

Текст к лекции 2 “Интернет Вещей”.

Цель лекции – ознакомиться с новейшей концепцией развития сетей связи и общества – Интернетом Вещей и изучить ее. Кроме того, лекция дает представление о приложениях Интернета Вещей, в лекции также детально рассматривается такое современное приложение Интернета Вещей как система электронного здоровья.

Развитие сетей связи общего пользования в первом десятилетии 21 века осуществлялось на базе концепции сетей связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network). Концепция NGN предусматривает эволюционный переход от сетей с коммутацией каналов к сетям с коммутацией пакетов, что на сегодняшний день реализовано в виде фрагментов сетей или крупномасштабных сетей с коммутацией пакетов практически всеми ведущими операторами мира. Параллельно с этим процессом начало 21 века ознаменовалось конверсией сенсорных сетей и созданием теории и практической реализацией так называемых всепроникающих сенсорных сетей (USN – Ubiquitous Sensor Networks). Исчерпание клиентской базы в виде человека с его терминалами с одной стороны и появление возможности взаимодействия устройств между собой без участия человека с другой, поставили вопрос о необходимости разработки новой концепции развития сетей связи общего пользования. Замечательно оправдавшая себя концепция NGN вместе с тем была рассчитана на обслуживание единиц и нескольких десятков миллиардов пользователей. Взаимодействие же устройств между собой требует задуматься о построении триллионной сети, т.е. сети, в которой число пользователей будет измеряться единицами и десятками триллионов. Такая концепция получила название Интернета Вещей (ИВ).

Прежде, чем перейти к определениям и анализу концепции Интернета Вещей, рассмотрим перспективы развития Интернета в целом. Структура Интернета будущего изображена на слайде 2. В соответствии с рекомендациями Европейского исследовательского кластера по Интернету Вещей (IoT – Internet of Things) Интернет будущего включает в себя:

- Интернет Вещей,
- Интернет Людей,
- Интернет Энергии,
- Интернет Медиа,
- Интернет Услуг.

Почему же все-таки Интернет Вещей занимает центральное место в конструкции Интернета Будущего? На слайдах 3-6 приведены определения Интернета Людей, Интернета Энергии, Интернета Медиа и Интернета Услуг, а на слайде 7 – Интернета Вещей в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т Y.2060. Слайд 8 дает предварительный ответ на поставленный вопрос. Ответ о ведущей роли Интернета Вещей обосновывается статистическими данными и прогнозами, приведенными на слайдах 13 и 14.

Само название концепции подразумевает, что в основе клиентской базы ИВ лежат вещи (устройства, приборы, базы данных и т.д.). Поэтому, прежде чем перейти к исследованию сетевых вопросов реализации концепции ИВ, необходимо строго определить, что такое вещь в современном сетевом понимании. Гегель определял вещь следующим образом “существующее нечто есть вещь” и далее “Вещи-в-себе не должно быть свойственно какое-либо определенное многообразие и потому она обретает такое многообразие лишь будучи вынесена во внешнюю рефлексию, но остается она к нему безразличной”.

В непротиворечащем этому определению современном сетевом понимании вещи определяются Сектором Стандартизации Телекоммуникаций Международного Союза Электросвязи (МСЭ-Т) в концепции Интернета Вещей как “объекты физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), которые можно идентифицировать и интегрировать в сети связи” (слайд 9). Это определение с учетом виртуальных вещей и позволяет говорить о триллионных сетях

(слайд 11). Отметим также, что идентификация и интеграция такого громадного числа терминалов в сеть возможна только в случае использования сетей IPv6, что требует создания соответствующего национального плана внедрения IPv6.

Международный Исследовательский Беспроводный Форум оценивает число вещей в сети в 7 триллионов единиц к 2017-2020 году. В то же время в книге французского исследователя J.-B. Waldner “Nanocomputers and Swarm Intelligence” (нанокomпьютеры и роевой интеллект) предельное значение числа вещей в сетях связи оценивается как 3000-5000 единиц в расчете на одного человека, что позволяет говорить о 50 триллионах вещей в сети. С учетом принятой аппроксимации процессов развития телекоммуникаций логистической кривой и оценки периода устойчивого развития новых технологий на примерах широкополосного доступа и сетей третьего поколения, возможно спрогнозировать 10-летний цикл устойчивого развития Интернета Вещей в период с 2020 по 2030 год. Такое громадное число терминалов требует по-новому подойти и к созданию сетей связи. Триллионные сети могут быть построены на основе самоорганизующихся сетей (слайд 12), которые подразумевают наличие случайного числа узлов и взаимосвязей между ними в любой конкретный момент времени существования такой сети. Последнее полностью соотносится с фундаментальными характеристиками концепции ИВ и требованиям высокого уровня, предъявляемым к реализации этой концепции (слайды 17-21).

Идеология Интернета Вещей построена по образу и подобию сетей связи следующего поколения, только вместо людей-пользователей выступают вещи-пользователи (слайд 10). Важно отметить, что с точки зрения клиентской базы сетей интернета Вещей люди также рассматриваются как вещи, естественно. одухотворенные. Итак, возможности связи и получения услуг должны быть предоставлены в любое время (any TIME connection) в движении (on the move), вне помещений и внутри помещений (outdoors and

indoors), ночью (night) и днем (daytime). Предоставление связи и услуг должно быть предусмотрено и в любом месте (any PLACE connection) в движении, вне помещений, внутри помещений вдали от персонального компьютера (indoors away from the PC) или при его использовании (at the PC). Важнейшим отличием от концепции сетей связи следующего поколения NGN является предоставление связи и услуг для Вещей (any THINGS connection), в том числе между компьютерами (between PC), между людьми без использования компьютеров (human to human, not using a PC), между человеком и вещью с использованием соответствующего оборудования (human to thing, using generic equipment) и между вещами (thing to thing).

Все это приводит к пристальному вниманию государственных структур к концепции Интернета Вещей. На слайде 15 приведены сведения о включении Национальным Интеллектуальным Советом США (US National Intelligence Council) Интернета Вещей в перечень “Шести прорывных технологий для гражданского общества (Six Disruptive Civil Technologies)”, имеющих потенциальное влияние на интересы США до 2025 года (Potential Impact on US Interests out to 2025). Сколь важным для жизни общества становится Интернет Вещей можно увидеть из этого списка (слайд 16), куда включены также:

- биотехнологии для продления жизни (Biogerontechnology),
- материалы с энергетической памятью (Energy Storage Materials),
- биотопливо и биохимикаты (Biofuels and Bio-Based Chemicals),
- чистые технологии по использованию угля (Clean Coal Technologies),
- роботизация сферы услуг (Service Robotics).

В соответствии с рекомендациями МСЭ-Т к фундаментальным характеристикам концепции ИВ относятся следующие (слайды 17-21).

Связность. Связность вообще является одной из важнейших метрик самоорганизующихся сетей. Например, связность в большей степени влияет на длительность жизненного цикла беспроводной сенсорной сети, чем мобильность, энергоэффективность и покрытие. МСЭ-Т определяет

характеристику связности как возможность любой вещи быть связанной с глобальной инфокоммуникационной структурой. Связность при этом определяется возможностью идентификации вещей (адресное поле IPv6).

Обеспечение вещей услугами. Сеть связи, каковой она ни была бы, предназначена для обеспечения клиентской базы услугами. В отношении вещей предполагается, что услуги, относящиеся к конкретной вещи как элементу клиентской базы, должны предоставляться без ограничений и для физических вещей, и для виртуальных вещей. Кроме того, предусматривается возможность автономного (в отрыве от иных элементов сети) предоставления услуг. Заметим также, что, поскольку на и в теле человека также возможно создание сетей, в рамках концепции ИВ оговаривается необходимость высококачественного и высоко безопасного предоставления услуг для тела человека.

Гетерогенность. Эта фундаментальная характеристика ИВ дает возможность устройствам ИВ быть построенными на различных аппаратных, программных платформах и сетях. При этом, устройства ИВ должны иметь возможность взаимодействовать с иными устройствами, в том числе и ИВ, через различные сети связи.

Динамические изменения. Статус вещей может изменяться динамически, например, от спящих к активным, от связанных в определенный момент времени с сетью - к несвязанным и т.д. Число вещей, местоположение, скорость и т.п. также могут изменяться динамически. Именно эта фундаментальная характеристика ИВ приводит к необходимости пересмотра принципов построения сети от существующих инфраструктурных к самоорганизующимся. Самоорганизация в широком смысле этого слова подразумевает не только случайное число узлов и взаимосвязей между ними в любой конкретный момент времени, но и самоуправление, самоконфигурацию, самотестирование, самозащиту, самооптимизацию и т.п.

Огромная шкала вещей. Как уже выше отмечалось, в соответствии с современными воззрениями речь идет о десятках триллионов вещей, что и позволяет говорить о триллионных сетях.

Далее лекция посвящена одному из самых перспективных приложений Интернета Вещей – системам электронного здоровья (e-health). Реализация концепции интернета Вещей для физических вещей носит название сетей машина – машина (M2M – machine – to – machine) (слайд 22). В настоящее время многими стандартизирующими организациями проводятся работы по стандартизации системы электронного здоровья. При этом Международный союз Электросвязи для реализации сети для системы электронного здоровья предлагает использовать сетевые структуры M2M. На слайдах 23-31 представлена информация о международных организациях по стандартизации системы электронного здоровья и задачах, которые эти организации решают. Слайды 32-33 конкретизируют задачи, которые решаются в рамках работ Международного Союза Электросвязи по стандартизации концептуальных положений по реализации системы электронного здоровья на основе сетей M2M.

На слайде 34 приводится определение системы электронного здоровья (e-health), а на слайде 35 – структура системы e-health. Слайд 35 показывает, что в состав системы e-health входят три домена – домен пользователей (Custom Domain), домен услуг (Service Domain) и домен сети (Network Domain). Домен пользователей включает в себя индивидуальные средства пользователей системы e-health (individual), семейные (family), жилого района (community), амбулаторные (ambulance) и средства больниц (hospital). Сетевой домен может включать в себя различные сети связи. МСЭ-Т в настоящее время в качестве реализации сетевого домена рассматривает сети M2M как приоритетные для реализации задач системы e-health. Домен услуг включает в себя базы данных (storage) с информацией о профиле пациентов, диагностическую информацию и информацию о доступных в системе e-health ресурсах для лечения пациентов. В домене услуг предусмотрены также серверы приложений (application servers) провайдеров медицинских услуг системы e-health и их платформы обеспечения (supporting platforms) функционирования домена услуг, обеспечивающие сбор данных (data collection), анализ (analysis) и необходимые вычислительные ресурсы (process). Кроме того, домен услуг включает шлюзы взаимодействия (interconnecting gateway) с сетями связи (communication), банковскими (banking) и страховыми (insurance) структурами.

На слайде 36 изображена так называемая экосистема e-health. Достаточно модное слово экосистема на самом деле представляет собой структуру, в которой учитываются различные области народно-хозяйственной деятельности. Как видим на плакате 36 в экосистему e-health входят социальная система (social system), экономическая система (economic system), в которой отмечены такие необходимые для функционирования e-health элементы как страховка (insurance) и регуляторный орган (regulator). Непосредственно в процессе оказания услуг пользователю (user) участвует не только оператор сети (ICT provider), но и специализированный провайдер по поддержанию здоровья (Healthcare provider). Экосистема e-health на базе сетей M2M (слайд 37) дополняется ролевыми функциями M2M (M2M roles), а также потенциальными возможностями M2M (Potential M2M new actors).

В качестве примера реализации услуг системы e-health на слайде 38 приведена архитектура предоставления услуги удаленного мониторинга здоровья для пациентов (monitored persons) с имплантатами (implants). Мониторинг информации от пациентов осуществляется с помощью сенсоров, которые далее взаимодействуют через нательные сети (body area networks) или локальные сети (local area networks) и шлюзы (gateways) с крупномасштабными сетями (Wide area networks), например, сетью связи общего пользования или сетью Интернет. Последние связаны с медицинской информационной системой (Medical Information system), а та в свою очередь – с оконечными устройствами (Front End Tools) дежурных врачей (Caregivers).

На слайде 39 приведена информация о стандартах IEEE. Стандарт для нательных сетей имеет наименование IEEE 802.15.6, а для построения сенсорных сетей используется стандарт IEEE 802.15.4. В целом, стандартов для системы e-health разработано очень много и в качестве примера на слайде 40 приведены некоторые стандарты, относящиеся к интерфейсам медицинских приборов с сетями связи.

Завершается изучение темы слайдом 41, на котором приведены новые классы обслуживания для сетей связи при внедрении услуг системы e-health. Новые требования по классам (и параметрам) качества обслуживания могут оказать существенное влияние на построение сетей связи, что будет рассмотрено в лекции “Сети с малыми задержками и низким потреблением энергии. Качество обслуживания”.