

# Модуль Telit FN980m

## и его использование в российских сетях 5G

**Сети 5G продолжают завоевывать свое место в мире, охватывая все больше стран. Приготовления к внедрению такой связи идут и в России, хотя и немного медленнее, чем в США или Японии. Благодаря тому что у нас уже есть тестовые зоны, мы можем проводить испытания 5G-устройств — первым IoT-модулем такого типа стал FN980m компании Telit.**

**Алексей Рудневский**  
avr@atoma.spb.ru

Сегодня сети мобильной связи 5-го поколения (5G) получают все большее развитие по всему миру. Коммерческие сети развернуты уже на всех континентах, лидерами являются США, некоторые страны Западной Европы, Япония, Южная Корея, Китай, а также страны Персидского залива [1]. В России развитие 5G идет с некоторым отставанием: в настоящее время развернуто только 10 тестовых зон, в том числе четыре в Москве (МТС, «Мегафон», «Билайн» и «Теле2»), три в Санкт-Петербурге (МТС и «Мегафон») и три в Татарстане (МТС и «Таттелеком»). Причина такого отставания, среди прочего, кроется в несколько запоздалом присвоении частот сетям 5-го поколения со стороны ГКРЧ. Лишь 17 марта 2020 года состоялось заседание ГКРЧ, на котором был рассмотрен вопрос «Об определении диапазонов радиочастот для создания сетей связи стандарта 5G/IMT-2020 на территории Российской Федерации (решение ГКРЧ № 20-54-02)» [2], причем утверждено решение было лишь 14 апреля. В соответствии с указанным решением однозначно выделяются под сети 5-го поколения следующие диапазоны:

- 2570–2620 МГц (n38) — в рамках рефарминга частот существующих сетей LTE (B38);
- 2300–2400 МГц (n40) — этот диапазон ранее был выделен в ряде регионов под развитие LTE-сетей (B40). Следует отметить, что данный диапазон не используется в сетях LTE в Европе и поэтому пока не получил серьезного развития в российских сетях;
- 694–790 МГц. Данный диапазон ранее использовался эфирным аналоговым телевидением, а в настоящее время свободен. Тем не менее решение использовать этот диапазон представляется спорным. Во-первых, ему не соответствует ни один стандартный диапазон 3GPP. Наиболее близкими являются n12 (699–716/729–746 МГц) и n14 (788–798/758–768 МГц), но они не полностью идентичны

выделенному участку, а эксплуатация нестандартных частот и редко применяемых диапазонов (к которым и относятся n12/n14) однозначно приведет к очень ограниченному ассортименту используемого оборудования. Во-вторых, это очень узкий диапазон для 5G-сетей: даже в самом решении ГКРЧ необходимый непрерывный участок радиочастотного спектра для оказания услуг связи в сетях 5-го поколения составляет 50 МГц, а потому полноценных сетей в этом диапазоне создать не получится. Единственным существенным плюсом частот 694–790 МГц является его отличная «дальнобойность» — радиус действия базовых станций позволяет использовать этот диапазон для покрытия удаленных объектов и населенных пунктов в сельской местности;

- 4400–4990 МГц. Диапазон почти полностью соответствует 3GPP n79 (4400–5000 МГц), а благодаря гибкому делению на полосы 40–100 МГц может быть использован практически полностью. Предполагается использовать n79 взамен n78 (3300–4000 МГц), который применяется в европейских сетях, а в России занят другими потребителями;
- 24,25–27,5 ГГц (n258) — миллиметровый диапазон, он поделен на две неравные части. Первая, меньшая часть (25,25–24,65 ГГц), предназначена для использования неопределенным кругом лиц, то есть, по сути, применение этой части будет носить уведомительный характер. Остальная часть диапазона n258 (24,65–27,5 ГГц) выделена ООО «Новые Цифровые Решения» и ФГУП НИИР для экспериментов в области совместного использования сетей 5G и РЭС госкорпорации «Роскосмос» в совпадающих и соседних полосах радиочастот. В перспективе, видимо, разрешенная полоса n258 будет увеличена за счет именно второй части.

Перейдем теперь к абонентскому оборудованию 5G. Если смартфоны с поддержкой 5G



Рис. 1. Модуль Telit FN980m

уже выпускаются различными известными (и не очень) компаниями десятками моделей [3], а также есть несколько моделей роутеров 5G (например, от Huawei), то для промышленного «Интернета вещей» (Industrial IoT) модули пока серийно не изготавливались ни одним из производителей. Одним из первых производителей промышленных модулей 5G стала компания Telit с FN980m (рис. 1). Рассмотрим некоторые характеристики модуля более подробно [4].

FN980m — это модуль формата m.2, работающий в стандартах HSPA, LTE и 5G. Особенностью модуля является поддержка всех диапазонов 3G (HSPA, 8 диапазонов) и большинства популярных диапазонов LTE (33 диапазона) и 5G (16 диапазонов до 6 ГГц и 4 миллиметровых), что позволяет ему работать практически во всех современных сетях сотовой связи по всему миру. Модуль имеет возможность подгрузки нескольких вариантов программного обеспечения (прошивок) при помощи лишь одной команды, что полезно для удовлетворения требований разных операторов связи, зачастую взаимоисключающих. Касательно российских реалий, описанных в первой части статьи, можем с удовлетворением сообщить, что FN980m поддерживает все российские диапазоны 3G и LTE, а также все одобренные ГКРЧ диапазоны 5G. FN980m построен на чипсете Qualcomm SDX55 [5], как и большинство разрабатываемых промышленных модулей 5G других производителей, но благодаря тесному сотрудничеству Telit и Qualcomm стал первым PoT-модулем, выходящим на коммерческий рынок. Традиционно для Telit модуль FN980m имеет расширенный температурный диапазон  $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что позволяет эксплуатировать его в самых жестких условиях окружающей среды. Модуль имеет 9 антенных входов: четыре входа для диапазонов до 6 ГГц, четыре входа для миллиметровых антенн и один вход для сигналов спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС/Galileo/Beidou. Также один из входов диапазона до 6 ГГц может работать с сигналами

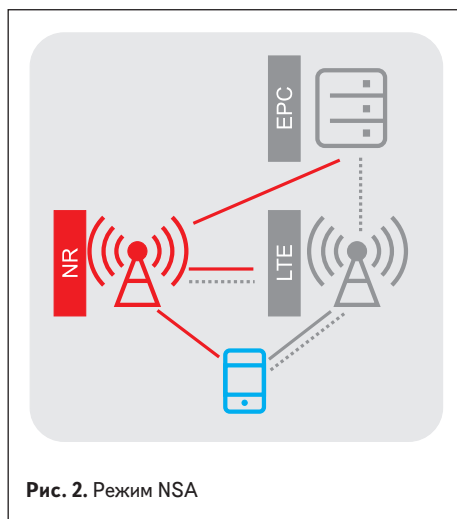


Рис. 2. Режим NSA

L5 GPS, что делает FN980m, по сути, много-частотным GNSS-модулем.

Развитие сетей 5G предусматривает на первых этапах использование существующей инфраструктуры LTE-сетей в режиме NSA (non-standalone), что показано на рис. 2. Первоначально абонентский терминал связывается с сетью 4G, через которую происходит обмен информацией о режимах работы и частотных диапазонах. После этого радиообмен переключается уже на каналы 5G, но опорная сеть все равно используется EPC (Evolved Packet Core, ядро 4G-сети). Второй вариант — режим SA (standalone), показанный на рис. 3. В этом случае регистрация проходит сразу в 5G-сети, и для маршрутизации применяется уже опорная сеть 5G Core. Модуль Telit FN980m поддерживает как NSA-, так и SA-режим.

Все модули Telit, начиная с 2G, поддерживают AT-команды для мониторинга сетей сотовой связи. Не является исключением и FN980m, позволяющий получать техническую информацию о сетях 3G/4G/5G. Некоторые из этих AT-команд имеются в протоколе, представленном ниже, другие появятся в полном перечне AT-команд, готовящемся к публикации.

На уровне драйверов ОС модуль поддерживает режимы RNDIS и ECM, поэтому в системе представляется как стандартная сетевая карта, что существенно упрощает использование FN980m для передачи данных. Для передачи



Рис. 4. Антенны 5G диапазона до 6 ГГц

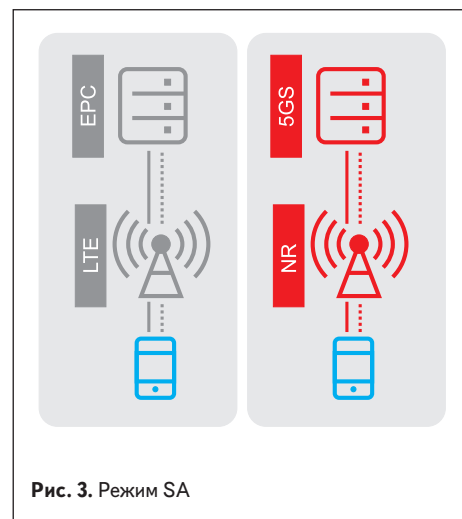


Рис. 3. Режим SA

голоса имеется интерфейс DVI и поддержка CS (для 3G), VoLTE и VoNR. Возможна передача голоса и через USB в формате PCM.

Следует отметить, что для работы в диапазонах до 6 МГц могут использоваться стандартные 5G-антенны, которые уже выпускаются рядом производителей (рис. 4). При этом FN980m может быть установлен в стандартный m.2-слот, имеющийся во многих выпускающихся промышленных компьютерах и роутерах. Однако для миллиметровых диапазонов ситуация совершенно иная: модуль (как и все другие модули на базе SDX55) может работать только с антеннами Qualcomm QTM525 (рис. 5) или QTM527. Указанные антенны предназначены только для установки на специально разработанную печатную плату, поэтому устройства, которые планируется применять в диапазоне 24,25–27,5 ГГц (n258), потребуют отдельной разработки такой платы. В качестве образцового дизайна для установки антенн Telit предлагает отладочную плату FN980m Interface TLB (рис. 6). Эта плата, в свою очередь, является мезонином для универсальной отладочной платы Telit EVB [6]. На рис. 7 показана FN980m Interface TLB, уже установленная на EVB, вместе с антеннами диапазона до 6 ГГц и QTM525. Данный комплект является полнофункциональным



Рис. 5. Антенна миллиметрового диапазона Qualcomm QTM525

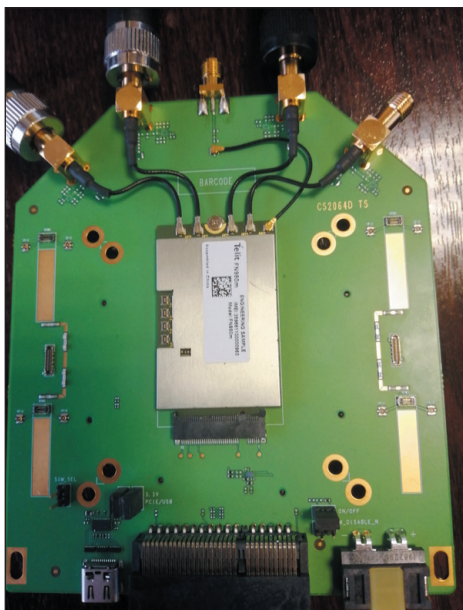


Рис. 6. FN980m Interface TLB

и предназначен для тестирования FN980m во всех режимах работы.

Именно в таком комплекте модуль был протестирован в пилотной зоне МТС в Москве [7]. Ниже приведен протокол AT-команд при регистрации FN980m в сети 5G:

```
AT+CGMI
Telit
OK
AT+CGMM
FN980m
OK
AT+CGMR
M0N.000000-B005
OK
AT#FIRMWARE
HOST FIRMWARE: A0N.000000-B005
MODEM FIRMWARE: 2
INDEX STATUS CARRIER VERSION TMCFG LOC
1 Activated RW M0N.000000-B005 1001 1
2 NA M0N.001000-B005 1001 2
OK
AT+CPIN?
```

```
+CPIN: READY
OK
AT+CREG?+CREG: 1,1
OK
AT+COPS?
+COPS: 0,0,»MTS RUS»,7
OK
AT+WS46?
+WS46: 37
OK
AT#MONI
#MONI: MTS RUS RSRP:-51 RSRQ:-4 TAC:4541 Id:00E5407
EARFCN:326 PWR:-32dbm DRX:1280
OK
AT+CGDCONT?
+CGDCONT: 1,»IP»,»5gi.mts.ru»,»,0,0,0,0,0
+CGDCONT: 4,»IP»,»internet.mts.ru»,»,0,0,0,0,0
OK
AT+CGREG?
+CGREG: 1,1
OK
AT+CEREG?
+CEREG: 1,1
OK
AT+CGATT?
+CGATT: 1
OK
AT+CGACT?
+CGACT: 1,1
+CGACT: 4,1
OK
AT#SERVINFO
#SERVINFO: 326,-33,»MTS
RUS»,»25001»,00E5407,4541,1280,3,-51
OK
AT#RFSTS
#RFSTS: «250 01»,326,-51,-33,-4,4541,255,-32,1280,19,2,0
0E5407,»250016377973674»,»MTS RUS»,3,1
OK
```

Как мы видим из протокола, модуль работает в режиме NSA, то есть регистрируется в сети LTE, а на 5G переходит только для передачи данных. Для проверки передачи данных использовался ноутбук Lenovo с интерфейсом USB 3.1, к которому подключался FN980m Interface TLB, скорость оценивалась при помощи сервиса Speedtest [1]. Результатом испытаний явилось успешное подключение к 5G-сети, скорость передачи данных в диапазоне до 6 ГГц составила

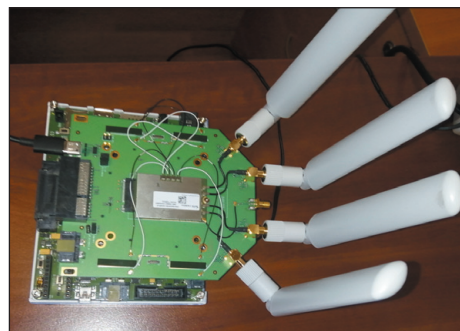


Рис. 7. Отладочная плата Telit EVB с установленными FN980m Interface TLB и антеннами

250–300 Мбит/с, что сопоставимо со скоростью передачи данных, обеспечиваемой другими абонентскими устройствами 5G, имеющимися в лаборатории МТС. Официальный пресс-релиз Telit и МТС представлен в [8].

Таким образом, первым 5G-модулем IoT, испытанным в России, стал FN980m, что еще раз подтверждает компетенции Telit как одного из лидеров «Интернета вещей». Однако развитие на этом не останавливается, к производству готовится новый 5G-модуль FN982. ■

## Литература

1. [www.speedtest.net/](http://www.speedtest.net/)
2. Решение ГКРЧ № 20-54-02 «Об определении диапазонов радиочастот для создания сетей связи стандарта 5G/IMT-2020 на территории Российской Федерации». [www.digital.gov.ru/ru/documents/7154/](http://www.digital.gov.ru/ru/documents/7154/)
3. [www.5g.co.uk/phones/](http://www.5g.co.uk/phones/)
4. [www.atoma.spb.ru/catalog/4806/fn980](http://www.atoma.spb.ru/catalog/4806/fn980)
5. [www.qualcomm.com/products/snapdragon-x55-5g-modem](http://www.qualcomm.com/products/snapdragon-x55-5g-modem)
6. [www.atoma.spb.ru/catalog/4602/evb](http://www.atoma.spb.ru/catalog/4602/evb)
7. [www.moskva.mts.ru/about/media-centr/soobshheniya-kompanii/novosti-mts-v-rossii-i-mire/2019-08-29/mts-zapustil-pervuyu-pilotnuyu-zonu-5g-v-moskve-dlya-tehnologij-smart-city](http://www.moskva.mts.ru/about/media-centr/soobshheniya-kompanii/novosti-mts-v-rossii-i-mire/2019-08-29/mts-zapustil-pervuyu-pilotnuyu-zonu-5g-v-moskve-dlya-tehnologij-smart-city)
8. [www.telit.com/press-release/telit-completes-successful-5g-sub-6-ghz-connection-on-mobile-teleystems-mts-network-in-russia/](http://www.telit.com/press-release/telit-completes-successful-5g-sub-6-ghz-connection-on-mobile-teleystems-mts-network-in-russia/)