

# Линейка навигационных и телематических модулей. Модули беспроводной связи стандарта LTE

И. Чикваркин<sup>1</sup>

УДК 621.38 | ВАК 2.2.2

В АО «НИИМА «Прогресс» разрабатываются модули стандарта LTE на отечественной ЭКБ для массовой навигационно-связной аппаратуры. Приведены общие характеристики, внешний вид и габаритные размеры модулей, а также результаты, полученные на стадии разработки.

## РАЗРАБОТКА МАССОВОЙ НАВИГАЦИОННО-СВЯЗНОЙ АППАРАТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭКБ

**Разработка модулей на отечественной ЭКБ возможна, и есть положительные результаты этой работы.**

На сегодняшний день спрос на модули 4G LTE за последние годы увеличился в несколько раз. В 2022 году на спрос оказала влияние активная промышленная эксплуатация систем «ЭРА-ГЛОНАСС» с плавным внедрением вместо 2G/3G модулей стандарта LTE. Развитие коммерческих сервисов на базе ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» позволило дать дополнительные сервисы и услуги потребителям, а производителям аппаратуры применять новые передовые технологии стандарта 4G. Регулирование со стороны Министерства промышленности и торговли с помощью балльной системы, а также ежегодное повышение процента составляющих отечественных ЭКБ позволили разработчикам аппаратуры обратить внимание на российскую электронику.

Анализ широкополосного трафика мобильных устройств сетей сотовой связи 2G, 3G и 4G LTE показывает, что эти модули очень востребованы.

Основные направления разработки модулей (рис. 1):

- данные;
- голос;
- интернет-трафик.

Опираясь на маркетинговый анализ, постановления Правительства РФ о мерах поддержки разработчиков ЭКБ и на общую мировую обстановку, можно сделать вывод о потребностях в разных типах модулей.

<sup>1</sup> АО «НИИМА «Прогресс», начальник отдела, chikvarkin@mri-progress.ru.

## РАЗРАБОТКА СЕРИИ МОДУЛЕЙ 4G LTE (Cat.1). МОДУЛЬ ПР1603НБ

Потребность рынка в невысокой скорости передачи данных, более надежного соединения в сетях LTE и возможности объединения в одном модуле ряда технических решений обратила внимание разработчиков аппаратуры в сторону передовых стандартов и мотивировала их приступить к изучению модулей 4-го поколения сотовой связи. Одним из таких современных решений стал модуль 4G Cat 1, который работает в сетях 2G/4G. Его внешний вид и габариты сравнимы с иностранными аналогами (рис. 2).

В соответствии со стандартом LTE Cat.1 модули могут поддерживать скорость восходящего канала до 5 Мбит/с и скорость нисходящего канала 10 Мбит/с. Стандарт GSM/GPRS/EDGE также поддерживается в полном объеме.

### Характеристики модуля ПР1603НБ:

- поддерживает сетевые протоколы: TCP/IP, UDP/IP, HTTP/FTP;
  - поддержка до пяти APN и до пяти сокетов одновременно;
  - поддержка двух SIM-карт;
  - прием/передача голоса в цифровом стандарте VoLTE.
- Основные области применения: промышленные контроллеры, POS, M2M-телематика.

## РАЗРАБОТКА СЕРИИ МОДУЛЕЙ 4G LTE (Cat.4). МОДУЛЬ ПР1803Н

Потребность рынка по передаче большого количества данных, более высоких скоростей и возможности объединения в одном модуле ряда технических решений позволила объединить все предыдущие технологии и разработать модуль 4-го поколения сотовой связи 4G Cat 4, который работает в сетях 2G/3G/4G. Объединение технических

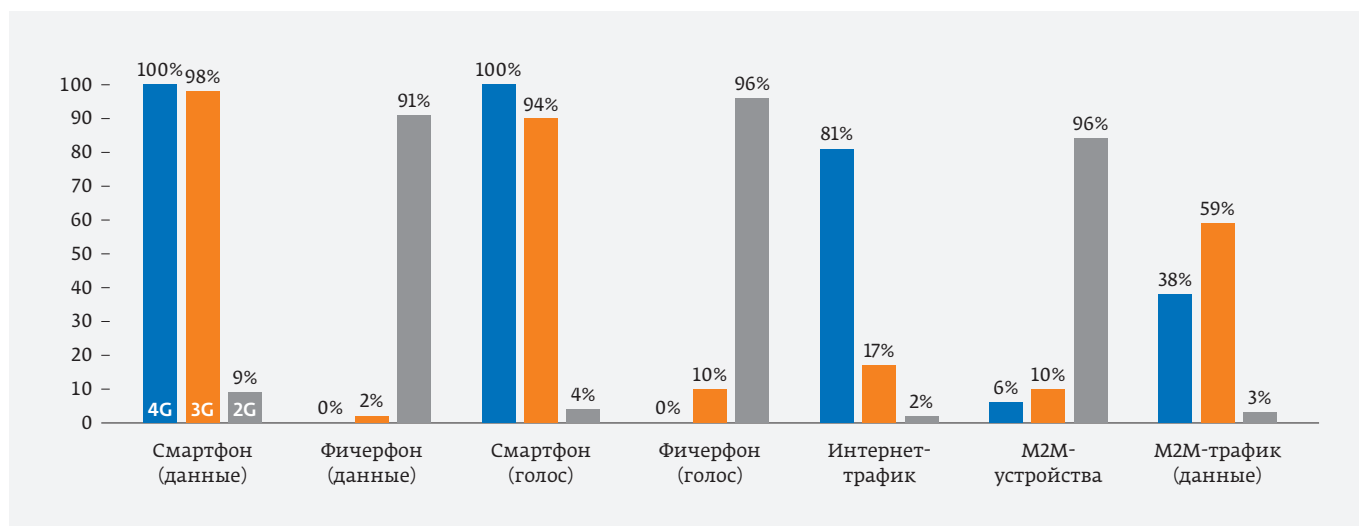


Рис. 1. Анализ широкополосного трафика мобильных устройств

решений в области GSM и ГНСС позволяет получить миниатюрный и комбинированный модуль. Внешний вид и габариты сравнимы с иностранными аналогами (рис. 3).

В соответствии со стандартом LTE Cat.4 модули могут поддерживать скорость восходящего канала до 50 Мбит/с и скорость нисходящего канала 150 Мбит/с. Стандарты UMTS (HSPA+ / HSUPA) и GSM / GPRS / EDGE также поддерживаются модулем ПР1803Н.

**Характеристики модуля ПР1803Н:**

- поддерживает сетевые протоколы: TCP/IP, UDP/IP, HTTP/FTP;
  - поддержка до пяти APN и до пяти сокетов одновременно;
  - поддержка двух SIM-карт;
  - прием/передача голоса в цифровом стандарте VoLTE.
- Основные области применения модуля ПР1803Н: роутеры, системы безопасности, POS, M2M-телематика.

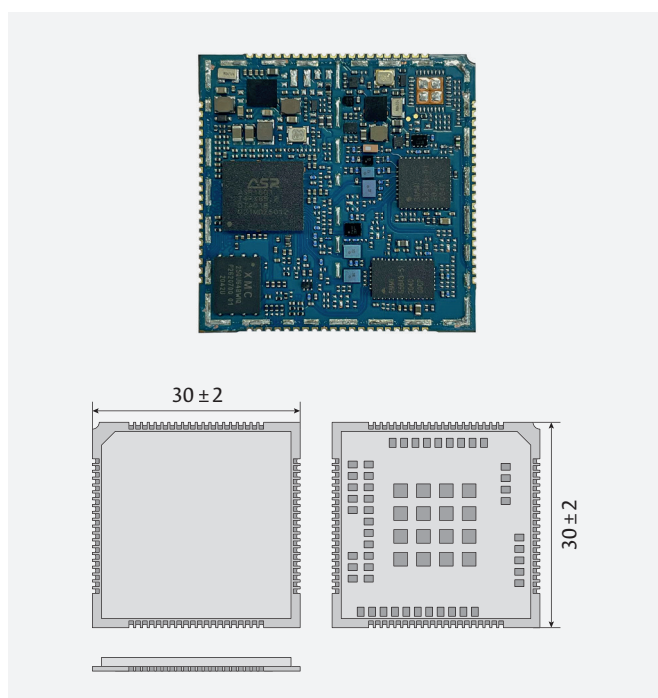


Рис. 2. Внешний вид и размеры модуля ПР1603НБ

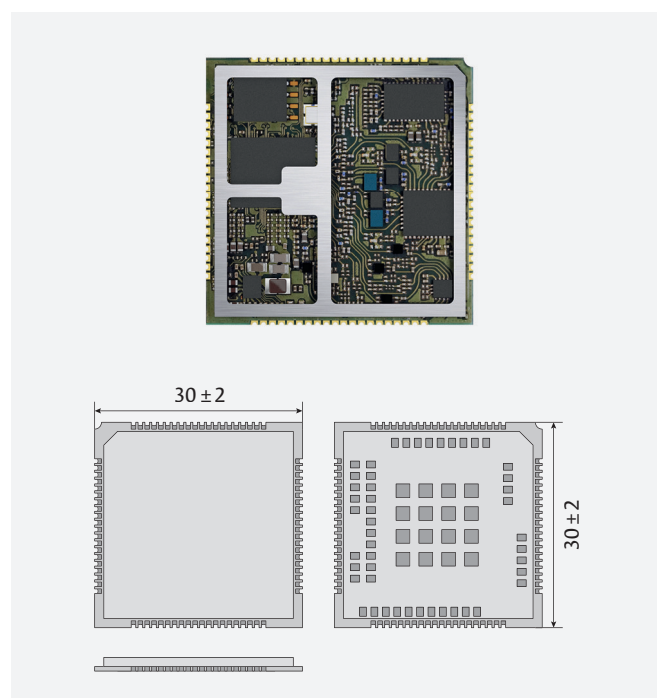


Рис. 3. Внешний вид и размеры модуля ПР1803Н

```
main.c X
4 #include <locale.h>
5
6 void delete_plus(char user_num[])
7 {
8     char symbol_1 = '+';
9     int i, j;
10
11     for(i=0; user_num[i]!='\0'; i++)
12     {
13         if(user_num[i]==symbol_1)
14         {
15             for(j=i; user_num[j]!='\0'; j++)
16                 user_num[j]=user_num[j+1];
17             i--;
18         }
19     }
20
21
22     char numb[12];
23     char message_UCS2[500];
24
25     int main ()
26 {
27     setlocale(LC_ALL, "Рус");
28     system("chcp 1251");
29     system("cls"); // Установка русской кодировки
30
31
32
```

Рис. 4. Фрагмент специализированного ПО для отправки SMS на русском языке

```
Введите телефон получателя сообщения: +79154052737
79154052737
79154052737F
9751042537F7
Введите слово для кодирования:
Проверка модуля
041F0440043E043204350440043A04300020043C043E04340443043B044F
30
0001000B919751042537F7
0001000B919751042537F70008
0001000B919751042537F700081E
0001000B919751042537F700081E041F0440043E043204350440043A04300020043C043E04340443043B044F
AT+CMGS=43
Process returned 0 (0x0) execution time : 28.626 s
Press any key to continue.
```

Рис. 5. Результат исполнения программы для отправки SMS на русском языке

```
AT+ZIPCFIG="internet.mts.ru"
OK
AT+ZIPCALL=1
OK
+ZIPCALL: 1,10.159.162.49
AT+ZIPOPEN=1,0,45.79.112.203,4242
OK
+ZIPSTAT: 1,1
AT+ZIPEnd=1,cdc8c8ccc02022cfd0cec3d0c5d1d12220203335ebe5f22121210a0d
OK
+ZIPEnd: 1,28
+ZIPRECV: 1,45.79.112.203,4242,27,НИИМА "ПРОГРЕСС" 35лен!!!
AT+ZIPSTAT=1
+ZIPSTAT: 1,1
OK
AT+ZIPCLOSE=1
OK
+ZIPSTAT: 1,0
```

Рис. 6. Пример реализации передачи данных в режиме GPRS

```
AT+ZPAS?
+ZPAS: "LTE", "CS_PS", FDD
OK
AT+ZHTTTPURL=https://www.radiolub.ru/?ysclid=lexxa9evy4803852888
OK
AT+ZHTTTPGET
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 07 Mar 2023 07:22:00 GMT
Content-Type: text/html; charset=UTF-8
Transfer-Encoding: chunked
Connection: keep-alive
Server: Jino.ru/mod_pizza
Set-Cookie:
ci_session=D3A3Eqd08dLYCn91KwRAQpgAbsniU15LVshDIVHEDie%2F7Zh68Uf3wZJ4Sszwx6hCQSRMA%2F7tqz1Q7d9QZ
YtEApNvzVTelE5aS%2Fgcng0ISUDN4MBOkmU1194h9ixtNAuAJhvqGkCjFKCkmeOjgSCjB45b6G7kvoc3eC3c8TKg7CB8Th%2
Bdjh%2FR7dlptYM9Ybb0GBaAvxL%2FR4tOLz0oqpNM4WxvjgySNp9QH%2FtX8KsWwTzx11yno5tbws8%2BjMRev7XxvQQPi7v
MODpn4p6MFUhesk%2FI%2Bk%2B28veqEAP4FZeEBD9awd6rqXyd5xjX%2FnG0MRXi5bw%2BSd1yJv3mABAlINDWQ%3D%3D;
expires=Tue, 07-Mar-2023 09:22:00 GMT; path=/
Set-Cookie:
ci_session=4Lj9OKi9Ymt%2FFw2vva3q9EV4c3afHAtHKLdZPr46UeMI%2BVZtQrCx47yOSx6w6KnTgmIGKVgL%2FQ9LiJkw
hWN%2FbB77yM0iYZNtgAn1jh%2F48mxxfEn%2Fr2p6xaV%2FCj9Se2JoqoT60xB69CBB5rhGullrsYl6Hhg%
```

Рис. 7. Работа модулей LTE в HTTP/HTTPS-режиме

## ИТОГИ И ДОСТИЖЕНИЯ ПО БЕСПРОВОДНЫМ МОДУЛЯМ СВЯЗИ 4G LTE

В настоящий момент в процессе освоения и изучения технологий беспроводной связи стандарта LTE находятся две базовые модели модулей беспроводной связи:

- ПР1603НБ – модуль беспроводной подвижной связи стандарта LTE (Cat.1), данный модуль также поддерживает стандарт беспроводной связи 2G (GSM/GPRS), в состав модуля входят навигационный GNSS-приемник и Bluetooth (с поддержкой стандарта Bluetooth 5.0);
- ПР1803Н – модуль беспроводной подвижной связи стандарта LTE (Cat.4), данный модуль также поддерживает стандарты беспроводной связи 3G (HSDPA/HSPA) и 2G (GSM/GPRS), в состав модуля входит навигационный GNSS-приемник.

### В ходе работы с указанными модулями освоены следующие технологии:

- **SMS** (передача коротких текстовых сообщений) как в текстовом режиме (устанавливается командой AT+CMGF=1), так и в кодировке UCS2 (устанавливается командой AT+CMGF=0). Для отправки тестовых сообщений на русском языке в кодировке UCS2 создано специальное программное обеспечение (рис. 4). Результат выполнения программ отправки на выбранный номер абонента представлен на рис. 5.
- **GPRS** – режим передачи данных на конкретный сервер (рис. 6);
- **HTTP/HTTPS** – получение веб-страницы в HTML-коде (разработанные LTE-модули могут работать как с HTTP-страницами, так и с большинством HTTPS-страниц, использующими современные сертификаты безопасности) (рис. 7);
- **FTP**-модули обеспечивают полную поддержку FTP-протокола;
- **GNSS** – полностью освоена методика работы с GNSS приемниками модулей, включая режим Assisted GNSS (технология быстрого старта). В том числе освоены режимы работы с несколькими портами одновременно (передача навигационных данных в несколько портов одновременно, параллельная работа портов, то есть и передача навигационных данных, и работа модуля, например, в режиме GPRS) (рис. 8);
- **работа с файлами** – освоена работа по созданию, приему и отправке файлов небольших размеров;
- **MQTT** – прием/передача малых объемов информации, например, с каких-либо датчиков (рис. 9).

Кроме указанных выше освоенных режимов LTE-модулей была проделана работа по «сбору» и компиляции внутреннего программного обеспечения модулей. Были успешно реализованы изменения в программном обеспечении (происходит исправление работы ряда идентификационных команд).

```
AT+ZGSSYSTEM=3
OK
AT+ZGNMEA=63
OK
AT+ZGPORT=3
OK
AT+ZGRUN=2
OK
*****
$GNRMC,073156.00,A,5550.61825,N,03732.27619,E,0.272,,070323,,A,V*13
$GNGGA,073156.00,5550.61825,N,03732.27619,E,1.08,1.88,204.4,M,,M,*52
$GNGDL,5550.61825,N,03732.27619,E,073156.00,A,A*72
$GNGSA,A,3,23,10,21,24,,,,,,,,,2.72,1.88,1.97,1*0D
$GNGSA,A,3,71,80,88,73,,,,,,,,,2.72,1.88,1.97,2*01
$GPGSV,3,1,12,10,11,341,33,21,15,040,31,23,16,307,40,24,26,290,32,0*6C
$GPGSV,3,2,12,14,,24,17,,17,15,,20,33,11,238,,0*5B
$GPGSV,3,3,12,37,24,199,,39,25,195,,40,24,159,,41,14,129,,0*60
$GLGSV,2,1,07,71,33,321,37,73,14,268,35,80,67,293,45,88,26,030,37,0*77
$GLGSV,2,2,07,81,34,093,,82,10,137,,,,,24,0*72
$GNVTG,,T,,M,0.272,N,0.505,K,A*3A
*****
AT+ZGRUN=0
OK
```

Рис. 8. Работа модулей LTE в GNSS-режиме

```
AT+ZMQPUB=1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_0,0,0,315F48454c4c4f
OK
+ZMQPUB: 1,1
+ZMQRCV: 1,0,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_0,7,1_HELLO
AT+ZMQPUB=1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_1,1,0,315F48454c4c4f
OK
+ZMQPUB: 1,1
+ZMQRCV: 1,1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_1,7,1_HELLO
AT+ZMQPUB=1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_2,2,0,315F48454c4c4f
OK
+ZMQRCV: 1,2,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_2,7,1_HELLO
+ZMQPUB: 1,1
AT+ZMQNSUB=1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_0
OK
AT+ZMQNSUB=1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_1
OK
AT+ZMQNSUB=1,TOPIC/CLT_1_SUB_Qos_2
OK
AT+ZMQSTAT=1
+ZMQSTAT: 1,1
OK
AT+ZMQDISCON=1
OK
+ZMQSTAT: 1,0
AT+ZMQSTAT=1
+ZMQSTAT: 1,0
OK
```

Рис. 9. Работа модулей LTE в MQTT (фрагмент лог-файла)