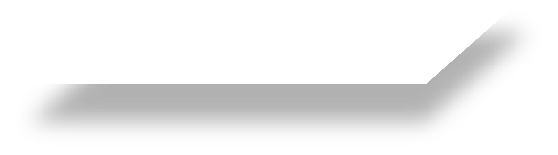
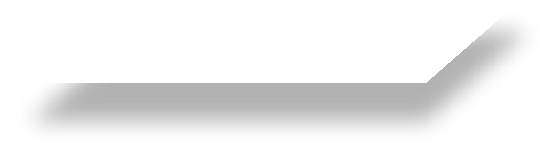
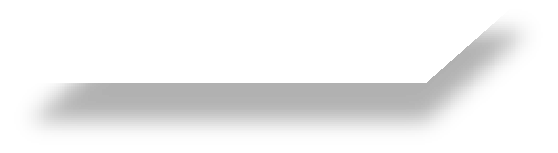
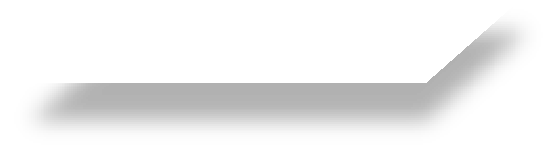
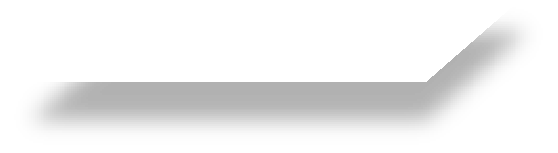
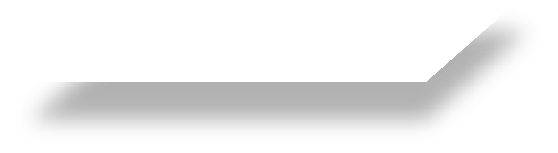
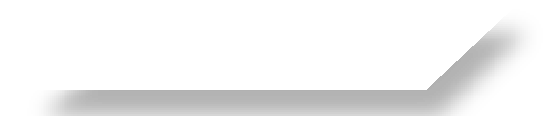
**Комплексная, многоуровневая модель для IoT**

В системе IoT данные генерируются множеством видов устройств, обрабатываются различными способами, передаются в разные местоположения и обрабатываются приложениями. Предлагаемая эталонная модель IoT состоит из семи уровней. Каждый уровень определяется терминологией, которая может быть стандартизирована для создания общепринятой системы отсчета.

Эталонная модель IoT не ограничивает область действия или месторасположение ее компонентов. Например, с физической точки зрения каждый элемент может находиться в одной стойке оборудования или распространяться по всему миру. Эталонная модель IoT также позволяет выполнять обработку, происходящую на каждом уровне, от тривиального до сложного, в зависимости от ситуации. Модель описывает, как задачи на каждом уровне должны обрабатываться для поддержания простоты, обеспечения высокой масштабируемости и обеспечения поддержки. Наконец, модель определяет функции, необходимые для полной системы IoT.

На рисунке 1 показана эталонная модель IoT и ее уровни. Важно отметить, что в IoT данные передаются в обоих направлениях. В шаблоне управления управляющая информация течет от вершины модели (уровень 7) к основанию (уровень 1). В схеме мониторинга поток информации является обратным. В большинстве систем поток будет двунаправленным.

Рисунок 1. Эталонная модель IoT



**Collaboration & Processes**

(Involving People & Business Processes)

**Center**

Data at Rest

**Application**

(Reporting, Analytics, Control)

**Data Abstraction**

(Aggregation & Access)

**Data Accumulation**

(Storage)

Data in Motion

**Edge (Fog) Computing**

(Data Element Analysis & Transformation)

**Connectivity**

(Communication & Processing Units)

**Physical Devices & Controllers**

(The “Things” in IoT)

**Edge**

Sensors, Devices, Machines,

Intelligent Edge Nodes of all types

**Уровень 1: Физические устройства и контроллеры**

Эталонная модель IoT начинается с уровня 1: физические устройства и контроллеры, которые могут управлять несколькими устройствами. Это «вещи» в IoT, и они включают в себя широкий спектр оконечных устройств, которые отправляют и получают информацию. Сегодня список устройств уже обширен. Он станет практически неограниченным, поскольку со временем в IoT будет добавлено больше оборудования.

Устройства разнообразны, и нет никаких правил относительно размера, местоположения, форм-фактора или происхождения. Некоторые устройства будут размером с кремниевый чип. Некоторые будут такими же большими, как транспортные средства. IoT должен поддерживать весь диапазон. Десятки или сотни производителей оборудования будут производить устройства IoT. Для упрощения совместимости и поддержки

Производительность. Эталонная модель IoT обычно описывает уровень обработки, необходимый для устройств уровня 1. На рисунке 2 описаны основные возможности устройства.

Рисунок 2. Физические устройства и контроллеры уровня 1

**Figure 2.** Level 1 Physical Devices and Controllers

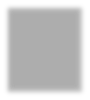
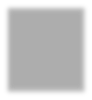
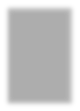
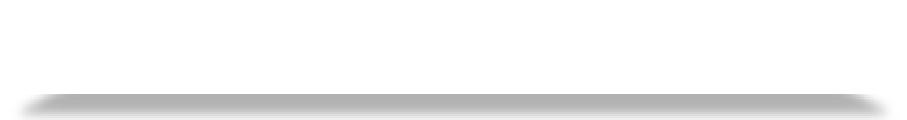
# Internet of Things Reference Model

**Physical Devices & Device Controllers** (The “Things” in IoT)



**1**

##### IoT “devices” are capable of:



**Edge**

Sensors, Devices, Machines, Intelligent Edge Nodes of all types

* Analog to digital conversion, as required
* Generating data
* Being queried / controlled over-the-net

**Уровень 2: Связь**

Связь и связь сосредоточены на одном уровне - уровне 2. Наиболее важной функцией уровня 2 является надежная и своевременная передача информации. Это включает в себя передачи:

● Между устройствами (уровень 1) и сетью

● через сети (восток-запад)

● Между сетью (уровень 2) и низкоуровневой обработкой информации, происходящей на уровне 3

Традиционные сети передачи данных выполняют несколько функций, о чем свидетельствует 7-уровневая эталонная модель Международной организации по стандартизации (ИСО). Однако полная система IoT содержит много уровней в дополнение к сети связи.

Одной из целей эталонной модели IoT является обеспечение связи и обработки, выполняемых существующими сетями. Эталонная модель IoT не требует и не указывает на создание другой сети - она ​​опирается на существующие сети. Однако некоторые устаревшие устройства не поддерживают IP, что потребует введения коммуникационных шлюзов. Для других устройств потребуются фирменные контроллеры для обслуживания функции связи. Однако со временем стандартизация возрастет. По мере распространения устройств уровня 1 способы их взаимодействия с оборудованием подключения уровня 2 могут изменяться. Независимо от деталей устройства уровня 1 обмениваются данными через систему IoT, взаимодействуя с оборудованием связи уровня 2, как показано на рисунке 3.

# Internet of Things Reference Model

## Connectivity

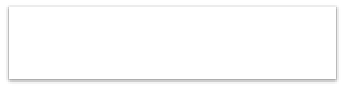


**2**

#### (Communication & Processing Units)

##### Connectivity includes:

* Communicating with and between the Level 1 devices
* Reliable delivery across the network(s)
* Implementation of various protocols
* Switching and routing
* Translation between protocols



Level 2 functionality focuses on East-West communications

* Security at the network level
* (Self Learning) Networking Analytics

**Уровень 3: Edge (Fog) Computing**

Функции уровня 3 обусловлены необходимостью преобразования сетевых потоков данных в информацию, которая подходит для хранения и обработки более высокого уровня на уровне 4 (накопление данных). Это означает, что действия уровня 3 сосредоточены на анализе и преобразовании больших объемов данных. Например, сенсорное устройство уровня 1 может генерировать выборки данных несколько раз в секунду, 24 часа в сутки, 365 дней в году. Основной принцип эталонной модели IoT заключается в том, что наиболее интеллектуальная система инициирует обработку информации как можно раньше и как можно ближе к границе сети. Это иногда называют туманным вычислением. Уровень 3, где это происходит.

Учитывая, что данные обычно передаются на сетевое оборудование уровня связи (уровня 2) устройствами в небольших единицах, обработка уровня 3 выполняется для каждого пакета отдельно. Эта обработка ограничена, поскольку существует только осведомленность о блоках данных, а не о «сессиях» или «транзакциях». Обработка уровня 3 может включать множество примеров, таких как:

● Оценка: оценка данных для критериев относительно того, должны ли они обрабатываться на более высоком уровне.

● Форматирование: переформатирование данных для согласованной высокоуровневой обработки.

● Расширение / декодирование: обработка загадочных данных с дополнительным контекстом (например, источником)

● Дистилляция / сокращение: сокращение и / или суммирование данных для минимизации воздействия данных и трафика на сеть и системы обработки более высокого уровня.

● Оценка: определение того, представляют ли данные порог или предупреждение; это может включать перенаправление данных на дополнительные пункты назначения

Рисунки 4 и 5 иллюстрируют функциональность элемента данных уровня 3.

**Уровень 4: Накопление данных**

Сетевые системы созданы для надежного перемещения данных. Данные находятся в движении. До уровня 4 данные перемещаются по сети со скоростью и организацией, определяемыми устройствами, генерирующими данные. Модель основана на событиях. Как было определено ранее, устройства уровня 1 не включают сами вычислительные возможности. Однако некоторые вычислительные операции могут происходить на уровне 2, такие как трансляция протокола или применение политики безопасности сети. Дополнительные вычислительные задачи могут быть выполнены на уровне 3, такие как проверка пакетов. Движение вычислительных задач как можно ближе к границе IoT с гетерогенными системами, распределенными по нескольким областям управления, представляет собой пример туманных вычислений. Туманные вычисления и услуги тумана будут отличительной чертой IoT.

Большинство приложений не могут или не должны обрабатывать данные со скоростью сетевого соединения. Приложения обычно предполагают, что данные «в состоянии покоя» - или неизменны - в памяти или на диске. На уровне 4, накопление данных, данные в движении преобразуются в данные в состоянии покоя. Уровень 4 определяет:

● Если данные представляют интерес для более высоких уровней: если это так, обработка уровня 4 является первым уровнем, который настроен для удовлетворения конкретных потребностей более высокого уровня.

● Если данные должны быть сохранены: должны ли данные храниться на диске в энергонезависимом состоянии или накапливаться в памяти для кратковременного использования?

● Тип необходимого хранилища. Требует ли постоянство файловая система, система больших данных или реляционная база данных?

● Если данные организованы должным образом: правильно ли организованы данные для требуемой системы хранения?

● Если данные должны быть рекомбинированы или пересчитаны: данные могут быть объединены, пересчитаны или объединены с ранее сохраненной информацией, некоторые из которых могли быть получены из источников, не относящихся к IoT.

Поскольку уровень 4 собирает данные и переводит их в состояние покоя, теперь они могут использоваться приложениями не в режиме реального времени. Приложения получают доступ к данным при необходимости. Вкратце, уровень 4 преобразует данные на основе событий в обработку на основе запросов. Это важный шаг в преодолении различий между сетевым миром в реальном времени и миром приложений не в реальном времени. Рисунок 6 суммирует действия, которые происходят на уровне 4.

**Уровень 5: Абстракция данных**

Системы IoT должны будут масштабироваться до корпоративного или даже глобального уровня и потребуют нескольких систем хранения для размещения данных и данных устройств IoT из традиционных корпоративных ERP, HRMS, CRM и других систем. Функции абстрагирования данных уровня 5 ориентированы на рендеринг данных и их хранение таким образом, что это позволяет разрабатывать более простые приложения с улучшенной производительностью.

Поскольку несколько устройств генерируют данные, существует множество причин, по которым эти данные могут не попасть в одно и то же хранилище данных:

● Возможно, слишком много данных для размещения в одном месте.

● Перемещение данных в базу данных может потребовать слишком много вычислительной мощности, поэтому ее извлечение должно быть отделено от процесса генерации данных. Сегодня это делается с помощью баз данных онлайн-обработки транзакций (OLTP) и хранилищ данных.

● Устройства могут быть географически разделены, а обработка оптимизирована локально.

● Уровни 3 и 4 могут отделять «непрерывные потоки необработанных данных» от «данных, представляющих событие». Хранением данных для потоковой передачи данных может быть система больших данных, такая как Hadoop. Хранение данных о событиях может представлять собой систему управления реляционными базами данных (RDBMS) с более быстрым временем запроса.

● Могут потребоваться разные виды обработки данных. Например, обработка в магазине будет сосредоточена на других вещах, чем обработка сводных данных по всем магазинам.

По этим причинам уровень абстракции данных должен обрабатывать много разных вещей. Это включает:

● согласование нескольких форматов данных из разных источников

● Обеспечение согласованной семантики данных в разных источниках.

● подтверждение того, что данные заполнены для приложения более высокого уровня

**Уровень 6: Приложение**

Уровень 6 - это уровень приложения, где происходит интерпретация информации. Программное обеспечение на этом уровне взаимодействует с уровнем 5 и данными в состоянии покоя, поэтому оно не должно работать на скорости сети.

Эталонная модель IoT не определяет приложение строго. Приложения различаются в зависимости от вертикальных рынков, характера данных устройства и потребностей бизнеса. Например, некоторые приложения будут сосредоточены на мониторинге данных устройства. Некоторые будут сосредоточены на управлении устройствами. Некоторые будут объединять данные устройства и устройства. Приложения для мониторинга и управления представляют собой множество различных моделей приложений, шаблонов программирования и программных стеков, что приводит к обсуждению операционных систем, мобильности, серверов приложений, гипервизоров, многопоточности, многопользовательского режима и т. Д. Эти темы выходят за рамки IoT Обсуждение эталонной модели. Достаточно сказать, что сложность приложения будет сильно различаться.

Примеры включают в себя:

● критически важные бизнес-приложения, такие как обобщенные ERP или специализированные отраслевые решения

● Мобильные приложения, которые обрабатывают простые взаимодействия

● отчеты бизнес-аналитики, где приложением является BI-сервер

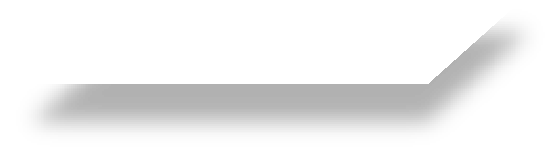
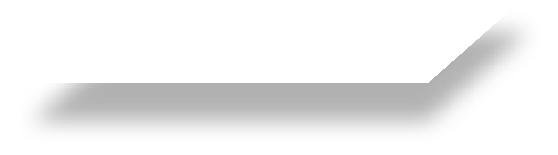
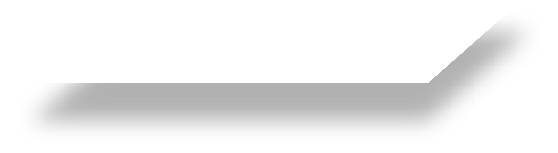
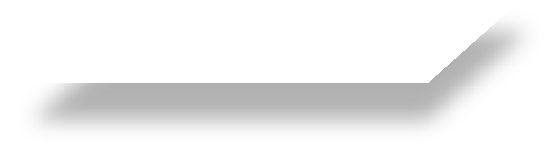
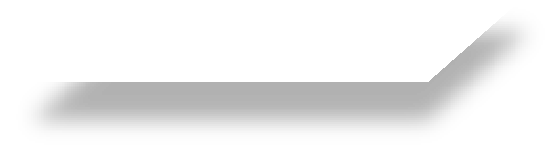
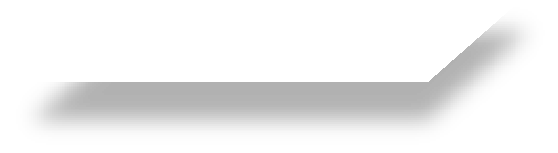
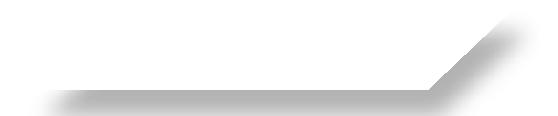
● Аналитические приложения, которые интерпретируют данные для бизнес-решений

**Уровень 7: Сотрудничество и процессы**

Одним из основных различий между Интернетом вещей (IoT) и IoT является то, что IoT включает людей и процессы. Это различие становится особенно очевидным на уровне 7: сотрудничество и процессы. Система IoT и создаваемая ею информация мало что значат, если не приводят к действиям, которые часто требуют людей и процессов. Приложения выполняют бизнес-логику для расширения возможностей людей. Люди используют приложения и связанные данные для своих конкретных потребностей. Часто несколько человек используют одно и то же приложение для разных целей. Таким образом, цель не в приложении, а в том, чтобы дать людям возможность лучше выполнять свою работу. Приложения (уровень 6) дают деловым людям нужные данные в нужное время, чтобы они могли делать правильные вещи.

Но часто для необходимых действий требуется более одного человека. Люди должны иметь возможность общаться и сотрудничать, иногда используя традиционный Интернет, чтобы сделать IoT полезным. Общение и сотрудничество часто требуют нескольких шагов. И это обычно выходит за рамки нескольких приложений. Вот почему уровень 7, как показано на рисунке 9, представляет собой более высокий уровень, чем одно приложение.

# Internet of Things Reference Model: Security



Levels

**Collaboration & Processes**



**7**

**Application**



**6**

**Data Abstraction**



**5**

**Data Accumulation**



**4**

**Edge (Fog) Computing**



**2**



**3**

**Connectivity**

**Physical Devices & Controllers**



**1**

**Center**

Security

**Edge**

Identity Management (software)

Authentication/Authorization (software)

Secure Storage (hardware & software)

Tamper Resistant (software)

Secure Communications (protocols and encryption)

Secure Network Access (hardware & protocols)

Secure Content (silicon)