

ТЕХНОЛОГИИ IoT для обеспечения сохранности скоропортящихся пищевых продуктов и медицинской безопасности

Е.Луппов, региональный директор компании "КартаСенс" / eugene@cartasense.com,
С.Портной, д.т.н., директор по развитию бизнеса компании "КомпТек", консультант компании
"КартаСенс" / s.portnoy@comptek.ru,

М.Зорин, технический менеджер компании "КартаСенс" / zorin5@mail.ru

DOI: 10.22184/2070-8963.2021.97.5.62.67

В статье приведены обзор и сравнительный анализ предлагаемых сегодня на рынке решений промышленного Интернета вещей для организации "холодовой цепи" в пищевой и фармацевтической промышленности.

ВВЕДЕНИЕ

Пищевая и фармацевтическая отрасли предъявляют все более строгие требования к контролю и поддержанию определенного температурного режима во время хранения и перевозки, соответственно, скоропортящихся продуктов и лекарственных средств. И это не только требования рынка, конечных потребителей, но и требования регуляторов. Существует целый ряд нормативных документов, которым должны строго соответствовать как цепи поставок (требования к "холодовым цепям"), так и условия хранения продукции этих отраслей.

Таким образом, требования регуляторов (Росздравнадзор, Роспотребнадзор и др.) являются драйвером рынка решений по организации логистической "холодовой цепи" и температурного онлайн-мониторинга при хранении продуктов и препаратов и повышают востребованность этих решений.

Важная функция, которую должна решать система управления цепями поставок – поддержание и контроль за сохранением температурных

режимов, установленных для скоропортящихся продуктов и лекарственных средств.

Осуществлять такую функцию помогают технологии Интернета вещей (IoT), в том числе автономные сенсоры для измерения и передачи данных, беспроводные технологии передачи данных и средства обработки данных и предиктивной аналитики.

"ХОЛОДОВЫЕ ЦЕПИ": РЕШЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ

Развитие современных логистических предприятий направлено не только на реализацию своевременной доставки грузов, но и на существенное снижение потерь при транспортировке. Одно лишь отслеживание положения груза является сегодня недостаточным. На первый план выходят технологии, позволяющие обеспечить "холодовую цепь" – бесперебойно функционирующую систему, обеспечивающую оптимальный температурный режим хранения и транспортировки термозависимой продукции на всех этапах

доставки – от предприятия-изготовителя до конечного потребителя.

В мировой практике хранения и транспортировки грузов возникло понятие Temperature Controlled Logistics, включающее в себя возможность получения комплекса высокоточных данных о температуре груза как в режиме лога данных, так и в онлайн-режимах. Такой подход является особенно важным для пищевой и фармацевтической промышленности, где потери при транспортировке и хранении составляют до одной трети объема поставляемой продукции, а это десятки миллиардов долларов в год.

"Холодовая цепь" фиксирует, что в ходе транспортировки не было риска порчи продукта и что он неизменно находился в допустимом температурном диапазоне. Несмотря на всю значимость "холодовых цепей", необходимо оценивать их эффективность и применимость для соответствующего бизнес-кейса: с точки зрения баланса затрат, с одной стороны, и необходимой функциональности, с другой.

Рассмотрим факторы и критерии, которые влияют на выбор оптимального решения "холодовой цепи":

- Данные о температуре должны передаваться в режиме онлайн. Это в большинстве случаев важнейший обязательный критерий для выбора такого решения. Доступ к данным в режиме реального времени является обязательным;
- Технологии передачи данных. Во многих случаях "холодовая цепь" включает транспортировку продуктов в радионепроницаемых контейнерах, что создает сложности для решений IoT (требующих, разумеется, подключения к интернету). В ряде таких случаев используют пассивные регистраторы на базе технологий BLE или RFID, но в основном применяют спутниковые и беспроводные технологии, которые рассмотрены ниже;
- Аналитика. Цель "холодовой цепи" – как можно раньше определить возможное нарушение температурного режима и вмешаться, чтобы не допустить порчи продукта, поэтому критерием выбора решения нередко является предлагаемая предиктивная аналитика на основе Big Data;
- Визуализация отчетов. Удобство и наглядность генерируемых отчетов нередко является важным фактором выбора решения "холодовой цепи";

- Сенсоры. Нередко эффективность решения мониторинга "холодовой цепи" определяется функционалом и качеством сенсоров (их надежностью и сроком службы);
- Бизнес-модель. Как правило, создание собственной платформы мониторинга "холодовой цепи" и обеспечение ее высококачественной бесперебойной работы сопряжены со значительными финансовыми затратами и отвлечением существенных внутренних ресурсов, поэтому во многих случаях более эффективным подходом является использование сервисной модели (Subscription Model), предлагаемой рядом поставщиков решений, в том числе компанией "КартаСенс" (CartaSense) [1].

БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Последние 30 лет были ознаменованы бурным развитием систем связи, особенно мобильных, как в промышленности (как производная – промышленный Интернет вещей (IIoT)), так и в повседневной деятельности человека (как производная – "бытовой" IoT). На сегодня мобильные сети прошли в своем развитии пять поколений и стали неотъемлемым атрибутом жизни. Каналы высокой пропускной способности позволили реализовать услуги голосовой связи, службы коротких сообщений, передачи мультимедийных сообщений и интернета. Однако идея создания сетей связи и управления IIoT, как и автоматизации реальных бытовых процессов жизнедеятельности современного общества, требует иных подходов и решений [2].

Основными требованиями здесь являются:

- обеспечение каналами связи на порядки большего числа устройств;
- передача от одного абонентского устройства малого объема информации с приемлемым временем задержки;
- обеспечение продолжительной (от 1 года до 10 лет) автономной работы абонентских устройств без дополнительного обслуживания;
- предельно малая стоимость одного абонентского устройства.

Ниже кратко охарактеризуем протоколы IoT, которые получили наибольшее распространение в нашей стране и являются ключевыми для сравнительного анализа.

NB-IoT

NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) сегодня является признанным стандартом IoT мобильных сетей связи. Работы по созданию этой технологии проводились партнерством 3GPP в рамках разработки стандартов сотовых сетей нового поколения. Рабочие спецификации были опубликованы в июне 2016 года.

Стандарт ориентирован на подключение к сетям связи широкого спектра автономных устройств [2]. Например, медицинских датчиков, счетчиков потребления ресурсов, устройств умного дома и т. п. NB-IoT является одним из трех стандартов IoT, разработанных 3GPP для сотовых сетей связи, наряду с eMTC (enhanced Machine-Type Communication) и EC-GSM-IoT.

eMTC обеспечивает наибольшую пропускную способность и работает на оборудовании LTE. Сеть NB-IoT может быть развернута как на оборудовании сотовых сетей LTE, так и отдельно, в том числе поверх GSM. EC-GSM-IoT предоставляет наименьшую пропускную способность и развивается поверх сетей стандарта GSM.

Главным достоинством NB-IoT является использование данного стандарта всеми ведущими мобильными операторами России.

LoRaWAN

Энергоэффективный сетевой открытый протокол LoRaWAN (Long Range Wide Area Networks) был представлен в 2015 году компанией Semtech Corporation и исследовательским центром IBM Research. Существенной частью протокола стала возможность развертывания межмашинных (M2M) коммуникаций, что дало значительные преимущества перед Wi-Fi и мобильными сетями.

Развитие технологии LoRa направляется некоммерческой ассоциацией участников рынка LoRa Alliance. Целью альянса является продвижение протокола LoRaWAN в качестве единого стандарта для глобальных сетей с низким энергопотреблением LPWAN (Low Power Wide Area Network).

Основным преимуществом является возможность развертывания M2M-коммуникаций на расстояниях до 20 км и скоростях до 50 кбит/с при минимальном потреблении электроэнергии, обеспечивающем несколько лет автономной работы на одном элементе питания типа AA. На данный момент в России предполагается использование LoRaWAN для территорий с низкой плотностью абонентов.

NB-Fi

Протокол NB-Fi утвержден Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) как предварительный национальный стандарт РФ. Разработка стандарта NB-Fi началась в 2017 году. Инициатива его создания принадлежит Ассоциации Интернета вещей.

Стандарт позволяет обеспечивать связь с устройствами на очень больших расстояниях: от 10 км (город) до 50 км (прямая видимость) при скорости передачи от 0,3 до 50 кбит/с на канал шириной 100 Гц. В России NB-Fi разрешен для свободного и бесплатного использования при реализации передачи на частоте 868 МГц и ограничении мощности до 25 мВт для абонентских устройств.

Сеть NB-Fi использует топологию "звезда", где каждое устройство взаимодействует с базовой станцией напрямую. Сети NB-Fi могут функционировать в любой части нелицензируемого диапазона промышленных, научных и медицинских частот (ISM).

MESH-IoT

Рассмотренные выше технологии IoT предполагают протяженные каналы связи и относительно высокую мощность передатчиков (от 20 до 100 мВт). Очевидно, что в ряде приложений такие мощности не требуются. Так, в случае мониторинга температуры, когда объекты мониторинга сосредоточены на небольших площадях, в отдельных зданиях или на складах логистических компаний, характерные зоны покрытия составляют от 0,1 до 2 км. В этом случае использование перечисленных протоколов становится избыточным [3].

В этом случае оптимальным решением может быть использование протокола с меньшей мощностью передатчика (до 1 мВт), такого как Global ISM 433 МГц MESH IoT. Такой подход позволяет существенно улучшить характеристики системы с точки зрения энергетических затрат и увеличения времени работы при значительно большем объеме передаваемых данных, а также снизить влияние помех за счет локализации источников данных. Именно его удалось реализовать компании "КартаСенс".

ПЛАТФОРМА MESH IoT НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ "КАРТАСЕНС"

Ответим на вопрос: почему выбрана технология MESH?

Дело в том, что существующие протоколы IoT используют канал базовой станции оператора связи непосредственно для каждого абонентского

датчика, что требует значительного адресного пространства системы для идентификации конечного датчика или исполнительного устройства. Кроме этого, синхронизация приема-передачи данных требует дополнительных затрат и может приводить к сбоям при большом числе конечных устройств.

В то же время для многих задач мониторинга целесообразно объединять данные группы датчиков на одном устройстве, имеющем соединение с интернетом по любому каналу, например сети мобильной связи или локальной сети предприятия. В этом случае необходим шлюз с двумя каналами, один из которых обеспечивает сбор данных от датчиков, а другой – выход в глобальную сеть. В решении "КартаСенс" выбран именно такой подход.

Передача данных между датчиками осуществляется по радиоканалу в диапазоне 433 МГц, в то время как IP-канал может быть выбран из конкретных условий на стороне пользователя. Использование каналов 433 МГц позволяет существенно снизить затраты, если применить MESH-технология для передачи данных между датчиками. Поскольку все датчики равноправны, каждый из них является ретранслятором для своих соседей. Такое решение позволяет легко расширять зоны покрытия системы.

Емкость системы в диапазоне 433 МГц складывается из двух составляющих:

- количества используемых независимых каналов шлюза (в данном решении используется четыре канала);
- количества датчиков в канале (в нашем случае до 1000).

Таким образом, одна базовая станция может обеспечивать работу до 4 тыс. точек измерения температуры.

Использование диапазона 433 МГц также обусловлено отсутствием помех со стороны иных радиосетей (Wi-Fi, GSM и др.). Немаловажным является и то обстоятельство, что длина волны излучения в этом случае позволяет избегать значительного рассеяния и поглощения в зданиях, что важно, поскольку мощности передатчиков очень низкие (не более 1 мВт). В свою очередь снижение мощности передатчика является необходимым условием для обеспечения продолжительной работы датчика (не менее года).

На рис.1 приведена реализация MESH-сети из 546 датчиков. Данная сеть строится автоматически на основе адресного пространства датчиков по собственным алгоритмам "КартаСенс".

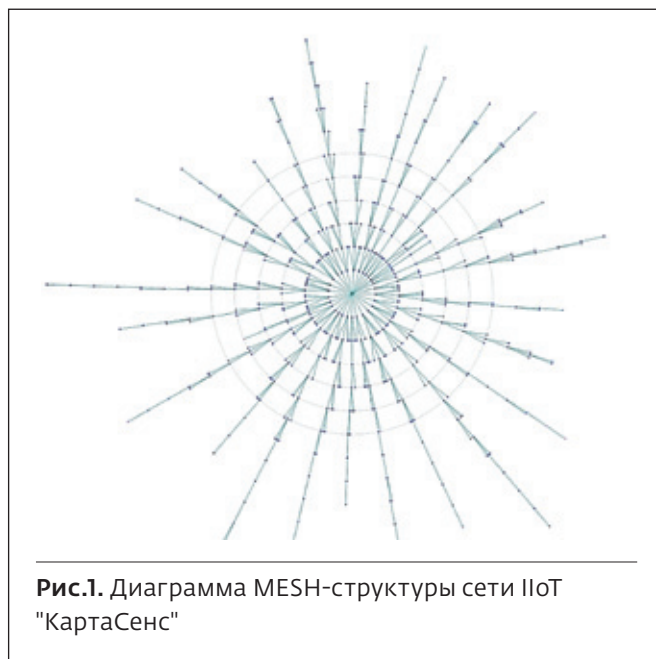


Рис.1. Диаграмма MESH-структуры сети IoT "КартаСенс"

Как видно из рисунка, число ретрансляций в сети может быть более 10, что не сказывается на качестве передачи данных.

Использование MESH позволяет снижать затраты при построении сети за счет использования приемопередатчика самого датчика (вместо применения более дорогих устройств – шлюзов). Таким образом, использование данной технологии представляет собой эффективный путь снижения как инсталляционных, так и эксплуатационных затрат.

К другим преимуществам решения "КартаСенс" для температурного мониторинга "холодовой цепи" относятся:

- сервисная бизнес-модель, которая позволяет исключить риски необоснованных затрат и оплачивать только фактически предоставленные услуги;
- комплексное E2E-решение (как горизонтальное, так и вертикальное): от беспроводных датчиков до облачных сервисов реального времени, пользовательских приложений и интеллектуальной аналитики.

Горизонтальное решение

Поддерживает продукты по всем "холодовым цепям" (производство; перевозки (воздушные, морские, сухопутные); распределительные центры; доставка последней мили, в том числе готовой еды; медицинские учреждения и аптеки; розничные продовольственные магазины).



Рис.2. Комплексное решение "КартаСенс" для мониторинга "холодовой цепи"

Вертикальное решение

Обеспечивает полное решение для "холодовых цепей" (датчики и шлюзы; облачный сервис; интеллектуальные оповещения и отчеты; большие данные и интеллектуальная аналитика в реальном времени; аналитика, основанная на рисках; веб-доступ к данным и приложениям; картографирование и проверка объектов и транспортных средств). Преимущества вертикального решения:

- простая отработанная интеграция с ИТ-системами клиентов и партнеров;
- проверенный на практике продукт, одобренный для использования во всем мире, включая Россию;
- широкая линейка оконечных устройств;
- облачные сервисы, обеспечивающие безопасное хранение данных в режиме онлайн и доступ к ним из любой точки мира с помощью передовых веб-приложений;
- расширенный механизм оповещения, который можно настроить для каждого датчика индивидуально, поддерживая как электронную почту, так и SMS для отдельных лиц и групп лиц;
- эффективная система предоставления отчетов (по умолчанию или по требованию);
- интеграция аналитической платформы с внешними источниками данных, такими как погода, статус полета и т. д.,

для обеспечения более надежных прогнозов.

На рис.2 представлены составляющие решения "КартаСенс". Прежде всего это широкий набор датчиков (сенсоров) температуры и влажности, а также устройств построения MESH-сети. Второй частью решения является развернутый центр сбора и хранения данных всех активных датчиков, реализованный на облачных технологиях. Третьей составляющей является набор аналитических сервисов, включающих в себя хранение данных пользователя, предоставление регулярных отчетов, оценку рисков, прогнозирование критических ситуаций, SMS- и e-mail-оповещения.

Решения "КартаСенс" востребованы на таких рынках, как международные экспедиторы фармацевтических и продовольственных грузов, фармацевтическое производство и производство фармацевтической упаковки, пищевая промышленность, продовольственная логистика, хранение медикаментов в медицинских клиниках, логистика складского хранения, продовольственный ритейл, хранение препаратов в аптеках.

Продукция "КартаСенс" сертифицирована на соответствие российским радиотехническим и метрологическим нормам. Сегодня является одной из немногих, обладающих всеми необходимыми для поставок в Россию сертификатами, лицензиями

и разрешениями для измерительного оборудования как фармацевтической, так и пищевой промышленности, и предлагает оптимальное решение IoT для организации "холодовой цепи" для этих отраслей.

Приступив к работе в России в апреле 2020 года, компания "КартаСенс" к настоящему времени заключила и реализовала коммерческие соглашения на температурный мониторинг с рядом логистических компаний, обеспечивающих доставку и хранение скоропортящихся продуктов для крупных сетевых ритейлеров, в частности X5 Retail Group, "Магнит", "Мария Ра".

В настоящее время в стадии завершения находятся переговоры по крупномасштабному расширению географии этих контрактов.

Успешно продвигается работа по оснащению системами температурного мониторинга от "КартаСенс" московских медицинских клиник.

Так, в апреле 2021 года компания предложила медицинскому центру "Хадасса Медикал" в Сколково провести апробирование своего решения по контролю температурного режима и влажности хранения лекарственных препаратов в режиме 7/24 с СМС-оповещением в случае появления критических значений. В мае "КартаСенс" развернула в этом центре соответствующую

инфраструктуру, и после 30-дневной апробации руководство "Хадассы" приняло решение о подписании коммерческого контракта на предоставление услуги постоянного мониторинга температурного режима и влажности в зоне хранения лекарственных препаратов и вакцин в круглосуточном режиме. При принятии решения о подписании коммерческого контракта специалисты медицинского центра особо отметили наличие в решении компании "КартаСенс" предикативной аналитики, позволяющей прогнозировать и своевременно выявлять риск нарушения температурного режима и влажности.

"КартаСенс" также заключила долгосрочный контракт с Центром ФГБУ "НМИЦ АГП им. Кулакова".

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт компании "КартаСенс" [Электронный ресурс] // URL: <https://cartasense-coldchain.com> (дата обращения: 17.07.2021).
2. **Зараменских Е.П., Артемьев И.Е.** Интернет вещей. Исследования и область применения. М.: НИЦ ИНФРА, 2021.
3. **Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В.** Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G. М.: ТЕХНОСФЕРА, 2012. 472 с.



XV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ
 28–29 сентября 2021 г., Москва

Что ждет участников мероприятия?

- Обсуждение всех ключевых тем развития отрасли: цифровизация, импортозамещение, LTE, 5G, широкополосные сети, спутниковая связь и многое другое!
- Главное в России профессиональное мероприятие года в области critical communications
- 250+ участников: самое большое количество конечных пользователей на одной площадке
- Экспертная оценка и бесценный опыт ведущих компаний-пользователей систем связи
- 98% аудитории рекомендуют нас своим коллегам, 88% — планируют вернуться в следующем году
- Инновационные разработки, оборудование и передовые технологии от российских и зарубежных производителей
- Вечерний прием: неформальное общение и обмен контактами в кругу специалистов высокого уровня!

Регистрация на сайте: infor-media.ru
 Подробности по тел. +7 495 995-80-04 и по e-mail e.pronenko@infor-media.ru

реклама