\_CSD (CMD9), щоб видобути спеціальну карткову інформацію (Special Card Data) з регістра CSD. Цей регістр містить таку інформацію: довжина блоку, ємність і додаткові прапорці. Широкоформатна команда SET\_DSR (CMD4) налаштовує рівень драйвера всіх ідентифікованих раніше карток. Він програмує їхні DSR-реєстри відповідно до програмної довжини шини, числа карток на шині і частоти передавання даних. Команду CMD7 використовують для вибору однієї з багатьох доступних карток і переводить її в стан передачі даних (Transfer State). Одночасно лише одна картка може знаходитися в стані передавання даних. Якщо попередньо вибрана картка знаходиться в режимі передавання даних, її з'єднання з контролером розривається, і вона переходить у стан готовності (stand by mode). Коли надходить команда CMD7 з резервованою внутрішньою адресою 0x0000, всі картки встановлюються в режим готовності. Режим передавання даних зображено на рис. 3.

Весь зв'язок в режимі передавання даних відбувається за допомогою адресації точка – точка між контролером та картою, із застосуванням адресуючої команди. Усі адресуючі команди отримують команду – відповідь через лінію зв'язку CMD.

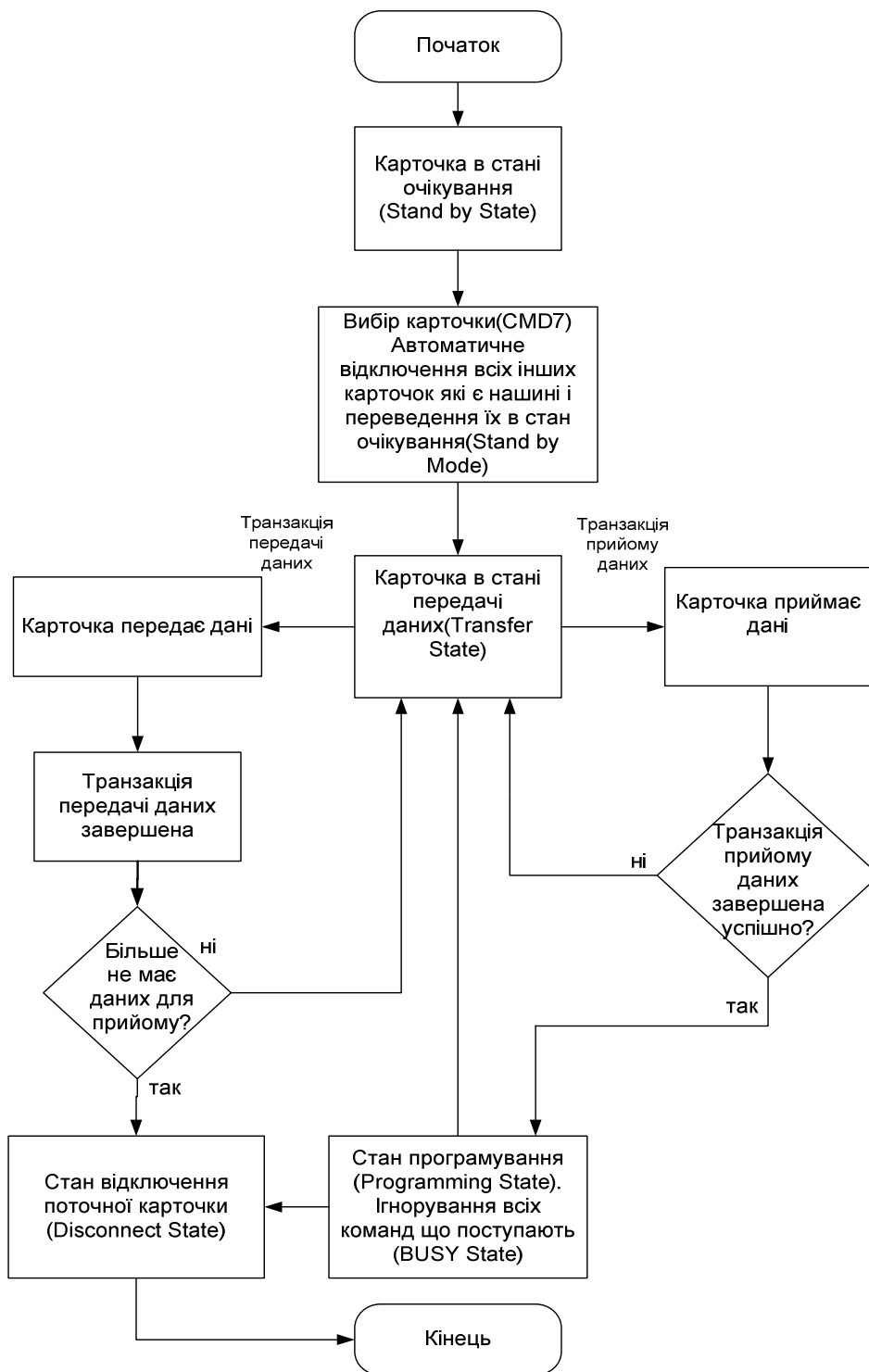


Рис. 3. Граф-схема алгоритму режиму передавання даних

Взаємозв'язок між різними режимами передавання даних характеризується такими особливостями.

- Усі дані команд читання можуть скасовуватись у будь-який момент командою зупинки (CMD12). Передача даних скасується, і картка перейде в стан передачі (Transfer State). Є такі команди читання: читання блоку(CMD17), багатоблокове читання (CMD18), послати команду захисту запису (CMD30) і головна команда у режимі читання (CMD56).

- Усі дані команд запису можуть бути скасовані командою зупинки (CMD12). Команди запису будуть зупинені в порядку виключення карток командою CMD7. Є такі команди запису:

запис блоку даних (CMD24, CMD25), програмування CSD (CMD27), команда блокування і розблокування (lock/unlock) і головна команда у режимі запису (CMD56).

- Коли дані передані, картка виходить зі стану запису даних і переходить в стан програмування (передача даних пройшла успішно) чи в стан передачі даних (якщо передача даних була хибною).

- Якщо запис блоку даних було зупинено і довжина блоку і CRC (контрольна сума) останнього блоку коректна, дані будуть програмуватися.

- Картка має підтримувати буферизацію для запису блоку даних. Це означає, що наступний блок даних може надсилатися до картки в момент, коли попередній блок даних програмується. Якщо всі буфери є зайняті і картка в стані програмування, лінія DAT0 перебуває в низькому рівні (лінія зайнята).

- Немає опції буферизації для запису CSD, запису захисту картки і знищення даних. Це означає, що поки картка в стані зайнятості (BUSY) та обслуговує одну з команд, інші команди передавання даних не виконуватимуться. DAT0 буде в низькому рівні доти, поки картка зайнята і в стані програмування пам'яті. Фактично лінії CMD і DAT0 знаходяться окремо, і хост утримує DAT0 в стані зайнятості (BUSY), відключеного від інших DAT0 ліній (інших карток), хост може доступитися до інших карток, коли картка в стані зайнятості (BUSY).

- Команди встановлення параметрів є недоступними, коли картка в стані програмування.

- Якщо інша картка переходить зі стану готовності до стану передавання даних (використовуючи команду CMD7), це не скасує режим роз'єднання і режим програмування інших карток. Картка переключасться у стан роз'єднання і звільняє DAT лінію.

- Картка може бути перез'єднана, коли вона знаходиться в режимі роз'єднання і контролер надсилає команду CMD7. У цьому випадку картка перейде в режим програмування і відновлює стан зайнятості (BUSY).

- Скид картки (команди CMD0 і CMD15) скасує всі незакінчені чи активні програмні операції. Це приводить до втрати деяких даних на картці. Контролер є відповідальним за те, щоб втрати даних були мінімізовані.

- CMD34-37, CMD50 і CMD57 є зарезервованими командами для розширення системи команд SD картки.

Сучасні засоби програмування дозволяють відносно невеликими затратами розробити за наведеними граф-схемами алгоритмів прикладне програмне забезпечення.

### Висновки

Велика ємність, низьке енергоспоживання, компактність, довговічність і відносно висока швидкодія SD-карток забезпечують можливість їх використання як змінних носіїв інформації комп'ютеризованих систем пожежно-рятувальних автомобілів. Програмне забезпечення, розроблене за наведеними алгоритмами, забезпечує ефективний режим реєстрації інформації.

Подальші дослідження доцільно провести на дослідних взірцях системи при виконанні пожежно-рятувальними автомобілями конкретних завдань.

1. Скомаровський В. Інформаційно-керуючі системи пожежної безпеки України / В. Скомаровський // Пожежна безпека. – 1997. – № 4. – С. 4–9. 2. Рак Т.Є. Особливості побудови комп'ютеризованої системи управління регіональною пожежною охороною / Т.Є. Рак // Вісник Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. – 1997. – № 322. – С. 127–131. 3. Рак Т. Метод визначення оптимального шляху прямування пожежних автомобілів до місця пожеж / Т.Є.Рак // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2000. – № 413. – С. 169–174. 4. Павич Н.Я. Методи і засоби інформаційної підтримки пожежно-рятувального автомобіля / Н.Я. Павич, Т.Є.Рак // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2009. – № 663. – С. 210–216. 5. Кожемяко А. Тестирование карт памяти с интерфейсом SD и совместимыми: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ixbt.com/storage/flashcard-test-p12-sdmmc.shtml>. 6. Secure Digital: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Secure\\_Digital](http://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital). 7. Кузик А.Д. Про фактори впливу на оперативні-тактичні показники діяльності підрозділів пожежної охорони / А.Д. Кузик, Т.Є. Рак // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2002. – № 2 (15). – С. 258–61.