

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

**Куриленко А.В., Петрова В.Н.**

*Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ»*

*E-mail: alena.kafidova@gmail.com*

### Internet of Things

We examine new conception is the Internet of Things (IoT), which the number of users will be measured units and in tens trillions. Client base of IoT things are underlaid (devices, devices, databases). Fundamental descriptions of conception of IoT and protocols are considered for the networks of IoT.

Развитие сетей связи общего пользования (ССОП) в первом десятилетии XXI 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 сегодня реализовано в виде фрагментов сетей или крупномасштабных сетей с коммутацией пакетов практически всеми ведущими операторами мира.

Замечательно оправдавшая себя концепция NGN вместе с тем была рассчитана на обслуживание единиц и нескольких десятков миллиардов пользователей. Взаимодействие же устройств между собой заставляет 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) [1, 2].

**Анализ исследований и публикаций.** О концепции Интернета Вещей (ИВ), с взаимодействием устройств между собой [1, 2]. Вещи определяются Сектором стандартизации телекоммуникаций МСЭ (МСЭ-Т) в концепции ИВ как “объекты физического мира (физические вещи) или информационного мира (виртуальные вещи), которые можно идентифицировать и интегрировать в сети связи” [4]. Оценивается число вещей в сети в 7 трлн единиц к 2017– 2020 г. [5]. В то же время в [6] предельное значение числа вещей в сетях связи оценивается как 3000–5000 единиц в расчете на одного человека. Сетевой базой для реализации концепции ИВ являются самоорганизующиеся сети [2].

**Клиентская база ИВ.** 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 [3]: “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”.

Международный исследовательский беспроводный Форум оценивает число вещей в сети в 7 трлн единиц к 2017–2020 г. [5]. В то же время в [6] предельное значение числа вещей в сетях связи оценивается как 3000–5000 единиц в расчете на одного человека, что позволяет говорить о 50 трлн вещей в сети.

Такое громадное число терминалов требует по-новому подойти и к созданию сетей связи. Триллионные сети могут быть построены на основе самоорганизующихся сетей [2], подразумевающих наличие случайного числа узлов и взаимосвязей между ними в любой конкретный момент времени существования сети. Последнее полностью соотносится с фундаментальными характеристиками концепции ИВ [4].

**Фундаментальные характеристики концепции ИВ.** В соответствии с рекомендациями МСЭ-Т к ним относятся приведенные ниже характеристики.

*Связность.* Одна из важнейших метрик самоорганизующихся сетей. В [7], например, доказано, что 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.

*Обеспечение вещей услугами.* Сеть связи, каковой бы она ни была, предназначена для обеспечения клиентской базы услугами. В отношении вещей предполагается, что услуги, относящиеся к конкретной вещи как элементу клиентской базы, должны предоставляться без ограничений для физических и виртуальных вещей. Кроме того, предусматривается возможность автономного (в отрыве от иных элементов сети) предоставления услуг.

*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 меняться динамически.

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

**Самоорганизующиеся сети.** Сетевой базой для реализации концепции ИВ являются самоорганизующиеся сети. В соответствии с [2] самоорганизующейся сетью называется сеть, в которой число узлов является случайной величиной во времени и может изменяться от 0 до некоторого значения  $N_{max}$ .

Как все сети связи, самоорганизующаяся сеть состоит из сетей доступа и транзитной сети. Сеть доступа называется Ad Нос (целевая сеть), а транзитная

сеть – mesh (ячеистая). Узлы сети Ad Hoc не имеют функций маршрутизации и могут осуществлять взаимосвязь лишь с ближайшими узлами. Узлы mesh имеют встроенные функции маршрутизации и могут поддерживать установление соединения не только к ближайшему узлу, но и ко многим другим. Такой сетевой режим называется multi-hop (многошаговое соединение) в отличие от соединений для дочерних узлов Ad Hoc сети, ограниченных одним шагом в установлении соединения (onehop). Очевидно, что узлы самоорганизующейся сети могут совмещать родительские и дочерние функции.

**Примеры самоорганизующихся сетей.** Сегодня наиболее известны следующие приложения ИВ (самоорганизующихся сетей):

- всепроникающие сенсорные сети (USN – Ubiquitous Sensor Networks);
- сети для транспортных средств (VANET – Vehicular Ad Hoc Networks);
- муниципальные сети (HANET – Home Ad Hoc Networks);
- медицинские сети (MBAN – Medical Body Area Network).

Остановимся подробнее на всепроникающих сенсорных сетях как технологической основе ИВ. Беспроводные всепроникающие сенсорные сети USN представляют собой самоорганизующиеся сети, состоящие из множества беспроводных сенсорных узлов, распределенных в пространстве и предназначенных для мониторинга и/или управления характеристиками окружающей среды или объектами, расположенными в ней.

Таким образом, концепция Интернета Вещей знаменует наступление нового этапа в развитии телекоммуникаций, требующего изменения принципов построения сети, создания новых протоколов, исследования новых моделей трафика, поиска новых алгоритмов маршрутизации, введения дополнительных метрик QoS и т.п. Российская научная школа в области телекоммуникаций может внести существенный вклад в развитие данного направления, в первую очередь, в области разработки новых алгоритмов функционирования таких сетей и в исследовании потоков трафика для них.

### **Литература**

1. *Бутенко В.В., Назаренко А.П., Сарьян В.К.* IoT – новая точка развития ИКТ и средство кардинального повышения адаптивных возможностей человека при взаимодействии с ухудшающейся антропогенной средой / Тр. 54-й научной конференции МФТИ. Радиотехника и кибернетика. – М.: МФТИ. – 10-30 ноября 2011 г.
2. *Кучерявый А.Е., Прокопьев А.В., Кучерявый Е.А.* Самоорганизующиеся сети. – СПб.: Любавич, 2011.
3. *Гегель Г.В.Ф.* Наука логики. – СПб.: Наука, 1997.
4. Recommendation Y.2060. Overview of Internet of Things. ITU-T, Geneva. – June 2012.
5. *Sorensen L., Skouby K.E.* Use scenarios 2020 – a worldwide wireless future. Visions and research directions for the Wireless World / Outlook. Wireless World Research Forum. – July 2009, №4.
6. *Waldner J.-B.* Nanocomputers and Swarm Intelligence / ISTE, John Wiley & Sons, 2008.