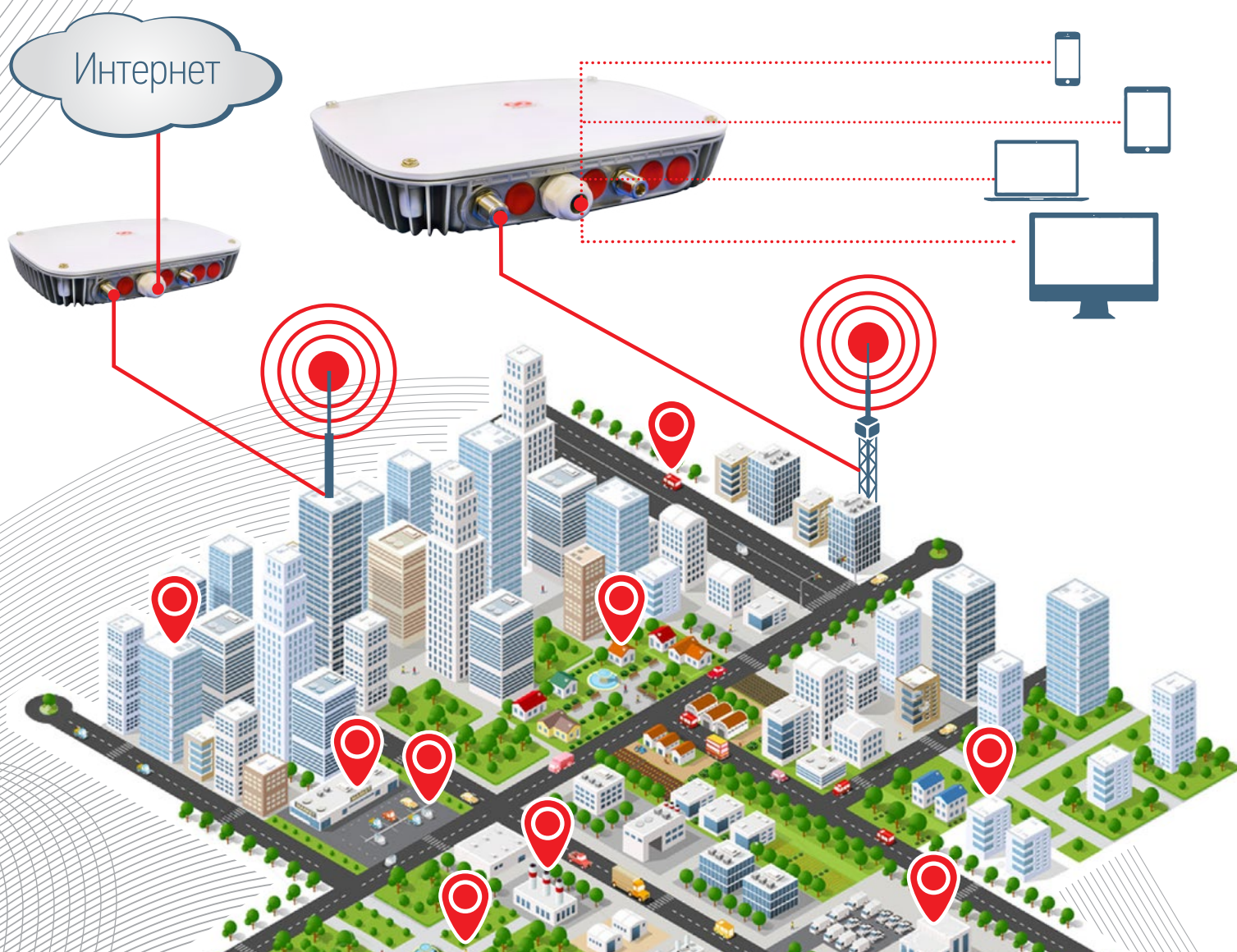




КОМПАНИЯ

Network
Systems
Group

Коротко об Интернете вещей (IoT) в продуктах NSG





КОМПАНИЯ
**Network
Systems
Group**

Общие принципы построения IoT

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) — общее название для целой совокупности технологий, объединённых задачей построения систем автоматизированного мониторинга и управления. Эти системы могут:

- Включать в себя различные, заранее неизвестные типы датчиков и исполнительных элементов — как проводные, так и беспроводные.
- Работать как поверх сетей общего пользования, так и в изолированных инсталляциях.
- Осуществлять управление как в автоматическом режиме по заранее заданному алгоритму, так и вручную.
- Использовать различные типы клиентских устройств и интерфейсов (графический, телефонный, SMS и др.).

Как частный случай, к IoT можно отнести многочисленные стандартные и фирменные системы управления, которые разрабатывались отдельными производителями и сетевыми интеграторами ещё в прошлом веке. Принципиальная проблема, однако, была в том, что такие решения создавались порознь, каждое под конкретную задачу, и не имели ни общего взгляда на их архитектуру, ни стандартных протоколов для взаимодействия между различными компонентами этой архитектуры.

Разнообразие подобных решений чрезвычайно велико, поэтому IoT ещё не скоро придёт к единому знаменателю. Едва ли это вообще когда-либо произойдёт, поскольку практика чаще ставит новые задачи, с новыми вариациями в каждом из перечисленных аспектов, нежели стремится к клонированию типовых наработок. Вместе с тем, в середине 2010-х гг. в данной области стали проявляться некоторые общие тенденции и принципы построения этих систем; именно они ныне позволяют рассматривать выражение «Интернет вещей» его как более или менее единообразную и универсальную архитектуру.

Современное решение из класса «Интернета вещей» содержит, в том или ином виде, порознь или комбинированно, следующие компоненты:

- 1. Датчики и исполнительные элементы (актуаторы).** С вышестоящими контроллерами они связываются, как правило, по некоторому узкоспециализированному протоколу. На физическом уровне это могут быть унаследованные проводные протоколы (RS-232/485, 1-Wire, USB, CAN), беспроводные протоколы малой дальности (Bluetooth, ZigBee и т.п.) или современные протоколы сетей LPWAN (Low-power Wide-area Network) с низким энергопотреблением и большой дальностью.

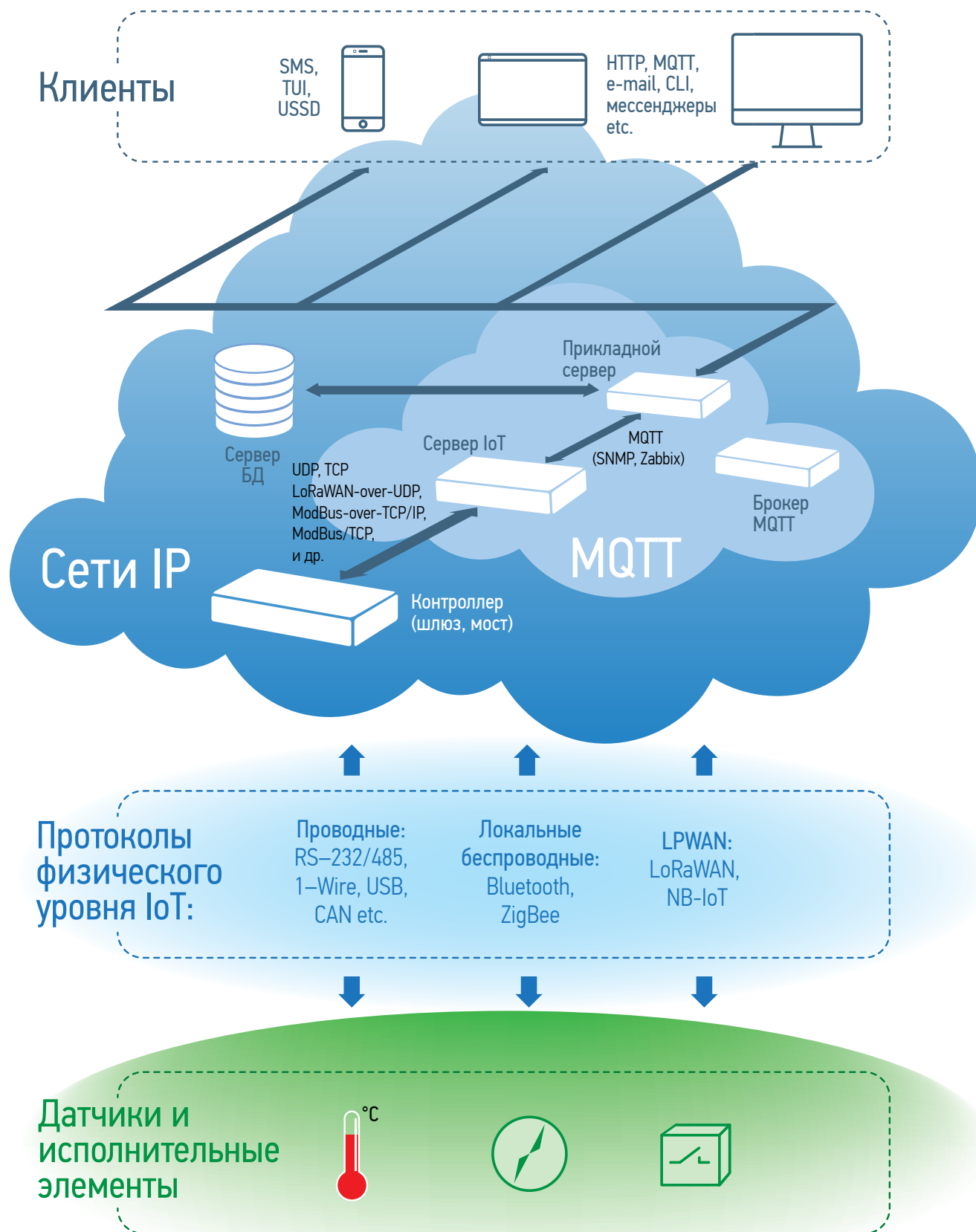
Именно технологии LPWAN стали одной из важнейших компонент, определяющих облик современного IoT. К их числу относятся, в частности, LoRaWAN и NB-IoT.

www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru







КОМПАНИЯ

**Network
Systems
Group**

2. **Контроллеры датчиков.** В общем случае, они терминируют соединения с датчиками на физическом уровне. Протокол канального уровня либо также терминируется и данные из него преобразуются в какой-либо из стандартных протоколов IP-стека (как правило, UDP), либо инкапсулируется поверх стандартных протоколов (в этом случае он декапсулируется и терминируется уже на следующем уровне архитектуры — на сервере IoT). Далее контроллер соединяется с сервером IoT уже посредством IP-сети поверх любой доступной среды передачи (Ethernet, сотовой сети и т.п.).

Применительно к технологии LoRaWAN, контроллер принято называть *ретранслятором пакетов (packet forwarder)*.

В других реализациях IoT используются также термины «шлюз» или «мост», в зависимости от сочетания их функций и фантазии автора. Возможно, в будущем для них выработается какая-то единая терминология (например, в зависимости от протокола обмена с сервером: UDP, IoT-over-UDP, или совмещение функций контроллера и сервера в одном устройстве), но пока все они используются весьма волюнтаристски.

3. **Сервер IoT** непосредственно работает с датчиками: регистрирует их в системе, аутентифицирует (при необходимости), опрашивает, принимает показания, отправляет команды исполнительным элементам. В терминологии LoRaWAN он называется *сетевым сервером (network server)*.

Дальнейший обмен с *прикладным сервером* также идёт по сети IP. При этом могут использоваться разнообразные прикладные протоколы поверх IP — например, SNMP или Zabbix. Современная тенденция состоит в использовании для этой цели протокола MQTT.

4. **MQTT (Message Queue Telemetry Transport)** — наиболее подходящий механизм для обмена данными между различными составляющими архитектуры IoT. Именно он стал общей платформой, на которой стало возможным объединить самые разнородные решения и их элементы. Это вторая ключевая компонента, отличающая IoT от разрозненных систем предыдущих поколений.
5. **Прикладной сервер** уже не привязан ни к какой конкретной технологии подключения датчиков. Он работает не с датчиками, а исключительно с информацией, полученной от них: накапливает, хранит, обобщает всевозможную статистику и аналитику, генерирует отчёты в разных формах, и т.п.

Наконец, сервер замыкает контур управления между датчиками и исполнительными элементами, если на нём заданы какие-либо правила для этого. Если же такой алгоритм не задан, то контур управления остаётся открытым и замыкается уже на пользовательском устройстве или вручную самим пользователем: получил данные — подумал головой — отправил команду.

6. **Клиентские устройства и приложения** позволяют пользователю видеть информацию от сервера и отдавать команды серверу (а через него — исполнительным элементам).

www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru





Как частный случай, алгоритм для автоматического управления может быть задан на клиентах, а не на сервере.

Клиентами IoT могут быть стационарные компьютеры, мобильные устройства, специализированные пульта, со стандартными или специализированными приложениями. С прикладным сервером они могут взаимодействовать посредством HTTP, MQTT, электронной почты, сервисов мгновенного обмена сообщениями, консольных команд и многого другого, что можно придумать для этой цели сейчас или в будущем. Этот список дополняют средства, выходящие за рамки стека IP: SMS, USSD, голосовой телефонный интерфейс.

Ещё раз подчеркнём, что описанная выше архитектура IoT — ещё далеко не устоявшаяся. В частности, любые два или несколько смежных элементов могут быть объединены в одном устройстве. Или же, наоборот, они могут быть рассредоточены в территориально-распределённую инфраструктуру с несколькими серверами IoT, многими контроллерами IoT при каждом сервере, и множеством датчиков на каждом контроллере.

Например, датчик IoT может объединяться с контроллером в «интеллектуальный датчик» с встроенной поддержкой IP-стека. Контроллер может объединяться с сервером IoT, а сервер — с прикладным сервером. С другой стороны, функции прикладного сервера могут быть частично или полностью переданы клиентам. Брокер (сервер) MQTT может располагаться и на сервере IoT, и на прикладном сервере, и на отдельном хосте.

Базовая станция в беспроводных сетях IoT — также весьма растяжимое понятие, пришедшее по аналогии с сотовыми сетями связи. В зависимости от того, какие компоненты IoT на ней имеются и задействованы, оно может означать что угодно от минимального посредника между датчиками и сетью IP до законченного решения (контроллер, сервер IoT, прикладной сервер, клиент) «в одном устройстве», которое полностью самодостаточно и может работать безо всякого доступа во внешний мир.

Именно такая гибкость позволяет, с одной стороны, модифицировать архитектуру в соответствии с практическими требованиями, а с другой стороны — рассматривать её как универсальный шаблон, пригодный для самых разных задач.

Отдельные наиболее важные компоненты IoT и их реализация в изделиях NSG рассмотрены далее.



КОМПАНИЯ

**Network
Systems
Group**

Технология LoRaWAN

LoRaWAN (Long Range WAN) — это беспроводная низкоскоростная сеть для подключения датчиков и исполнительных элементов IoT. Представляет собой одну из реализаций концепции LPWAN (Low Power WAN). Включает в себя протокол физического уровня LoRa для непосредственного соединения с контроллером IoT и протокол канального уровня LoRaWAN для взаимодействия с сервером IoT; оба протокола тесно связаны друг с другом. Дальнейшая обработка данных и управление производятся в ядре сети IoT с использованием технологий, которые уже не специфичны для конкретных типов датчиков и способов их подключения.

Основные особенности и отличия технологии LoRaWAN:

- Беспроводное подключение датчиков.
- Работа в нелицензируемом частотном диапазоне.
- Большая дальность (до 10–15 км на открытой местности).
- Относительно хорошая стандартизация, что позволяет использовать в одной системе датчики, контроллеры и серверы IoT различных производителей.
- Серийно доступные продукты и относительно невысокая цена (по сравнению с другими вариантами).
- Низкое энергопотребление и батарейное питание датчиков (до 10 лет на одной батарее).
- Автономность: LoRaWAN может работать в виде замкнутой системы на изолированной площадке, без выхода в Интернет и сотовые сети.

Таким образом, LoRaWAN идеально подходит для построения отдельно стоящих систем IoT, которые полностью принадлежат пользователю. Наличие доступа к сетям общего пользования расширяет их возможности, но не является обязательным.

LoRaWAN — не единственная технология LPWAN. Альтернативой является, например, NB-IoT (Narrow-Band Internet of Things), предлагаемая сотовыми операторами. В противоположность LoRaWAN, NB-IoT принципиально глубоко интегрирована в сеть оператора и предполагает, что у абонента на руках остаются только датчики и клиентские мобильные устройства, а все сервисы размещены в облаке у оператора. Таким образом, LoRaWAN и NB-IoT взаимно дополняют друг друга в зависимости от поставленной задачи.

www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru



Протокол MQTT

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) — протокол обмена сообщениями, работающий поверх TCP/IP. В современных сетях IoT он занимает одно из важнейших мест, обеспечивая взаимодействие между серверами IoT с различными технологиями подключения датчиков, прикладными серверами и, в некоторых практических реализациях, клиентскими терминалами.

Если говорить коротко и в терминах, привычных обыкновенному пользователю Интернет, то MQTT — это Web-форум, на котором Вещи обсуждают в своём Интернете интересующие их вопросы. Скажем, в профильной ветке этого форума Интеллектуальные Утюги ведут дискуссию с Паяльниками шестого поколения об актуальных проблемах терморектального криптоанализа. Человек, как можно видеть, является отныне всего лишь одной из промежуточных стадий в развитии мыслящей материи, и скоро маленькие Утюжки будут проходить его на уроках природоведения наряду с губкой бадягой и инфузорией-туфелькой.

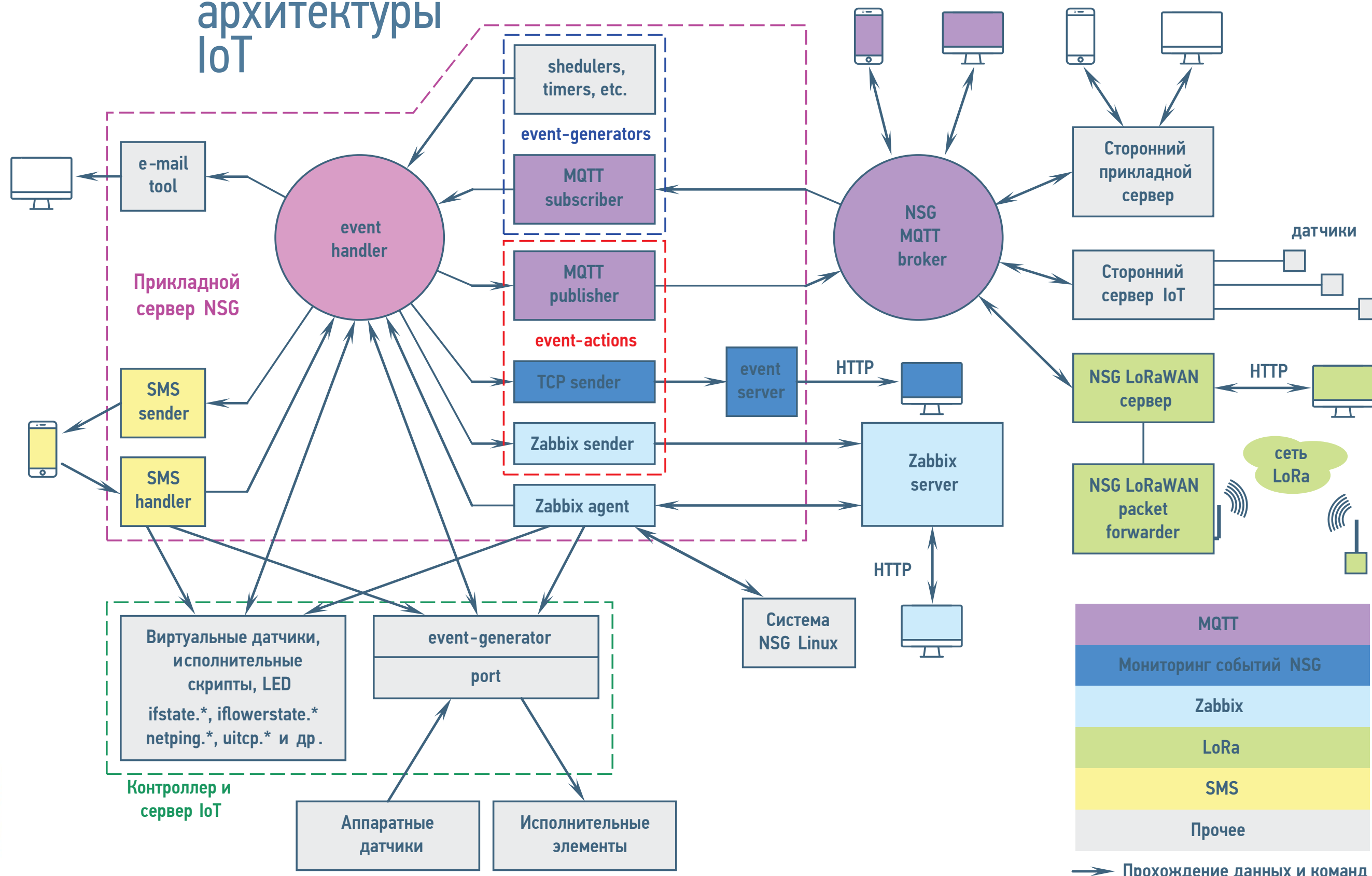
Немного более точно, MQTT работает ближе к режиму блога. На сервере MQTT (в терминологии MQTT – broker) создаются темы (topics) для работы различных групп датчиков, серверов, клиентов и для обмена различными показаниями между ними. В каждой теме, как и на человеческом форуме, есть свои писатели (publishers) и свои читатели (subscribers). Написанное писателями с минимальной задержкой доставляется читателям (аналог push-технологий), а уж дальше они сами должны делать из этого какие-то выводы...

Функции MQTT реализованы в штатном программном обеспечении NSG Linux 2.1.1 для всех моделей и выше в виде 3 компонент: брокера, подписчика и публикатора. Брокер обеспечивает обмен между подписчиками и публикаторами, которые могут работать как на данном устройстве NSG, так и на сторонних хостах. Подписчики и публикаторы NSG могут работать со своим или сторонним брокером и производят экспорт и импорт полученных данных, событий и т.п. в формате, который может использоваться другими службами NSG и сторонними приложениями.



КОМПАНИЯ
**Network
Systems
Group**

Устройства NSG как элементы архитектуры IoT



www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru





КОМПАНИЯ

Network
Systems
Group

Устройства NSG как элементы архитектуры IoT

Отдельные элементы IoT были реализованы в продуктах NSG задолго до того, как эта концепция приняла более или менее устоявшийся и общепринятый вид. Они предназначались для решения вспомогательных задач, таких как ретрансляция аварийных сигналов (*alarms*) телекоммуникационного оборудования, рестарт проблемных устройств, контроль параметров окружающей среды и электропитания. Например, для устройств NSG первого поколения (конец XX века н.э.) выпускались модули дискретного ввода-вывода (IM-DIO) и силовые реле (ДУПП), а их программное обеспечение обеспечивало мониторинг и управление этими модулями по SNMP со стороны любой централизованной системы SNMP-управления, что вполне вписывается в нынешнее представление об IoT.

Современное программное обеспечение NSG Linux 2.x сформировалось, в общих чертах, в самом начале 2010-х гг., т.е. также несколько ранее того, как концепция IoT приняла относительно законченный вид. Оно также предусматривало, в качестве дополнения к основной функциональности маршрутизаторов, автоматизированное или полуавтоматическое решение задач технологического управления. Представление узлов конфигурации NSG Linux 2.x с точки зрения общей архитектуры IoT показано на рисунке.

Центральным элементом IoT в NSG Linux 2.x является *обработчик событий*. Он описывает связь между *состояниями* различных датчиков (точнее говоря, *событиями*, т.е. переходами из одного состояния в другое), и *действиями*, которые можно выполнить в качестве реакции на эти события. Таким образом, с точки зрения современной архитектуры IoT, его роль в наибольшей степени соответствует *прикладному серверу*.

Датчиками в NSG Linux 2.x может являться широкий круг объектов, как физических, так и виртуальных. В частности, это могут быть аппаратные датчики, состояния различных программных объектов, вывод скриптов, срабатывания таймеров и планировщиков задач и т.п. Для подключения аппаратных датчиков предусмотрены интерфейсы 1-Wire, USB, RS-232/485, а также, в отдельных продуктах, LoRaWAN. В этом случае соответствующий порт устройства NSG выполняет функции контроллера и сервера IoT. Единственное отличие от эталонной картины состоит в том, что с обработчиком событий он взаимодействует в рамках одного устройства напрямую, без обращения к IP.

Набор *исполнительных элементов* также весьма обширен: внешние аппаратные аксессуары (управляемые розетки и реле на различные номиналы токов и напряжений), встроенные управляемые LED, утилиты для отправки сообщений по SMS и электронной почте, генераторы сообщений в формате Zabbix traps и в формате собственного сервера событий NSG, и вообще произвольные скрипты, которыми можно выполнить любое действие в системе. По отношению к исполнительным элементам, устройство NSG также является контроллером и сервером IoT.

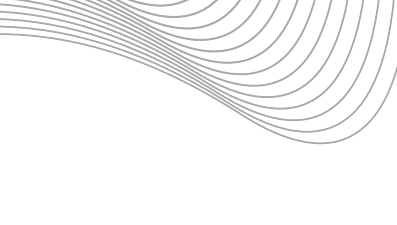
Несколько отдельно от обработчика событий стоит система *SMS-управления*. Это самодостаточная реализация прикладного сервера, но, в отличие от полноценного IoT, она

www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru





предназначена для мониторинга и управления по запросу, т.е. по инициативе пользователя. С другой стороны, обработчик событий может послать пользователю любое SMS, а обработчик SMS может сгенерировать заданное виртуальное событие. Таким образом, SMS-управление практически полностью интегрируется с обработчиком событий. (Возможно дальнейшее развитие клиентского мобильного приложения для обработки SMS, но на сегодняшний день в этом не видно необходимости, поскольку MQTT выглядит более перспективной платформой.)

Встроенный *сервер мониторинга* событий позволяет накапливать показания датчиков и просматривать их в различных представлениях: в виде таблиц, графиков, диаграмм. Информацию сервер получает от обработчика событий в виде TCP-уведомлений, даже если обмен ими происходит в рамках одного устройства. Хотя его возможности не очень широки, в этой части он дополняет возможности изделий NSG до полнофункционального прикладного сервера с доступом по HTTP. В практических решениях, особенно крупномасштабных, рекомендуется использовать вместо него отдельный сервер Zabbix. Концептуально они очень схожи, по крайней мере, в части мониторинга. Помимо этого, агент Zabbix обеспечивает не только мониторинг самого устройства NSG, но и исполнение (при наличии соответствующих разрешений) каких-либо действий по команде с сервера Zabbix.

Наконец, *подсистема MQTT* обеспечивает взаимодействие устройств NSG друг с другом и со сторонними продуктами IoT на единообразной современной платформе. Она состоит из 3 компонент:

- Брокер MQTT обеспечивает доступ к MQTT для всех служб данного устройства и сторонних устройств. Вся система IoT может использовать как этот брокер, так и брокер на любом другом доступном устройстве или Web-ресурсе, по усмотрению пользователя.
- Подписчик MQTT прослушивает заданные каналы на заданном сервере. Он работает в качестве датчика и из полученных сообщений генерирует события, по которым обработчик событий NSG может выполнять те или иные действия.
- Публикаторы сообщений MQTT входят в состав обработчика событий в качестве одного из возможных типов действий. Они активируются при наступлении заданных событий и генерируют заданные сообщения на заданный сервер MQTT.

Таким образом, с точки зрения общей архитектуры IoT, устройство NSG может исполнять роль практически любого элемента или их сочетания, насколько это будет угодно пользователю. В частности, оно может функционировать как:

- Контроллер внешних физических датчиков (температуры, напряжения, «сухих контактов» и т.п.) и исполнительных элементов (розеток), интегрированный с внешним прикладным сервером и/или клиентскими терминалами посредством MQTT.
- Набор виртуальных датчиков (состояния каналов связи, состояния клиентов различных VPN и т.п.) и исполнительных элементов (LED, скрипты), интегрированный с контроллером.
- Прикладной сервер, интегрированный со сторонними контроллерами и серверами IoT на посредством MQTT, а с клиентскими терминалами — посредством MQTT, HTTP, SMS или e-mail.
- Сервер MQTT для работы всей системы или её части.
- Ретранслятор между различными протоколами в ядре IoT и на пользовательской стороне: MQTT, HTTP, SMS, Zabbix, e-mail и др.
- Всё вышеперечисленное в одной коробке.



КОМПАНИЯ

**Network
Systems
Group**

Сетевые коммуникации

Если Интернет вещей реализуется поверх обычной IP-сети общего пользования, то наряду со специфическими для него задачами остаётся и общая проблема надёжного и безопасного обмена данными между несколькими хостами, реализующими функции различных частей IoT. В особенности она актуальна на периферии сети IoT — между базовыми станциями (независимо от того, какой именно набор функций на них возложен) и вышестоящими серверами.

Исключением является лишь ситуация самодостаточного решения, которое состоит из одного изделия на изолированной площадке без выхода в Интернет, а пользователь имеет к нему доступ только по локальной проводной или беспроводной сети.

Во всех остальных случаях эта задача встаёт в полный рост. Для подключения по неустойчивым каналам связи, в особенности сотовым, требуется развитый механизм мониторинга их работы, пересоединения при потере связи, резервирования нескольких каналов с приоритетом (Ethernet + сотовый) или без (2 равноценных сотовых). Для защиты данных требуется использовать какой-либо тип безопасных туннелей.



Как ни странно, безопасности систем IoT в настоящее время уделяется на удивление мало внимания, как будто они существуют в отдельном стерильном мире, свободном от хакеров и прочих санитаров леса. Даже если речь идет не о системе мониторинга атомной электростанции, а всего лишь об умном загородном коттедже, то в случае перехвата данных, передаваемых через Интернет в открытом виде, последствия для его хозяина ограничены лишь фантазией злоумышленников.

Устройства NSG в этом отношении выгодно отличаются от других альтернатив, представленных на рынке. Наряду с функциями IoT, они сохраняют все функции интеллектуального маршрутизатора доступа. Встроенные средства контроля, управления, выбора и резервирования каналов связи обеспечивают поддержание связи в режиме 24×7×365 без вмешательства человека. Набор безопасных туннелей позволяет выбрать различные технологии по усмотрению заказчика: IPsec, OpenVPN, STunnel, PPTP... Наконец, фирменная технология бесперебойной передачи данных — NSG uTCP — решает одновременно обе задачи.

www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru

NSG-1700 LoRa Station

NSG-1700 LoRa Station — базовая станция для сетей LoRa. Она может работать в составе систем IoT с различной архитектурой, от больших распределённых решений на базе оборудования различных поставщиков до самодостаточного решения.

В минимальной комплектации изделие выполняет, в терминологии сетей LoRa, функции ретранслятора пакетов (*packet forwarder*). Он обеспечивает пересылку пакетов LoRaWAN по сети IP на сетевой сервер. Ретранслятор совместим с датчиками LoRaWAN сторонних производителей.

Опционально в устройство может быть установлено расширение памяти и программное обеспечение для выполнения функций сетевого сервера (*network server*) LoRaWAN. Сервер непосредственно работает с датчиками, принимает информацию от них и экспортирует её в MQTT. Он же обеспечивает Web-мониторинг показаний датчиков, что относится уже к функциям прикладного сервера IoT. Несколько таких станций могут работать в кластере, используя единую базу данных и обрабатывая показания общего пула датчиков независимо от того, с каким именно сервером работает конкретный датчик.

WebAPI сервера позволяет регистрировать на нём новые датчики с помощью мобильного устройства и приложения для считывания QR-кодов, вместо трудоёмкого ручного ввода ключей и идентификаторов каждого датчика.

Собственный прикладной сервер NSG Linux 2.1 позволяет реагировать на показания датчиков согласно заданным алгоритмам, экспортировать их в базы данных, в систему мониторинга Zabbix, рассылать оповещения по SMS и электронной почте, и т.п.

Устройство поставляется в метеозащищённом корпусе класса IP65 с питанием по PoE.





КОМПАНИЯ



NSG LoRaWAN

NSG LoRaWAN — концентратор для сетей LoRaWAN, выполненный в виде встраиваемого модуля формата miniCard. Он позволяет придать сетевому оборудованию, контроллерам SCADA и другим устройствам технологического управления функции ретранслятора пакетов (*packet forwarder*) LoRaWAN. С точки зрения архитектуры таких устройств, это адаптер физического интерфейса LoRa.

Модуль разработан на основе контроллера Semtech SX1301 и подключается к вычислительному ядру устройства через внутренний интерфейс SPI. Поверх модуля может устанавливаться мезонинная плата энергонезависимой памяти с интерфейсом USB для хранения специфического для LoRa программного обеспечения и, если устройство выполняет роль сетевого сервера (*LoRa network server*), принятых показаний датчиков.



NSG LoRa Modem

Встраиваемое устройство NSG LoRa modem представляет собой миниатюрную плату, предназначенную для использования сторонними производителями датчиков. С её помощью любой датчик, оснащённый интерфейсом RS-232, преобразуется в датчик LoRa. Изделие совместимо с NSG-1700 LoRa Station, ретрансляторами пакетов и сетевыми серверами LoRaWAN сторонних производителей.



www.nsg.ru

+7 (495) 727-19-59

info@nsg.ru



Аксессуары 1–Wire, USB, RS–485

Датчики физических параметров и исполнительные элементы, подключаемые по проводным интерфейсам 1–Wire, USB или RS–232/485, придают устройствам NSG дополнительную функциональность в аспекте Интернета вещей. С их помощью можно контролировать срабатывание пожарных, охранных и иных сигнализаций, концевых выключателей, сигнальных «сухих контактов» на телекоммуникационном оборудовании и т.п.; наличие напряжения в сети и величину напряжения на резервных аккумуляторных батареях; температуру, влажность, освещённость и другие параметры окружающей среды.

В качестве датчика к устройствам NSG могут подключаться электрические счётчики «Меркурий». Они полностью интегрируются в описанную выше архитектуру IoT и предоставляют исчерпывающие сведения о состоянии электрической сети и потреблении электроэнергии.

Выходные контроллеры и реле позволяют управлять электрическими цепями любого типа и назначения, как слаботочными, так и силовыми, в том числе включать сигнальные табло, сирены, блокировать двери и т.п.; перезагружать проблемное оборудование, расположенное вблизи устройства NSG; управлять системами резервного электропитания, отопления, кондиционирования и т.п. В частности, одно из важнейших практических применений — это удалённый рестарт проблемных банкоматов по питанию.





ООО «ЭН-ЭС-ДЖИ»
Россия, 105187, Москва,
ул.Вольная, д.35
тел./факс +7 495 727-19-59
(многоканальный)

<http://www.nsg.ru>
info@nsg.ru
sales@nsg.ru
support@nsg.ru