

# О международной стандартизации M2M коммуникаций

Дмитрий Евгеньевич Намиот,  
МГУ им. М.В. Ломоносова  
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики,  
к.ф.-м.н, старший научный сотрудник  
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 52, факультет ВМК  
dnamiot@gmail.com

Манфред Александрович Шнепс-Шнеппе,  
Латвийский Университет  
Институт математики и информатики  
д.т.н, ведущий научный сотрудник  
Бульвар Райниса 19, Рига LV 1586, Латвия  
manfreds.sneps@gmail.com

**Аннотация** – В настоящей работе рассматриваются вопросы, связанные со стандартизацией M2M коммуникаций. Целью рассмотрения является анализ попыток выработки единого стандарта, текущее состояние предложений, а также приводится наша оценка этого процесса. Количество возможных подключений различных устройств измеряется миллиардами и, естественно, этот огромный рынок представляет большой интерес для всех участников. При этом необходимо учитывать, что в отличие от ранних работ по стандартизации телекоммуникаций и сетевого взаимодействия, на настоящем этапе стоит вопрос стандартизации сервисов и, что крайне важно, средств разработки. Именно средства разработки должны будут поддерживать создание новых сервисов и, в конечном счете, обеспечивать успех той или иной платформы. А в силу объемов рынка M2M и его изначально большой диверсификации (большого количества производителей различных устройств), масштаб работ по стандартизации является во многом беспрецедентным.

**Ключевые слова:** M2M, FI-WARE, ETSI, Parlay, Smart Metering Mandate

## Введение

В данной работе мы рассматриваем попытки стандартизации именно программного обеспечения M2M коммуникаций. На наш взгляд именно в этом кроется основная проблема и именно этому почему-то уделяется меньше внимания по сравнению с сетевыми (коммуникационными) аспектами. Международные институты стандартизации уделяют достаточно много внимания именно M2M коммуникациям, но, в то же самое время, попытки выработки единого стандарта предпринимают и множество коммерческих организаций. Последние, естественно, в первую очередь, преследуют свои собственные интересы и, под словом стандарт, понимают максимальное продвижение (проникновение) собственных архитектурных и программных решений. Эти решения не всегда соответствуют моделям, которые предлагают международные институты стандартизации. Но с другой стороны, и это следует признать, коммерческие разработки (а также различные Open Source проекты) зачастую являются более привлекательными (в первую очередь, все с той же точки зрения разработчиков программного обеспечения), чем международные инициативы. Реально ли в этих условиях ожидать появления общих стандартов? Наша точка зрения по этому вопросу и изложена в данной статье. По прогнозам, к 2020 году число M2M подключений в мире составит 2,1 млрд, и бытовые применения (учет энергии и т.п.) составят львиную долю – 62%. Не меньшие доходы, чем учет энергоносителей, сулят средства безопасности, что составляет 21% от общего числа M2M подключений.

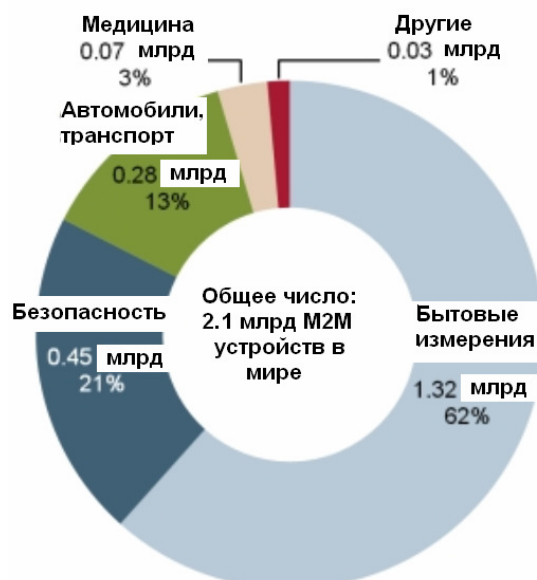


Рис. 1. Прогноз рынка M2M коммуникаций к 2020 году [1].

За рынок умных устройств происходит острая борьба. В качестве сетей связи потенциально могут выступать любые существующие средства, и ни одна из технологий не «намерена» уступать. Чаще всего, в качестве связных элементов рассматриваются мобильные сети и Интернет, но в качестве таковой может выступать и традиционная проводная телефонная связь. На рисунке 2 схематически представлена модель ETSI.

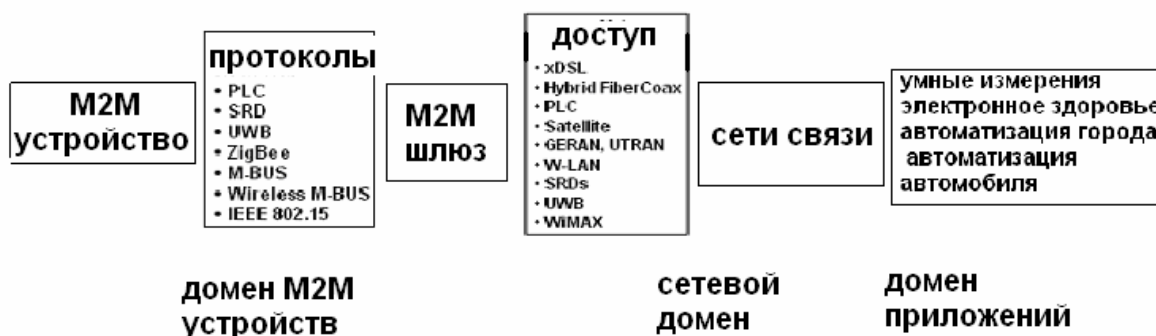


Рис. 2. Три домена M2M коммуникаций.

Эта модель показывает все разнообразие решений. Специфика появляется именно на краях схемы:

- 1) Слева - в домене M2M устройств - приходится собирать информацию от устройств, которые производят многие компании по разным протоколам. Возможно, это наиболее проработанная часть. Причина в том, что протоколы передачи данных представляют собой традиционный элемент стандартизации, работы в этом направлении ведутся давно. Необходимость в такой работе ни у кого не вызывает сомнений. Конкуренция проявляется в том, какой из протоколов будет (может) являться доминирующим. Но как нам представляется, ответ на этот вопрос является однозначным для всех игроков этого рынка. Разнообразие протоколов было и будет в обозримом будущем.
- 2) Справа же, в домене приложений, разработками занимается множество программистов, и они работают в условиях отсутствия единых интерфейсов API. Именно здесь, по нашему мнению, и лежат основные задачи (и проблемы) стандартизации в области M2M.

### Стандартизация M2M протоколов

Это можно рассмотреть на примере Smart Metering Mandate. Залогом успеха промышленности любой страны является наличие национальных стандартов. Это осознали в Европейском Союзе. Дабы навести порядок с решениями умного дома и облегчить работу производителей оборудования, Европейская Комиссия в 2009 году рассмотрела вопрос экономии энергии и выдала мандат Smart Metering Mandate M/441 [2]. Выдаче мандата M/441 предшествовала выработка положений по развитию Интернета в Европе, так называемого Интернета вещей (Internet of Things), и умные измерения рассматриваются как первый шаг в этом направлении. На данный момент определены шесть приоритетных областей применений: умные бытовые измерения, электронное здоровье, бытовые применения, автоматизация города, автоматизация автомобиля и умное электроснабжение (smart grid).

Мандат M/441 выдан трем стандартизирующим организациям - CEN, CENELEC и ETSI. Следует разработать общую открытую архитектуру домашних измерений воды, газа, электричества и тепла. В этой архитектуре следует обеспечить взаимодействие существующих коммуникационных протоколов и адаптацию потребителей к изменяющимся тарифам и т. п. (умные измерения). В рамках ETSI создан новый технический комитет TC M2M, который взаимодействует с существующими ранее CEN TC294 и CENELEC TC13 и TC205. Работа началась более трех лет назад с наведения порядка в интерфейсах, по которым общаются устройства умного дома с приложениями, и центральное место отводится M2M шлюзу, которым и занимается ETSI TC M2M.

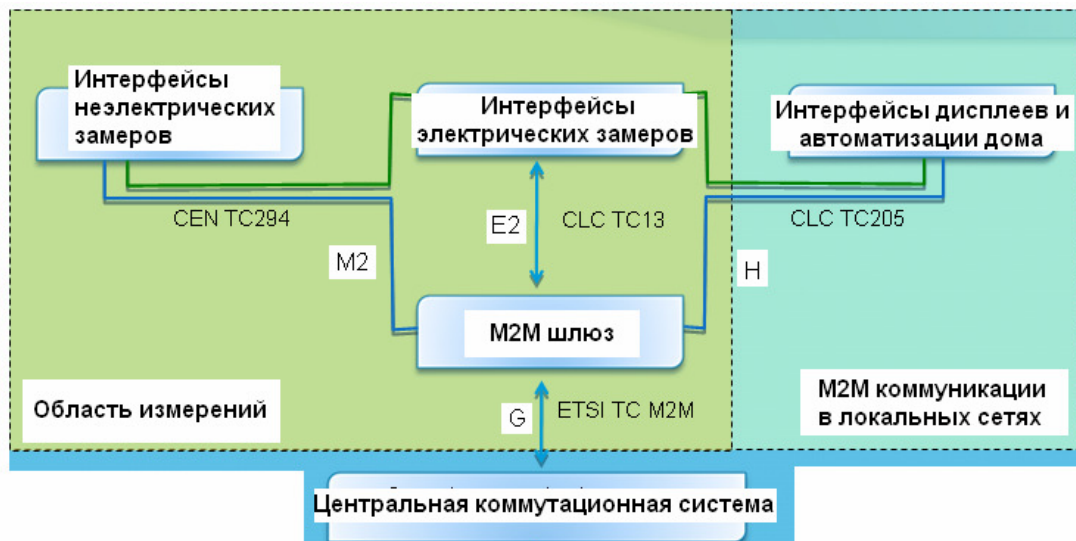


Рис. 3. Схема стандартизации ETSI по мандату умных измерений M/441 [3].

Наибольшую сложность представляет унификация области M2M устройств, т.е. интерфейсов E2, M2 и H (рис. 3). Они относятся к изделиям различных отраслей. Среди этих интерфейсов наиболее независимой и развитой частью является область электричества - интерфейс E2, который определяет доступ к электрическим измерениям. А сами измерения стандартизованы форматами COSEM (Companion Specification for Energy Metering) [4]. Форматы COSEM, на наш взгляд, являются излишне сложными для применений в умном доме. Например, стандарт IEC 62056-62 определяет 19 интерфейсных классов объектной модели COSEM. Особенностью неэлектрических измерений (интерфейс M2) является требование наличия дополнительного источника питания (батареи), что усложняет сбор измерений, особенно при беспроводном доступе. Еще более запутана ситуация с интерфейсом H - для бытовых устройств, тем более что к этому разделу относятся и дисплеи, контролирующие состояние устройств в доме.

Интерфейс G соединяет M2M шлюз с хранилищем данных. Этот интерфейс может быть обеспечен существующими средствами связи: телефонной сетью, GPRS, кабельным телевидением и т.д. На сегодня нерешенным остается вопрос хранения M2M данных, так как результаты измерений следует хранить продолжительное время (в отличие, например, от традиционной телефонной связи, где содержание разговора не сохраняется). Задача хранения M2M данных, возможно, найдет решение средствами облачных вычислений.

После выдачи Еврокомиссией мандата M/441 прошло пять лет. В Институте ETSI ежегодно проводятся встречи (workshop), на которых международные организации и ведущие компании мира подводят итоги. Материалы этих встреч, к сожалению, не дают уверенности, что задачу, поставленную Еврокомиссией, удастся выполнить, т.е. достичь унификации интерфейсов измерений. На рис. 4 приводится один из обсуждаемых проектов умного дома, представленный компаниями RTX (Дания) и Dialog Semiconductor (Германия) [5]. Этот проект показывает типичную ныне ситуацию, когда в проектах умных домов соседствуют самые разные протоколы: DECT, wireless m-bus, WiFi, Zigbee и др.

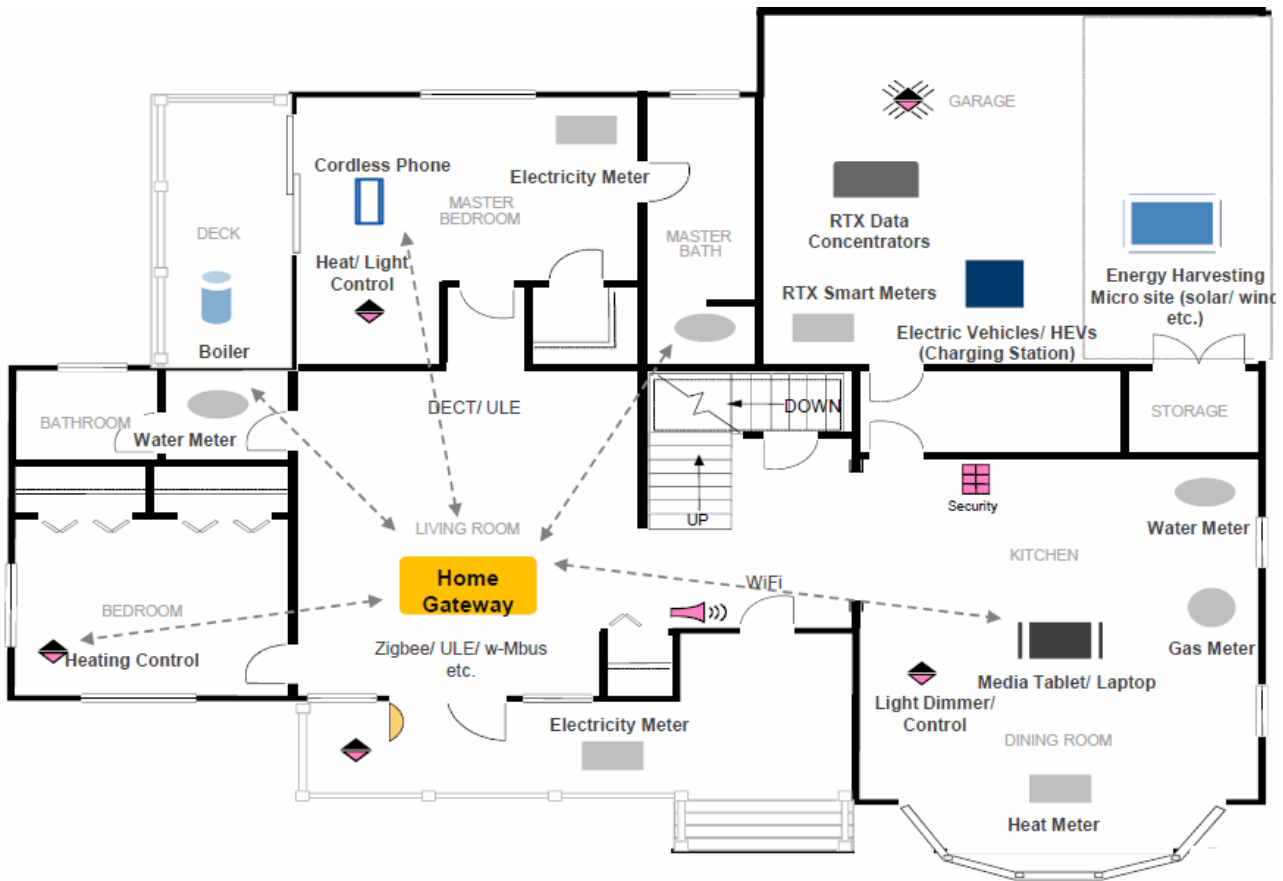


Рис. 4. Пример умного дома: M2M шлюз общается с домовыми устройствами по различным беспроводным протоколам.

Отдельные компании инициируют собственные проекты в этой области. Например, в Германии осознали, что следовало бы иметь единый европейский стандарт домовых измерений. В 2009 году три германские компании ZVEI, FIGAWA и KNX издали три тома спецификаций новой системы Open Metering System (OMS), основанной на протоколе M-Bus и ориентированной на выполнение требований Мандата М/441, т.е. на измерения воды, газа, электричества и тепла [6]. Протокол M-Bus, в свою очередь, определяет серия стандартов EN 13757 «Communication systems for meters and remote reading of meters», которая состоит из семи частей. Схема Open Metering System представлена на рис. 5.

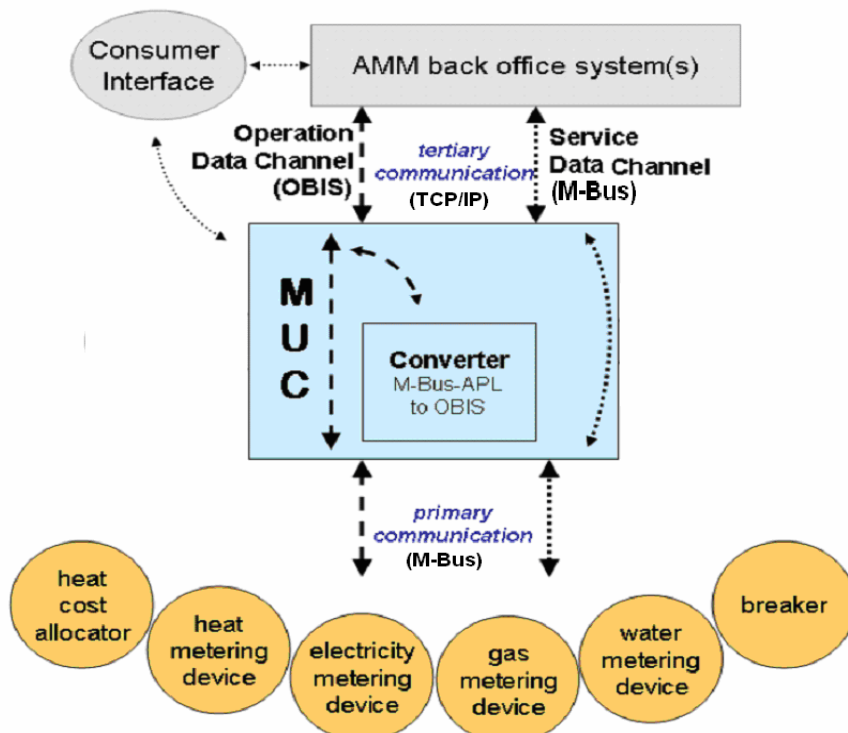


Рис. 5. Общая схема Open Metering System.

Несколько компаний (Radiocrafts, Sierra Wireless, Telit, Amber-wireless, и др.) уже выпускают беспроводные шлюзы для сбора данных по стандарту Open Metering System. Обзор подобного рода приложений есть, например, в работе [7].

### Стандартизация программирования M2M приложений

Суть M2M-платформы поясняет рис. 6, на котором показана M2M архитектура с точки зрения программирования. На рисунке имеются пять интерфейсов (протоколов или, другими словами, стыков). К программированию приложений (сервисов) относятся:

*Интерфейс 1*, который находится между платформой и удаленным сервис-провайдером. Это важнейший интерфейс, от его разработанности и простоты зависит доступ сторонних программистов к программированию сервисов.

*Интерфейс 2* – между платформой и пользователем и может иметь вид стандартного web браузера.

*Интерфейс 3* служит эксплуатационным нуждам.

*Интерфейс 4* – это доступ M2M шлюза к сетям связи (к традиционной телефонной сети или IP сети).

*Интерфейс 5* – это протоколы M2M устройств (их в мире десятки, например, M-bus, о чем разговор шел выше).

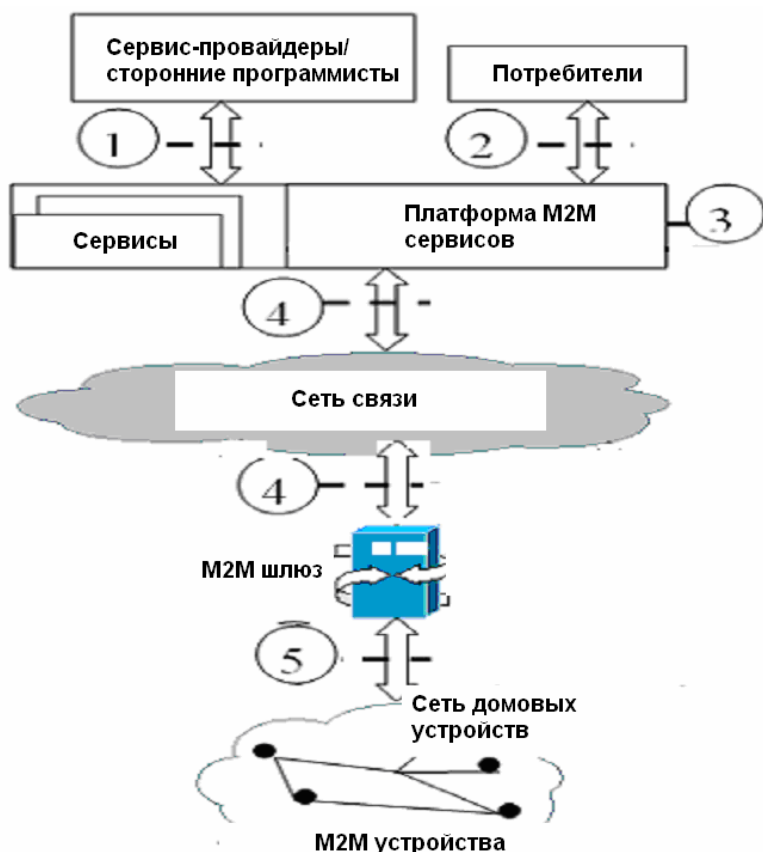


Рис. 6. M2M архитектура с интерфейсами программирования.

Согласно Мандату M/441 все эти интерфейсы должны быть открытыми. В настоящее время практически стандартизован только Интерфейс 1 в виде Open API для M2M. Технический комитет ETSI M2M на заседании 2010 года [8] принял проект P1957, выполненный ранее Европейским институтом Eurescom [9]. На наш взгляд, это решение является не совсем удачным.

В этих Open API чувствуется влияние спецификаций Parlay [10]. Спецификации Parlay разрабатывала Parlay Group в течение десяти лет (1998-2007). Был создан стандарт Parlay/OSA API, который должен был обеспечить общие промышленные интерфейсы программирования. Но эти средства оказались слишком громоздкими и не нашли внедрения. Затем появилась упрощенная модификация Parlay Web services API, известная как Parlay X. К сожалению, тоже без ожидаемого успеха, так как требовали от программиста детальных знаний телефонных сетей.

Основные проблемы, на наш взгляд, заключаются в игнорировании современных подходов к программированию и, в первую очередь, игнорировании Web и, соответственно, Web программирования. Стандарт предлагает синхронную модель программирования и обмен данными на основе XML. Асинхронные модели, JSON – все осталось за рамками рассмотрения. Другой важный вопрос – модели хранения данных и подходы к их организации. Это также никак не рассматривается. Вместе с тем, очевидно, что задачи хранения данных для M2M являются чрезвычайно важными. В результате создается ситуация, когда академические стандарты будут существовать сами по себе, а практические разработки будут выполняться другими средствами.

Другой важный вопрос, который на наш взгляд, искусственно отделен от M2M стандартов – это описание (распознавание, адресация) устройств и определение их возможностей. Именно в силу наличия большого количества разнообразных

устройств важно уметь программно определять их возможности [11]. Предложения по развитию подобного рода систем были представлены авторами в работе [12].

## Стандартизация Интернета будущего (проект FI-WARE)

Наиболее крупной Европейской программой по программированию M2M сервисов, точнее, по программированию сервисов Интернета будущего является программа Европейского Союза FI-PPP (Future Internet Public Private Partnership). Базовым проектом в этой многомиллиардной программе является разработка программного обеспечения FI-WARE, который объединяет 25 крупнейших организаций из Германии, Франции, Италии, Испании, Швеции и других стран, крупнейших операторов связи, в том числе Alcatel Lucent, Telecom Italia. Суть проекта FI-WARE на первых двух фазах (2011–2014) состояла в разработке базовых программных компонентов GE (Generic Enablers), которые затем дополняются средствами для частных применений (на фазе 3) по 14 проектам, – в основном в области энергетики, транспорта, логистики, умного города, что показано на рис. 7. Всего имеется уже более 60 базовых программных компонентов GE и более 100 прикладных программных компонентов (Specific Enablers) для частных применений. Например, по проекту умного города OUTSMART имеется 17 прикладных программных компонентов, но только некоторые из них нашли применение. До широкого применения этот проект также пока не доведен.

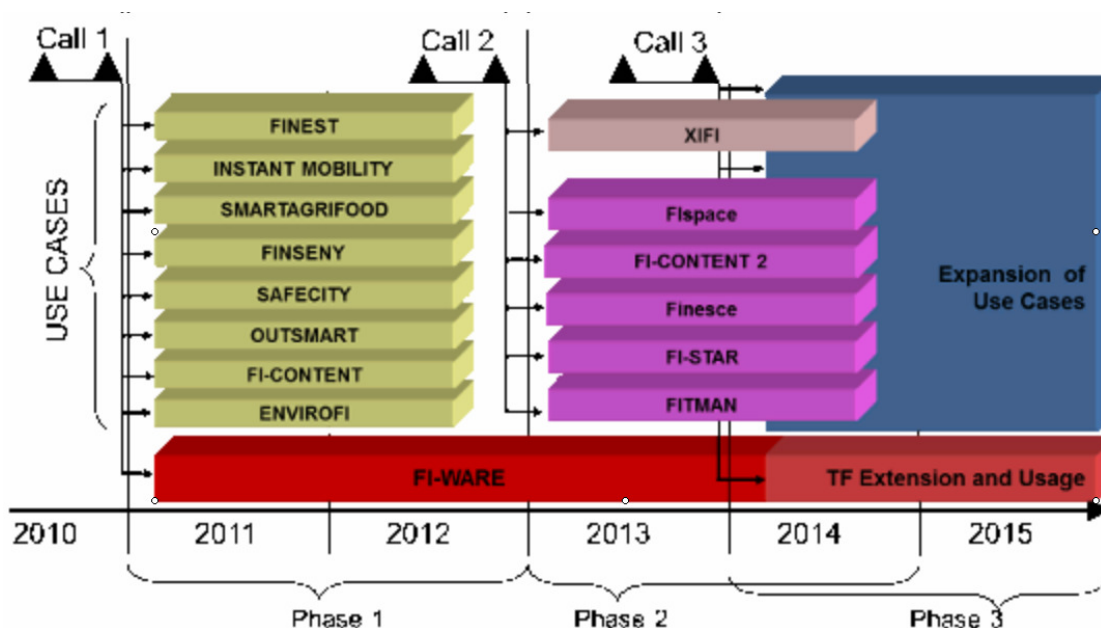


Рис. 7. График работ по Европейской программе FI-PPP.

Основная проблема, на наш взгляд, заключается в усложненности архитектуры. Предлагается многоуровневая модель, которая (между прочим, как и в случае с Parlay) на практике, в большинстве случаев, приводит только к увеличению сроков разработки [12]. Как на самом деле мог бы выглядеть идеальный фреймворк для разработчика:

прямая адресация устройств

асинхронный доступ с использованием HTTP

callback как основной механизм межпрограммного взаимодействия

JSON (JSONP) как основной формат передачи данных

Отметим здесь еще один интересный момент. Традиционно, в документах стандартизации речь идет о программных интерфейсах для приложений (API – Application Program Interfaces). В то же самое время, большинство практических задач выглядят на верхнем уровне архитектуры абсолютно одинаково. Приложение должно тем или иным способом обратиться к устройству (здесь важна адресация), а дальше либо периодически опрашивать его для получения данных, либо получать уведомления о готовности данных. Иными словами, исполнения какой-либо логики на самом устройстве в большинстве случаев и не предполагается. В этом, кстати, отличие от Parlay, где на удаленном устройстве (телефонной станции и т.п.) реально выполнялся программный код (для осуществления вызова, например). Так что более корректно было бы говорить о DPI – Data Program Interface. Осознание этого факта могло бы сильно упростить предлагаемые стандарты.

## Унифицированные платформы коммерческих производителей

Пример 1. Рисунок 8 представляет M2M инфраструктуру нового поколения компании CISCO [13], которая следует стандартам 3GPP (3rd Generation Partnership Project) и ориентирована на IP технологии и IPv6 адресацию.

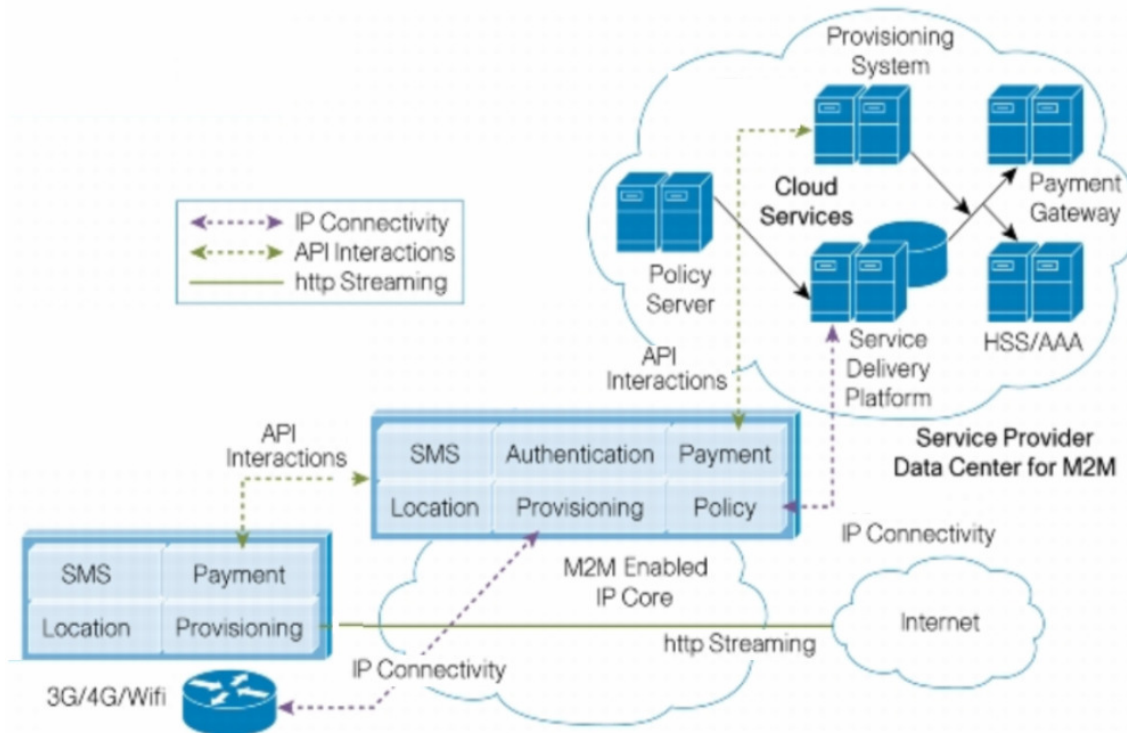


Рис. 8. CISCO: M2M инфраструктура нового поколения.

Платформа CISCO включает три домена:

- облако, в котором расположен центр данных провайдера услуг,
- сеть, которая обеспечивает M2M соединения,
- конечные M2M устройства, включая M2M шлюзы.

В каждом домене имеется блок, отвечающий за передачу M2M сигналов через инфраструктуру. Предложенная инфраструктура обеспечивает ряд функций транспортного уровня:

- Передачу данных в режиме online и offline,
- Запуск M2M устройств, инициированный сетью,
- Контроль таймеров, инициированный сетью,
- M2M мониторинг,
- Контроль перегрузки сигнализации в M2M сети,
- Поддержка IPv6 устройств.

M2M шлюзы хранят информацию, относящуюся к M2M устройствам, M2M приложения, обеспечивает регистрацию приложений и устройств, правила предоставления сервисов, безопасность, выбор сети, COPM. Чтобы обеспечить функции новой инфраструктуры CISCO, в каждом из трех доменов созданы оригинальные средства динамического перераспределения ресурсов. Отличия от рассмотренных выше стандартов: решение проблем с адресацией устройств, а также механизмы хранения данных.

Пример 2. Особенностью M2M платформы Motive, предложенной компанией Alcatel-Lucent, является развитое промежуточное ПО (middleware). По замыслу компании, это позволит привлечь сторонних программистов к разработке новых M2M сервисов. Кроме того, промежуточное ПО служит конверсии протоколов, по которым работают M2M устройства разных производителей. Платформа Motive [14] основана на Web архитектуре, что соответствует современным тенденциям. Используются стандартные протоколы, например REST. Основные компоненты платформы Motive (рис. 9) выполняют функции управления M2M устройствами (device management), управления средствами связи (communications management) и графическими средствами общения с пользователем и административным персоналом (GUIs). Наличие этих компонентов позволяет быстро внедрять новые сервисы и интегрироваться с изделиями сторонних разработчиков.

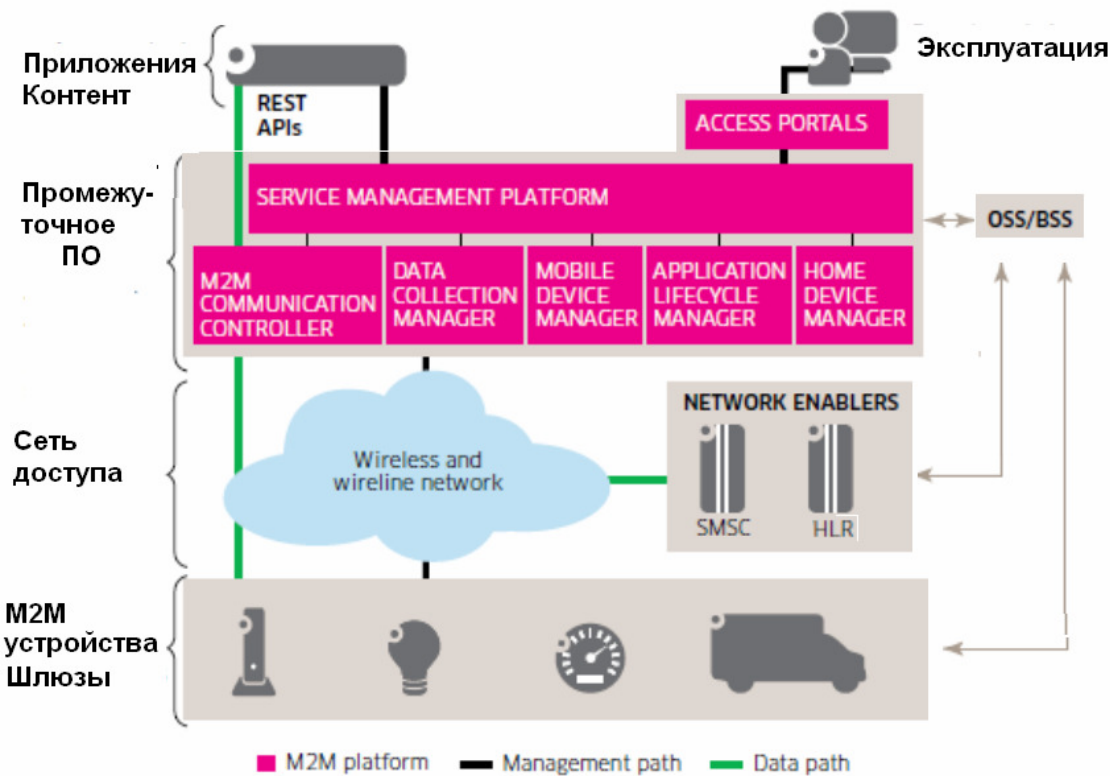


Рис. 9. Архитектура M2M платформы Motive (от Alcatel-Lucent).

Достоинства – упрощенная модель программирования. Но модель, при этом, остается проприетарной.

Пример 3. Компания Axeda заключила стратегическое партнерство с гигантом телекоммуникаций AT&T, что ускорило освоение области M2M коммуникаций, точнее, развитие новых и использование существующих устройств и сервисов [15]. M2M платформа Axeda представляет собой типичный пример использования технологии облачных вычислений (рис. 10). Это – еще одна оригинальная платформа, основанная на средствах REST и SOAP, но без ориентации на стандарты ETSI. Платформа Axeda включает основные блоки, которые рекламируются как изделия IoT (Internet of things):

- M2M сервисы (Application Services) – позволяет разработчикам приспособить свои приложения посредством мощной скриптовой программы и богатого набора Web сервисов (на базе SOAP или REST).
- Ядро интеграции (Integration Framework) – ускоряет интеграцию платформы Axeda с существующими системами учреждений посредством управления очередями сообщений.
- Управление данными (IoT Data Management) – обрабатывает и хранит входящие M2M данные и выполняет множество других функций по управлению устройствами и сервисами.

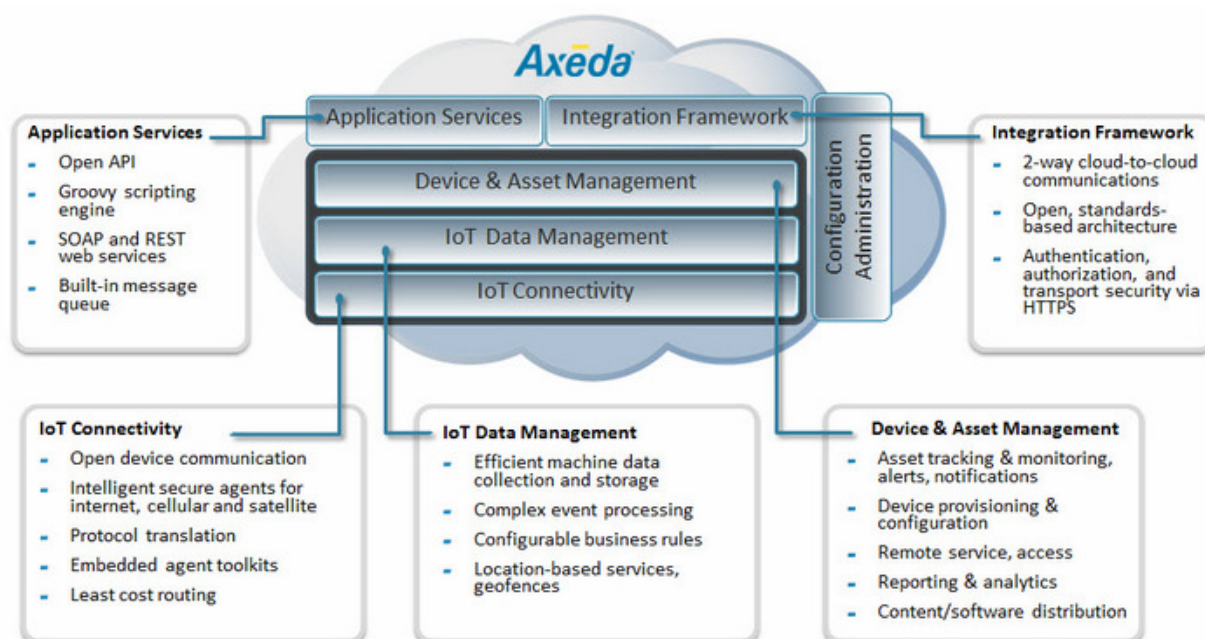


Рис. 10. M2M платформа Axeda.



Взяв за основу M2M платформу Axeda, компания AT&T заверяет, что является инновационным лидером в области M2M, особенно в части мобильных приложений и мобильных устройств по стандартам GSM. С этой целью компания AT&T сертифицировала сотни M2M устройств и имеет на сети AT&T миллионы M2M подключений.

## Заключение

Основной вывод, который мы рискуем сделать на основе нашего изучения и практического опыта работы с различными M2M системами, будет, возможно, несколько необычен. Мы рискуем предположить, что в итоге единой платформы для M2M не будет. Если европейское сообщество что-то пытается сделать с FI-WARE (с совсем неясным на сегодня результатом), то обзор платформ, присутствующих, например, на американском рынке будет почти бесконечным. Практически, каждый крупный (и не очень) производитель телекоммуникационного ПО предлагает свое решение. И практически каждый из них в чем-то да превосходит разрабатываемые стандарты. Например, по очевидным причинам, все эти компании сильны в таких областях, как управление устройствами и их конфигурирование (то есть то, чем телеком и занимается долгие годы). Столь же велик и объем Open Source реализаций. Нам кажется, что основная борьба развернется не вокруг подключения все большего количества сенсоров и устройств, а вокруг привлечения (завоевания расположения) разработчиков. Именно разработчики программного обеспечения будут тем лимитирующим ресурсом, который будет определять успех (или неудачу) того или иного приложения. Именно возможность производителя привлечь на свою платформу большее число программистов станет основной мерой их успеха. В этой связи более перспективной представляется подход, связанный с созданием набора стандартных компонент [16], которые разработчики смогут использовать и комбинировать по своему усмотрению. Такой компонентный подход более отвечает принципам создания программного обеспечения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hilton, Steve. "Machine-to-machine device connections: worldwide forecast 2010–2020." *Analysys Mason Report* (2010).
2. Rohjans, S., Uslar, M., Bleiker, R., González, J., Specht, M., Suding, T., & Weidelt, T. (2010, October). Survey of smart grid standardization studies and recommendations. In *Smart grid communications (SmartGridComm), 2010 first IEEE international conference on* (pp. 583-588). IEEE.
3. "Standartisation mandate to CEN, CENELEC and ETSI in the field of measuring instruments for the developing of an open architecture for utility meters involving communication protocols enabling interoperability", European Commission, M/441, 2009.
4. Khalifa, Tarek, Kshirasagar Naik, and Amiya Nayak. "A survey of communication protocols for automatic meter reading applications." *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE 13.2 (2011): 168-182.
5. O.Maiwald. "Connected Prosumer within the Home". [http://www.etsi.org/WebSite/NewsandEvents/Past\\_Events/2011\\_ETSIM2MWORKSHOP.aspx](http://www.etsi.org/WebSite/NewsandEvents/Past_Events/2011_ETSIM2MWORKSHOP.aspx) Retrieved: Jun, 2014.
6. Open Metering System Specification, Vol. 1, General Part, Issue 1.4.0 / 2011-01-31: Open Metering System Specification Vol.2 – Primary Communication. Issue 3.0.1 / 2011-01-29
7. Schneps-Schneppe, M., Maximenko, A., Namiot, D., Malov, D. (2012, October). Wired Smart Home: energy metering, security, and emergency issues. In *Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2012 4th International Congress on* (pp. 405-410). IEEE.
8. I.Grønbæk, K.Ostendorf "Open API for M2M applications" ETSI M2M Workshop Oct. 2010.
9. EURESCOM project P1957, "Open API for M2M applications", <http://www.eurescom.de/public/projects/P1900-series/P1957/>. Retrieved: Jun, 2014.
10. Sneps-Sneppe, M., & Namiot, D. (2012, April). About M2M standards and their possible extensions. In *Future Internet Communications (BCFIC), 2012 2nd Baltic Congress on* (pp. 187-193). IEEE.
11. Sneps-Sneppe, Manfred, and Dmitry Namiot. "M2M Applications and Open API: What Could Be Next?." *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 429-439.
12. Namiot Dmitry and Sneps-Sneppe Manfred. "On M2M Software." *International Journal of Open Information Technologies* 2.6 (2014), pp. 29-36.
13. Machine-to-Machine and Cloud Services: Monetize Next-Generation Communications. CISCO. [http://media.production-temps-reel.com/Presentation/white\\_paper\\_c11\\_663879\\_326501.pdf](http://media.production-temps-reel.com/Presentation/white_paper_c11_663879_326501.pdf). Retrieved: Jun, 2014.
14. Motive <http://www.alcatel-lucent.com/solutions/motive-machine-to-machine-platform> Retrieved: Jun, 2014
15. Axeda <http://www.axeda.com/att> Retrieved: Jun, 2014
16. А.А. Волков, Д. Е. Намиот, М. А. Шнепс-Шнеппе. "О задачах создания эффективной инфраструктуры среды обитания." *International Journal of Open Information Technologies* 1.7 (2013): pp. 1-10.