

УДК 681.5

DOI:

Донченко Є. І., Жартовський О. В., Мещеряков А. О., Рябин І. О.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТОКОЛУ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

Застосування дистанційного керування об'єктами різного призначення має тенденцію розвитку в різних технічних системах цивільного й військового призначення. Бездротове керування розширює можливості технічних систем. Технічні системи дистанційного керування об'єктами цивільного призначення згідно Постанови кабінету міністрів України від 9 червня 2006 р. № 815 [1], обмежені областю частот відповідно до Положення РР МСЕ, резолюції ВКР, рекомендації МСЕ, СЕПТ, рішення ЄКК, міжнародні угоди, акти законодавства ЄС.

На частотах 433 і 868 Мгц не потрібне ліцензування. Вони можуть бути використані для дистанційного керування різними автоматичними системами виробничих підприємств, сільськогосподарських об'єктів, охоронними системами.

Розробка автоматичних систем з дистанційним керуванням, працюючих на частотах 433 і 868 Мгц, є актуальним завданням у розробці охоронних пристроїв.

Метою роботи є створення ефективної системи керування віддаленими об'єктами й системи охорони об'єкта на прикладі охоронної системи садового товариства.

Завданнями роботи є розробка системи керування віддаленими об'єктами й системи охорони об'єкта; розробка системи керування об'єктом, який охороняється.

Розроблена система складається з керуючої системи віддаленими об'єктами й системи керування об'єктом, який охороняється. Ці системи взаємодіють між собою через бездротове сполучення.

Система керування віддаленими об'єктами й система охорони об'єкта зображені на рис. 1.

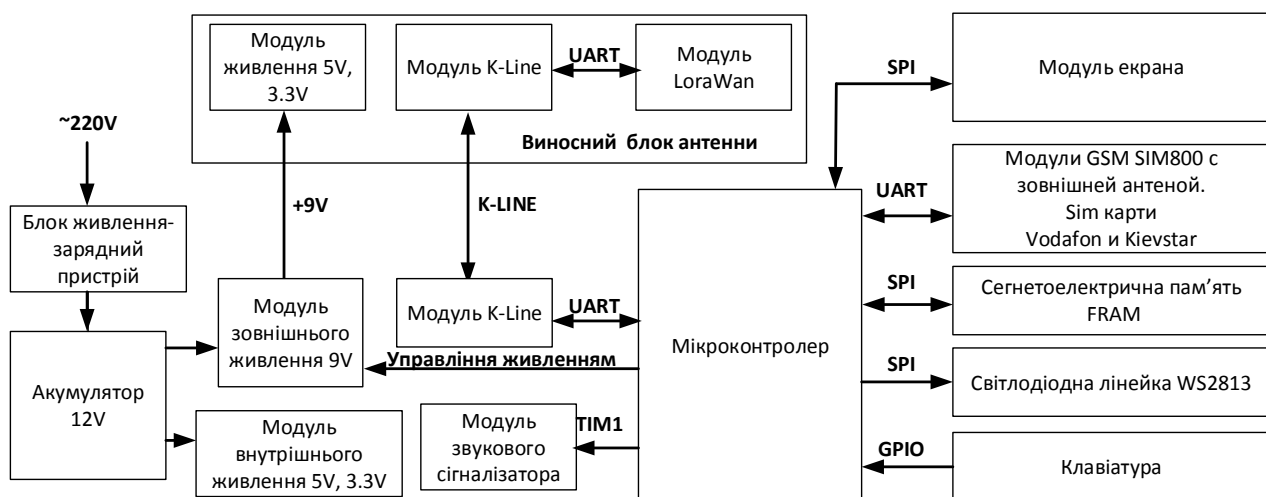


Рис. 1. Система керування віддаленими об'єктами й система охорони об'єкта

Система керування віддаленими об'єктами і система охороною об'єкта містить в складі антенний блок, розміщений на щоглі, й внутрішній блок, розміщений усередині приміщення. Зв'язок між блоками здійснюється за допомогою інтерфейсу k-line, прокладеного усередині герметичного кабелю.

У системі керування віддаленими об'єктами й охорони об'єкта використовують мікроконтролер STM32F412RGT6. Завдяки тактовій частоті 100 МГц, 256 кбайт оперативної й 1 Мб постійної пам'яті мікроконтролер працює в якості ядра системи керування. Зв'язок мікроконтролера з антенним блоком здійснюється за допомогою інтерфейсу UART. Через інтерфейс UART так само підключається GSM модуль SIM800C.

Для збереження інформації використовується модуль сегнетоелектричної пам'яті, підключений через інтерфейс SPI. Інтерфейс SPI також використовується для підключення екрана й світлодіодних лінійок WS2813, які використовують для візуалізації робочих та аварійних ситуацій.

Через дискретні входи GPIO підключена 6-кнопкова клавіатура. Вихід timer1 використовується для подачі звукового сигналу.

Програмне забезпечення системи керування віддаленими об'єктами й охорони об'єкта розроблено із застосуванням концепції автоматного програмування, у рамках якої програма керування реалізується як система формальних автоматів, описаних методом графів [2]. Стани програми локалізуються усередині вершин, а переходи між станами перебувають на орієнтованих ребрах.

Завдяки методу графів, програма керування будь-якої складності проектується в графічному виді [3], як показано на рис. 2. При цьому програмістові доступні зручні макрокоманди, що суттєво полегшують програмування. Так, перехід з початкового блоку 1 у блок 5 відбувається через 1700 мс, а перехід зі стану 10 у стан 20 через 4000 мс, що було задано в макрозмінній TIMER1.

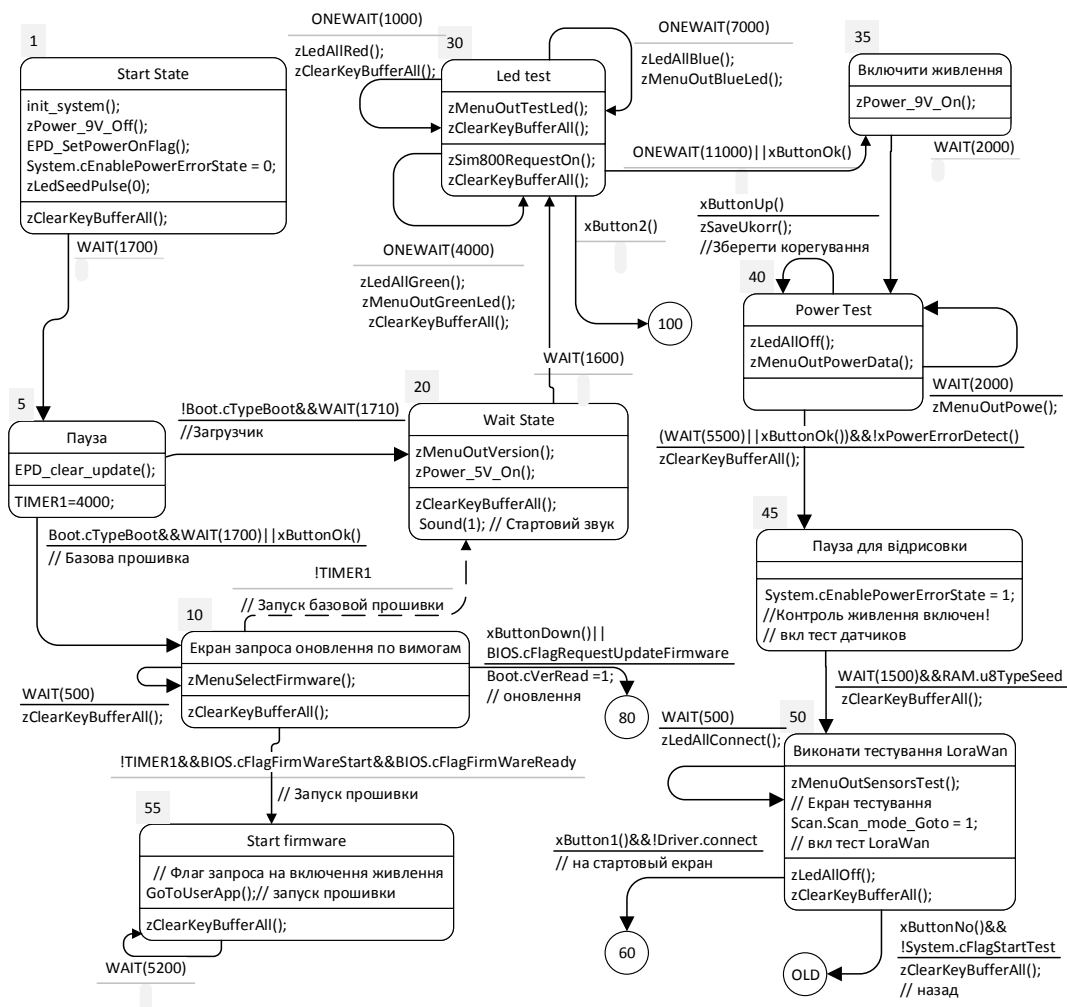


Рис. 2. Стартова сторінка основного автомата

З метою прискорення налагодження програмного забезпечення на об'єкті була введена можливість дистанційного перепрошивання через GSM, яка здійснюється шляхом натискання кнопки «униз» зі стану 10 основного автомата. На рис. 3 показано зовнішній вигляд системи керування віддаленими об'єктами й охорони об'єкта в стані 10 програми основного автомата.



Рис. 3. Пульт системи керування віддаленими об'єктами й охорони об'єкта в екрані запиту оновлення

Систему керування об'єктом, який охороняють, показано на рис. 4. Основний блок системи розміщений у герметичному циліндричному корпусі, куди за допомогою гермовводів підключені двухпроводна лінія 220V і трьохпроводна інформаційно-живильна лінія.

Інформаційно-живильна лінія проходить через увесь охоронюваний об'єкт. У ключових точках контролю встановлюються модулі інфрачервоного датчика руху. На двері встановлюються датчики відкриття. Контроль цілісності лінії здійснюється за допомогою кінцевих модулів датчиків обриву лінії.

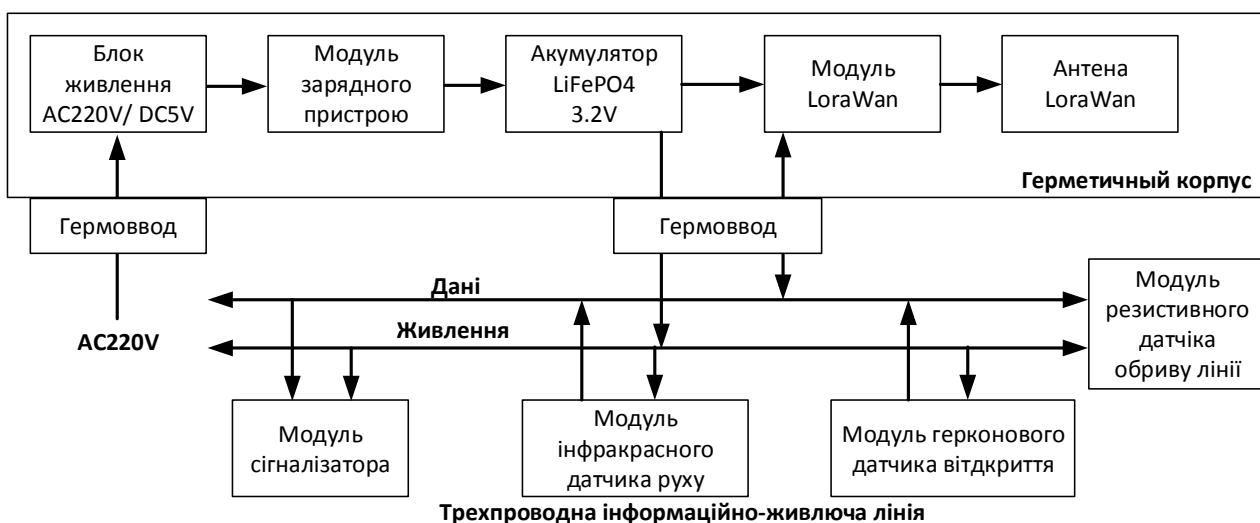


Рис. 4. Система керування об'єктом, який охороняється

Система керування об'єктом, який охороняється, розрахована на роботу як при зовнішньому живленні, так і при тривалому відключенні від нього. Для цього усередині герметичного корпусу встановлений емний акумулятор LiFePO₄. Зв'язок з верхнім рівнем здійснюється за допомогою модуля Logawan, оснащений вбудованою вкороченою антеною. У випадку виникнення проблем зі зв'язком застосовується антена без укорочення.

Обмін інформацією між системою керування віддаленими об'єктами й системами керування об'єктом, який охороняють, здійснюється в синхронному режимі. Щосекунди базова станція відправляє інформаційно-синхронізуючий сигнал Маяк. Якщо система керування віддаленим об'єктом збирається провести сеанс зв'язку, то вона синхронізується по сигналу Маяк. Виділено дві часові зони: зона аварійних повідомлень і зона інформаційних повідомлень (рис. 5).

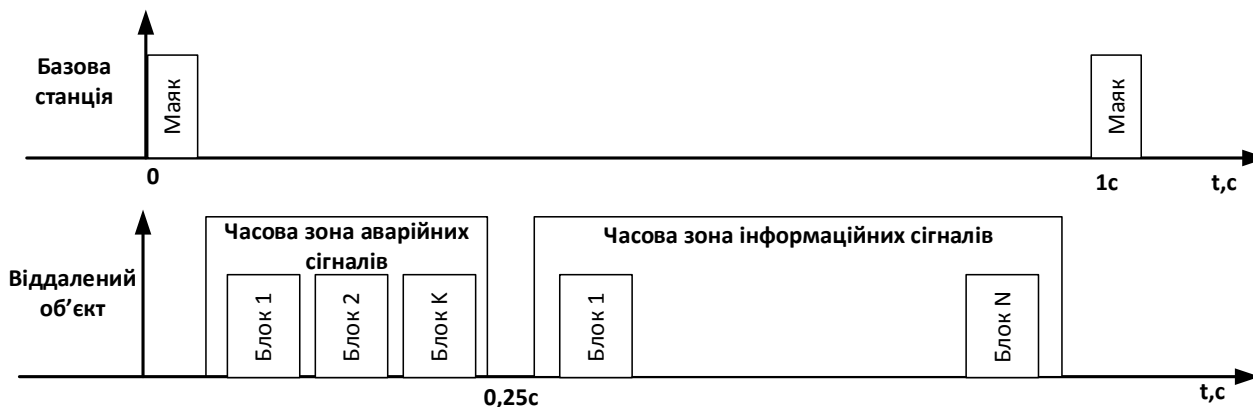


Рис. 5. Часова діаграма обміну повідомленнями

Зона аварійних повідомлень виділена тільки для повідомлень спрацьовування сигналізації, тому тривалість її становить 0,25 секунди. Час, що залишився, виділений для інформаційних сигналів. Часові зони розділені на блоки. Номер блоку повідомлення вибирається випадковим образом, що забезпечує одночасну передачу інформації від декількох вилучених об'єктів. Підтвердження приймання містить наступний Маяк.

Реалізація алгоритму обміну інформацією забезпечена використанням інтегрованих мікроконтролерних систем [4]. Фірма Texas Instruments розробила свержмалоспоживаючий мікроконтролер бездротового зв'язку CC1310. Мікросхема поєднує радіочастотний модуль і високопродуктивний мікроконтролер ARM Cortex-M3 з робочою частотою 48 МГц. Важливою особливістю мікросхеми є наявність додаткового контролера датчиків, що працює автономно від ядра Cortex-M3.

ПО системи керування об'єктом, який охороняють, було розроблено в середовищі розробки прикладного ПО для контролера датчиків Sensor Controller Studio, і інтегроване середовище проектування (IDE) Code Composer Studio для мікроконтролерів бездротового зв'язку сімейства Simplelink.

Проблемою при створенні розподіленої системи сигналізації стає організація комплексу заходів щодо доступу клієнтів. Вони можуть попадати на територію ділянки, що охороняється, не тільки через головні ворота, але й через допоміжні, тим самим минаючи будинок охорони. Був запропонований простий і перевірений спосіб постановки / зняття сигналізації, заснований на використанні голосового мобільного зв'язку. Пропоновані промисловістю недорогі GSM модулі SIM800, які здатні зберігати й відтворювати кілька десятків звукових повідомлень. Ця особливість використовується для організації зв'язку із клієнтами охоронної системи (рис. 6).

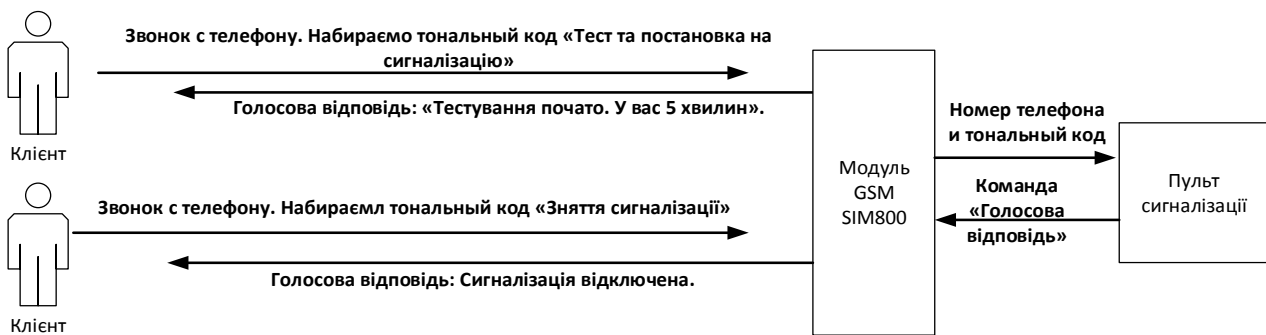


Рис. 6. Схема організації зв'язку із клієнтами охоронної системи

Доступ до охоронної системи здійснюється двома способами. З номеру телефону легітимного клієнта, записаного у базу пульта сигналізації. Для недопущення випадкового спрацьовування і неправомірного використання чужого телефону дії по зняттю і постановки сигналізації виконуються тільки за допомогою індивідуального коду.

Додавання й редагування телефонних номерів клієнтів здійснює особисто начальник охорони з пульта сигналізації.

Крім керування режимом сигналізації через телефон клієнти одержують діагностичні повідомлення про низький рівень заряду акумуляторів клієнтської частини охоронної сигналізації. Це актуально при тривалій відсутності мережевої напруги, наприклад, в наслідок дії зловмисника (рис. 7). Через телефон приходять повідомлення про проникнення зловмисника на територію клієнта, після того як телефонне повідомлення одержує черговий охоронець, який у цей час може бути на обході. Завдяки подвійному повідомленню знижується негативна роль людського фактора у функціонуванні охоронної сигналізації.

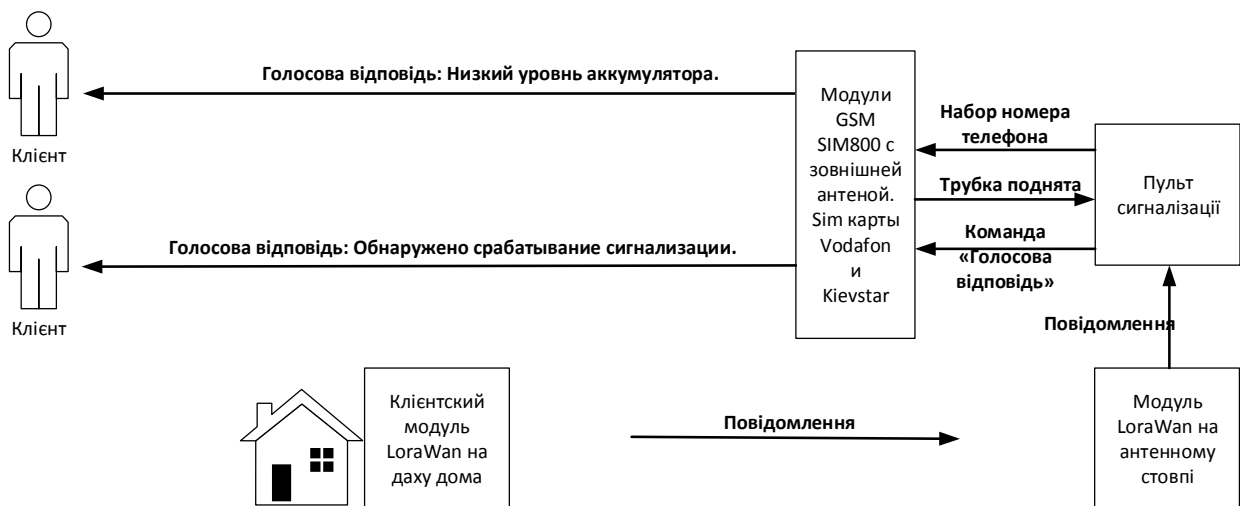


Рис. 7. Схема повідомлення Клієнта

У розширеній версії сигналізації встановлене віддалене керування об'єктом від клієнта. Зокрема, припустиме підключення драйвера електромагнітного клапана краплинного поливу. Управління відбувається аналогічно постановці-зняттю на охорону, структуру керуючої системи показано на рис. 8. Електромагнітний клапан на 24 В змінної напруги, живиться через додатковий трансформатор і працює тільки при наявності сіткової напруги. Клапан встановлюється на злив накопичувального бака.

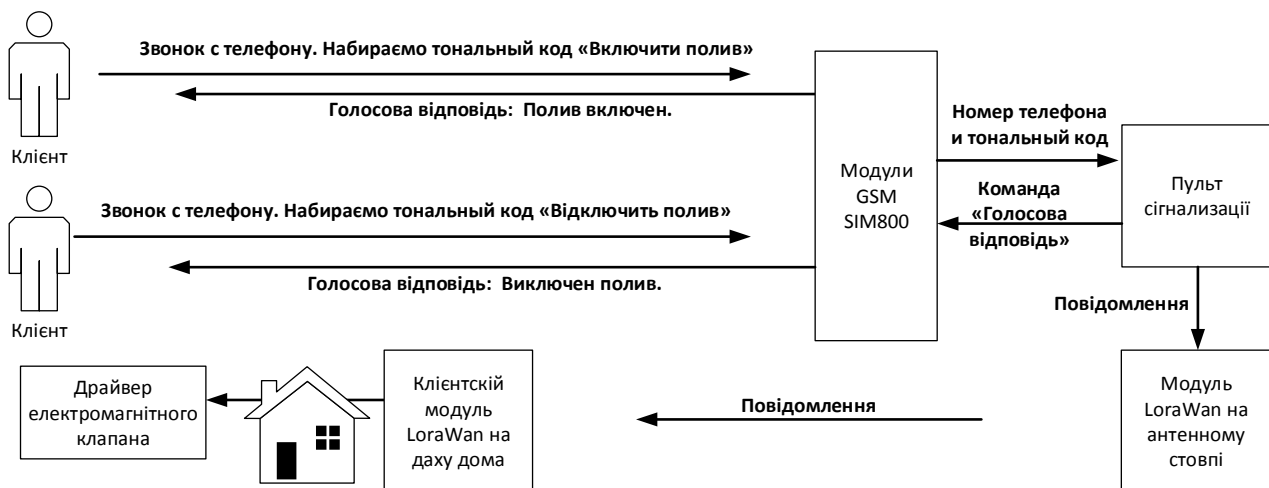


Рис. 8. Схема дистанційного керування краплинним поливом рослин через систему охоронної сигналізації

ВИСНОВКИ

Розроблені автоматична система керування віддаленими об'єктами й система охорони об'єкта зв'язані за допомогою Logawan на частотах 433 і 868 МГц. Система керування віддаленими об'єктами виконує декілька стандартних функцій, серед яких одержання інформації від системи керування об'єктом, що охороняють; реєстрація інформації від системи керування об'єктом, що охороняють; оперативна передача інформації операторові від системи керування об'єктом, що охороняють; пошук і перегляд збереженої інформації. Крім того, автоматично здійснюється контроль справності системи керування об'єктами, що охороняють, з передачею й реєстрацією інформації про наявність несправності; контроль роботи оператора й віддалене керування функціями системи об'єкта, що охороняють; автоматичне дублювання каналів передачі й зберігання інформації.

Система керування об'єктом, що охороняють, містить функції підключення й відключення сигналізації й зв'язок із системою, керуючою віддаленими об'єктам, контролю й сигналізації про наближення сторонніх і проникнення в охоронюваний об'єкт. Крім того, містить функцію протипожежної сигналізації й дистанційного керування краплинним поливом рослин.

Програмне забезпечення системи керування віддаленими об'єктами й охорони об'єкта розроблено із застосуванням концепції автоматного програмування, у рамках якої програма керування реалізується як система формальних автоматів, описаних методом графів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова Кабінету міністрів УКРАЇНИ від 9 червня 2006 р. N 815 «Про затвердження Плану використання радіочастотного ресурсу України».
2. Поликарпова Н. И., Шальто А. А. Автоматное программирование. Санкт-Петербург: Питер, 2009. 176 с. ISBN 978-5-388-00692-9
3. Донченко Є. І. Автоматное программирование при разработке встраиваемых систем. *Інформатика, управління та штучний інтелект*: Тези шостої міжнародної науково-технічної конференції. Харків – Краматорськ, 2019. С. 31.
4. J. Saha et al. Advanced IOT based combined remote health monitoring, home automation and alarm system: 2018 IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), Las Vegas, NV, 2018, pp. 602–606. doi: 10.1109/CCWC.2018.8301659

REFERENCES

1. Resolution of the cabinet of ministers of Ukraine of June 9, 2006 N 815 "About approval of the Plan of use of a radio frequency resource of Ukraine".
2. Polikarpova N.I., Shalyto A.A. Automated programming. St. Petersburg: Peter, 2009. 176 p. ISBN 978-5-388-00692-9.
3. Donchenko E. I. Automated programming in the development of embedded systems. *Informatics, control and technical intelligence: Abstracts of the International Science and Technology Conference*. Kharkiv–Kramatorsk, 2019. P. 31.
4. J. Saha et al. "Advanced IOT based combined remote health monitoring, home automation and alarm system": 2018 *IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, Las Vegas, NV, 2018, pp. 602-606. doi: 10.1109/CCWC.2018.8301659.

АВТОРИ / АВТОРЫ / AUTORS

Донченко Є. І. – ст. викладач каф. АВП ДДМА;
Донченко Е. И. – ст. преподаватель каф. АПП ДГМА;
Donchenko E. I. – Senior Lecturer DSEA.

Жартовський О. В. – канд. техн. наук, доцент каф. АВП ДДМА;
Жартовский А. В. – канд. техн. наук, доцент каф. АПП ДГМА;
Jartovsky O. V. – candidate of technical science, associate professor DSEA.
E-mail: avpivras@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3919-4941>

Мещеряков А. О. – студент гр. АВП-19-1м ДДМА;
Мещеряков А. А. – студент гр. АПП-19-1м ДГМА;
Meshcheryakov A. O. – student DSEA.

Рябін І. О. – студент гр. АВП-19-1т ДДМА;
Рябин И. А. – студент гр. АПП-19-1т ДГМА;
Ryabin I. O. – student DSEA.

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА), м. Краматорськ
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА), г. Краматорск
Donbass State Engineering Academy (DSEA), Kramatorsk

АНОТАЦІЯ / АННОТАЦИЯ / ANNOTATION

Донченко В. І., Жартовський О. В., Мещеряков А. О., Рябин І. О. Застосування протоколу бездротової передачі даних у системах керування. Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. 2020. № 1 (48).

Розроблено автоматичну систему управління віддаленими об'єктами і систему охорони об'єкта. Система управління віддаленими об'єктами виконує ряд функцій, серед яких отримання інформації від системи управління об'єктом, що охороняється; реєстрація інформації від системи управління об'єктом, що охороняється; оперативна передача інформації від системи управління об'єктом, що охороняється, оператору; пошук і перегляд збереженої інформації. Крім того, система здійснює контроль справності системи управління охоронюваним об'єктами з передачею і реєстрацією інформації про несправності; контроль роботи оператора і віддалене управління функціями системи управління об'єкту, що охороняється. Система керування охоронюваним об'єктом розрахована на роботу як при зовнішньому живленні, так і при тривалому відключенні від нього. Зв'язок з верхнім рівнем здійснюється за допомогою модуля Logawan, оснащений вбудованою вкороченою антеною. У випадку виникнення проблем зі зв'язком застосовується антена без укорочення. Обмін інформацією між системою керування віддаленими об'єктами й системами керування охоронюваним об'єктом здійснюється в синхронному режимі. Щосекунди базова станція відправляє інформаційно-синхронізуючий сигнал Маяка. Якщо система керування віддаленими об'єктом збирається провести сеанс зв'язку, то вона синхронізується по сигналу Маяка. Система здійснює автоматичне дублювання каналів передачі і зберігання інформації. Програмне забезпечення системи управління віддаленими об'єктами і охорони об'єкта розроблено з застосуванням концепції

автоматного програмування, в рамках якої програма управління реалізується як система формальних автоматів, описаних методом графів. Реалізація алгоритму обміну інформацією в системі забезпечена використанням інтегрованих мікроконтролерних систем з надмалим споживанням енергії.

Ключові слова: метод графів, система, формальний автомат, алгоритм, канал зв'язку, інформація.

Донченко Е. И., Жартовский А. В., Мещеряков А. А., Рябин И. А. Применение протокола беспроводной передачи данных в системах управления. Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. 2020. № 1 (48).

Разработана автоматическая система управления удаленными объектами и систему охраны объекта. Система управления удаленными объектами выполняет ряд функций, среди которых получение информации от системы управления охраняемым объектом; регистрация информации от системы управления охраняемым объектом; оперативная передача информации от системы управления охраняемым объектом оператору; поиск и просмотр сохраненной информации. Кроме того, система осуществляет контроль исправности системы управления охраняемым объектам с передачей и регистрацией информации о неисправностях; контроль работы оператора и удаленное управление функциями системы управления охраняемым объектом. Система управления охраняемым объектом рассчитана на работу как при внешнем питании, так и при длительном отключении от него. Связь с верхним уровнем осуществляется с помощью модуля Logawan, который оснащен встроенной укороченной антенной. В случае возникновения проблем со связью применяется антенна без укорочения. Обмен информацией между системой управления удаленными объектами и системой управления охраняемым объектом осуществляется в синхронном режиме. Каждую секунду базовая станция отправляет информационно-синхронизирующий сигнал Маяка. Если система управления удаленным объектом собирается провести сеанс связи, то она синхронизируется по сигналу Маяка. Система осуществляет автоматическое дублирование каналов передачи и хранения информации. Программное обеспечение системы управления удаленными объектами и охраны объекта разработана с применением концепции автоматного программирования, в рамках которой программа управления реализуется как система формальных автоматов, описанных методом графов. Реализация алгоритма обмена информацией в системе обеспечена использованием интегрированных микроконтроллерных систем со сверхмалым потреблением энергии.

Ключевые слова: метод графов, система, формальний автомат, алгоритм, канал связи, інформація.

Donchenko E. I., Jartovsky O. V., Meshcheryakov A. O., Ryabin I. O. Application of wireless data transmission protocol in control systems. Herald of the DSEA. 2020. № 1 (48).

An automatic control system for remote objects and a system for object protection have been developed. The remote object management system performs a number of functions, including obtaining information from the protected object management system; registration of information from the management system of the protected object; prompt transfer of information from the management system of the protected object to the operator; search and view saved information. In addition, the system monitors the serviceability of the management system of protected objects with the transmission and registration of fault information; control of the operator's work and remote control of the functions of the control system of the protected object. The control system of the protected object is designed to work both with external power and long-term disconnection from it. Communication with the upper level is carried out by means of the Lorawan module equipped with the built-in shortened antenna. In case of communication problems, the antenna is used without shortening. The exchange of information between the remote object management system and the protected object control systems is carried out in synchronous mode. Every second, the base station sends an information and synchronization signal to the Lighthouse. If the remote object management system is going to conduct a communication session, it is synchronized by the Beacon signal. The system automatically duplicates the channels of transmission and storage of information. The software of the remote object management system and object protection is developed using the concept of automatic programming, in which the control program is implemented as a system of formal automata, described by the method of graphs. Implementation of the algorithm of information exchange in the system is provided by the use of integrated microcontroller systems with ultra-low energy consumption.

Keywords: graph method, system, formal automaton, algorithm, communication channel, information.