

Сети LPWAN как объект преднамеренных электромагнитных воздействий

Е. Д. Филин¹, Р. В. Киричек²

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. профессора М.А. Бонч-Бруевича

¹filin.ed@mail.ru, ²kirichek.sut@mail.ru

Аннотация. С ростом применения и повышения значимости проектов Интернета вещей, основанных на использовании энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия, возрастает значение обеспечения информационной безопасности и защиты информации. В связи с чем, является актуальным проведение исследовательской работы по особенностям передачи информации с использованием технологий LPWAN.

Ключевые слова: *IoT; LPWAN; EMC; Интернет вещей; энергоэффективные сети дальнего радиуса действия; электромагнитная совместимость*

I. ПРИМЕНЕНИЕ ИОТ

Концепция Интернета вещей (*IoT*) занимает одно из ключевых направлений развития сетей связи, обладающая самыми обширными вариантами применения в жизни человека [1, 2]. *IoT* является одной из самых эффективных технологий для достижения нового уровня цифровизации в мире, возглавляя рейтинг технологий, составленный с учетом степени влияния на бизнес-модели компаний или целых отраслей, а также с учетом их инвестиционной привлекательности [3]. *IoT* обладает рядом особенностей и ограничений применения в России, связанных с экономической, технологической, законодательной, географической и культурной спецификой страны, но можно выделить три рынка применения: массовый рынок (*B2C*), рынок коммерческих компаний (*B2B*) и рынок государственных учреждений и госкомпаний (*B2G*). Государство осуществляет управление обширной инфраструктурой: дорогами, объектами ЖКХ, зданиями, тепловыми сетями. Внедрение технологий *IoT* с целью повышения результативности и сокращения затрат на обслуживание производственных активов в государственных учреждениях и госкомпаниях обладает наибольшим финансовой эффективностью [4].

В 2017 г. распоряжением № 1632-р от 28 июля 2017 года Председателем Правительства был утвержден документ [5], одной из задач которого является построение федеральной сети узкополосной связи по технологии энергоэффективной сети дальнего радиуса действия (далее – *LPWAN*) для сбора и обработки телематической информации в Российской Федерации.

II. ПРИМЕНЕНИЕ LPWAN В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Основными преимуществами *LPWAN* являются: низкое энергопотребление, большая дальность передачи, высокая масштабируемость, низкая цена устройств и использование нелицензируемых частот (*ISM-band*) [6]. Проекты, основанные на применении *LPWAN*, реализованы в системе здравоохранения [7], сельском хозяйстве [8], умных городах [9, 10], промышленности [11], а также нефтегазовой сфере. Создание умных скважин и цифровых месторождений является одним из главных применений информационных технологий в нефтегазовой сфере. Датчики осуществляют сбор информации о различных параметрах скважины, например, о давлении, температуре, уровне парафинизации и загазованности скважины, отображая все количественные и качественные характеристики в реальном времени, позволяя управлять процессами добычи удаленно [12]. Цифровое месторождение объединяет в себя технологии разведки, разработки и добычи нефти и газа, позволяя, таким образом, снизить себестоимость [13]. В публикации [14] рассматривается пример создания автоматизированной системы дистанционного контроля и управления, которая позволила получить эффективный инструмент контроля разработки нефтяного месторождения и управления этим процессом на основе уже существующей инфраструктуры поддержания пластового давления. Осуществляя сбор и передавая информацию от датчиков, расположенных на буровой платформе, на центры обработки данных, появляется возможность централизованного управления нефтегазовыми системами в реальном времени с минимальными задержками. В работе [15] представлен вариант архитектуры сети *LoRaWAN* в нефтегазовой отрасли. Структурная схема, приведенная на рис. 1, состоит из абонентских устройств, предназначенных для сбора и передачи данных на шлюзы, от которых информация поступает на сервер для отправки на диспетчерский пульт.

функционирования при воздействии на него внешних помех с регламентируемыми значениями параметров. Для оценки влияния преднамеренных электромагнитных воздействий на каналы обмена информацией необходимо проведение теоретических расчетов защищенности.

В работе [20] описана модель системы обеспечения безопасности каналов связи при воздействии преднамеренных электромагнитных воздействий, изображенная на рис. 6, и описана политика безопасности, представляющая собой формальные и неформальные требования по организации безопасности, которые должны выполняться системой обеспечения безопасности при осуществлении преднамеренных электромагнитных воздействий, главной составляющей которой является система управления рисками.

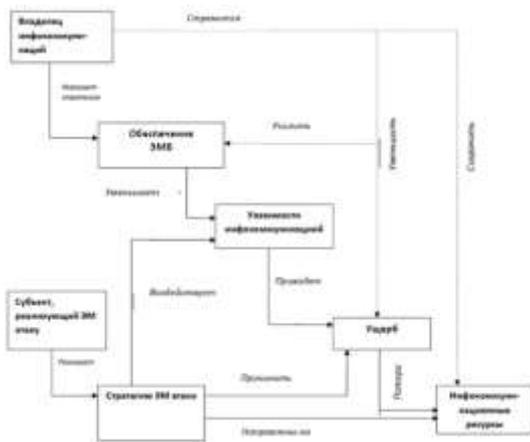


Рис. 6. Модель системы обеспечения безопасности

В работе [21] описан вариант исследования влияния сверхкороткого электромагнитного импульса (далее – СК ЭМИ) на различные радиосистемы, а также приведен сравнительный анализ влияния СК ЭМИ на узкополосные, широкополосные, сверхширокополосные системы связи.

LPWAN можно разделить на три категории – реализованные на базе мобильных сетей в лицензированном диапазоне частот (NB-IoT), используя оптимизацию возможностей IoT на основе мобильных сетей (EC-GSM, LTE-M) и немобильные сети в нелицензированном диапазоне частот. Технологии LPWAN, базирующиеся на мобильной связи, работают в лицензированном спектре, позволяя обеспечить надежность за счет относительно последовательной и стандартизированной инфраструктуры. В нелицензированном диапазоне частот технологии делятся на две группы: широкополосные (LoRa) и узкополосные (Sigfox). В LoRa один канал занимает полосу в эфире шириной 125, 250 кГц или 500 кГц, в то время как в Sigfox один канал занимает полосу в эфире шириной 100 Гц. Каждая из технологий обладает преимуществами и недостатками, рассмотрение которых заслуживает отдельной работы. В феврале 2021 года Росстандарт утвердил стандарт протокола LoRaWAN RU для рынка IoT, в котором определен сетевой протокол

и системная архитектура сети LoRaWAN, которые были оптимизированы для мобильных и стационарных устройств [22].

Технология LoRa (Long Range) была разработана компанией Semtech и основана на запатентованном виде модуляции, основанной на технологии расширения спектра и линейной частотной модуляции (далее – ЛЧМ). ЛЧМ была впервые реализована в 1940-х годах при организации длинноволновой связи с использованием модулированных импульсов chirp для кодирования данных, обеспечивая устойчивость к помехам, многолучевому распространению и эффекту Доплера. Чирпы используют весь канал для организации передачи информации, позволяя обеспечивать высокую устойчивость связи на больших расстояниях. Главная особенность LoRa, обеспечивающая дальность передачи – это способность устройств принимать сигнал с низким SNR, вплоть до отрицательного, то есть случая, когда уровень сигнала ниже уровня шума. В работах [23, 24] проводится детальный анализ LoRa, в котором описаны свойства технологии, позволяющие достичь вышесказанного.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был проведен краткий обзор применения и подходов к обеспечению сетевой безопасности LPWAN. Обоснована необходимость проведения исследований в направлении осуществления преднамеренных электромагнитных воздействий на LPWAN.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Bilal Javed, Mian Waseem Iqbal and Haider Abbas. Internet of Things (IoT) Design Considerations for Developers and Manufacturers. // ICC2017: WT04-5thIEEE International Workshop on Smart Communication Protocols and Algorithms (SCPA 2017). 2017.
- [2] Pallavi Sethi and Smruti R. Sarangi. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. // Journal of Electrical and Computer Engineering Volume. 2017.
- [3] Интернет вещей (IoT) в России. Технология будущего, доступная уже сейчас. // PwC. 2017. С.1-3.
- [4] Перспективы развития «Интернета вещей» в России. // PwC. 2017. С.12-14.
- [5] Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р.
- [6] Ben Buurman, Joarder Kamruzzaman, Gour Karmakar and Syed Islam. Low-Power Wide-Area Networks: Design Goals, Architecture, Suitability, and Use Cases and Research Challenges. IEEE Access 2019. С. 17179-17220.
- [7] Haibin Zhang, Jianpeng Li, Bo Wen, Yijie Xun, and Jiajia Liu. Connecting Intelligent Things in Smart Hospitals Using NB-IoT. IEEE Internet of Things Journal, Vol. 5, No. 3, June 2018. С. 1550-1560.
- [8] Congduc Pham, Fabien Ferrero, Mamour Diop, Leonardo Lizzi, Ousmane Dieng and Ousmane Thiare. Low-cost Antenna Technology for LPWAN IoT in Rural Applications. IEEE. 2017.
- [9] Philip J. Basford, Steven J. Johnston*, Mihaela Apetroaie-Cristea, Florentin M. J. Bulot and Simon J. Cox. LoRaWAN for city scale IoT deployments. IEEE. 2019.
- [10] Agustín Candia, Federico Lo Grasso, Laura Fava, Soledad Natacha Represa, Javier Diaz, Diego Vilches. LoRaWAN IoT Solutions for

- SmartCities. 2019 Sixth International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS). С. 265-269.
- [11] Jorge Navarro-Ortiz, Sandra Sendra, Pablo Ameigeiras, and Juan M. Lopez-Soler. Integration of LoRaWAN and 4G/5G for the Industrial Internet of Things. *IEEE Communication Magazine*. February 2018. С. 60-67.
- [12] Дайджест-2. Нефтегаз. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли. 2018. С.5-7.
- [13] Отчет Центра решений «Делойта» для предприятий энергетического центра. От байтов к баррелям. Цифровая трансформация в сфере разведки и добычи нефти и газа. *Deloitte Insight*. 2017. С. 8-11.
- [14] Хисамов Р.С., Габдрахманов Р.А., Беспалов А.П., Зубарев В.В., Самойлов В.В., Свильпов Д.Ю. Создание «Интернета вещей» в нефтедобыче // *Нефтяное хозяйство*. 10-2017. С.120-124..
- [15] Марисов Д.А., Зацепин А.Ю., Марин Е.А., Терлеев А.В., Ларионова М.Ю. Интернет вещей в нефтегазовой сфере: анализ технологии LoRaWAN и возможности прикладного применения. *ProНефть*. 2019, июнь. Выпуск 2. С.76-80.
- [16] Ali Selamat, Zeinab Iqal. Open Challenges in Internet of Things Security. *ICaTAS 2019. Journal of Physics: Conference Series*. 2019.
- [17] ГОСТ Р 52448-2005. Защита информации. Обеспечение безопасности сетей электросвязи. Общие положения. С. 12-13.
- [18] ГОСТ Р 50397-2011. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения. С. 2.
- [19] Михайлов Р.Л. Помехозащищенность транспортных сетей связи специального назначения: Монография. Череповец: РИО ЧВВИУРЭ, 2016. 128 с.: ил.
- [20] Михеев В.А., Семин В.Г. Разработка концепции политики безопасности инфокоммуникаций МИС ИС в условиях электромагнитных атак // *Технологии ЭМС 2014*. № 4(51). С.58-61.
- [21] Пименов П.Н. Сравнительный анализ влияния сверхкороткого электромагнитного импульса на узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные системы радиосвязи // *Технологии ЭМС 2015*. № 1(52). С.13-16.
- [22] Утверждены новые предварительные национальные стандарты для специалистов в области цифровых технологий. Электронный ресурс. URL: <https://cntd.ru/news/read/utverjdeny-novye-predvaritelnye-nacionalnye-standarty-dlya-specialistov-v-oblasti-cifrovyyh-tehnologiy-2021-02-10> (дата обращения 15.02.2021).
- [23] Kia C. Wiklundh. Understanding the IoT technology LoRa and its interference vulnerability. *IEEE*. 2019.
- [24] Kamil Staniec and Micha B Kowal. LoRa Performance under Variable Interference and Heavy-Multipath Conditions. *Wireless Communications and Mobile Computing Volume 2018*. 2018.