

«Меня не волнует, что они украли мою идею...
Меня волнует, что у них нет своих».

Никола Тесла

На рынок! С вещами!



Александр ГОЛЫШКО,
ведущий аналитик,
АО «НПО РусБИТех», к. т. н.

Глобальные тренды

Как утверждал в начале февраля 2023 г. сервис AWS IoT Analytics, всемирная IoT-сфера продолжает свое поступательное движение вместе с сопутствующим инвестированием. Правда, говорят, что темпы роста немного спали относительно былых прогнозов. Ранее аналитики полагали, что по итогам 2022 г. затраты поднимутся на 23%, а они поднялись лишь до 21,5%.

Замедление развития сектора объясняется несколькими причинами: среди них названы устойчивая инфляция, высокие процентные ставки, а также общие макроэкономические сложности. Кроме того, наблюдались сбои в каналах поставок и дефицит электронных компонентов.

На этом фоне, мол, компании стали более осторожно инвестировать средства в цифровую трансформацию и IoT-проекты. Хотя недостающие полтора процента могли

Как ранее и обещалось, рынок Интернета вещей (Internet of Things) существует и неплохо выглядит.

бы списать и на графу «прочее», имея в виду бардак из-за вводимых санкций, который, как теперь известно из практики, бьет и по своим организаторам как с точки зрения макроэкономики, так и логистики электронных компонентов. Поневоле начнешь осторожничать. Тем не менее понятно, что в эти непростые времена мировая отрасль IoT сохраняет устойчивую тенденцию роста.

В целом корпоративные расходы в сегменте IoT за 2022 г. составили около \$201 млрд, что и отражено в отчёте IoT Analytics, обнародованном в начале февраля 2023-го. В общем объёме расходов львиную долю составили аппаратные компоненты и всевозможные устройства – на них пришлось 44% затрат. Ещё 27% принесли IoT-сервисы, около 26% – сопутствующее ПО. Вклад средств обеспечения безопасности оценён в 3%. В 2021 г. объём мировой IoT-отрасли составлял соответственно порядка \$165 млрд, при этом распределение расходов в различных рыночных сегментах было аналогичным 2022 году.

Специалисты отмечают также, что влияние на рынок оказывает более низкий рост ВВП (согласитесь, было бы странным, если бы между ними не было именно такой корреляции). В глобальном масштабе в 2022 г. он составил 3,4%, хотя эксперты Международного валютно-фонда (МВФ) ожидали увидеть его на уровне 4,4%. В крупнейших регионах с точки зрения внедрения технологий IoT – в Китае и Северной Америке – рост ВВП в 2022-м составил соответственно 3 и 2%. Тем не менее, полагают аналитики, в дальнейшем затраты на мировом рынке IoT продолжают увеличиваться

благодаря десяти магистральным направлениям его развития.

- Умные дома. Умные дома, одно из лучших и наиболее практичных применений IoT, действительно выводят удобство и безопасность дома на новый уровень.
- Умный город.
- Беспилотные автомобили.
- Розничные магазины IoT.
- Сельское хозяйство.
- Носимые устройства.
- Умные сети.
- Промышленный Интернет (IIoT).

К примеру, Интернет вещей на транспорте, сочетающий в себе и умный город, и беспилотные авто, и умные сети, уже становится обыденностью, всесторонне способствуя удобству, защищенности, энергоэффективности и ресурсосбережению.

Нетрудно заметить, что многие из указанных выше направлений «умные», то есть подразумевают в себе наличие большего ума, которого, похоже, уже сейчас не хватает будущим потребителям перспективных ИТ-инфраструктур, управляющих не только адронными коллаидерами, но и инновационными кофеварками. И разработчики решений для IoT об этом догадываются. К тому же к 2030 г. ожидается, что глобальный спрос на решения в области IoT составит более \$620 млрд, т. е. увеличится почти в 3,5 раза за 10 лет. Ну а потребитель, очевидно, может даже немного деградировать, потому что недостающего в голове ему всегда вовремя подкинет какой-нибудь очередной Internet of Something.

18 января 2023 г. Министерство промышленности и информатизации КНР сообщило о том, что количество мобильных подключений

к инфраструктуре IoT в стране достигло 1,84 млрд по итогам 2022-го. Таким образом, Китай стал мировым лидером по числу IoT-соединений. КНР стала первой страной, в которой число подключений IoT превышает количество пользователей мобильной связи.

На долю мобильных IoT-соединений в КНР приходится приблизительно 70% от общего числа таких подключений в мировом масштабе, и IoT охватывает 45 основных сегментов национальной экономики страны.

Уже выделены технологии, которые, по данным экспертов, продемонстрируют значительный потенциал роста на горизонте 3–6 лет. В качестве лидера среди разработок IoT называют, в частности, Интернет медицинских вещей (Internet of Medical Things – IoMT), чей глобальный рынок решений за 5 лет вырос почти в четыре раза (до 158 млрд долл. в 2022 г.). В самом деле, удаленный сбор анализов с многочисленных датчиков и анализ полученных данных – это то, с чего начинается любая медицина, включая и медицинский бизнес, который больше всего заинтересован в скорости обработки данных и меньше всего заинтересован в ошибках из-за человеческого фактора.

IoMT

Интернет вещей, ориентированный на лечебные учреждения, медицинский персонал, пациентов, пожилых и младенцев меняет здравоохранение различными способами, включая улучшение качества обслуживания, улучшение результатов лечения и снижение затрат на него. Пациенты получают возможность лучше взаимодействовать с медицинскими работниками, а также повышается эффективность их работы.

В частности, удаленный мониторинг пациентов в режиме реального времени снижает расходы на визиты к врачу. При использовании IoT-устройств вероятность возникновения ошибок значительно ниже. Обеспечивается высокое качество лечения, поскольку врачи

принимают решения на основе точной и обширной информации. Следовательно, можно обеспечить полную прозрачность всего процесса. Доступность истории болезни в сети IoT делает работу медицинских работников более точной и простой – они всегда могут проверить медицинские данные в сети, вместо того чтобы заставлять пациентов собирать их индивидуально. Оборудование и лекарства лучше контролируются. Управление лекарствами и оборудованием в здравоохранении всегда представляло собой серьезную проблему. Диагностика проходит быстрее и точнее. Данные могут собираться в режиме реального времени, и различные отклонения диагностируются на ранней стадии до ухудшения состояния или даже до полного развития болезни.

Искусственный интеллект вещей

Появился и быстро развивается искусственный интеллект вещей (Artificial Intelligent of Things – AIoT), о чем нетрудно догадаться, имея в виду стремительный рост AI применительно к любым областям знаний. Взять хотя бы тот же IoMT с кучей анализов, где каждый AI найдет, в чем покопаться, дабы спрогнозировать функционирование организма или протекание недомогания. И совсем неудивительно, если AI со временем научится даже гадать по руке.

AIoT позволяет не только собирать огромные массивы данных, но и систематизировать их, находить им практическое применение и даже прогнозировать будущее. Роль Интернета вещей в AIoT заключается в накоплении структурированных и неструктурированных данных, а также в обеспечении связи между подключенными вещами и пользователем. Искусственный интеллект, в свою очередь, дополняет IoT, помогая ему находить сложные взаимосвязи в огромных объемах данных: систематизирует данные, описывает связи, прогнозирует и последующие действия.

Иначе говоря, устройства с поддержкой AIoT смогут быть

проактивными, а не реактивными с помощью AI. Например, интеллектуальный динамик с поддержкой ИИ может обрабатывать триггерное слово с помощью модели обработки естественного языка (NLP) локально, а не отправлять весь голосовой захват в облако для обработки. По сути, это означает, что система Интернета вещей с поддержкой ИИ будет более надежной, более безопасной и даже более масштабируемой.

С другой стороны, большинство моделей машинного обучения и AI зависят от данных для выполнения вывода. Устройства с поддержкой IoT могут предоставлять алгоритмам ИИ достаточный объем данных для прогнозирования, чтобы алгоритмы могли эффективно работать в локальной среде. Например, если у нас есть беспилотный автомобиль, использующий модель AI, модель может использовать входные данные от радарной системы автомобиля, в случае если вход камеры по какой-либо причине затруднен.

Эти системы, используя возможности искусственного интеллекта, могут выполнять автокоррекцию и иметь решающее значение при принятии решения о выключении системы в случае неисправности. Например, если модель для беспилотного автомобиля обнаруживает несоответствия в данных от различных датчиков, она может решить отключиться и заставить человека-водителя взять на себя управление.

AIoT позволяет создавать новые приложения, которые ранее считались научной фантастикой, и затрагивает практически все отрасли. Автономные машины используют ИИ для решения некоторых из самых сложных мировых проблем. К примеру, предоставляет инструменты для разработки и развертывания роботов на базе AI, БПЛА и других автономных машин, которые думают сами за себя.

В дополнение к этому производители микросхем придумывают новые и дешевые чипы с поддержкой AI, которые могут значительно улучшить варианты использования AIoT, давая инженерам возможность создавать интеллектуальные приложения, которые стоят всего

один доллар (или даже 1 рубль). Согласно прогнозам IoT Analytics объем мирового рынка AIoT достигнет к 2026 г. \$102 млрд.

Говорят также, что система AIoT, становясь полезной для решения широкого круга задач, приобретает почти человеческий интеллект. Можно сказать и по-другому: благодаря AIoT искусственный интеллект познает мир вовсе без участия человека. Главное, чтобы все это не называли потом каким-нибудь «бесчеловечным познанием».

Спутниковый вариант

Существует и испытывает крайнюю степень заинтересованности со стороны самых разных групп потребителей спутниковый Интернет вещей (Satellite Internet of Things – SloT). Давняя мечта разочаровавшихся в сотовых сетях пользователей мобильной связи, а точнее, многих туристов, альпинистов, яхтсменов, фрирайдеров и прочих сорвиголов и адреналиновых наркоманов – возможность получить услугу на свой телефон/смартфон в любой точке планеты. Их интерес понятен: получение возможности попросить о помощи или передать весточку о себе в непредвиденных случаях, которым подчас и посвящены их путешествия (если не считать сопутствующий адреналиновый допинг).

Несмотря на бурное развитие сетей 4G/LTE и 5G, только в США более полумиллиона квадратных миль территорий остаются без сотовой связи. В мировых масштабах до 90% поверхности Земли не покрыты сотовыми сетями. Зато сегодня смартфон находится в кармане практически у каждого. Ну а где смартфон, там и какая-нибудь удаленная «вещь» от IoT.

Но вот покрытие сотовых сетей для «этого каждого» в труднодоступных районах отнюдь недостаточно и стоит хороших инвестиций для операторов наземной мобильной связи. Поэтому вся надежда на будущие сети спутниковой связи, которые уже создаются, в том числе и в интересах IoT.

Согласно прогнозам агентства Northern Sky Research (NSR), этот

рынок принесет 60 млрд USD дохода к 2030 г., а число абонентов к этому времени превысит 350 млн. Эксперты агентства охарактеризовали это направление как самую большую возможность в истории спутниковой связи. А раз такое дело, возможность заслуживает того, чтобы превратиться в реальность.

Альянс NGMN (Next Generation Mobile Networks, объединяющий мобильных операторов, вендоров и научные институты) и Ассоциация операторов спутниковой связи стран EMEA (ESOA) объявили о сотрудничестве в части расширения охвата сетями связи 5G труднодоступных территорий (как мы помним, сети 5G во многом создавались для интенсификации развития IoT). Стороны собираются интегрировать космические системы с наземной инфраструктурой операторов мобильной связи, для того чтобы обеспечить 100%-ное покрытие в нужных населенных пунктах.

На рынке стали появляться операторы, которые намерены организовать услугу связи со спутника на низкой околоземной орбите непосредственно на смартфон, потенциально – минуя операторов мобильной связи. Из самого свежего: на MWC'2023 был презентован очередной такой проект из США – Lynk Global. Lynk уже запускает на орбиту спутники, один из которых имеет полезную нагрузку для работы в сетях 5G. С появлением на орбите 41 спутника Lynk сможет обеспечить бесшовный SMS-сервис. В общей сложности Lynk Global Inc. заявил в Международный союз электросвязи (МСЭ) 5 тыс. таких космических аппаратов. Впрочем, это не единственный пример.

В августе 2021 г. компания Илона Маска SpaceX купила фирму Swarm Technologies, специализирующуюся на подключении IoT-устройств к спутниковой связи. К январю 2022 г. Swarm уже запустила на орбиту 120 крошечных спутников SpaceBEE – и это не предел. Говорят, правда, что не у всех участников рынка SloT дела идут хорошо, и об этом говорить никто не любит.

Собственно, текущее количество спутников не сможет дать связь

сразу миллионам абонентов, да это и не нужно там, где есть цивилизация. Так как в смартфоне нет внешней антенны, то скорость отправки сообщения на спутник будет очень низкой – вряд ли ее хватит для полноценного разговора. А вот отправить текстовое сообщение по шаблону и текущие координаты – вполне себе возможно. А значит, и телематика для IoT будет вполне доступна.

Год назад китайская компания Huawei представила первый в мире смартфон с функцией спутниковой связи – Mate 50. Чуть позже на презентации Apple было заявлено, что iPhone 14 получит функцию спутниковой связи (через сеть Globalstar), что полностью оправдалось (опция доступна только на территории США и Канады).

Что у нас

Согласно данным CNews, самой успешной отраслью российской экономики в I квартале 2023 г. стала сфера информационных технологий и связи. ИТ-сектор показал рост прибыли на уровне 78% по сравнению с тем же периодом 2022 г. Игроки на рынке связывают успех главным образом с тем, что российские поставщики после ухода западных конкурентов получили доступ к крупнейшим заказчикам.

По данным Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, российские компании активнее используют технологии IoT: к концу 2022 г. их применяли 16,7% или 41,5 тыс. российских организаций. По данным аналитического агентства Oneside, в прошлом году компании и государственные учреждения потратили около 113,9 млрд руб. на внедрение решений на базе технологий Интернета вещей и межмашинного взаимодействия (M2M и IoT), что на 6% больше, чем годом ранее. Согласно результатам этого исследования, объем подключений к M2M-платформам операторов мобильной связи с 2021 по 2022 г. вырос на 29% – до 14,3 млн подключений.

В аналитическом отчете ПАО «МТС» в 2022 г. представило

статистику выручки по отраслям. Лидерами являются энергетика/ЖКХ (30%), недвижимость (18%) и транспорт (16%). Аналитики МТС прогнозируют, что в 2025 г. эти отрасли также будут лидирующими: энергетика/ЖКХ (32%), недвижимость (27%), транспорт (12%). По прогнозам аналитиков МТС, общее количество интеллектуальных приборов учета коммунальных ресурсов в России вырастет до 39 млн к 2025 г., ими будет оснащена каждая вторая квартира.

Один из ключевых факторов развития отечественного рынка IoT – это развитие сетевой инфраструктуры и оборудования. Согласно решению Госкомиссии по радиочастотам (ГКРЧ) РФ, с 1 декабря 2021 г.

в России можно использовать только то оборудование (или базовые станции), которое выпустили отечественные компании. Этому оборудованию комиссия, как и другому оборудованию связи, присваивает особый статус телекоммуникационного оборудования российского происхождения (ТОРП).

Отечественному бизнесу необходимо разработать российское «железо» и развить новые протоколы связи. С удешевлением стоимости внедрения и появлением российских аналогов стоит ожидать повышения интереса к новым технологиям со стороны коммерческих компаний. В связи с этим интересно, что уже разработаны новые отечественные радиотехнологии, описание которых доступно в Сети.

Технология NB-Fi

NB-Fi – это разработанная компанией WAVIoT технология радиосвязи класса LPWAN. Радиотехнологии LPWAN делятся на широкополосные и узкополосные. Так, в широкополосных системах один канал занимает полосу в эфире с шириной, как правило, от 100 кГц до нескольких МГц, а в узкополосных системах один канал занимает полосу в эфире с шириной 50–100 Гц.

Одним из достоинств узкополосных систем, таких как NB-Fi, является эффективное использование радиочастотного спектра:

в России для работы в нелицензируемом диапазоне частот доступна лишь небольшая полоса шириной 500 кГц (868,7–869,2 МГц), однако при ширине рабочего канала NB-Fi-системы всего 50 или 100 Гц таких каналов даже в ней можно уместить тысячи. При этом рабочая полоса частот NB-Fi-устройств для восходящих сигналов (Uplink – от устройства к базовой станции) составляет всего 50 кГц, для нисходящих сигналов (Downlink – от базовой станции к устройству) – 100 кГц, т. е. это только небольшая часть доступного диапазона. Узкополосный сигнал и высокая энергетика на каждый бит передаваемой информации обеспечивают высокий энергетический потенциал канала связи и высокую помехоустойчивость.

Ключевая возможность высокочувствительного приемника базовой станции NB-Fi – это способность принимать сигнал с низким отношением сигнал/шум, даже когда уровень сигнала не превышает уровень шума.

Все устройства WAVIoT с двухсторонней связью поддерживают адаптивное изменение скорости передачи сигнала: при хорошем уровне приема сигнала устройства автоматически переходят на более высокую скорость передачи данных, что позволяет не только освободить эфир, но и дополнительно снизить электропотребление на стороне абонента.

Стандарт NB-Fi поддерживает до 4,3 млрд устройств в одной сети, и каждому устройству присваивается идентификатор размером 32 бита. В целях оптимизации механизмов передачи малых объемов данных в NB-Fi не используется IP-адресация (IPv4, IPv6). IoT-устройства, такие как датчики, могут передавать очень малые объемы данных, всего несколько байт. Учитывая, что минимальный размер IP заголовка 20 байт, подход Non-IP Data Delivery (NIDD) (отказ от поддержки IP-стека) ведет к упрощению и удешевлению устройства. Обмен данными между устройствами и серверами приложений происходит посредством IoT-платформы WAVIoT.

Технология XNB

При фиксированной мощности передатчика модуляция с более высокой скоростью передачи данных порождает более широкополосный, но менее энергоемкий сигнал. Отношение сигнал/шум определяет надежность канала связи и дальность. Проблема увеличения дальности заключается в том, что невозможно добиться узкополосного сигнала, снизив скорость передачи на прикладном уровне – многоуровневая сложность коммуникационного стека, кодирование и другие факторы приводят к «размыванию» спектра.

XNB (Extended Narrow Band) разработан для обмена данными устройств на больших распределенных территориях с минимальными энергетическими затратами и представляет собой переработку протокола связи «СТРИЖ» на физическом уровне, где используется модуляция DBPSK. Ширина полосы канала передающего устройства при этом составляет 100 Гц при минимальной скорости передачи данных 50 бод. Узкополосный сигнал и высокая энергетика на каждый бит передаваемой информации обеспечивает высокий энергетический потенциал канала связи и высокую помехоустойчивость. Ширина доступного спектра – 500 кГц. Для передачи сигналов XNB доступно до 5 тыс. узкополосных каналов.

Протокол XNB адаптирован для передачи сигнала на частоте 868,8 МГц (не требует лицензирования). Передача сигнала при мощности до 25 мВт не требует разрешения. Дальность связи – от 10 до 40 км.

Впрочем, что бы ни говорили многочисленные приверженцы многочисленных стандартов радиоинтерфейсов IoT, сегодня на этом рынке у всех них есть серьезный конкурент – существующие сети мобильной связи. Собственно, еще 5 лет назад компания МТС объявила о готовности собственной инфраструктуры к запуску первой в России федеральной сети Интернета вещей NB-IoT.

Технология NB-IoT

Narrowband IoT (NB IoT или Узкополосный Интернет вещей), называемый еще LTE Cat.M2 – третий стандарт LPWAN, выпущенный консорциумом 3GPP, который уже рассматривался на страницах журнала.

Если сравнивать возможности NB-IoT с другими технологиями построения глобальных сетей Интернета вещей, такими как eMTC, SigFox и LoRa, то NB-IoT обеспечивает более высокую производительность. Кроме того, когда все технологии рассматриваются с точки зрения инвестиций в сеть, обеспечения радиопокрытия, емкости и надежности сети, видно, что NB-IoT является наиболее подходящей технологией.

В целом считается, что NB-IoT – это более эффективный протокол IoT для «более быстрых» приложений. Сеть на базе NB-IoT также может быть развернута на существующих сетях LTE путем простого обновления ПО (т. е. буквально нажатием кнопки), и если этого пока не сделано, значит, операторы мобильной связи из Большой Четверки просто пока не видят большого количества потенциальных клиентов, оставляя нишу IoT на откуп другим операторам других стандартов LPWAN из нелегализуемого радиочастотного пула. Но как увидят и нажмут кнопку – значительный кусок рынка будет за ними хотя бы потому, что их зона обслуживания уже имеет федеральный охват.

Не стоит также забывать, что нелегализуемые диапазоны имеют относительно узкие полосы частот, что подчас приводит их пользователей к взаимным помехам (отнюдь не только случайным) и различным коллизиям, причем без претензий к источникам последних. И это отнюдь не все причины, по которым могут тормозиться проекты IoT.

К новым рубежам

Как известно, российские заказчики мотивированы на особо быстрое получение прибыли за счет внедрения технологий. Для зарубежных корпораций нормой являются инвестиции, которые могут

окупаться в течение даже 30 лет. В нашей стране, по оценке экспертов, наиболее ожидаемый срок окупаемости инвестиций в цифровые технологии – два года. Причем сам заказчик должен быть готов к цифровой трансформации бизнеса, о которой так много говорят, но не всегда понимают ее суть. Именно поэтому IoT-решения бывают не так привлекательны для российских заказчиков, и именно поэтому отечественный рынок сегментирован так, как было указано выше. Впрочем, это отнюдь не только отечественная проблема.

Согласно исследованию, опубликованному еще в 2018 г. компанией Cisco «Most IoT projects not a complete success», три четверти всех IoT-проектов нельзя считать «полностью успешными», а 60% застопорились на стадии проработки концепции, что свидетельствует об отсутствии у компаний необходимых инструментов для надлежащей реализации IoT-проектов. В общем, ничего удивительного.

Согласно исследованию центра социального проектирования «Платформа» совместно с компанией Schneider Electric «Цифровая воронка» потребления: особенности и перспективы российского IoT-рынка» от 2020 г., наша страна в вопросах цифровизации отстает от ведущих игроков этого рынка на 6 лет. Например, в развитых странах доля цифровой экономики составляет от 16 до 35%, в то время как в России всего лишь 5%. Впрочем, это было уже более двух лет назад, а теперь мы вооружены санкциями, вдохновляющими наших поставщиков на новые разработки и поднятие отечественной промышленности, в том числе и по части IoT. Что в связи с этим следует предвидеть?

Наметившийся в последнее время прогресс в разработке прикладного программного обеспечения, операционных систем и аппаратного обеспечения (микропроцессоров) не решает вопроса независимости от зарубежных сетевых технологий в силу применения исключительно «западных» решений при обеспечении сетевой связности, в частности, сетевых протоколов. Нет, никто

не говорит, что надо отгородиться от «их интернета» нашим «забором». Но придумать, как свести на нет потенциальные угрозы сетевых атак, взломов и уничтожений ИТ-ландшафта можно.

Принимая наличие множества недружественных шагов в международных отношениях к РФ и открытых провокаций и сетевых атак со стороны отдельных государств, следует ожидать, что подобное использование нашей сетевой зависимости от «их» сетевых технологий со временем будет только возрастать. Какой уж тут бизнес IoT сотоварищи? К тому же в настоящее время сама сеть Интернет становится «полем боя», где необходимо управлять рисками и снижать неопределенность в условиях враждебной среды. Почему?

Для управления рисками надо иметь доступ ко всем их источникам. Фактически каждый протокол имеет описание, стандарт и реализацию. Но даже при открытом/доступном описании его реализация, во-первых, имеет ограничения в силу наличия соответствующих многочисленных патентов у конкретных зарубежных компаний, а, во-вторых, реализаций может быть много и что у них внутри – неизвестно. В общем, это все не наше, и мы ничего не можем там изменить, поскольку не владеем патентами. В итоге мы полностью не знаем, чем пользуемся, потому что помимо «дыр» в стандартах имеются скрытые незадекларированные возможности. И кому понравится, если, к примеру, в ваш, казалось бы, умный дом залезла крыса и попортила кучу вещей?

Одним из возможных решений для обеспечения технологического суверенитета страны и подлинной импортонезависимости является, к примеру, создание новой отечественной сетевой технологии. Впрочем, до этой задачи еще надо дозреть, ведь за много лет мы так привыкли использовать чужие (и отнюдь не идеальные) наработки, забыв о наших разработчиках. Быть может, все это потребует дополнительного осмысления и практической реализации. Почему нет?

За работу, господа! ■