

Текст к лекции 3 “Приложения самоорганизующихся сетей”.

Цель лекции – ознакомиться с реализацией концепции Интернета Вещей в форме самоорганизующихся сетей для некоторых уже реально существующих в проектах или в эксплуатации приложений.

До последнего времени сети связи общего пользования развивались на основе теории конвергенции сетей, хорошо зарекомендовавшей себя на протяжении 10-12 лет, и гармонизации услуг, явившейся базой для формирования концепции сетей связи следующего поколения (NGN – Next Generation Network). Такое развитие привело к созданию пакетных ССОП и возможности предоставления пользователю любых услуг гармонизированным образом. Появление пакетной ССОП явилось основой для создания электронного общества, которое в ряде стран уже практически полностью реализовано. Последнее вкупе с опережающим развитием телекоммуникаций и информационных технологий потребовало поиска новых направлений развития и общества, и сетей связи. Действительно, возможности существующих принципов построения сетей связи и предоставления услуг постепенно исчерпываются.

В настоящее время уже общепризнано, что глобальным ответом на вопрос дальнейшего развития является создание так называемого всепроникающего (ubiquitous) общества или кратко u-общества и u-сети. Основное отличие u-сети от предшествующих этапов развития ССОП состоит в том, что в качестве терминалов сети рассматриваются и биомассы, и механизмы, и конструкции и т.д.

Очевидно, что это требует несколько иного концептуального подхода к развитию сети. Сеть перестает обладать устойчивой структурой или архитектурой и преобразовывается в так называемую самоорганизующуюся (self-organizing) сеть. Определение самоорганизующейся сети представлено на слайде 1.

Самоорганизующиеся сети в зависимости от требований к скорости самоорганизации, возможности или невозможности участия в ней человека и ряда других факторов подразделяются на целевые сети (Ad Hoc по латыни, for this purpose на английском) и ячеистые сети (mesh).

Представим себе, что для предоставления каких-либо новых услуг необходимо организовать взаимодействие между автомобилями на автомагистрали. Естественно, что такие услуги можно подразделить на несколько классов, например, услуги безопасности и услуги комфорта. При этом, в любом случае потребуется передача информации между автомобилями как терминалами и/или узлами такой сети.

При организации подобной сети потребуется решить ряд нетривиальных вопросов. Действительно, рассматривая функционирование такой сети на вполне конкретном пространстве, например, автомагистрали Москва - С.Петербург, можно установить, что число терминалов и/или узлов в ней случайно и, в общем случае, колеблется от 0 до N. Кроме того, взаимосвязи между терминалами и/или узлами также случайны и каждый терминал и/или узел находится в пределах зоны действия сети случайное время. При этом очевидно, что в такой сети терминалы и/или узлы должны не только сами заявить о вхождении на ее территорию, но и организовать взаимодействие с иными терминалами и/или узлами, например, ближайшими к ним в текущий момент времени. Сеть должна как бы самоорганизовываться в различные промежутки времени со случайным числом терминалов и/или узлов и со случайными взаимосвязями между ними.

Основное отличие между Ad Hoc и Mesh сетями (слайды 3 и 4) состоит в том, что, как правило, Ad Hoc относится к терминальной сети, а Mesh – к транзитной, хотя деление это весьма условно, но принято в настоящее время.

Наиболее известными примерами самоорганизующихся сетей являются сети, рассмотренные на слайде 5. Всепроникающие сенсорные сети

достаточно подробно были рассмотрены в лекции 1 настоящего курса. А на трех остальных остановимся здесь.

Но прежде, чем перейти к конкретным приложениям самоорганизующихся сетей, рассмотрим их влияние на характеристики бизнеса операторов связи. Схематично трансформация бизнеса операторов связи изображена на слайде 6. На горизонте планирования до 2015 года можно выделить три составляющие, которые будут определять трансформацию бизнеса операторов связи. Первой составляющей трансформации бизнеса операторов связи является новый подход к традиционному для телекоммуникаций бизнесу – предоставлению услуг передачи речи, данных, видео и т.д. физическим и юридическим лицам. Основной движущей силой трансформации бизнеса операторов связи в данном направлении является сохранение существующей (традиционной) клиентской базы в условиях все обостряющейся конкурентной борьбы. Технологической основой для реализации программы сохранения традиционной клиентской базы общепризнанно является обеспечение предоставления пользователям широкополосного доступа. Вторая составляющая бизнеса операторов связи, а именно: формирование новой клиентской базы, - определяется принципиальными изменениями в технологических возможностях по созданию беспроводных сенсорных узлов и радио идентификаторов. Появятся триллионные сети. Такие объемы предстоящего внедрения не могут не только пройти мимо внимания операторов связи, но и, по всей видимости, не существует иных сетей, чем сети связи общего пользования, которые могли бы обслужить потенциально создаваемый этими устройствами трафик. Еще одна составляющая трансформации бизнеса операторов связи основывается на конвергенции возможностей телекоммуникаций и иных отраслей. Последнее также является следствием внедрения концепции Интернета Вещей и представляет собой так называемую конвергенцию отраслей.

На слайдах 7, 8 и 9 рассматриваются сети HANET (Home Ad Hoc Networks), представляющие собой сетевое решение проблем жилищно-коммунального хозяйства. На слайде 7 приведена архитектура домашней Ad Hoc сети, mesh-сети микрорайона и показано их взаимодействие с иными элементами сети связи общего пользования.

В состав домашней Ad Hoc сети входит телефон, компьютер, телевизор, естественно все с возможностью взаимодействия с точкой доступа WiFi, являющиеся некими постоянными элементами этой сети, а также разнообразные беспроводные сенсорные узлы, обеспечивающие контроль жизнедеятельности и эксплуатационных характеристик жилища. Кроме того, поскольку сеть Ad Hoc, то к ней могут быть временно подсоединены мобильные телефоны и компьютеры гостей, а также мобильные телефоны и компьютеры работников различных служб микрорайона и/или города (на слайде отмечены *)

Домашние Ad Hoc сети объединены с помощью WiFi mesh маршрутизаторов (или mesh маршрутизаторов, выполненных на иной беспроводной технологии) в сеть микрорайона, которая имеет выход на жилищные и эксплуатационные службы микрорайона, а также через абонентские шлюзы (RG – Residential Gateway) к сети связи общего пользования и далее к провайдерам услуг телекоммуникаций и услуг жизнедеятельности.

В такой сети помимо традиционных услуг NGN могут быть предоставлены новые услуги, более точно даже группы новых услуг, приведенные на слайдах 8 и 9.

Список новых услуг можно и продолжить, но приведенный выше итак достаточно многообразен, чтобы уяснить широту охвата жизнедеятельности человека при внедрении Ad Hoc и Mesh сетей.

На слайде 10 для примера приведен перечень сенсорных узлов для измерения различных физических характеристик, а также нижняя оценка их предполагаемого объема для жилищного хозяйства. С учетом демографических характеристик Российской Федерации (слайд 11) нижняя оценка потребности в сенсорных узлах для жилищных хозяйств составляет несколько сотен миллионов узлов. что является хорошей задачей для отечественной промышленности, тем более, что сложность этих узлов относительно невысока (слайд 12).

На слайде 13 приводится информация о сетях автомобильного транспорта, проблемам построения и стандартизации которых посвящены работы множества Международных стандартизирующих организаций, в том числе Сектора Стандартизации Телекоммуникаций Международного Союза Электросвязи (МСЭ-Т), Европейского Института Стандартизации Телекоммуникаций (ETSI – European Telecommunications Standard Institute), Института Инженеров Электротехники и Электроники (IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers). Сети для транспорта, в том числе автомобильного, носят название VANET – целевых транспортных сетей. Физический уровень для их реализации стандартизован в IEEE 802.11p и представляет собой одну из модификаций WiFi.

На слайде 14 в соответствии со стандартами ETSI в области Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС) приводится информация о системах телекоммуникаций, которые используются для построения ИТС. Следует отметить, что ИТС представляет собой более широкое понятие, чем VANET и включает в себя последнюю как часть структуры. Для Российской Федерации помимо систем спутниковой навигации GPS и GALILEO, естественно, предусматривается использование системы ГЛОНАСС. Система DSRC используется на пунктах оплаты на для автоматизации считывания информации об оплате проезда по дорогам.

На слайде 15 приведена структура взаимодействия сети VANET с сетью связи общего пользования, реализованной на базе концепции NGN. Заметим, что для взаимодействия с NGN помимо возможностей сотовых сетей могут использоваться возможности сетей WiFi (IEEE 802.11x) и WiMAX (IEEE 802.16x).

На слайде 16 перечислены приложения автомобильных сетей VANET в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т Y.2281. Как видим, внедрение сетей класса VANET позволяет паре водитель-автомобиль получить принципиально новые услуги по сравнению с теми, которые могут быть предложены только в рамках сети NGN.

На слайде 17 представлено видение ETSI по ИТС как системе, состоящей из целевых (Ad Hoc) сетей и сетей доступа, а на слайде 18 – возможные виды взаимодействия в целевых сетях в соответствии с рекомендацией Y.2281. Слайд 19 более подробно раскрывает архитектуру ИТС с учетом как рассмотренных ранее элементов, так и с учетом системы аварийных сообщений: европейской e-call и полностью совместимой с ней Российской ЭРА-ГЛОНАСС. Архитектура ИТС включает в себя разнообразные сети и так называемые станции ИТС (слайд 20), функциональная архитектура которых в свою очередь изображена на слайде 21. Функциональная архитектура ИТС включает все стандартные уровни от доступа до приложений, а также функции управления и безопасности (сетевой). В ИТС выделяются четыре подсистемы, представленные на слайде 22. Структура автомобильной и придорожной подсистем ИТС даны на слайдах 22-24. Персональная подсистема ИТС включает в себя все возможные индивидуальные телекоммуникационные средства водителя и пассажиров, а структура центральной подсистемы представляет собой стандартный центр управления телекоммуникационными системами. На слайде 25 представлены возможные взаимодействия в рамках ИТС в соответствии со стандартами ETSI, слегка отличающиеся от подобных в рекомендациях МСЭ-Т. Слайды

26 и 27 представляют взгляд на взаимодействия в ИТС несколько с иной стороны с учетом географических особенностей ИТС. Сеть для реализации ИТС строится на основе зонного принципа, при этом нумерация в рамках этих зон является негеографической. Важно отметить, что зона ИТС территориально должна совпадать с административным делением, а при переезде из страны в страну изменяется и зона. Учитывая сложность системы ИТС, в рамках одной области может быть организовано множество зон ИТС. В связи с наличием зон помимо сценариев точка-точка и точка-многоточка предусматриваются и геонаправленные и геошироковещательные сценарии, действующие в пределах всей зоны.

На слайдах 28-33 представлена информация о приложениях, которые реализуются в рамках ИТС в соответствии со стандартами ETSI. На слайде 34 представлена архитектура системы ЭРА-ГЛОНАСС, которая, как уже ранее было отмечено, полностью совместима с европейской системой e-call. Идентификация места аварии может осуществляться с использованием средств VANET, установленных в автомобиле, а также с использованием номера SIM карты IMSI или уникального номера сотового телефона (IMEI). ЦОВ ЕДСС на слайде 34 обозначает центр обслуживания вызовов Единой Диспетчерской Службы Системы 112.

На слайдах 35-43 дается информация о медицинских сетях. В отличие от лекции по Интернету Вещей здесь внимание концентрируется на стандарте IEEE 802.15.6, относящемся к так называемым нательным сетям BAN (Body Area Networks). Слайд 35 иллюстрирует место сетей BAN среди других сетей, стандарты на которые разработаны IEEE. На слайде приведены также персональные сети PAN (Personal Area Networks), локальные сети LAN (Local Area Networks), местные сети MAN (Metropolitan Area Networks), крупномасштабные сети WAN (Wide Area Networks). На слайдах 36-37 рассмотрены особенности стандартов, разрабатываемых рабочей группой IEEE 802.15.6, и возможные приложения этих стандартов.

Слайды с 38 по 43 иллюстрируют возможное размещение различных датчиков (сенсоров) на и в теле человека в соответствии с работами по стандарту IEEE 802.15.6.