

Лекция №7: Интернет вещей

План лекции:

- I История и определение IoT. Общие сведения.
 - II Применение интернета вещей.
 - III Умные технологии.
 - IV Архитектура Internet of Things.
 - V Технологии интернета вещей.
 - VI Преграды на пути внедрения интернета вещей.
 - VII Интернет вещей в России.
-



I ИСТОРИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОТ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Создателем первой «интернет-вещи» называют Джона Ромки, который обычный кухонный тостер подключил к ПК, чтобы тот мог включаться и выключаться по команде, отправленной с компьютера.

Сам термин IoT начали использовать в 1999 году, когда в Массачусетском университете был создан **Центр автоматической идентификации** (англ. *Auto-ID Center*), в котором была разработана архитектура Интернета вещей. Его директор Кевин Эштон первым стал употреблять термин «Интернет вещей».

Интернет вещей IoT (англ. *Internet of Things*) – концепция сети передачи данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней

средой.

IoT-устройства функционируют самостоятельно почти без вмешательства человека (кроме настройки или предоставления доступа к данным).

IoT-системы работают в режиме реального времени и обычно состоят из **сети, умных устройств и облачной платформы**, к которой они подключены с помощью Wi-Fi, Bluetooth или других видов связи.

Система оповещает пользователя об отклонениях параметров умного помещения от установленной нормы или о несанкционированном проникновении в помещение, или сама выполняет дальнейшие действия — например, включает кондиционер или звонит в полицию.

Сначала устройства собирают данные, например, о температуре в квартире или частоте сердцебиения пользователя, затем эти данные отправляются в облако.

В облаке программное обеспечение обрабатывает их, как правило при этом интернет вещей неразрывно связан с **большими данными** (англ. *Big Data*).

Big Data – это массивы структурированной или неструктурированной информации, хранящейся на цифровых носителях и помогающей принимать обоснованные управленческие решения и создавать прогнозные модели.

Примеры больших данных включают в себя **данные о клиентах, данные о продажах** для бизнеса, **данные о посетителях веб-сайтов, данные о здоровье** и др. Big Data хранятся на серверах в облаке или на серверах компаний, которые занимаются обработкой данных.

Примеры устройств интернета вещей включают **умные мобильные телефоны, умные холодильники, умные часы, фитнес-трекеры, умные пожарные сигнализации, умные дверные замки, умные велосипеды, медицинские датчики, умные системы безопасности**, а также **виртуальные помощники** на основе искусственного интеллекта AI (англ. *Artificial Intelligence*), такие как Алиса Apple Siri или Google Assistant.

II ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Интернет вещей применяется в любых сферах, где есть бизнес-процессы, которые возможно автоматизировать, начиная от сельского хозяйства и заканчивая добывающей промышленностью.

Вкратце сферы применения IoT отображены на рис. 7.1.

Где применяется интернет вещей:

- **в электроэнергетике:** интернет вещей улучшает контролируемость подстанций и линий электропередачи за счёт дистанционного мониторинга;
- **в здравоохранении:** IoT позволяет перейти на новый уровень диагностики заболеваний – «умные» устройства контролируют показатели здоровья пациента в фоновом режиме;



Рис. 7.1. Области применения систем интернета вещей

– **в сельском хозяйстве:** «умные» фермы и теплицы сами дозируют удобрения и воду, а «умные» трекеры для животных вовремя уведомляют фермеров не только о местонахождении животных, но и об их состоянии здоровья, анализируя сердцебиение, температуру тела и общую активность.

– **в транспорте:** типичные решения с применением IoT включают телематику и умное управление автопарком, при которых автомобиль подключается к локальной операционной системе для мониторинга и диагностики. Согласно оценкам компании Statista, до 2025 года в развитие IoT для автомобилей вложено \$740 млрд.

– **в городской среде:** IoT-решения помогают автоматизировать освещение, при этом сокращая расходы на свет до 30–50%. «Умные» счётчики, которые сами фиксируют и передают управляющим компаниям информацию о расходах и износе, избавляют городских жителей от необходимости самостоятельно сверять и отправлять данные по расходам энергии.

– **в логистике:** IoT сокращает затраты на грузоперевозки и минимизирует влияние человеческого фактора. Системы IoT также могут мониторить заполняемость мусорных баков и оптимизировать расходы на вывоз мусора, исходя из этих данных.

– **в нефтегазовой и горнодобывающей отрасли:** в частности, применение углублённой аналитики по буровым скважинам помогает нефтегазовой промышленности увеличить объёмы добычи на уже отработанных месторождениях. А, например, «Северсталь» с помощью интернета вещей смогла максимально сократить потери компании из-за ошибочных прогнозов по потреблению электроэнергии.

– *в ритейле*: IoT позволяет брендам и продавцам оптимизировать издержки и улучшать клиентский опыт за счёт цифровых вывесок, отслеживания взаимодействия с клиентами, управления запасами и умных торговых автоматов. Согласно исследованиям Research and Markets рынок IoT в торговле растёт с \$14,5 млрд в 2020 году до \$35,5 млрд в 2025 году.

III УМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Принято выделять следующие «умные» вещи:

- умный дом;
- умная дорога;
- умный транспорт;
- умное предприятие;
- умный город.

Пример умного дома представлен на рис. 7.2.

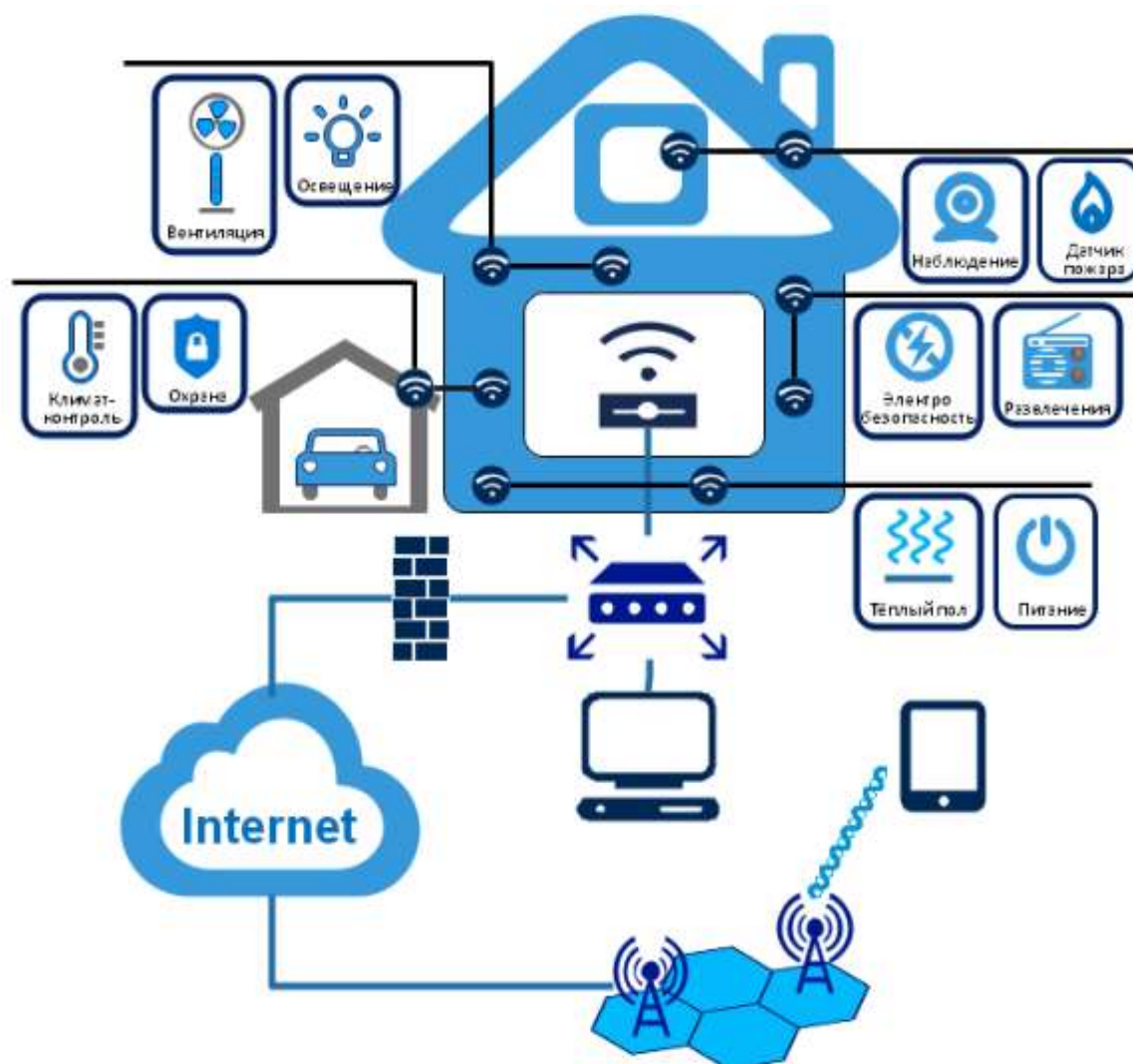


Рис. 7.2. Пример умного дома

Службы умных вещей

В общем случае «умная система» включает в себя следующие службы:

1) **Служба безопасности:**

- контроль температуры, задымления и наличия пламени для обнаружения и предотвращения возгорания;
- контроль протечек воды для предотвращения затопления;
- контроль взлома и незаконного проникновения в помещения;
- управление системой экстренного оповещения.

2) **Служба учёта:**

- системы автоматизированного учёта электроэнергии, воды, газа;
- обработка и анализ данных;
- интеграция с информационной системой предприятия.

3) **Служба контроля:**

- контроль включения мощных потребителей ресурсов;
- контроль наличия людей в зонах ограниченного доступа, на опасных участках или в не предназначенное для присутствия людей время;
- доступ с мобильных устройств и мобильное оповещение при возникновении нештатных ситуаций;
- самодиагностика всех устройств;
- протоколирование всех данных и действий оператора.
- управление системой экстренного оповещения.

4) **Экономия:**

- автоматическое адаптивное управление уровнем освещённости;
- автоматическое адаптивное управление контурами теплоснабжения;
- автоматическое адаптивное управление кондиционерами и другими приборами с энергопотреблением;
- автоматическое адаптивное управление подачей воды.

Пример состава умного предприятия можно видеть на рис. 7.3.



Рис. 7.3. Пример набора компонентов в составе умного предприятия

Принцип работы IoT

На рис. 7.4 можно видеть элементы, лежащие в основе работы интернета вещей.



Рис. 7.4. Элементы IoT

Система IoT объединяет несколько компонентов:

- набор физических объектов со встроенными сенсорами, уникальным идентификатором и связью с интернетом.
- способы подключения – Bluetooth, кабели или беспроводная сеть для передачи информации.
- все объекты взаимодействуют с окружающей средой, образуя сеть.
- полученные данные отправляют в управляющий центр, который принимает решения.

В систему входит также различное оборудование – серверы, модули, устройства для обеспечения безопасности и пр. Основной принцип, на котором строится работа IoT, называют **ABCDE**:

- ***Analytics*** (аналитика) – основное звено, объединяющее сами устройства, и данные, полученные с них.
- ***BigData*** (большие данные) – информация с устройств, хранящаяся в облаке.
- ***Connection*** (соединение) – каналы, по которым система сообщает информацию.
- ***Devices*** (устройства) – подключённые к системе устройства.
- ***Experience*** (опыт) – улучшение работы IoT на базе имеющегося опыта.

IV АРХИТЕКТУРА INTERNET OF THINGS

Архитектура интернета вещей складывается из следующих уровней (рис. 7.5):

- 1) Конечные устройства, то есть объекты, объединённые в общую сеть. Приборы оснащены датчиками, предназначенными для сбора информации.
- 2) Программное обеспечение, которое отвечает за сбор данных, связь между устройствами и умных датчиков друг с другом и с облаком, интеграцию

устройств, анализ получаемых данных. Это автоматическое ПО, промышленные платформы, обеспечение безопасности и прочие.

3) Коммуникации – сотовая, спутниковая связь, а также специальные протоколы передачи данных (ZigBee, Thread, Z-Wave, MQTT, LwM2M, NB-IoT). Выбранная технология определяет способы получения данных и связи с устройствами, входящими в сеть.

4) Платформа, собирающая, анализирующая данные и передающая их. Платформа может быть установлена как локально, так и в облаке.

5) Пользовательский интерфейс, который позволяет пользователю войти в систему, вводить данные при необходимости или контролировать работоспособность сети. Действия пользователя через системы коммуникаций передаются в облако, затем к датчикам устройств.



Рис. 7.5. Архитектура интернета вещей

У ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

5.1 Проводные технологии

1-Wire

Сеть построена на основе двунаправленной шины, в качестве которой используется двухжильный провод (телефонный кабель, витая пара, FireWire-

кабель).

Протяжённость магистрали может достигать 300 м, а набор устройств ограничивается умными розетками, датчиками освещённости, температуры, влажности и протечки.

Достоинства системы – дешевизна и простота реализации.

Недостатки – низкая отказоустойчивость и необходимость прокладки кабеля.

10X

В отличие от предыдущего типа в качестве магистрали используется электропроводка здания (возможно, с незначительной доработкой). Предусмотрено применение трансиверов, способных получать сигналы от беспроводных датчиков и передавать их в электрическую сеть.

Автоматика 10X может управлять освещением, вентиляцией, отоплением и выполнять другие функции.

Достоинство – универсальность.

Недостатки – низкая скорость передачи и значительное время ожидания отклика системы.

5.2 Беспроводные технологии

Wi-Fi

Этот стандарт беспроводной связи чаще всего применяется для того, чтобы управлять домашней техникой с мобильного устройства (смартфона или планшета).

Достоинством является то, что для автоматизации не требуется дополнительное оборудование, нужно только чтобы управляемые устройства обладали Wi-Fi адаптером.

Недостаток – модули Wi-Fi дороги и имеют высокое энергопотребление по сравнению с устройствами, специально предназначенными для домашней автоматизации.

ZigBee

IEEE 802.15.4 – это один из наиболее распространённых для организации «Умного дома» стандартов беспроводной связи.

К основным свойствам устройств ZigBee можно отнести малые габариты, и невысокие значения потребляемой мощности, скорости передачи и стоимости.

Технология ZigBee позволяет организовывать сети с топологиями звезда, кластерное дерево и ячеистая (mesh), благодаря встроенному программному обеспечению устройств, сети обладают свойством самоорганизации.

Ячеистая топология, во-первых, обеспечивает самовосстановление сети при выходе из строя одного или нескольких устройств, во-вторых, позволяет увеличивать площадь покрытия сети.

Сенсорные датчики в такой сети могут не только передавать свои

показания контроллеру, но и принимать сообщения от других датчиков, чтобы передать их далее по беспроводной сети.

Достоинства – простота монтажа и управления сетью, а также повышенная безопасность.

Недостатки – несовместимость устройств разных производителей.

Z-Wave

Стандарт по свойствам напоминает предыдущий.

Поддержка ячеистой топологии сети, недорогие малогабаритные устройства, низкое энергопотребление и низкая скорость передачи обуславливают широкое применение данного стандарта в «умных» технологиях.

Все устройства Z-Wave реализованы на беспроводных модулях Sigma Designs, т.е. их совместимость друг с другом гарантирована независимо от производителя.

Таким образом, устройства Z-Wave позволяют создать полностью автоматизированное жилище с обеспечением безопасности и энергосбережения.

Достоинства – простота настройки, низкое энергопотребление, надёжность и дальность связи (до 100 м.), благодаря низкой частоте (869,0 МГц в России).

Недостатки – низкая скорость, довольно высокая цена, ограничение по количеству устройств (от 5 до 100).

LoRaWAN

Технология, на основе которой в последнее время принято реализовывать промышленный интернет вещей (умные дороги, предприятия, города).

LoRaWAN характеризуется малым энергопотреблением, использует протокол глобальной сети, разработанный **LoRa Alliance** для обеспечения низкого энергопотребления и устройства IoT с батарейным питанием. LoRaWAN использует физический уровень LoRa, представляющий собой запатентованную компанией Semtech технологию модуляции расширенного спектра, основанную на Chirp Spread Spectrum (CSS).

Её радиус действия до 15 километров. При такой дальности уменьшается скорость передачи данных до 30-50 бит/с. Но поскольку smart-устройства, IoT-девайсы не посылают друг другу видео, не используют голосовую связь, такой скорости более чем достаточно, чтобы конечные узлы (датчики, счётчики, трекеры и т. п.) спокойно передавали свою информацию базовой станции. Это делает LoRaWAN идеальной средой передачи данных для M2M, IoT и телеметрии.

Достоинства – дальность действия, работа в нелицензированном спектре частот, низкие затраты на развёртывание сети и низкая стоимость устройств.

Недостатки – низкая скорость, поскольку LoRaWAN использует общую полосу частот, ёмкость сети ограничена и может возникнуть перегрузка сети, высокая задержка передачи по сравнению с другими технологиями IoT. Кроме

того, существуют уязвимости в системе безопасности конечных узлов и шлюзов LoRaWAN.

VI ПРЕГРАДЫ НА ПУТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

На всех рынках неуклонно растёт число предприятий, вкладывающих средства в Интернет вещей, и в то же время, по данным одного из недавних исследований Cisco, 60 % IoT-инициатив так и остаются на уровне прототипов.

Основными трудностями, с которыми сталкиваются компании, являются:

- недостаток защиты **информационной безопасности** – возможны взлом устройств, сетей и баз данных абонентов, фишинговые атаки и вирусы, диверсии на предприятиях, утечка данных и пр.;
- **несовместимость** оборудования и программного обеспечения разных производителей, несовместимость версий ПО;
- **правовые аспекты** внедрения IoT, которые включают: защиту данных, кибербезопасность, права интеллектуальной собственности и ответственность за продукт. Это делает технологию IoT особенно сложной правовой сферой;
- **технологические проблемы** внедрения IoT: согласование новых технологий и уже существующих систем, в том числе и программного обеспечения, модернизация устаревшего оборудования, отсутствие интеграции – внедрение точечных, разрозненных решений;
- **кадровые проблемы** внедрения IoT: различный профессиональный опыт участников (инженерный, операционный, управленческий и т.д.) поможет подойти к внедрению IoT решений комплексно, с учётом всех деталей, поставленных задач и установленных целей, к сожалению не все организации обладают таким персоналом и/или не могут обеспечить подготовку кадров для интернета вещей.

VII ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В РОССИИ

Эпоха Интернета вещей (IoT) начала бурно развиваться в 2008-2009 годах, когда количество устройств, подключённых к интернету, превысило население планеты. Хотя впервые сама концепция IoT была озвучена ещё на 10 лет раньше – в 1999 г., а сегодняшнее, всем известное её содержание (бытовые приборы и окружающие человека вещи, объединённые в единую сеть) было сформулировано в 2004 году.

Последние годы IoT бурно обсуждается в СМИ, в том числе и в России, поэтому иногда складывается впечатление, что он уже здесь, рядом с нами. Но это не совсем так. Интернет вещей пока по-прежнему представляет собой

модную маркетинговую концепцию, которая только активно готовится стать бизнесом.

Несмотря на сказанное выше российский рынок показывает положительную динамику: в 2022 году совокупная выручка российских операторов на IoT-рынке выросла на 24%, а количество подключённых SIM-карт увеличилось на 20%.

В промышленный интернет вещей в России вложат 90 млрд рублей до 2030 года. Об этом говорится в утверждённой правительством дорожной карте по развитию индустриального программного обеспечения, пишут 10 февраля 2023 года «Ведомости» со ссылкой на этот документ.

Данные говорят о том, что телеком-операторы в России и мире верят в развитие технологии интернета вещей и готовы инвестировать в развитие IoT-платформ и сервисов.

На рис. 7.6-7.8 представлены решения российских компаний по внедрению умных технологий.

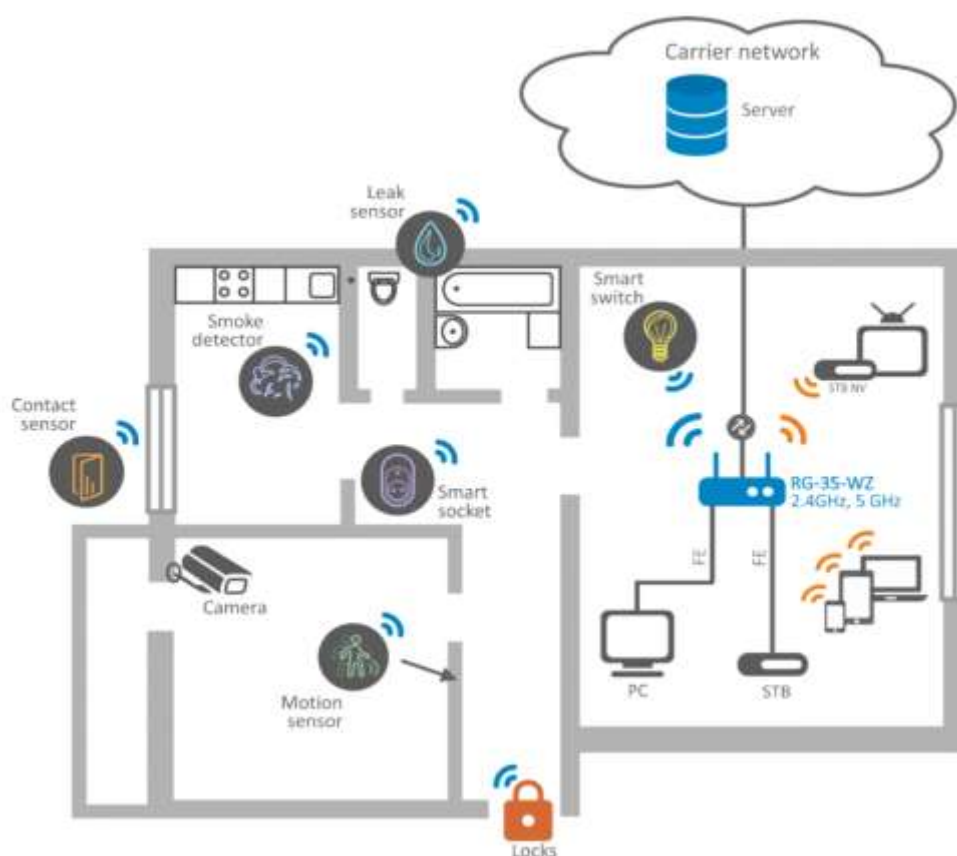


Рис. 7.6. Решение для умного дома Eltex

Схема реализована на оборудовании ELTEX с использованием контроллера Z-Wave, различных датчиков (объемники, концевики, датчики размыкания, датчики температуры, затопления, газовые и др.) и камеры видеонаблюдения.

Система управления, представляет собой облачное решение, в котором отражены:

- регистрация событий;

- личный кабинет пользователя;
- система оповещения как ЧОП, так и ЖЭКа;
- уведомления пользователя в приложении на смартфоне Push-уведомлением.

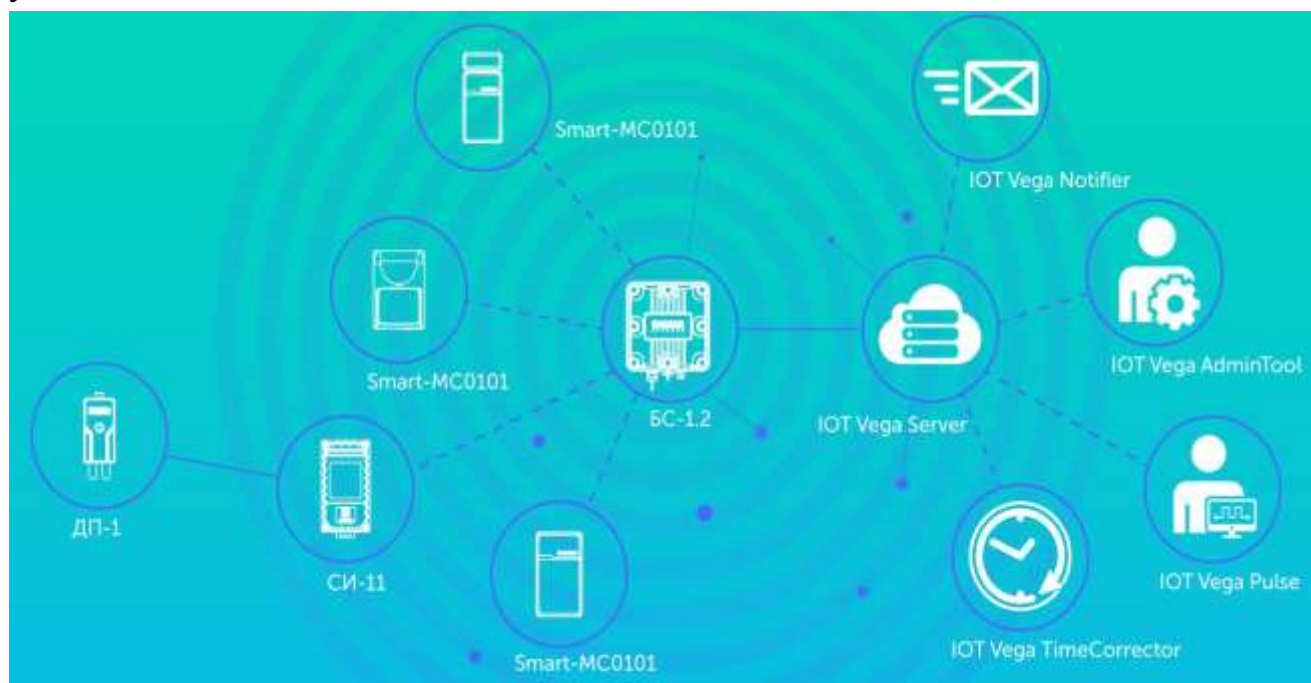


Рис. 7.7. Решение для умного дома Vega smart

Серия Vega Smart для Умного дома включает в себя все необходимые датчики для обеспечения безопасного пространства:

- датчик открытия дверей и окон;
- датчик вибраций;
- инфракрасный датчик движения;
- датчик протечки.

Датчик открытия дверей и окон работает по принципу магнит-контакт. Он состоит из двух элементов, один из которых магнит, а другой – модем с магнитным датчиком. При смыкании либо разведении в пространстве этих двух элементов устройство срабатывает и отправляет тревогу в сеть.

Датчик вибраций имеет встроенный акселерометр с тремя уровнями чувствительности, что позволяет настроить его на нужные колебания. Например, датчик может определить по вибрации стекла, что по нему ударили, попытались разбить или разбили, или определить движение сейфа при попытке его перенести.

Датчик протечки можно подключить к охранному входу Vega СИ-11, соединив таким образом ДП-1 и сервер.

При срабатывании любого из этого семейства датчиков сообщение об этом может быть получено на телефон владельца с помощью приложения IoT Vega Notifier.

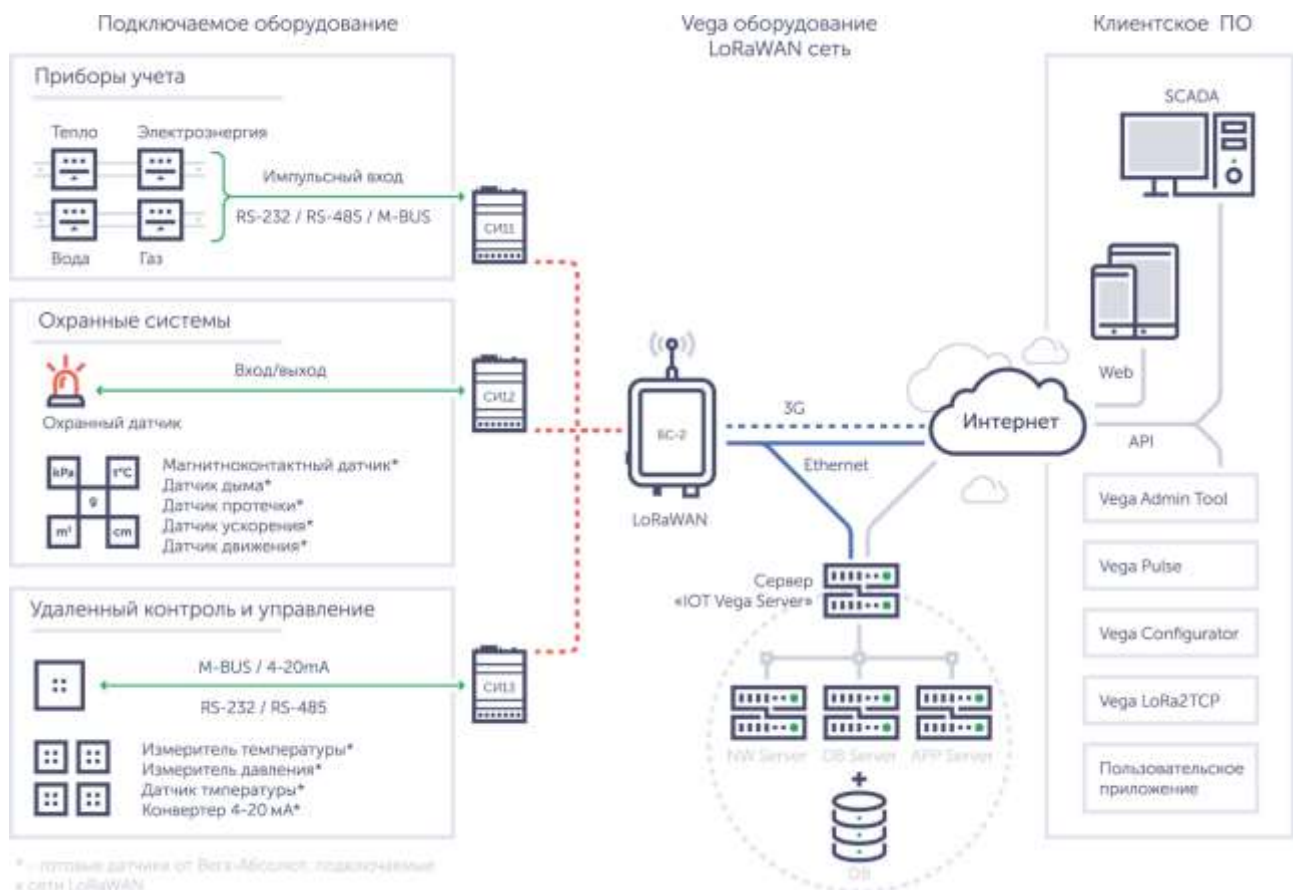


Рис. 7.8. Решение для промышленного интернета вещей Вега-Абсолют на основе технологии LoRaWAN