

Стандарт NB-IoT:

применение и перспективы

Сегодня среди производителей M2M-оборудования мало найдется тех, кто еще не слышал о LPWA-технологии стандарта NB-IoT, однако не все до конца понимают ее преимущества перед «классическим» GSM/GPRS и ее пользу в абсолютном смысле. Представитель производителя модулей сотовой связи SIMCom Wireless Solutions Батор Батуев обсудил ряд вопросов в рамках этой темы с экспертом Департамента коммутационной сети и сервисов компании «Мобильные ТелеСистемы» (далее — МТС) Алексеем Лапшиным и попробовал оценить грядущие перемены на M2M-рынке в связи с внедрением NB-IoT. Почему конечному потребителю будет интересна новая технология, по какой причине ее надо внедрять, что нового она приносит и какие сложности возможны на пути к ее полноценному применению — эти и другие аспекты будут освещены в приведенной беседе.

— Алексей, начну с общего и одновременно важного вопроса о дальнейшей трансформации рынка M2M-устройств. При этом хотелось бы обратить внимание на следующие моменты.

По сей день M2M-устройства эксплуатируют технологии 2G, 3G и 4G, созданные в основном для удовлетворения потребительских нужд. Но с появлением 13-го релиза стандарта 3GPP, кажется, рынок телекоммуникационного оборудования разделили на два кластера устройств (рис. 1):

- eMBB (Enhanced Mobile Broadband) — широкополосные, высокоскоростные, производственные и дорогие (4G/LTE-A/5G), в основном для потребителей;
- mMTC (Massive Machine Type Communication) — узкополосные, низкоскоростные и недорогие устройства с ультранизким потреблением (NB-IoT и LTE-M), для IoT.

Кроме того, из исследований [1] известно, что многие операторы в мире уже анонсировали вывод из эксплуатации сетей 2G и 3G к 2025 году. В соответствии с исследованиями



Батор Батуев, представитель производителя модулей сотовой связи SIMCom Wireless Solutions



Алексей Лапшин, эксперт Департамента коммутационной сети и сервисов компании «Мобильные ТелеСистемы»

Таблица. Прогноз количества подключений к сети сотовой связи к 2025 в мире

Количество подключений	2018 год	2025 год
2G	42%	0%
3G	22%	0%
NB-IoT	4%	45%
LTE-M	1%	6%
4G	31%	39%
5G	0%	10%

к указанному сроку 45% подключений придется на NB-IoT, 39% — на 4G/LTE-A, 10% — на 5G и 6% — на LTE-M.

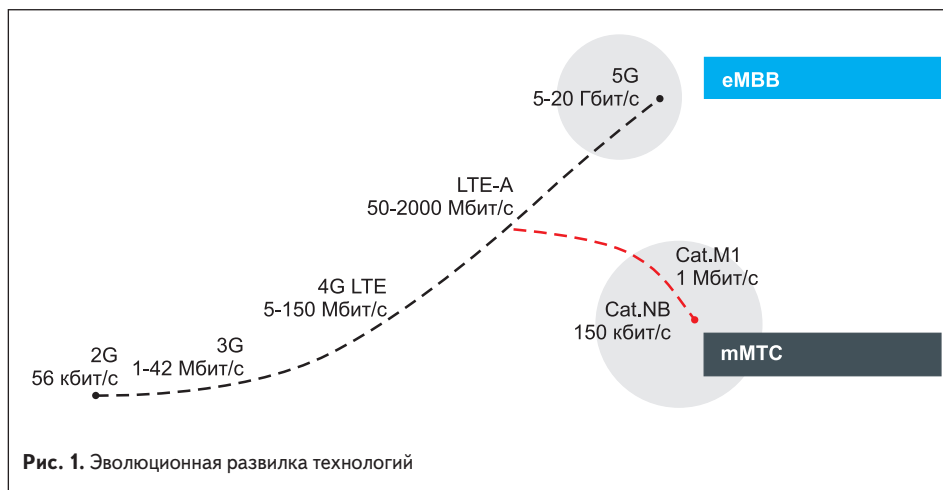
Расскажите о своем видении применимости технологий 2G/3G/4G/LTE-A/NB-IoT/LTE-M в будущем.

— Я тоже разделю ответ на две части. С точки зрения массового потребителя рано говорить об отказе от 2G в обозримом будущем. Сейчас у нас порядка трети абонентов пользуются только сетями 2G. Это несмотря на то, что и МТС, и наши коллеги по рынку уже интенсивно тестируют 5G. Одновременно растет потребность в высокой скорости передачи данных и емкости сетей. Таким образом, в обозримом будущем в нашей стране, скорее всего, по-прежнему будут сосуществовать сети всех сегодняшних стандартов плюс 5G.

Как вы понимаете, стремительный рост трафика вызовут в первую очередь не пользователи, а устройства. Именно «Интернет вещей» — основной драйвер развития новых стандартов связи. Для сегмента LPWAN МТС приоритетным направлением выбрал стандарт NB-IoT. Его преимущества: энергоэффективность — устройства могут работать до 10 лет без подзарядки, высокая емкость сети — на базовую станцию NB-IoT можно подключить в 50 раз больше устройств, чем на обычную базовую станцию 4G, относительная дешевизна датчиков и многое другое. Мы первыми в стране запустили федеральную сеть NB-IoT: она работает более чем в 60 регионах страны. Мы понимаем, что уже сейчас к сети подсоединено несколько миллионов устройств — и все через разные технологии: 2G, 3G, 4G, WI-FI и NB-IoT. Поэтому мы запустили IoT-платформу, которая позволяет все датчики объединить в единую систему с удобным интерфейсом. И разработали специальные тарифы для разных типов устройств.

МТС будет следовать тенденциям мирового рынка. И конечно, в долгосрочной перспективе сети 2G/3G должны уступить место новым технологиям, поскольку они эффективнее и удобнее. Но пока сложно сказать, когда это произойдет.

— Сегодня в массово выпускаемом телекоммуникационном оборудовании M2M в подавляющем числе случаев используются модули сотовой связи поколения 2G, такие как SIM800C (GSM/GPRS-модуль) или SIM868E (GSM/GPRS-модуль + приемник ГЛОНАСС/GPS). Также на базе 3G-модулей находится в эксплуатации немалое количество устройств под государственные проекты, например ЭРА-ГЛОНАСС и «Платон».



Верно ли, что рано или поздно отечественным разработчикам M2M-оборудования придется отказаться от 2G/3G и перейти либо на 4G/LTE-A/5G, либо на LPWA? При этом как быть текущим пользователям устройств на базе 2G- и 3G-модулей без покрытия сети? Или же допускается бессрочное существование 2G/3G-сетей?

— Конечно, как вы сами отметили в предыдущем вопросе, в будущем сети 2G/3G планируется вывести из эксплуатации. При этом деградация сетей 3G, скорее всего, будет опережать по темпам сети 2G.

— Если верить исследованиям международных консалтинговых компаний, со временем число UE (User Equipment — абонентское устройство) в сети будет прирастать с геометрической прогрессией. И это будет происходить за счет не людей, а устройств, систем и гаджетов, которыми люди себя окружают, чтобы улучшить качество жизни. Операторы, должно быть, первыми встретятся лицом к лицу с проблемой масштабируемости, когда ресурсов сети будет, возможно, не хватать.

Скажите, чувствуется ли сегодня, что технология GPRS ведет к истощению имеющихся у операторов ресурсов? Есть ли у NB-IoT преимущество в этом смысле перед GPRS? Или GPRS не имеет границ и тут проблемы не предвидятся?

— GPRS не является самостоятельной технологией, она базируется на GSM (2G), у которой основное предназначение — голосовые сервисы. Поэтому пока есть потребность в GSM, технология GPRS не особенно накладна. Тем не менее увеличение емкости сети сейчас — действительно наша ключевая задача. С 2015 года только в Москве объемы трафика выросли в пять раз. К 2025 году мы ожидаем рост в четыре раза в сетях 4G и в семь раз — в 5G. Мы работаем в нескольких направлениях. Запустили технологию VoLTE — передачу голоса через LTE: это позволяет разгрузить сети 3G. В ряде регионов внедрили LTE Advanced, во время чемпионата мира прошлого года установили в городах ЧМ оборудование Massive MIMO на ключевых площадках, чтобы перераспределять нагрузку и обеспечивать качественный сервис. Сейчас модернизируем сеть до 5G-Ready, увеличи-

вая в том числе емкость сети. Это позволит обеспечить качественный сервис не только нам с вами и огромной армии потребителей со смартфонами и планшетами, но и высоконагруженным сервисам мира «Интернета вещей». Для устройств, которым высокие скорости не требуются и важна автономность, мы предлагаем, как я уже сказал, сеть NB-IoT. Она значительно удобнее и ее емкости нам точно с лихвой хватит на ближайшие несколько лет.

— Развертывание сетей предполагает огромную работу и взвешенное планирование. Как известно, 3GPP-стандарт предлагает две LPWA-технологии на базе LTE-сетей — NB-IoT и LTE-M. Почему в России была выбрана NB-IoT как основная технология? И планируется ли развертывание сетей LTE-M совместно с NB-IoT? Ведь очевидно, что NB-IoT, может, и удовлетворит потребности производителей счетчиков воды, электричества или газа, где важно низкое потребление и трафик невелик, но, скажем, производителям трекеров не хватает mobility и голосового сервиса. Да и объем трафика у трекеров явно не для NB-сетей. Либо таким производителям в перспективе на пятилетку предлагается смотреть в сторону 4G/LTE-A?

— В настоящий момент МТС не видит потребности в сетях LTE-M, хотя, если на нее появится платежеспособный спрос, мы будем готовы предоставить нашим пользователям и эту технологическую возможность.

— В NB-IoT, несомненно, есть заманчивые качества, такие как возможность работы при низких уровнях сигнала и при высоком уровне шумов, экономия батареи. Но для любого производителя оборудования главным вопросом остается доступность покрытия сети NB-IoT. Ведь мало кого интересует покупка, скажем, счетчика, который не сможет передать данные из-за отсутствия покрытия в его городе. Если сравнивать с сетью GSM, какое на сегодня покрытие сети NB-IoT и будет ли когда-нибудь покрытие NB-IoT-сети таким же широким, как сети GSM?

— Конечно, в силу исторических причин, сети GSM имеют гораздо большее покрытие

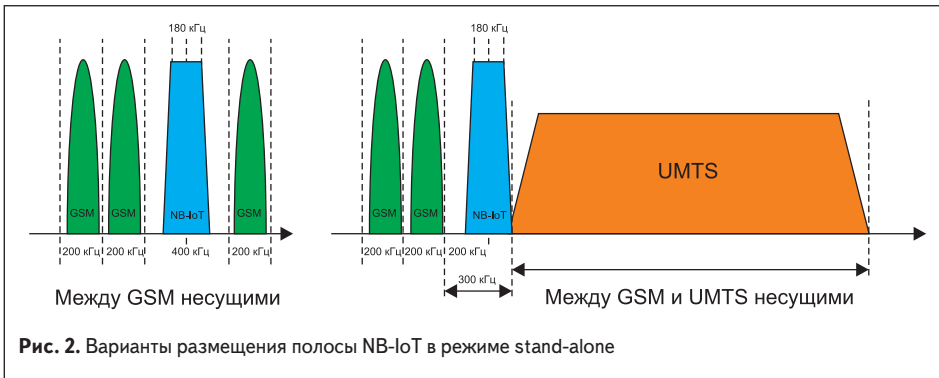


Рис. 2. Варианты размещения полосы NB-IoT в режиме stand-alone

по отношению к LTE, а значит, и NB-IoT. Сейчас покрытие NB-IoT стремительно приближается к покрытию LTE, а в среднесрочной перспективе сравняется с 2G. Наша сеть работает в 62 регионах — это большая часть страны, причем не только в крупных городах, но и на уровне районных центров. Мы ничего не скрываем, и масштабы сети всегда доступны на сайте — в разделе «Наша сеть» можно посмотреть, есть ли покрытие в нужной клиенту локации. В перспективе покрытие NB-IoT будет превышать текущее покрытие 2G.

Кроме того, МТС реализует покрытие под потребность клиента на его территории. Такие запросы встречаются и оперативно обрабатываются.

— Известный факт, что у NB-IoT есть прелестная особенность — стоимость развертывания сетей NB-IoT намного дешевле и быстрее, чем было когда-то с 3G. Это связано в том числе и с тем, как выделяются полосы под NB-IoT. Ваш коллега писал об этом в статье [2]. NB-IoT-сети могут работать в тех же частотных диапазонах, что и 2G-, 3G- и 4G-сети, в разных режимах:

- stand-alone (рис. 2), когда под NB-IoT выделяется свой частотный канал шириной 200 кГц;
- in-band (рис. 3), когда полоса NB-IoT встроена в существующую LTE-несущую;
- guard-band (рис. 4), когда NB-IoT-полоса размещается в так называемом защитном интервале рядом с ресурсными блоками LTE.

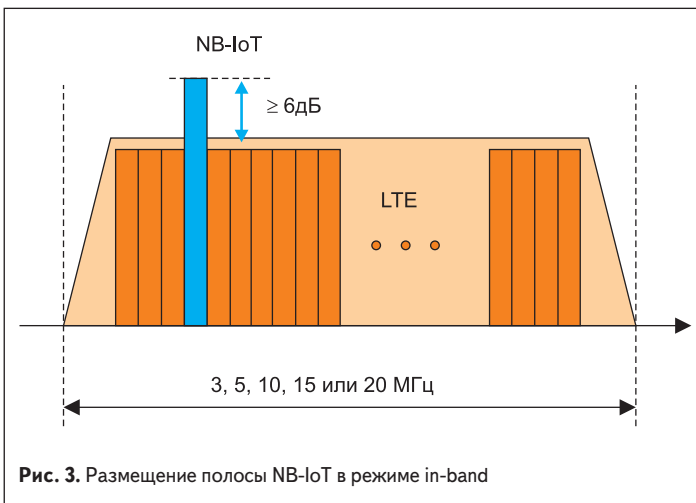


Рис. 3. Размещение полосы NB-IoT в режиме in-band

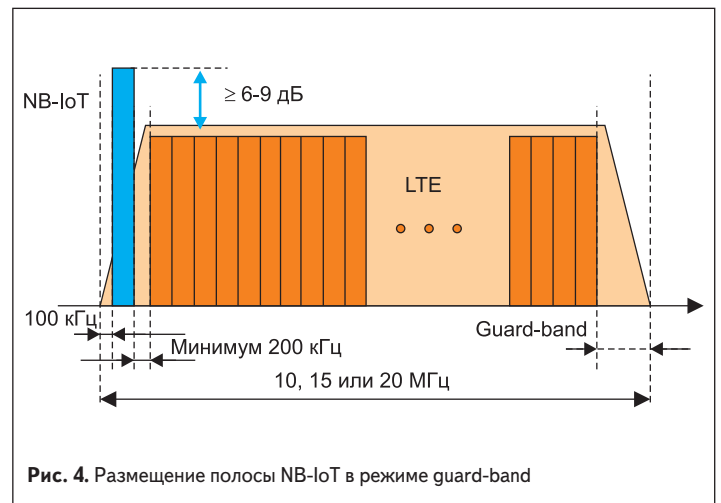


Рис. 4. Размещение полосы NB-IoT в режиме guard-band

Скажите, какие частоты выделены под NB-IoT-сети в МТС? Какие из перечисленных режимов МТС приняла на вооружение?

— МТС рассматривает для NB-IoT все доступные частоты. Это В20 (800 МГц), В8 (900 МГц) и В3 (1800 МГц), но в силу специфики текущей сети в настоящее время самым распространенным диапазоном является 1800 (in-band и guard-band). Именно этот диапазон остается основным для LTE, что позволило развернуть покрытие сетью NB-IoT в максимально короткие сроки.

— NB-IoT накладывает определенные ограничения на скорость передачи данных, но скорости близки к скоростям GPRS. Скажем, в нашем типовом NB-IoT-модуле SIM7020E скорость на скачивание достигает 26,15 кбит/с, а на выгрузку — 62,5 кбит/с. А есть ли ограничения или пожелания от операторов на объем передаваемых данных?

Я нередко встречаю разработки, где NB-IoT-модуль используется для передачи большого объема проходного трафика, как классический GPRS. Разработчикам NB-IoT интересен как альтернативный канал, при этом характеристики потребления им не важны. На ваш взгляд, насколько оправдано такое применение NB-IoT с точки зрения конечного пользователя?

— Хотя стандарт NB-IoT и позиционируется как технология для передачи небольших объемов данных, технически МТС не запрещает передачу больших объемов информации, особенно учитывая, что с CAT-NB2 пропускная способность сети еще вырастет.

Применение технологий производителями оборудования, конечно, должно быть продуманным. Технология NB-IoT ориентирована именно на энергоэффективность и долгий срок службы без замены батареи, то есть в первую очередь на автономные устройства. Однако сейчас существуют и модули, совмещающие 2G и NB-IoT, что в первую очередь обусловлено более широким покрытием сетей 2G.

Конечно, NB-IoT можно и нужно использовать и для устройств, имеющих внешнее питание, поскольку еще одним из важных плюсов NB-IoT является улучшенное проникновение сети. Это позволяет устанавливать устройства в закрытых помещениях: например, в подвалах, колодцах. Мы на реальных примерах видим, как производители таких устройств, правильно применяя режимы работы NB-IoT, оптимизируют объемы передаваемой информации и достигают большей эффективности решения в целом.

— Если представить, что производитель трекеров, маячков или других подвижных устройств хочет заменить GPRS-модуль сотовой связи модулем сотовой связи стандарта NB-IoT, то у него возникнет следующий вопрос. Можно ли сказать, что NB-IoT предназначен исключительно для стационарных устройств? Потеряет ли NB-IoT-модуль сотовой связи регистрацию в сети, если будет перемещаться от соты к соте? Возможен ли обмен данными в таких условиях?

— В Rel.13 возможности мобильности для NB-IoT были ограничены Cell Resection. Устройство не могло переключаться на другие соты во время передачи сообщения, а также в подключенном к БС состоянии.

Но в Rel.14 появилась возможность переключаться между сотами при активном соединении с базовой станцией, и для использования данного преимущества разработчикам рекомендуется применять модули NB-IoT с поддержкой функции RRC Reestablishment For CP data.

Мы тестируем эту возможность и планируем в 2020–2021 годах развернуть ее на всей территории покрытия NB-IoT-сети.

— Часто для управления и контроля M2M-устройством используется функция SMS как инструмент связи для обычного пользователя с телефоном. Все просто: не нужен сервер,

не нужен посредник — прямая связь. Каковы планы МТС по внедрению сервиса коротких сообщений в NB-IoT-сетях?

— Внедрение той или иной «фичи» обуславливается наличием спроса. Технология предусматривает возможность использования SMS, хотя и со своими особенностями, это нужно понимать и быть к этому готовым. Наша компания намерена осуществлять поддержку SMS в NB-IoT, как только появится интерес заказчиков.

— Еще один вопрос. На практике для работы с GSM/GPRS-модулями сотовой связи подходят любые SIM-карты. Для работы в сети NB-IoT требуются какие-то специальные SIM-карты?

— С точки зрения форм-факторов мы предлагаем линейку SIM-карт, аналогичную «симкам» GSM/GPRS: стандартные SIM-карты, микро- и нано-SIM (типоразмеры — 2, 3, 4 FF), а также SIM-чипы (MFF2). Мы решили выпустить отдельную линейку SIM-продуктов для NB-IoT: это позволяет обеспечить безопасность и исключить фрод для наших клиентов, поскольку на них в принципе недоступны голосовые сервисы. Также на этих SIM мы отказались от использования MSISDN. Поскольку на текущий момент покрытие сети NB-IoT уступает покрытию 2G (GPRS), мы обеспечили для этих SIM возможность работы в сети 2G.

— С выходом 14-го релиза стандарта 3GPP в 2018 году NB-IoT был дополнен и доработан. Так, стали различать две категории: LTE Cat.NB1 и LTE Cat.NB2. В мире мало где имплементированы сети категории NB2, хотя он представляется весьма интересным в будущем из-за более высокой скорости передачи данных (до 150 кбит/с на выгрузку и до 126 кбит/с на скачивание), мобильности, позиционирования методами OTDOA и E-CID и прочего. Есть ли планы имплементировать Cat.NB2 в сетях МТС?

— Конечно, поддержка Cat.NB2 запланирована на сети МТС. Сроки поддержки зависят от доступности конкретного функционала. Например, «фичи», касающиеся повышенных скоростей Dual HARQ и TBS > 1000 бит, уже доступны в некоторых регионах. По функциям позиционирования OTDOA и E-CID пока нет точных сроков поддержки в масштабах всей сети.

— В вашей статье [3] описано, как с приходом NB-IoT меняется ядро сети. В ней вы выделили следующие механизмы передачи трафика и управления абонентскими сессиями: DoNAS, NIDD, механизмы энергосбережения PSM и eDRX, HLCOM.

Хотел бы задать ряд практических вопросов по каждому механизму отдельно. Прочитую: «Режим энергосбережения PSM позволяет устройству надолго выключать радиомодуль, оставаясь при этом зарегистрированным в сети, и не переустанавливать PDN каждый раз при необходимости передать данные».

Что произойдет, если устройство, будучи в режиме PSM, сменит свое положение и попадет

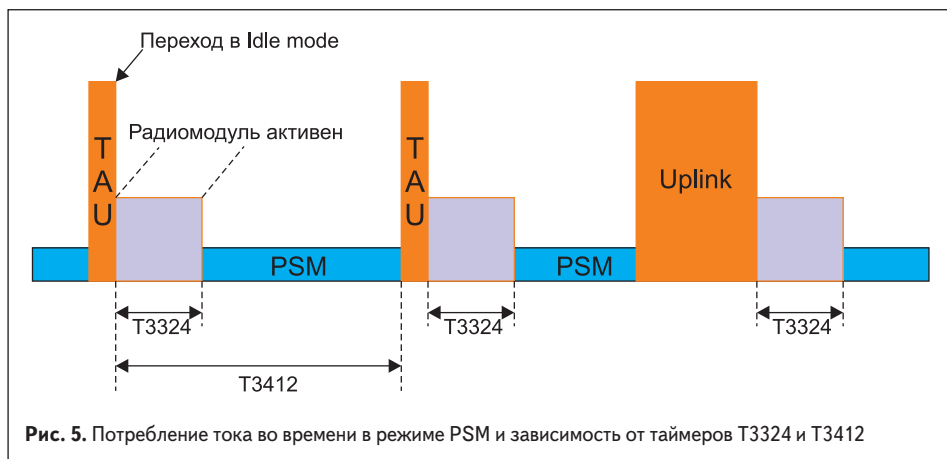


Рис. 5. Потребление тока во времени в режиме PSM и зависимость от таймеров T3324 и T3412

в поле действия другой базовой станции или вообще окажется в другом городе? Регистрация будет потеряна и придется производить повторную процедуру Attach?

— При выходе из сна устройство производит tracking area update (TAU), эта процедура сообщает сети текущее местоположение устройства и сохраняет регистрацию до следующего выхода из PSM.

— Режим PSM регулируется двумя таймерами: T3324 и T3412-Extended (рис. 5). Наши модули сотовой связи способны в Attach Request устанавливать значения этих параметров, но примет ли их в действие оператор сотовой связи — другой вопрос.

Какова у МТС политика работы режима PSM? МТС сама задает таймеры T3324 и T3412-Extended? Может ли пользователь оборудования попросить МТС принять эксклюзивные значения таймеров конкретно для своих устройств?

— Поскольку под каждый use-case оптимальные значения таймеров разные, мы оставили возможность назначать эти параметры разработчикам (заказчикам). Сеть примет пользовательские значения таймеров, но к выбору значений необходимо подходить разумно. Слишком малое его значение может привести к тому, что устройство не получит сообщений, а слишком большое увеличит время активности и, соответственно, энергопотребление.

Стараясь помочь нашим клиентам, мы уже на начальных этапах ведем работу с производителями устройств и разработчиками приложений для определения оптимальных для них параметров таймеров.

— Понятно, что NB-IoT-модуль в режиме PSM недоступен для входящих коммуникаций, до следующего TAU или исходящего трафика.

Что происходит с данными, предназначенными для модуля и отправленными в момент сна? Они хранятся в сети, но как долго, как много данных сеть может хранить и, главное, — платная ли это услуга?

— Сеть будет хранить данные до следующего планового выхода из PSM или исходящего от устройства сообщения. На текущий момент наша сеть может хранить до десяти сообщений размером более килобайта. С этими параметрами услуга буферизации данных бесплатна.

— eDRX — это режим, при котором устройство принимает сообщения от сети не постоянно, как в классическом LTE, а периодически. Так экономится заряд батарейного источника питания. В наших модулях этот режим настраивается двумя параметрами (рис. 6): PTW (окно пейджинга) и eDRX Cycle (продолжительность цикла eDRX). Эти параметры передаются в сеть во время процедуры Attach или TAU. Однако, как и в случае с PSM, сеть может принять такие параметры или проигнорировать их и продиктовать свои параметры режима eDRX.

Какова у МТС политика работы режима eDRX? МТС сама задает параметры PTW и eDRX Cycle? Может ли пользователь оборудования попросить МТС принять эксклюзивные настройки eDRX?

— Все аналогично PSM. Сеть примет пользовательские значения таймеров, но еще раз хочу обратить внимание, что

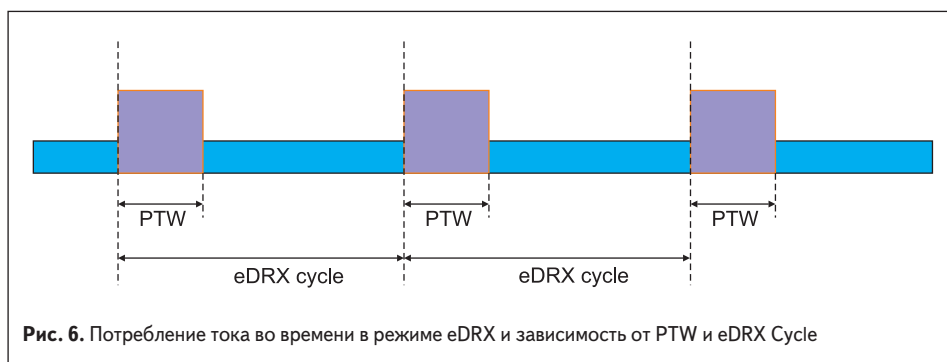


Рис. 6. Потребление тока во времени в режиме eDRX и зависимость от PTW и eDRX Cycle

к выбору значений необходимо подходить разумно, особенно для Paging time window (PTW).

— В классической схеме M2M-системы оконечные устройства получают IP-адреса и обмениваются данными с сервером через Интернет. В наших модулях предусмотрена возможность реализации соединений как при помощи IPv4/IPv6/IPv4v6, так и при помощи такого типа PDN, как non-IP. В NB-IoT Non-IP Data Delivery (NIDD) добавлен в рамках оптимизации механизмов передачи малых объемов данных. В этом случае модуль сотовой связи не присваивается IP-адрес, и данные передаются без использования протокола IP.

Почему разработчикам оконечных устройств будет интересно использовать NIDD? Какие преимущества у NIDD перед IP? Нужно ли производителю оборудования переработать концепцию клиент-серверного взаимодействия устройств для внедрения NIDD?

— Классический способ с использованием IP хорошо работает для 2G/3G/LTE-девайсов, где к устройству не предъявляют жестких требований в автономности и, как следствие, нет ограничений по времени в эфире и трафику. Для NB-IoT этот способ не подходит ввиду его большой энергозатратности. Это должен понимать и учитывать разработчик конечного устройства. Одним из преимуществ LPWAN-сетей, к которым относится

NB-IoT, является энергоэффективность. При качественной поддержке технологических стандартов и «фич» можно обеспечить до десяти лет и более автономную работу устройства на одной батарее.

Именно для этого и разработан механизм оптимизации передачи малых объемов данных: Non-IP Data Delivery (NIDD). Механизм уменьшает общий размер передаваемого сообщения за счет сокращения заголовков. Это, в свою очередь, положительно влияет на характеристики устройства: снижает энергопотребление и увеличивает автономность (срок жизни). В конечном итоге отказ от поддержки IP-stack ведет к упрощению и удешевлению устройства, повышает его конкурентоспособность на рынке IoT-устройств.

Есть еще одно немаловажное преимущество NIDD — большая безопасность в случае доступа извне: коммуникация с устройством из Интернета возможна только через специальный узел и вероятность взлома устройства значительно понижается.

Для внедрения NIDD потребуется незначительное изменение концепции клиент-серверного взаимодействия устройств, поскольку общение с устройством по NIDD уже будет возможно только через новый узел SCEF (Service Capability Exposure Function), который установлен у оператора связи.

SCEF позволит разработчикам приложений (AS) абстрагироваться от сложных, специфических механизмов взаимодействия

с устройствами. Функции идентификации/аутентификации устройств, определения правил обмена данными между устройством и AS будут сняты с разработчиков приложений и переложены на плечи оператора, непосредственно на SCEF.

Разработчику предоставляется API-интерфейс к SCEF. Одним HTTP-запросом разработчик сможет отправить данные или управляющую команду на устройство или группу устройств. Таким же простым способом можно мониторить состояние и местоположение устройств.

Более подробно прочитать о SCEF и появившихся вместе с ним уникальных сервисах, помимо NIDD, а также о возможностях, которые уже сейчас предоставляет МТС, можно в статье [4]. ■

Литература

1. www.counterpointresearch.com
2. Фаузиев И. NB-IoT: как он работает? Часть 1. www.habr.com/ru/company/ru_mts/blog/430496/
3. Лапшин А. NB-IoT: как он работает? Часть 2. www.habr.com/ru/company/ru_mts/blog/431648/
4. Новиков С., Лапшин А. NB-IoT: как он работает? Часть 3: SCEF — единое окно доступа к услугам оператора. www.habr.com/ru/company/ru_mts/blog/473982/
5. NB-IoT Deployment Guide. www.gsma.com/iot/resources/nbiot-deployment-guide-v3/