

УДК 004.7

DOI: 10.31471/1993-9981-2019-1(42)-70-76

КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПРОВІДНИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

*С.М. Бабчук**Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Івано-Франківськ, Карпатська 15, 76019, plumbum@meta.ua*

В даний час досягти бажаного рівня управління будь-яким підприємством можна тільки за наявності повної та актуальної вихідної інформації про поточний стан справ на даному підприємстві. Зростання розмірів підприємства ускладнює збір необхідної інформації та її обробку. На швидкість та повноту збору даних також впливає багато інших факторів пов'язаних з особливостями конкретних підприємств. Зокрема, у нафтогазових підприємствах є велика кількість об'єктів розташованих на великих відстанях один від одного (в тому числі у віддалених та важкодоступних районах). Крім того, на даних підприємствах працює різноманітне обладнання та використовується велика номенклатура різноманітних матеріально-технічних цінностей. Досить часто з певних управлінських потреб обладнання і матеріально-технічні цінності можуть переміщуватись в межах одного підрозділу, який розташований на великій території, або між підрозділами одного нафтогазового підприємства. В зв'язку з вищевказаним, сьогодення вимагає від підприємств нафтогазового комплексу впровадження сучасних ефективних систем збору інформації про наявні матеріально-технічні цінності та їх розташування в певний момент часу. З метою вирішення даної проблеми було проведено аналіз сучасних безпроводних спеціалізованих цифрових мереж та визначено з них такі, які можна використати на підприємствах нафтогазового комплексу для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів. Також встановлено основні характеристики безпроводних спеціалізованих цифрових мереж (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), за якими їх можна класифікувати. Створено класифікацію безпроводних спеціалізованих цифрових мереж (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), за якою спеціалісти служб контрольно-вимірювальних пристроїв і автоматизації зможуть для виконання конкретного завдання вибрати найбільш відповідну безпроводну спеціалізовану цифрову мережу для моніторингу місцезнаходження об'єктів нафтогазового підприємства.

Ключові слова: класифікація; безпроводні спеціалізовані цифрові мережі; моніторинг місцезнаходження об'єктів, SIGFOX; LoRa; openRTLS; LTE-M; Nb-IoT.

В настоящее время достичь желаемого уровня управления любым предприятием возможно только при наличии полной и актуальной исходной информации о текущем состоянии дел на данном предприятии. Рост размеров предприятия затрудняет сбор необходимой информации и ее обработку. На скорость и полноту сбора данных также влияет много других факторов связанных с особенностями конкретных предприятий. В частности, в нефтегазовых предприятиях имеется большое количество объектов расположенных на больших расстояниях друг от друга (в том числе в отдаленных и труднодоступных районах). Кроме того, на данных предприятиях работает разнообразное оборудование и используется большая номенклатура различных материально-технических ценностей. Достаточно часто оборудование и материально-технические ценности перемещаются в пределах одного подразделения, которое расположено на большой территории, или между подразделениями одного нефтегазового предприятия. В связи с вышеуказанным, предприятиям нефтегазового комплекса необходимо внедрять современные эффективные системы сбора информации об имеющихся материально-технических ценностях и их расположении в определенный момент времени. С целью решения данной проблемы был проведен анализ современных беспроводных специализированных цифровых сетей и определены из них такие, которые можно использовать на предприятиях нефтегазового комплекса для систем мониторинга местонахождения объектов. Также установлены основные характеристики беспроводных специализированных цифровых сетей (которые можно использовать для систем мониторинга местонахождения объектов), по которым их можно классифицировать. Создана классификация беспроводных специализированных цифровых сетей (которые можно использовать для систем мониторинга местонахождения объектов), с помощью которой специалисты служб контрольно-измерительных устройств и

автоматизации смогут для выполнения конкретных задачи выбрать наиболее подходящие беспроводные специализированные цифровые сети для мониторинга местонахождения объектов нефтегазового предприятия.

Ключевые слова: классификация; беспроводные специализированные цифровые сети; мониторинг местонахождения объектов, SIGFOX; LoRa; openRTLS; LTE-M; Nb-IoT.

At present, it is possible to achieve the desired level of management of any enterprise only if there is complete and up-to-date source information about the current state of affairs in this enterprise. Growing size of an enterprise complicates the collection of necessary information and its processing. The speed and completeness of data collection is also influenced by many other factors associated with the specifics of specific enterprises. In particular, oil and gas companies have a large number of objects located at large distances from each other (including in remote and hard-to-reach areas). In addition, these enterprises operate a variety of equipment and uses a large range of different material-technical values. Quite often, for certain managerial needs, equipment and material and technical values can be moved within a single unit located in a large area or between units of one oil and gas undertaking. In connection with the aforementioned present, the enterprises of the oil and gas complex require the introduction of modern effective systems for collecting information on available material and technical values and their location at a certain point in time. In order to solve this problem, an analysis of modern wireless specialized digital networks was carried out and identified from them, which can be used at enterprises of the oil and gas complex for the monitoring of the location of the objects. Also, the basic characteristics of wireless specialized digital networks (which can be used for systems for monitoring the location of objects), by which they can be classified, are also established. A classification of wireless specialty digital networks (which can be used for objects monitoring systems) is created, which allows the specialists of control and measurement equipment and automation services to select the most appropriate wireless digital network for monitoring the location objects of oil and gas enterprises.

Keywords: classification; wireless specialized digital networks; monitoring of location of objects, SIGFOX; LoRa; openRTLS; LTE-M; Nb-IoT.

Вступ

В даний час досягти бажаного рівня управління будь-яким підприємством можна тільки за наявності повної та актуальної вихідної інформації про поточний стан справ на даному підприємстві. Зростання розмірів підприємства ускладнює збір необхідної інформації та її обробку. На швидкість та повноту збору даних також впливає багато інших факторів пов'язаних з особливостями конкретних підприємств.

Багато років системи управління підприємствами, як правило, будувались на базі кабельних мереж (коаксіальний кабель, вита пара, оптоволоконний кабель). Прокладання кабельних мереж на є складним і дороговартісним завданням. Використання кабелів, як середовища передавання даних в умовах контролю рухомих об'єктів, є взагалі технологічно неприйнятним. Тому актуальним завданням для таких підприємств, які проводять модернізацію своїх систем контролю та управління, є створення автоматизованих систем на базі безпроводних технологій. Системи автоматизації на базі безпроводних технологій значно простіше розгортаються. Крім того, вони значно гнучкіші при подальшій

модернізації чи зміні конфігурації. А найголовніше, вони не створюють незручностей і не заважають здійсненню технологічних операцій та інших дій на відміну від систем, які базуються на кабельних системах передавання даних [1].

Метою дослідження є:

- визначити безпроводні спеціалізовані цифрові мережі, які можна використати на підприємствах нафтогазового комплексу для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів контролю;

- встановити основні характеристики безпроводних спеціалізованих цифрових мереж (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), за якими їх можна класифікувати;

- створити класифікацію безпроводних спеціалізованих цифрових мереж (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), за якою спеціалісти служб контрольно-вимірвальних пристроїв і автоматизації зможуть для виконання конкретного завдання вибрати найбільш відповідну безпроводну спеціалізовану цифрову мережу для моніторингу місцезнаходження об'єктів нафтогазового підприємства.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень і публікацій

Останні роки характеризуються все більшим поширенням мереж, які побудовані за допомогою радіотехнологій, що дозволяють забезпечити максимальну мобільність і незалежність. В даний час очевидно, що безпроводні мережі практично знаходяться поза конкуренцією по оперативності розгортання, мобільності, широті можливих додатків, у багатьох випадках будучи єдиним економічно виправданим рішенням [2].

В даний час в світі виробляються та експлуатуються десятки безпроводних спеціалізованих цифрових мереж для різних сфер народного господарства.

Для систем життєзабезпечення будівель та квартир використовується майже три десятки різних безпроводних спеціалізованих цифрових мереж, які забезпечують ефективну роботу як невеликих об'єктів так і об'єктів дуже великих розмірів і складності [4-7].

Для систем віддаленого зчитування показників лічильників води, газу, тепла, електроенергії за кордоном використовуються безпроводні спеціалізовані цифрові мережі [8-9]: WM-Bus, WMRNET, EverBlu.

Останнім часом набувають поширення безпроводні спеціалізовані цифрові мережі і в інших сферах (відмінних від вищевказаних): інтелектуальні системи освітлення вулиць, системи паркування автотранспорту в містах, сільське господарство, в медицині для безперервного моніторингу пацієнтів (температури, ЕКГ, частоти серцевих скорочень, рівня кисню, рівня цукру в крові). Проте застосування безпроводних спеціалізованих цифрових мереж в промислових умовах в т.ч. і на підприємствах нафтогазового комплексу відбувається досить повільно і обмежено. Це зумовлено в першу чергу тим, що відсутня методична база щодо проведення вибору безпроводних спеціалізованих цифрових мереж для таких об'єктів.

Зокрема, у нафтогазових підприємствах є велика кількість об'єктів розташованих на великих відстанях один від одного (в тому числі у віддалених та важкодоступних районах). Крім того, на даних підприємствах працює

різноманітне обладнання та використовується велика номенклатура різноманітних матеріально-технічних цінностей. Досить часто з певних управлінських потреб обладнання і матеріально-технічні цінності можуть переміщуватись в межах одного підрозділу, який розташований на великій території, або між підрозділами одного нафтогазового підприємства. Контроль за таким переміщеннями і поточним розміщенням обладнання та матеріально-технічних цінностей продовжують здійснювати застарілими малоефективними методами (вручну працівниками бухгалтерій, економічних відділів, складів та виробничих підрозділів). В зв'язку з вищевказаним сьогодні вимагає від підприємств нафтогазового комплексу впровадження сучасних ефективних систем збору інформації про наявні матеріально-технічні цінності та їх розташування в певний момент часу.

Визначення безпроводних спеціалізованих цифрових мереж, які можна використати на підприємствах нафтогазового комплексу для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів

З метою створення методичної бази використання безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів контролю на підприємствах нафтогазового комплексу було проведено дослідження існуючих безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж. В результаті досліджень встановлено, що для досягнення поставленого завдання можна використати наступні безпроводні спеціалізовані цифрові мережі:

- SIGFOX;
- LoRa;
- openRTLS;
- LTE-M;
- Nb-IoT;
- RuBee;
- RFID.

Результати аналізу джерел інформації [8-19] для зручності подальшого дослідження було сформовано в табличній формі (її невелика частина зображена нижче в таблиці 1).

Таблиця 1 – Безпроводні спеціалізовані комп'ютерні мережі для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів контролю на підприємствах нафтогазового комплексу.

Назва мережі	Базова технологія	Топологія	Радіус дії	Максимальна швидкість передавання даних, кбіт/с	Можлива сфера використання
SIGFOX	UNB	зірка	до 100 км	0,1	Збір інформації в реальному часі про місце знаходження об'єкту контролю, віддалений моніторинг і управління, відстеження домашніх тварин
LoRa	IEEE 802.15.4	зірка	до 100 км	0,3 (на відстань до 100 км) 50 (на відстань до 2 км)	Відстеження об'єктів контролю, промисловість, контроль споживання ресурсів.
openRTLS	IEEE 802.15.4	зірка	до 1 км	6800	Промисловість, логістика, будинкова автоматизація, медицина, біометричний контроль доступу, сільське господарство, спорт: клас систем, який надає інформацію в реальному часі про місцезнаходження об'єктів, тварин, людей і товарів.
LTE-M	3GPP	зірка	до 10 км	1000	Відстеження: мотоциклів, велосипедів, автомобілів, вантажних причепів, перевезення контейнерів, дітей, домашніх тварин, цінних активів та речей
Nb-IoT	3GPP	зірка	до 10 км	250	Відстеження: мотоциклів, велосипедів, автомобілів, вантажних причепів, перевезення контейнерів, дітей, домашніх тварин, цінних активів та речей
RuBee	RFID		до 30 м	9,6	Контроль та виявлення контрольованих предметів: критично важливі інструменти, багато інших категорій високо оцінюваних товарів та тварин
RFID	RFID		до 10 м	128	RFID-системи застосовуються в різноманітних випадках, коли потрібен оперативний і точний контроль, відстеження і урахування численних переміщень різноманітних об'єктів: - промисловість; - транспортна і складська логістика (покращення обліку й руху матеріалів);

Назва мережі	Базова технологія	Топологія	Радіус дії	Максимальна швидкість передавання даних, кбіт/с	Можлива сфера використання
					- системи контролю та управління доступом; - системи локалізації об'єктів в реальному режимі часу.

Встановлення основних характеристик безпроводних спеціалізованих цифрових мереж (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), за якими їх можна класифікувати.

З метою визначення основних характеристик безпроводних спеціалізованих цифрових мереж (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), за якими їх можна класифікувати спочатку було проаналізовано існуючі безпроводні спеціалізовані цифрові мережі за наступними їх характеристиками:

- технологія на базі якої розроблена мережа;
- топологія мережі;
- максимальний радіус дії в метрах;
- максимальна швидкість передавання даних в кбіт/с;
- сфера використання.

Встановлено, що загалом безпроводні спеціалізовані цифрові мережі (які можна використати для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів), можна класифікувати за:

- максимальним радіусом дії;
- технологією на базі якої розроблена мережа.

Класифікація безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів.

За радіусом дії вищевказані мережі можна класифікувати:

- великий радіус дії (до 100 км): SIGFOX, LoRa;
- середній радіус дії (до 10 км): LTE-M, Nb-IoT, openRTLS;
- малий радіус дії (до 30 м): RuBee, RFID.

На радіус дії впливають два фактори:

- технологія на базі якої створена безпроводні спеціалізовані цифрові мережі;

- особливості самої безпроводної спеціалізованої цифрової мережі.

Безпроводні спеціалізовані цифрові мережі створені на базі RFID-технології мають тільки малий радіус дії. Безпроводні спеціалізовані цифрові мережі створені на базі 3GPP-технології можуть мати середній радіус дії. На базі IEE 802.15.4 створені безпроводні спеціалізовані цифрові мережі як великого радіусу дії (LoRa) так і середнього радіусу дії (openRTLS). На базі технології UNB створена мережа SIGFOX великого радіусу дії.

Крім вищевказаної класифікації безпроводних спеціалізованих цифрових мереж за радіусом дії, їх можна класифікувати за базовими технологіями на основі яких вони створені:

- UNB;
- IEE 802.15.4;
- 3GPP;
- RFID.

Безпроводні спеціалізовані цифрові мережі створені на базі IEE 802.15.4 можна класифікувати:

- з великим радіусом дії;
- з середнім радіусом дії.

Безпроводні спеціалізовані цифрові мережі створені на базі технології 3GPP можна класифікувати:

- напівдуплексні;
- дуплексні.

Безпроводні спеціалізовані цифрові мережі створені на базі технології RFID можна класифікувати:

- для звичайних умов;
- для важких умов.

Створена класифікація безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів зображена на рис. 1.

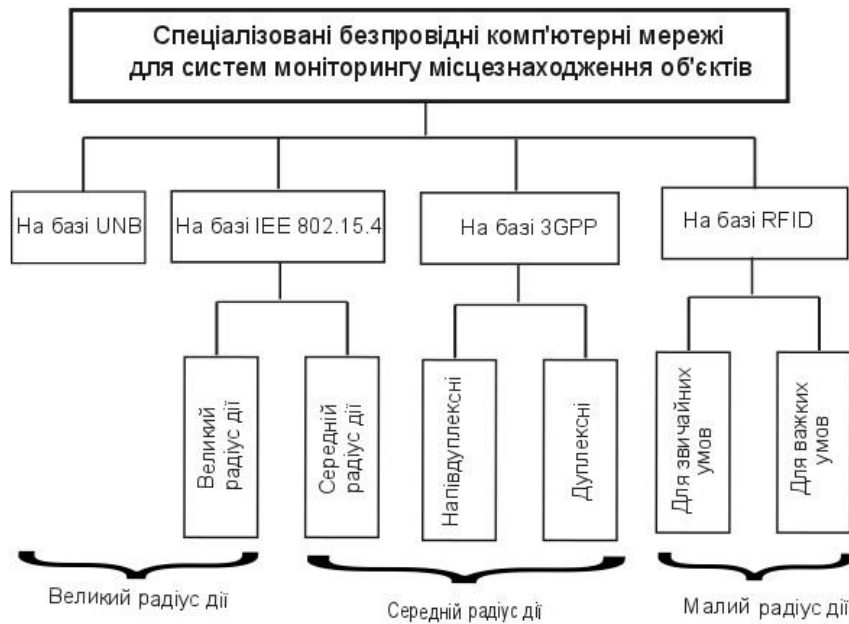


Рисунок 1 - Класифікація безпроводних спеціалізованих комп'ютерних мереж для систем моніторингу місцезнаходження об'єктів.

Література

1. Бабчук С. М. Визначення спеціалізованої комп'ютерної мережі для підвищення енергоефективності експлуатації будівель підприємств нафтогазового комплексу. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2016. №3. С. 96-99.
2. Babchuk S. Classification of Specialized Computer Networks. Journal of Automation and Information Sciences. 2016. Vol. 48. P. 57-64.
3. Sakellaris J. K. Supervisory control using EIB. KONNEX technology: A sensor network protocol enabling a holistic and environmental approach in architecture. 3rd IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy & Environment, University of Cambridge. 2009. 365-378 p.
4. KNX bus communications. Device range Synco 700, Synco living, RXB/RXL, RDG, RDF, RDU. Synco. 2013. 88 p.
5. Merton KNX. Schneider-electric. 2012. 37 p.
6. Z-Wave: Technical Basics. 2011. 125 p.
7. Introducing ZigBee PRO's new eco-friendly Green Power feature. ZigBee Alliance. 2013. 38 p.
8. Wireless M-Bus Suite and Silabs specific documentation: Quick Start Guide. Steinbeis Transfer Center for Embedded Design and Networking. 2014. 71 p.
9. Internet of Things. - Keysight Technologies, 2016. 10 p.
10. Zdravko L., Marin B. Survey of Smart Metering Communication Technologies. 2015. 11 p.
11. Wasmote Sigfox: Networking Guide. Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L. 2016. 55 p.
12. Dregvaite G, Damasevicius R. Information and Software Technologies. Springer. 2016. 768 p.
13. Ferran Adelantado, Xavier Vilajosana, Pere Tuset-Peiro, Borja Martinez, Joan Melia Understanding the limits of LoRaWAN. 2016. 5 p.
14. LTE evolution for IoT connectivity. Nokia. 2016. 18 p.
15. Executive Summary: Inside 3GPP Release 13. 4G Americas. 2015. 9 p.
16. LTE-M – Optimizing LTE for the Internet of Things. Nokia. 2015. 16 p.
17. Antti Ratilainen. NB-IOT. 11 p.

18. NARROWBAND IOT: Groundbreaking in the internet of things. Deutsche Telekom AG. 2016. 12 p.

19. Sasan Adibi. Mobile Health: A Technology Road Map. Springer. 2015. 1172 p.

References

1. Babchuk S. M. Vyznachennia spetsializovanoi kompiuternoi merezhi dlia pidvyshchennia enerhoefektyvnosti ekspluatatsii budivel pidpriemstv naftohazovoho kompleksu. Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. 2016. №3. S. 96-99.

2. Babchuk S. Classification of Specialized Computer Networks. Journal of Automation and Information Sciences. 2016. Vol. 48. P. 57-64.

3. Sakellaris J. K. Supervisory control using EIB. KONNEX technology: A sensor network protocol enabling a holistic and environmental approach in architecture. 3rd IASME/WSEAS Int. Conf. on Energy & Environment, University of Cambridge. 2009. 365-378 p.

4. KNX bus communications. Device range Synco 700, Synco living, RXB/RXL, RDG, RDF, RDU. Synco. 2013. 88 p.

5. Merton KNX. Schneider-electric. 2012. 37 p.

6. Z-Wave: Technical Basics. 2011. 125 p.

7. Introducing ZigBee PRO's new eco-friendly Green Power feature. ZigBee Alliance. 2013. 38 p.

8. Wireless M-Bus Suite and Silabs specific documentation: Quick Start Guide. Steinbeis Transfer Center for Embedded Design and Networking. 2014. 71 p.

9. Internet of Things. - Keysight Technologies, 2016. 10 p.

10. Zdravko L., Marin B. Survey of Smart Metering Communication Technologies. 2015. 11 p.

11. Waspote Sigfox: Networking Guide. Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L. 2016. 55 p.

12. Dregvaite G, Damasevicius R. Information and Software Technologies. Springer. 2016. 768 p.

13. Ferran Adelantado, Xavier Vilajosana, Pere Tuset-Peiro, Borja Martinez, Joan Melia Understanding the limits of LoRaWAN. 2016. 5 p.

14. LTE evolution for IoT connectivity. Nokia. 2016. 18 p.

15. Executive Summary: Inside 3GPP Release 13. 4G Americas. 2015. 9 p.

16. LTE-M – Optimizing LTE for the Internet of Things. Nokia. 2015. 16 p.

17. Antti Ratilainen. NB-IOT. 11 p.

18. NARROWBAND IOT: Groundbreaking in the internet of things. Deutsche Telekom AG. 2016. 12 p.

19. Sasan Adibi. Mobile Health: A Technology Road Map. Springer. 2015. 1172 p.