

Интегрированное решение для систем SCADA и беспроводных сетей LoRaWAN IIoT

Павел Гирак, Юрий Макуха / ООО «СОЛИТОН» (г.Киев)

При построении систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) широко применяются компоненты беспроводных сетей, традиционно это точки доступа Wi-Fi, модемы GPRS, 3G, 4G, радиомодемы, требующие питания от сети электроснабжения.

Новые технологические решения в области беспроводных сетей низкой потребляемой мощности (Low Power WAN (LPWAN)) предоставляют возможность контроля энергоресурсов, температуры, влажности и других параметров в зданиях, на промышленных предприятиях, на объектах городской инфраструктуры через беспроводные устройства со встроенными источниками питания. При этом важными параметрами являются радиус действия и время работы от автономного источника питания. Одним из интенсивно развивающихся типов беспроводных сетей являются сети на основе протокола LoRaWAN™.



2015г.

2018г.

Сеть LoRaWAN Proximus, Бельгия [2]

Протокол LoRaWAN™ оптимизирован для устройств с батарейным питанием, которые могут быть либо мобильными, либо установленными в фиксированном месте. На физическом уровне используется технология LoRa® (Long Range), особенностью которой является возможность обмена данными между приемопередатчиками на больших расстояниях при низком энергопотреблении. LoRa основана на методе расширения спектра методом линейной частотной модуляции (CSS), при которой частота несущего сигнала изменяется по линейному закону. За счет расширения спектра повышается эффективность передачи информации через каналы с сильными искажениями. CSS модуляция использовалась в военной и космической связи на протяжении десятилетий, LoRa® - недорогая реализация для коммерческого использования. Один шлюз или базовая станция могут охватывать целые города или сотни квадратных километров [1].

LoRaWAN обеспечивает высокую емкость сети - до 1 млн устройств в одной сети, расстояние между от базовой станции до узла (конечного устройства) может составлять 2-3 км в городе, до 10-15 км на открытой местности. Сети LoRaWAN используют нелицензируемые частоты, в Европе это 867-869 MHz, мощность передатчика +14dBm, link budget 155 dBm.

Сети LoRaWAN используют архитектуру звезда, которая более эффективна с точки зрения длительности эксплуатации батарей, чем mesh-сети. Основными компонентами сети являются:

- конечное устройство (узел);
- концентратор/шлюз;
- сервер сети;
- сервер приложений.

Конечное устройство не привязано к конкретному шлюзу. Как правило, данные, отправленные конечным устройством, принимаются несколькими шлюзами. Каждый шлюз пересылает пакет от конечного устройства на облачный сервер через доступный канал (сеть сотовой связи, Ethernet, спутник или Wi-Fi). Обработка данных выполняется сервером, который управляет сетью, фильтрует избыточные пакеты, выполняет проверки безопасности, планирует подтверждения через оптимальный шлюз, поддерживает адаптивную скорость передачи данных (250bps-50kbps) и др. Если узел является мобильным или перемещается, не требуется передачи обслуживания со шлюза на шлюз, что является важной особенностью для приложений отслеживания активов - основного целевого приложения для IoT.

Узлы в сети LoRaWAN™ являются асинхронными и обмениваются данными, когда у них есть данные, готовые к отправке независимо от событий или по расписанию.

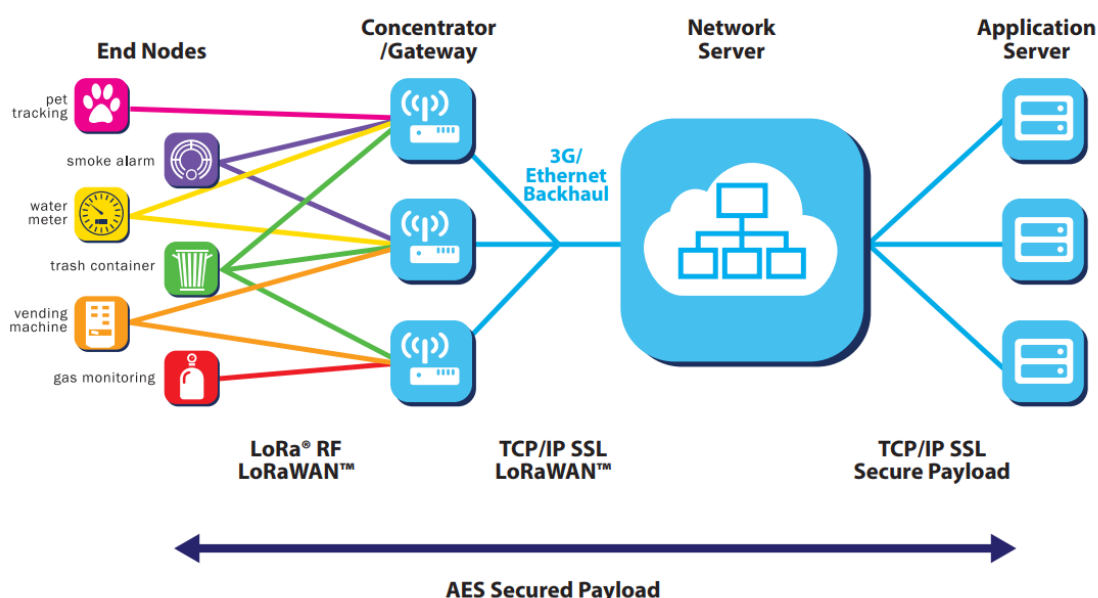


Max Lifetime

- Low power optimized
- 10-20yr lifetime
- >10x vs cellular M2M






Длительность эксплуатации встроенной батареи/аккумулятора узла зависит от частоты опроса. Малая потребляемая мощность конечных устройств LoRaWAN при больших циклах опроса обеспечивает работу от одного встроенного источника питания на протяжении нескольких лет.

Для любой сети LPWAN чрезвычайно важно обеспечить безопасность. LoRaWAN™ использует два уровня безопасности: один для сети и один для приложения. Сетевая безопасность обеспечивает аутентичность узла в сети, в то время как уровень безопасности приложений гарантирует, что сетевой оператор не имеет доступа к данным приложения конечного пользователя. Применяется шифрование AES с обменом ключами с использованием идентификатора IEEE EUI64.



Архитектура сети LoRa с протоколом LoRaWAN

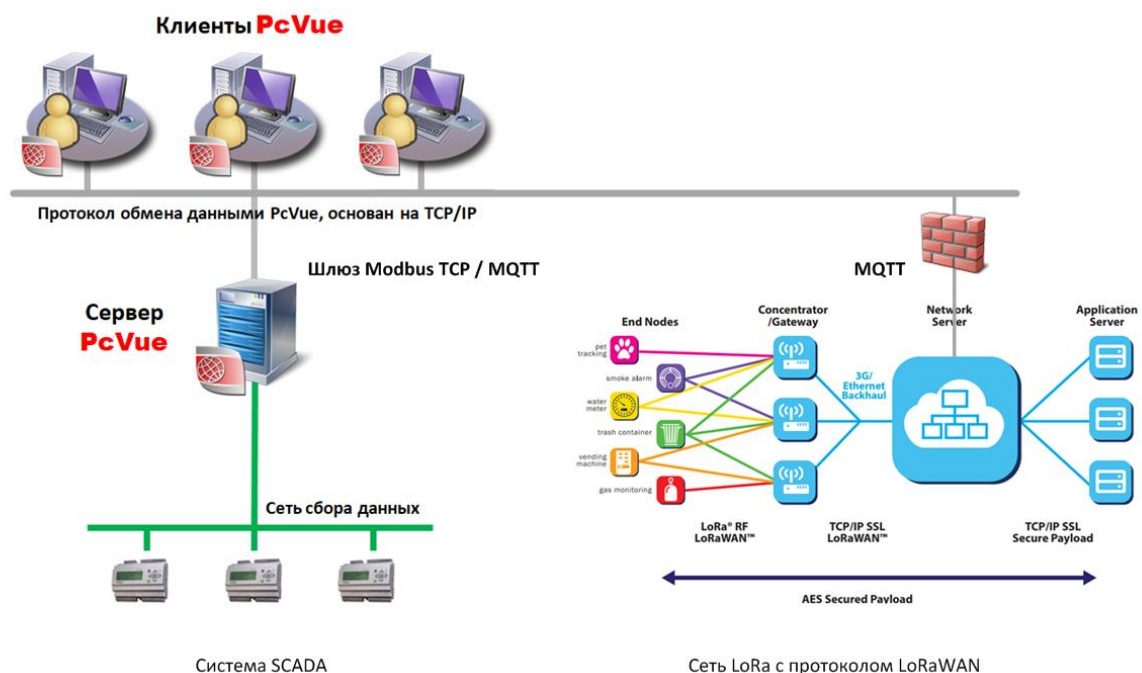
Стоимость инсталляции компонентов системы LoRa существенно ниже, чем других беспроводных систем. Согласно оценке, приведенной ниже, стоимость беспроводной системы на основе Wireless M-Bus и системы LoRa для сбора данных с 10000 датчиков и счетчиков в 2000 помещениях, расположенных в 80 зданиях отличается на порядок [1].

2000 apartments 80 buildings/staircases Sensor cost equal		 An average of 5 sensors/apartment (temperature, humidity and warm water consumption). Fire detection optional. Potential IoT revenue with LoRa.																																																	
  400 repeaters 80 concentrators		 																																																	
WM-Bus <table border="1"> <tr> <td rowspan="4">CAPEX</td> <td>Design, prep</td> <td>4 000</td> <td>€100/hour</td> </tr> <tr> <td>Repeaters</td> <td>32 000</td> <td>€80/each</td> </tr> <tr> <td>Concentrators</td> <td>20 000</td> <td>€250/each</td> </tr> <tr> <td>Installation</td> <td>24 200</td> <td>€55/hour</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SUM</td> <td colspan="2">€ 80 200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">REVENUE</td> <td>Business logic & Statistics</td> <td>36 842</td> <td>Yearly occurring</td> </tr> <tr> <td>Billing, invoice</td> <td></td> <td>Yearly occurring</td> </tr> </table>		CAPEX	Design, prep	4 000	€100/hour	Repeaters	32 000	€80/each	Concentrators	20 000	€250/each	Installation	24 200	€55/hour	SUM		€ 80 200		REVENUE	Business logic & Statistics	36 842	Yearly occurring	Billing, invoice		Yearly occurring	LoRa Network Operator <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">CAPEX</td> <td>Design, prep</td> <td>1 600</td> <td>€100/hour</td> </tr> <tr> <td>GW</td> <td>6 000</td> <td>€1500/each (500apts/GW)</td> </tr> <tr> <td>Installation</td> <td>880</td> <td>€55/hour</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SUM</td> <td colspan="2">€ 8 480</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">REVENUE</td> <td>Business logic & Statistics</td> <td></td> <td>Yearly occurring</td> </tr> <tr> <td>Billing, invoice</td> <td></td> <td>Yearly occurring</td> </tr> <tr> <td>Other IoT services</td> <td></td> <td>Occuring</td> </tr> </table>		CAPEX	Design, prep	1 600	€100/hour	GW	6 000	€1500/each (500apts/GW)	Installation	880	€55/hour	SUM		€ 8 480		REVENUE	Business logic & Statistics		Yearly occurring	Billing, invoice		Yearly occurring	Other IoT services		Occuring
CAPEX	Design, prep		4 000	€100/hour																																															
	Repeaters		32 000	€80/each																																															
	Concentrators		20 000	€250/each																																															
	Installation	24 200	€55/hour																																																
SUM		€ 80 200																																																	
REVENUE	Business logic & Statistics	36 842	Yearly occurring																																																
	Billing, invoice		Yearly occurring																																																
CAPEX	Design, prep	1 600	€100/hour																																																
	GW	6 000	€1500/each (500apts/GW)																																																
	Installation	880	€55/hour																																																
SUM		€ 8 480																																																	
REVENUE	Business logic & Statistics		Yearly occurring																																																
	Billing, invoice		Yearly occurring																																																
	Other IoT services		Occuring																																																

Сервер сети LoRaWAN может поддерживать обмен данными с другими системами по протоколу MQTT в формате JSON. Системы SCADA обеспечивает обмен данными через встроенные коммуникационные драйверы промышленных протоколов, интерфейсы OPC, ODBC и др. Протокол MQTT, широко применяется в решениях для интернета вещей (IoT), но в промышленных приложениях IIoT и системах SCADA только начинает внедряться.

Одним из важных приложений для распределенных беспроводных систем сбора данных и управления является мониторинг счетчиков воды и технологических объектов сети водоснабжения. Благодаря контролю расхода в режиме on-line, возможно снижение потерь воды, планирование работы насосов скважин и резервуаров чистой воды, построение автоматической системы биллинга. В системах контроля расхода воды могут использоваться конечные устройства LoRaWAN с импульсным входом для ввода данных со счетчика воды и автономным источником питания. При мониторинге и управлении оборудованием насосных станций могут применяться устройства с питанием от сети электроснабжения.

Для проекта интеграции системы SCADA с устройствами LoRaWAN разработан коммуникационный шлюз, обеспечивающий обмен данными между сетями с протоколами MQTT и Modbus TCP. Протокол Modbus TCP является стандартным открытым протоколом, поддерживается практически всеми системами SCADA, операторскими панелями и контроллерами систем промышленной автоматизации.

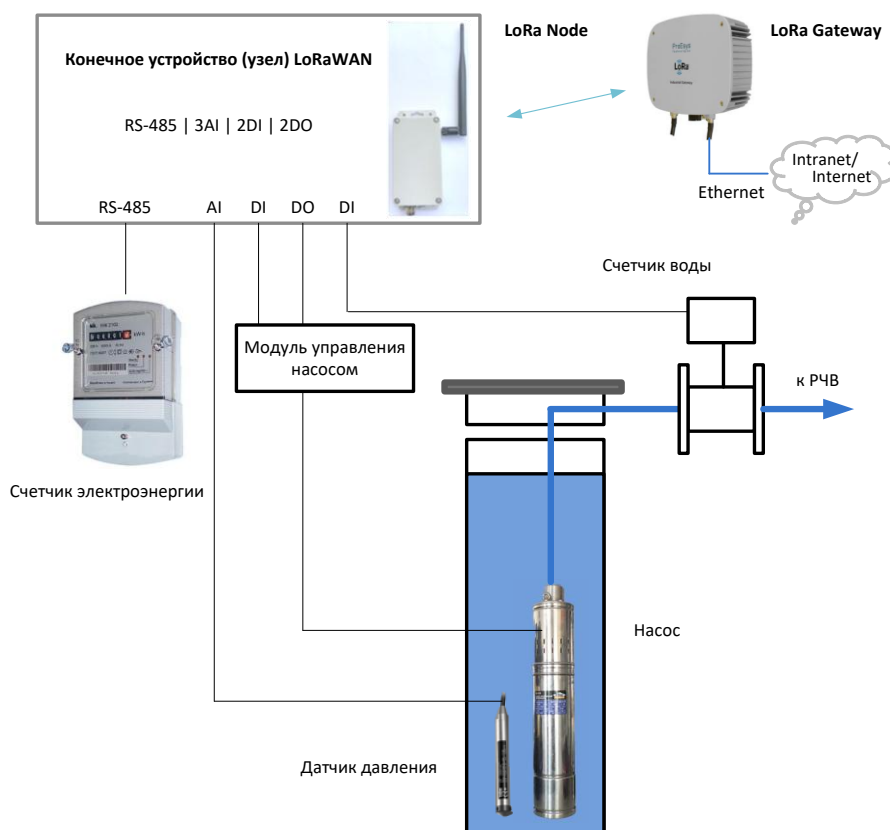


Также, совместно с компанией Сиэстел [3], разработано специализированное конечное устройство (узел) LoRaWAN для управления оборудованием насосной станции и его мониторинга. Основные функции мониторинга и управления обеспечиваются через последовательные порты, аналоговые и дискретные входы/выходы устройства:

Функции	Порты, входы/выходы
Мониторинг счетчиков электроэнергии	1 порт RS-485
Контроль давлений, температур	3 аналоговых входа
Контроль сигнализаторов и счетчиков с импульсными выходами	2 дискретных входа
Управление пускателями, насосами	2 дискретных выхода



Специализированное конечное устройство (узел) LoRaWAN для мониторинга и управления насосной станцией

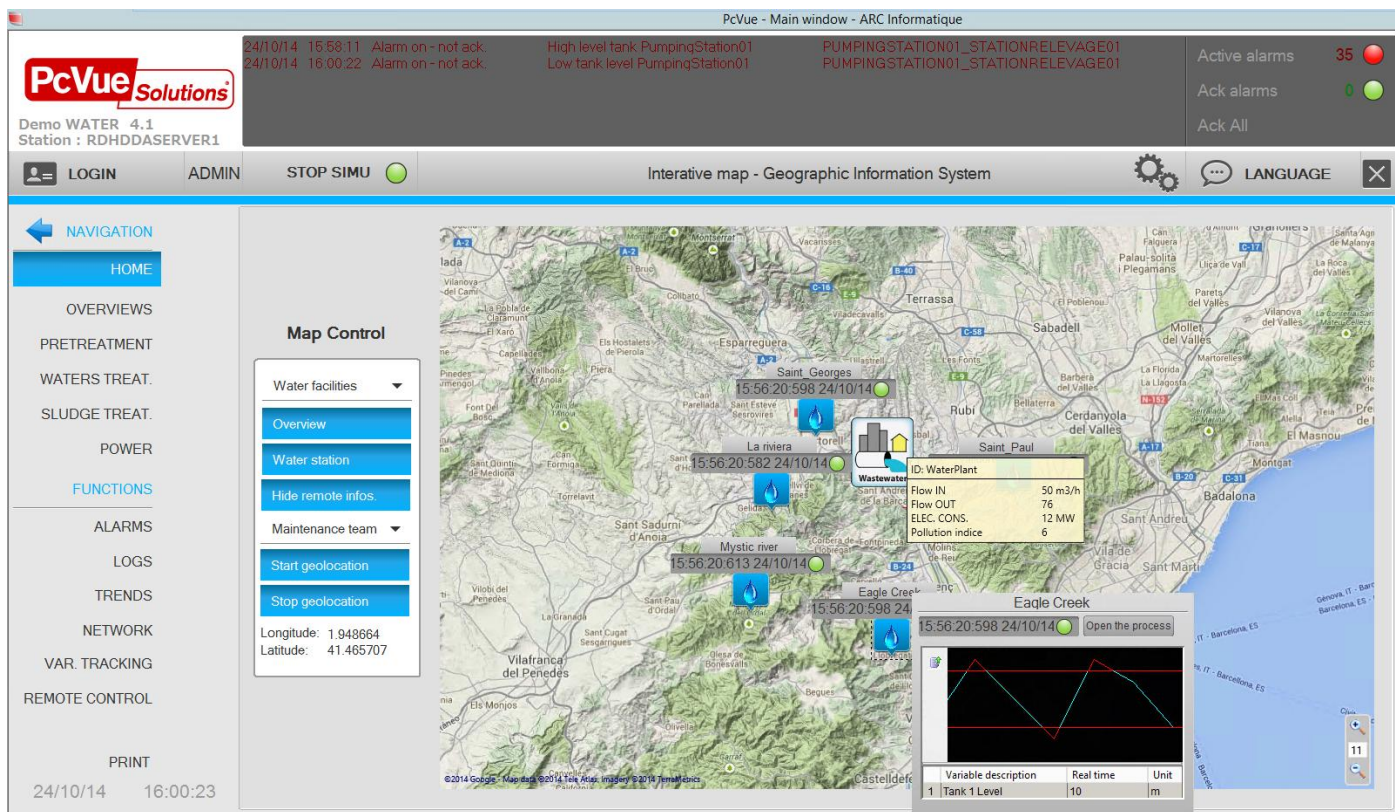


Функциональная схема системы мониторинга и управления оборудованием скважины

Устройство имеет встроенный источник питания и вход для подключения к сети электроснабжения. Регистрируя данные со счетчика воды и потребление электроэнергии, узел позволяет выполнить оценку эффективности скважины, а по гидростатическому давлению, измеряемому датчиком давления, рассчитать запас воды в скважине. Эти оценки позволяют выбрать наиболее эффективные скважины и снизить суммарное потребление электроэнергии предприятием, повысить надежность работы оборудования.

В систему могут быть подключены другие устройства LoRaWAN со стандартными профилями для сбора данных со счетчиков воды, аналоговых датчиков и сигнализаторов, для контроля транспортных средств и других функций мониторинга активов предприятия.

Проект системы SCADA разработан на платформе PcVue компании ARC Informatique (Франция) [4]. Система PcVue имеет широкие коммуникационные возможности, поддерживает работу с web-клиентами и мобильными устройствами, поддерживает расширения VBA, имеет возможность интеграции с геоинформационными системами (GIS), системами ERP и другими системами верхнего уровня.



Таким образом, интегрированное решение на основе системы SCADA PcVue, шлюза MQTT / Modbus TCP и беспроводной сети LoRaWAN позволяет создавать большие распределенные сети сбора данных и управления. При этом обеспечивается взаимное дополнение функций и возможностей системы SCADA и сети устройств на основе протокола LoRaWAN. Решение может представлять интерес для предприятий коммунального хозяйства, построения систем для Smart City, Industrial IoT (IIoT), систем диспетчеризации, контроля и оптимизации энергопотребления зданий и промышленных предприятий, систем безопасности.

Источники:

- [1]. What is it LoRaWAN™? A technical overview of LoRa® and LoRaWAN™. November 2015. <https://lora-alliance.org/resource-hub/what-lorawantm>
- [2]. <https://www.proximus.be>
- [3]. www.cstel.ua
- [4]. <http://www.soliton.com.ua/catalog-industrial-software-pcvue.htm>