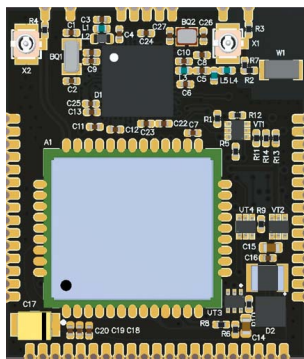


---

# NB-SOM-M60

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ





## СОДЕРЖАНИЕ

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ .....   | 4  |
| 2   | ХАРАКТЕРИСТИКИ .....  | 5  |
| 2.1 | Основные характеристики .....   | 5  |
| 2.2 | Блок-схема и схема подключения .....  | 8  |
| 2.3 | Назначение контактов .....  | 9  |
| 2.4 | Электрические характеристики .....  | 14 |
| 2.5 | Выходная мощность NB-IoT и потребляемый ток<br>в зависимости от режима работы модуля VC66 ..... | 16 |
| 2.6 | Рабочие частоты NB-IoT модуля VC66 .....  | 16 |
| 2.7 | Чувствительность радиочастотного приема<br>модуля M66 .....                                     | 17 |
| 2.8 | Потребляемый ток BLE .....  | 18 |
| 2.9 | Потребляемый ток периферии .....  | 18 |
| 3   | ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ .....   | 19 |
| 3.1 | Управление энергопотреблением .....   | 19 |
| 3.2 | Радиочастотные характеристики .....   | 20 |
| 3.3 | NFC .....   | 20 |
| 3.4 | UART интерфейс .....  | 20 |
| 3.5 | Интерфейс SPI .....   | 21 |
| 3.6 | Интерфейс I2C .....   | 22 |
| 3.7 | Ввод/вывод общего назначения, АЦП .....   | 23 |
| 3.8 | nRESET вывод .....  | 24 |
| 3.9 | Двухпроводной интерфейс SWD .....   | 24 |
| 4   | РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ<br>ОБОРУДОВАНИЯ .....  | 24 |
| 4.1 | Схемотехника .....  | 24 |
| 4.2 | Трассировка печатной платы для NB-SoM-M60 .....   | 25 |
| 4.3 | Интеграция внешней антенны для NB-SoM-M60 .....   | 27 |
| 5   | ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ<br>УСТРОЙСТВА .....   | 27 |
| 6   | МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ .....   | 28 |

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

Микропроцессорный радиомодуль NB-SoM-M60 на базе микроконтроллера Nordic Semiconductor nRF52833/40 с ядром Cortex-m4f и радиомодуля BC66. Модуль предназначен для обеспечения быстрой интеграции беспроводного модема NB-IoT, технологии Bluetooth Low Energy (BLE) и портов ввода/вывода в оконечное устройство. Микропроцессорный радиомодуль NB-SoM-M60 является взаимозаменяемым решением со всеми продуктами из линейки M60. Программирование и отладка модулей из линейки M60 осуществляется с помощью отладочной платы SoM-Prog.

### Характеристики и преимущества

- BLE v5.0
- Совместимость с режимом прослушивания NFC-A
- U. FL для внешней антенны и чип-антенна BLE
- U.FL для внешней антенны NB-IoT
- Компактность и взаимозаменяемость
- Программно настраиваемая мощность передачи по BLE от +4 дБм до -20 дБм
- Сверхнизкое энергопотребление
- BLE Передача: пиковое значение тока 5.3 мА (при 0 дБм, DC/DC включен)
- BLE Прием: 5.4 мА в пике (DC/DC включен)
- Потребление в режиме ожидания: 2.0 мкА
- Потребление в режиме сверхнизкого энергопотребления: 0.4 мкА
- UART, GPIO, АЦП, ШИМ, таймеры, I2C, и SPI интерфейсы
- Не требует доработки и дополнительной «обвязки»
- Рабочий температурный режим (от -40 до +70 °С)

### Области применения

- Системы позиционирования
- Системы автоматизации
- Устройства сбора и передачи данных
- Модемы
- Датчики

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1 Основные характеристики

Основные характеристики модуля NB-SoM-M60 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики модуля NB-SoM-M60

| КАТЕГОРИИ                 | Особенности                                 | Реализации   |
|---------------------------|---|--|
| БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ BLE    | BLE   | Версия 5.0 и выше  |
|                           | Частота                                     | 2.402 - 2.480 ГГц  |
|                           | Настройка максимальной мощности передачи    | +4 дБм   |
|                           | Чувствительность приема                     | -96 дБм тип.   |
|                           | Дальность действия                          | До 100 метров в прямой видимости   |
| БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ NB-IOT | Частоты                                     | LTE Cat NB1:<br>1/B2/B3/B4/B5/B8/B12/<br>B13/B17/B18/B19/B20/B25/<br>B28/B66 |
|                           | Сетевые протоколы                           | UDP/TCP/LwM2M/MQTT/<br>DTLS/SNTP/CoAP/PPP/<br>TLS/HTTP/HTTPS                 |
|                           | Мощность передачи                           | 23 дБм ±2 дБ   |
| NFC                       | Совместимость с режимом прослушивания NFC-A | На основе спецификации NFC   |
|                           | Скорость передачи данных по воздуху         | 106 кбит/с   |
|                           | Режимы работы                               | Выключен<br>Прослушивание<br>Включен   |
|                           | Возможности применения                      | Touch-to-Pair с NFC<br>NFC enabled Out-of-Band<br>Pairing                    |
|                           | Функция Wake-On-Field                       | Обнаружение приближения  |

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| ХОСТ-ИНТЕРФЕЙСЫ<br>И ПЕРИФЕРИЙНЫЕ<br>УСТРОЙСТВА | Всего                 | 19 многофункциональных<br>линий ввода/вывода   |
|   | UART                  | Tx, Rx<br>По умолчанию<br>115200, n, 8, 1. От 1200 бит/с<br>до 1 Мбит/с  |
|   | USB                   | USB 2.0 FS (максимальная<br>скорость, 12 Мбит/с).<br>Драйвер CDC /<br>виртуальный UART   |
|   | GPIO                  | До 19, с возможностью<br>настройки: направление<br>ввода-вывода,<br>Pull-up /pull-down   |
|   | ADC                   | Восемь 8/10/12-битных<br>каналов<br>Внутренний опорный<br>сигнал 0,6 В<br>Настраиваемые 4,<br>2, 1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5<br>1/6 (по умолчанию)<br>предварительное<br>масштабирование<br>Настраиваемое<br>время сбора данных<br>3 мкс, 5 мкс, 10 мкс (по<br>умолчанию), 15 мкс, 20<br>мкс, 40 мкс |
|   | Выходы ШИМ            | Выходы ШИМ на 12<br>выходных контактах GPIO<br>Рабочий цикл выхода<br>ШИМ: 0 % - 100 %<br>Выходная частота ШИМ:<br>до 500 кГц  |
|   | FREQ выходы           | Выходы FREQ на 2<br>выходных контактах GPIO<br>Выходная частота FREQ:<br>0–4 МГц (50% рабочего<br>цикла)   |
|   | I2C                   | Один интерфейс I2C (до<br>400 кбит/с)  |
|   | SPI                   | Один интерфейс SPI<br>Master (до 4 Мбит/с)   |
|   | НАПРЯЖЕНИЕ<br>ПИТАНИЯ | Напряжение (VCC)   |

|                                |  |   |
|--------------------------------|--|---|
| ПОТРЕБЛЯЕМЫЙ ТОК               | Активный режим: пиковый ток (для максимальной мощности передачи +4 дБм) – только радио | Advertising mode – 7.5 мА в пике на передачу (с DC/DC)<br><br>Connecting mode – 5.4 мА в пике на передачу (с DC/DC)   |
|                                | Активный режим: средний ток  | см. Потребляемая мощность   |
|                                | Режимы сверхнизкого энергопотребления  | В режиме ожидания – 2,0 мкА, тип.<br>Глубокий сон – 400 нА  |
| ВАРИАНТЫ АНТЕНН                | Внутренняя (BLE)   | Несимметричная чип-антенна на плате   |
|                                | Внешняя (BLE)  | Дипольная антенна с разъемом U.FL (IPEX) до 2 дБм   |
|                                | Внешняя (NB-IoT)   | Дипольная антенна с разъемом U.FL (IPEX) до 2 дБм   |
| МАССОГАБАРИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | Габаритные размеры, не более   | 30 x 35 x 3 мм шаг между контактными площадками 1,27 мм<br>Тип площадки: Площадки в форме полуэллипса с металлизацией |
|                                | Масса  | <10 г   |
| ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ДИАПАЗОНЫ        | Рабочая  | От - 40 °С до + 70 °С (VCC 1,8–3,6 В)   |
|                                | Хранения и транспортирования   | От - 40 °С до + 80 °С   |
| ОТЛАДОЧНЫЙ НАБОР               | Комплект разработки  | Отладочная плата – SoM-Prog   |

## 2.2 Блок-схема и схема подключения

Архитектура устройства и схема его подключения представлена в виде блок-схемы на рисунке 1. Схема подключения модуля представлена на рисунке 2.

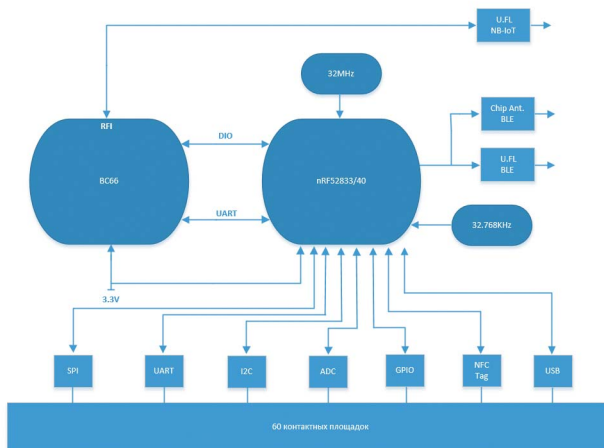


Рисунок 1 – Блок-схема модуля NB-SoM-M60



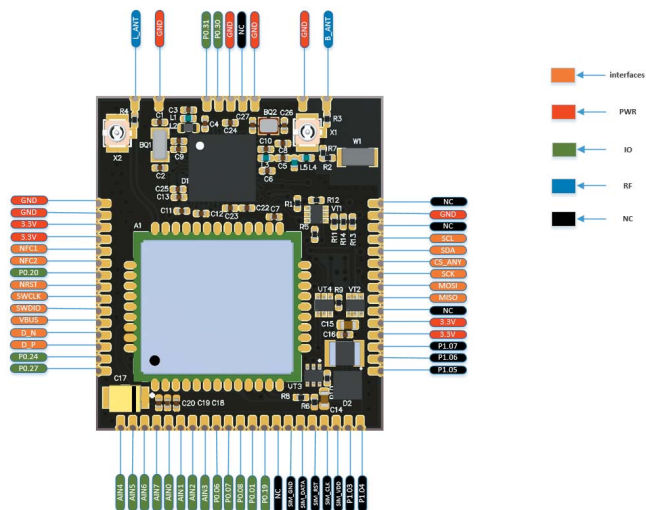


Рисунок 2 – Схема подключения модуля NB-SoM-M60 (Вид сверху)

## 2.3 Назначение контактов

Нумерация контактов, их назначение и альтернативные функции представлены в таблице 2.

| № КОН-ТАКТА | Имя             | Функция по умолчанию | Альтернативная функция | Вход/ выход | Pull Up/ Down |
|-------------|-----------------|----------------------|------------------------|-------------|---------------|
| 1           | GND             | -                    | -                      | -           | -             |
| 2           | GND             | -                    | -                      | -           | -             |
| 3           | VDD             | -                    | -                      | -           | -             |
| 4           | VDD             | -                    | -                      | -           | -             |
| 5           | NFC1/ IO_09     | NFC1                 | IO_09                  | IN          | -             |
| 6           | NFC2/ IO_10     | NFC2                 | IO_10                  | IN          | -             |
| 7           | IO_20/ UART_RTS | IO_20                | -                      | Вход        | PULL- UP      |
| 8           | IO_18/ nRESET   | nRESET               | -                      | Вход        | PULL- UP      |
| 9           | SWDCLK          | SWDCLK               | -                      | -           | PULL-DOWN     |
| 10          | SWDIO           | SWDIO                | -                      | -           | PULL-UP       |
| 11          | USB_VBUS        | USB                  | -                      | Вход        | -             |
| 12          | USB_D_N         | D-                   | -                      | Вход/выход  | -             |
| 13          | USB_D_P         | D+                   | -                      | Вход/выход  | -             |
| 14          | IO_24           | IO_24                | -                      | Вход/выход  | -             |
| 15          | IO_27           | IO_27                | -                      | Вход/выход  | -             |
| 16          | IO_28/AIN4      | IO_28                | -                      | Вход        | PULL- DOWN    |
| 17          | IO_29/AIN5      | IO_29                | -                      | Вход        | PULL- DOWN    |
| 18          | IO_28/AIN6      | IO_30                | -                      | Вход        | PULL- DOWN    |
| 19          | IO_28/AIN7      | IO_31                | -                      | Вход        | PULL- DOWN    |
| 20          | IO_02/AIN0      | IO_02                | AIN0                   | Вход        | PULL- DOWN    |
| 21          | IO_03/AIN1      | IO_03                | AIN1                   | Вход        | PULL- DOWN    |
| 22          | IO_04/AIN2      | IO_04                | AIN2                   | Вход        | PULL- DOWN    |
| 23          | IO_05/AIN3      | IO_05                | AIN3                   | Вход        | PULL- DOWN    |
| 24          | IO_06           | IO_06                |                        | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 25          | IO_07           | IO_07                |                        | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 26          | IO_08           | IO_08                | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 27          | IO1_01          | IO1_01               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 28          | IO_19/ UART_CTS | IO_19                | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 29          | IO1_02          | IO1_02               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 30          | SIM_GND         | -                    | -                      | -           | -             |
| 31          | SIM_DATA        | -                    | -                      | -           | -             |
| 32          | SIM_RST         | -                    | -                      | -           | -             |

| № КОН-ТАКТА | nRF52833/40 QFN выводы | nRF52833/40 QFN имя | Комментарии                  |
|-------------|------------------------|---------------------|------------------------------|
| 1           | -                      | -                   | -                            |
| 2           | -                      | -                   | -                            |
| 3           | -                      | -                   | От 3 до 3.6В                 |
| 4           | -                      | -                   | От 3 до 3.6В                 |
| 5           | L24                    | P0.09/NFC1          | -                            |
| 6           | J24                    | P0.10/NFC2          | -                            |
| 7           | AD16                   | P0.20               | -                            |
| 8           | AC13                   | P0.18/ nRESET       | -                            |
| 9           | AA24                   | SWDCLK              | -                            |
| 10          | AC24                   | SWDIO               | -                            |
| 11          | AD2                    | VBUS                | -                            |
| 12          | AD4                    | P0.24               | -                            |
| 13          | AD6                    | -                   | -                            |
| 14          | AD20                   | -                   | -                            |
| 15          | H2                     | -                   | -                            |
| 16          | B11                    | P0.28/AIN4          | Внутренний pull-down         |
| 17          | A10                    | P0.29/AIN5          | Внутренний pull-down         |
| 18          | B9                     | P0.30/AIN6          | Внутренний pull-down         |
| 19          | A8                     | P0.31/AIN7          | Внутренний pull-down         |
| 20          | A12                    | P0.02/AIN0          | Внутренний pull-down         |
| 21          | B13                    | P0.03/AIN1          | Внутренний pull-down         |
| 22          | J1                     | P0.04/AIN2          | Внутренний pull-down         |
| 23          | K2                     | P0.05/AIN3          | Внутренний pull-down         |
| 24          | L1                     | P0.06               | -                            |
| 25          | M2                     | P0.07               | -                            |
| 26          | N1                     | P0.08               | -                            |
| 27          | Y23                    | P1.01               | -                            |
| 28          | A14                    | P0.19               | -                            |
| 29          | W24                    | P1.02               | -                            |
| 30          | -                      | -                   | Интерфейсы внешней SIM-карты |
| 31          | -                      | -                   | Интерфейсы внешней SIM-карты |
| 32          | -                      | -                   | Интерфейсы внешней SIM-карты |

| № КОН-ТАКТА | Имя             | Функция по умолчанию | Альтернативная функция | Вход/ выход | Pull Up/ Down |
|-------------|-----------------|----------------------|------------------------|-------------|---------------|
| 33          | SIM_CLK         | -                    | -                      | -           | -             |
| 34          | SIM_VDD         | -                    | -                      | -           | -             |
| 35          | IO1_03          | IO1_03               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 36          | IO1_04          | IO1_04               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 37          | IO1_05          | IO1_05               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 38          | IO1_06/ UART_TX | IO1_06               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 39          | IO1_07/ UART_RX | IO1_07               | -                      | Вход/выход  | PULL-UP       |
| 40          | VDD             | -                    | -                      | -           | -             |
| 41          | VDD             | -                    | -                      | -           | -             |
| 42          | NETLIGHT        | -                    | -                      | -           | -             |
| 43          | IO_15/ SPI_MISO | IO_15                | SPI_MISO               |             | PULL-UP       |
| 44          | IO_14/ SPI_MOSI | IO_14                | SPI_MOSI               |             | PULL-UP       |
| 45          | IO_12/ SPI_SCK  | IO_12                | SPI_SCK                |             | PULL-UP       |
| 46          | IO_28/ SPI_CS   | IO_28                | SPI_CS_ANY             |             | PULL-UP       |
| 47          | IO_16/ I2C_SDA  | IO_16                | I2C_SDA                |             | PULL-UP       |
| 48          | IO_17/ I2C_SCL  | IO_17                | I2C_SCL                |             | PULL-UP       |
| 49          | NC              | -                    | -                      |             | -             |
| 50          | GND             | -                    | -                      |             | -             |
| 51          | NC              | -                    | -                      |             | -             |
| 52          | RF_BT           | BLE_ANT              | RF                     |             | -             |
| 53          | GND             | -                    | -                      |             | -             |
| 54          | GND             | -                    | -                      |             | -             |
| 55          | IO1_08          | IO1_08               | -                      |             | PULL-UP       |
| 56          | GND             | -                    | -                      |             | -             |
| 57          | IO1_09          | IO1_09               | -                      |             | PULL-UP       |
| 58          | IO_23           | IO_23                | -                      |             | PULL-UP       |
| 59          | GND             | -                    | -                      |             | -             |
| 60          | RF_NB           | NB_ANT               | RF                     |             | -             |

| № КОН-ТАКТА | nRF52833/40 QFN выводы | nRF52833/40 QFN имя | Комментарии                                   |
|-------------|------------------------|---------------------|---|
| 33          | -                      | -                   | Интерфейсы внешней SIM-карты                  |
| 34          | -                      | -                   | Интерфейсы внешней SIM-карты                  |
| 35          | B15                    | P1.03               | -   |
| 36          | U24                    | P1.04               | -   |
| 37          | A16                    | P1.05               | -   |
| 38          | R24                    | P1.06               | -   |
| 39          | P23                    | P1.07               | -   |
| 40          | -                      | -                   | От 3 до 3.6В                                  |
| 41          | -                      | -                   | От 3 до 3.6В                                  |
| 42          | -                      | -                   | Контакт индикации модуля NB-IoT               |
| 43          | AD10                   | P0.15               | -   |
| 44          | AC9                    | P0.14               | -   |
| 45          | U1                     | P0.12               | -   |
| 46          | AD8                    | P0.13               | -   |
| 47          | AC11                   | P0.16               | -   |
| 48          | AD12                   | P0.17               | -   |
| 49          | -                      | -                   | -   |
| 50          | -                      | -                   | -   |
| 51          | -                      | -                   | -   |
| 52          | -                      | -                   | Выход радиотракта BLE на материнскую плату    |
| 53          | -                      | -                   | -   |
| 54          | -                      | -                   | -   |
| 55          | P2                     | P1.08               | -   |
| 56          | -                      | -                   | -   |
| 57          | R1                     | P1.09               | -   |
| 58          | B17                    | P0.23               | -   |
| 59          | -                      | -                   | -   |
| 60          | -                      | -                   | Выход радиотракта NB-IoT на материнскую плату |

## 2.4 Электрические характеристики

### 2.4.1 Абсолютные максимальные характеристики

Абсолютные максимальные значения напряжения питания и напряжения на цифровых и аналоговых выводах модуля указаны в таблице 3. Превышение этих значений приводит к необратимому повреждению.

**Таблица 3 – Максимальные параметры**

| ПАРАМЕТРЫ                                 | Мин.  | Макс.     | Единица измерения |
|---|-------|-----------|-------------------|
| НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫВОДЕ VDD                  | - 0.3 | + 3.6     | В                 |
| НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫВОДЕ GND                  | -     | 0         | В                 |
| НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫВОДЕ I/O (ПРИ VDD ≤ 3.6В) | - 0.3 | VDD + 0.3 | В                 |
| НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫВОДЕ I/O (ПРИ VDD ≥ 3.6В) | - 0.3 | 3.6       | В                 |
| ТОК КОНТАКТА АНТЕННЫ NFC (NFC1/2)         | -     | 80        | мА                |
| РАДИОЧАСТОТНЫЙ ВХОДНОЙ УРОВЕНЬ            | -     | 10        | дБм               |

### 2.4.2 Рекомендуемые рабочие характеристики

Работоспособность модуля зависит от характеристик источника питания. Рекомендуемые рабочие характеристики представлены в таблице 4. Минимальные и максимальные значения для работы с интерфейсами представлены в таблице 5. Параметры для работы с аналого-цифровым преобразователем представлены в таблице 6.

**Таблица 4 – Рабочие характеристики источника питания**

| ПАРАМЕТРЫ                            | Мин. | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|--------------------------------------|------|------|-------|-------------------|
| VDD (НЕ ЗАВИСИТ ОТ DC/DC)            | 3    | 3.3  | 3.6   | В                 |
| VDD МАКСИМАЛЬНАЯ ПУЛЬСАЦИЯ ИЛИ ШУМ   | -    | -    | 10    | мВ                |
| ВРЕМЯ НАРАСТАНИЯ VDD (ОТ 0 ДО 1,7 В) | -    | -    | 60    | мс                |
| ДИАПАЗОН РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР          | -40  | -    | +80   | °С                |

Таблица 5 – Уровни сигналов интерфейсов, IO

| ПАРАМЕТРЫ                        | Мин.     | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|----------------------------------|----------|------|-------|-------------------|
| VIH ВХОДНОЕ ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ   | 0.7 VDD  | -    | VDD   | В                 |
| VIL ВХОДНОЕ НИЗКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ    | VSS      | -    | 0.3   | В                 |
| VOH ВЫХОДНОЕ ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ: |          |      |       |                   |
| (СТАНДАРТНО, 0,5 МА)             | VDD -0.3 | -    | VDD   | В                 |
| (СТАНДАРТНО, 5 МА)               | VDD -0.3 | -    | VDD   | В                 |
| VOL ВЫХОДНОЕ НИЗКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ:  |          |      |       |                   |
| (СТАНДАРТНО, 0,5 МА)             | VSS      | -    | 0.3   | В                 |
| (СТАНДАРТНО, 5 МА)               | VSS      | -    | 0.3   | В                 |
| PULL UP СОПРОТИВЛЕНИЕ            | 11       | 13   | 16    | кОм               |
| PULL DOWN СОПРОТИВЛЕНИЕ          | 11       | 13   | 16    | кОм               |

Таблица 6 – Альтернативные функции контактов IO AIN (АЦП)

| ПАРАМЕТРЫ   | Мин.  | Тип.  | Макс. | Единица измерения |
|---|-------|-------|-------|-------------------|
| АЦП ВНУТРЕННЕЕ ОПОРНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ   | -1.5% | 0.6 В | +1.5% | %                 |
| МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ НА ВХОДНОМ КОНТАКТЕ АЦП (AIN) ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ МАСШТАБИРОВАНИЕ VDD             |       |       |       |                   |
| 3.3 В 1/1   |       |       | 2.4   | В                 |
| 3.3 В 2/3   |       |       | 3.6   | В                 |
| 3.3 В 1/3   |       |       | 3.6   | В                 |
| 1.8 В 1/1   |       |       | 2.1   | В                 |
| 1.8 В 2/3   |       |       | 2.1   | В                 |
| 1.8 В 1/3   |       |       | 2.1   | В                 |
| МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ НА ВХОДЕ АЦП (AIN) БЕЗ НАСЫЩЕНИЯ АЦП (С ВНУТРЕННИМ ОПОРНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,6 В) |       |       |       |                   |
| 1/1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ МАСШТАБИРОВАНИЕ   |       |       | 0.6   | В                 |
| 2/3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ МАСШТАБИРОВАНИЕ   |       |       | 1.8   | В                 |
| 1/3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ МАСШТАБИРОВАНИЕ   |       |       | 3.6   | В                 |

## 2.5 Выходная мощность NB и потребляемый ток в зависимости от режима работы модуля M66

Значения потребляемого тока модуля в зависимости от режима работы и выходной мощности представлены в таблице 7.

**Таблица 7 – Потребляемый ток и выходная мощность в зависимости от режима работы и выходной мощности модуля BC66**

| РЕЖИМ РАБОТЫ | Выходная мощность (дБм) | Потребляемый ток (мА) |       |
|--------------|-------------------------|-----------------------|-------|
|              |                         | Тип.                  | Макс. |
| B1           | 23                      | 100                   | 285   |
| B2           | 23                      | 103                   | 294   |
| B3           | 23                      | 107                   | 308   |
| B4           | 23                      | 107                   | 307   |
| B5           | 23                      | 107                   | 303   |
| B8           | 23                      | 113                   | 325   |
| B12          | 23                      | 134                   | 393   |
| B13          | 23                      | 111                   | 319   |
| B17          | 23                      | 133                   | 392   |
| B18          | 23                      | 110                   | 316   |
| B19          | 23                      | 109                   | 311   |
| B20          | 23                      | 109                   | 301   |
| B25          | 23                      | 103                   | 293   |
| B28          | 23                      | 128                   | 375   |
| B66          | 23                      | 109                   | 312   |

## 2.6 Рабочие частоты NB-IoT модуля BC66

Рабочие частоты модуля в различных режимах работы при приеме и передаче представлены в таблице 8.

**Таблица 8 – Рабочие частоты NB-IoT модуля BC66**

| РЕЖИМ РАБОТЫ | Частота приема (МГц) | Частота передачи (МГц) |
|--------------|----------------------|------------------------|
| B1           | 2110-2170            | 1920-1980              |
| B2           | 1930-1990            | 1850-1910              |
| B3           | 1805-1880            | 1710-1785              |



|     |           |           |
|-----|-----------|-----------|
| B4  | 2110-2155 | 1710-1755 |
| B5  | 869-894   | 824-849   |
| B8  | 925-960   | 880-915   |
| B12 | 729-746   | 699-716   |
| B13 | 746-756   | 777-787   |
| B17 | 734-746   | 704-716   |
| B18 | 860-875   | 815-830   |
| B19 | 875-890   | 830-845   |
| B20 | 791-821   | 832-862   |
| B25 | 1930-1995 | 1850-1915 |
| B28 | 758-803   | 703-748   |
| B66 | 2110-2200 | 1710-1780 |

## 2.7 Чувствительность радиочастотного приема модуля BC66

Типичная чувствительность приема M66 в зависимости от режима работы представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Типичная чувствительность приема BC66 в зависимости от режима работы

| РЕЖИМ РАБОТЫ | Чувствительность приема [дБм] |
|--------------|-------------------------------|
| B1           | -129                          |
| B2           | -129                          |
| B3           | -129                          |
| B4           | -129                          |
| B5           | -129                          |
| B8           | -129                          |
| B12          | -129                          |
| B13          | -129                          |
| B17          | -129                          |
| B18          | -129                          |
| B19          | -129                          |
| B20          | -129                          |
| B25          | -129                          |
| B28          | -129                          |
| B66          | -129                          |

## 2.8 Потребляемый ток BLE

В таблице 10 представлены типичные значения потребляемого тока BLE при различных режимах передачи данных.

**Таблица 10 – Потребляемый ток**

| ПАРАМЕТРЫ   | Мин. | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|---|------|------|-------|-------------------|
| ПИКОВЫЙ ТОК В АКТИВНОМ РЕЖИМЕ                     |      |      |       |                   |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (+3 ДБМ)  |      | 12.7 |       | мА                |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (0 ДБМ)   |      | 8.4  |       | мА                |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (-4 ДБМ)  |      | 7.1  |       | мА                |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (-8 ДБМ)  |      | 6.9  |       | мА                |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (-12 ДБМ) |      | 6.4  |       | мА                |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (-16 ДБМ) |      | 6.1  |       | мА                |
| ПИКОВЫЙ ТОК В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЧИ ПРИ TXRWR (-20 ДБМ) |      | 5.5  |       | мА                |

## 2.9 Потребляемый ток периферии

Рассчитанные значения для типичного рабочего напряжения 3 В приведены в таблице 11-14.

**Таблица 11 – Потребляемый ток интерфейса UART**

| ПАРАМЕТРЫ                                 | Мин. | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|---|------|------|-------|-------------------|
| РАБОЧИЙ ТОК UART ПРИ 115200 БИТ/С         | -    | 55   | -     | мкА               |
| РАБОЧИЙ ТОК UART ПРИ 1200 БИТ/С           | -    | 55   | -     | мкА               |
| ТОК ХОЛОСТОГО ХОДА ДЛЯ UART (НЕ АКТИВНЫЙ) | -    | 1    | -     | мкА               |
| СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ UART             |      | -    | 1000  | кбит/с            |

Таблица 12 – Потребляемый ток интерфейса SPI

| ПАРАМЕТРЫ                             | Мин.  | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|---------------------------------------|-------|------|-------|-------------------|
| РАБОЧИЙ ТОК SPI (MASTER) ПРИ 2 МБИТ/С | -     | 50   | -     | мкА               |
| РАБОЧИЙ ТОК SPI (MASTER) ПРИ 8 МБИТ/С | -     | 50   | -     | мкА               |
| СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ SPI          | 0.125 | -    | 8     | Мбит/с            |

Таблица 13 – Потребляемый ток интерфейса I2C

| ПАРАМЕТРЫ                      | Мин. | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|--------------------------------|------|------|-------|-------------------|
| РАБОЧИЙ ТОК I2C ПРИ 100 КБИТ/С | -    | 50   |       | мкА               |
| РАБОЧИЙ ТОК I2C ПРИ 400 КБИТ/С | -    | 50   |       | мкА               |
| СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ I2C   | 100  | -    | 400   | кбит/с            |

Таблица 14 – Потребляемый ток АЦП

| ПАРАМЕТРЫ                       | Мин. | Тип. | Макс. | Единица измерения |
|---------------------------------|------|------|-------|-------------------|
| ТОК АЦП ВО ВРЕМЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ | -    | 700  | -     | мкА               |

## 3 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ

NB-SoM-M6 обеспечивает максимальную гибкость разработки с опциями программирования для Nordic SDK и Zephyr RTOS.

### 3.1 Управление энергопотреблением

Особенности управления питанием:

- Режим сверхнизкого энергопотребления
- Использование внутреннего преобразователя DCDC или LDO определяется базовым стеком BLE

Особенности блока питания:

- Аппаратное обеспечение супервизора для управления питанием во время перезагрузки, отключения питания или сбоя питания

- Диапазон питания от 3 В до 3,6 В с использованием внутреннего преобразователя постоянного тока или стабилизатор напряжения, определяется базовым стеком BLE

### 3.2 Радиочастотные характеристики

BLE:

- Bluetooth с низким энергопотреблением: 2402–2480 МГц (скорость передачи данных 1 Мбит/с)
- Выходная мощность BLE TX от + 4 дБм, программируемая до - 20 дБм с шагом в 4 дБ
- Приемник BLE (со встроенными фильтрами каналов) для достижения максимальной чувствительности -91 дБм при 1 Мбит/с BLE
- Реализованная на плате чип-антенна BLE

### 3.3 NFC

Совместимость устройства с режимом прослушивания NFC-A:

- На основе спецификации NFC
- Частота 13,56 МГц
- Скорость передачи данных 106 кбит/с
- NFC-A метка

– Может быть только меткой (Slave); не может быть инициатором

Режимы работы:

- Выключен
- Прослушивание
- Включен
- Touch-to-Pair с NFC

#### 3.3.1 Варианты применения

- Приложения для смартфона (на Android)
- Системная функция Wake-On-Field
- Обнаружение приближения
- Сопряжение с устройством
- Чтение серийного номера и UID

### 3.4 UART интерфейс

Универсальный асинхронный приемник/передатчик предлагает быструю полнодуплексную асинхронную последовательную связь со встроенной поддержкой управления потоком (UART\_CTS, UART\_RTS) на аппаратном уровне до 1 Мбит/с. Поддерживается проверка четности и генерация девятого бита данных.

UART\_TX, UART\_RX, UART\_RTS и UART\_CTS образуют обычный асинхронный последовательный порт данных с квитированием. Интерфейс предназначен для правильной работы при подключении к другим устройствам UART. Уровни сигналов номинальные 0 В и 3,3 В (линии VDD) и инвертированы по отношению к сигналам по кабелю RS232.

Двустороннее аппаратное управление потоком реализовано с помощью UART\_RTS и UART\_CTS. UART\_RTS – это выход, а UART\_CTS – это вход. Оба активны на низком уровне.

Эти сигналы работают в соответствии с обычным отраслевым соглашением. UART\_RX, UART\_TX, UART\_CTS, UART\_RTS имеют логику уровня 3,3 В (определяется VDD). Например, когда RX и TX находятся в режиме ожидания, они находятся на уровне 3,3 В. И наоборот, для контактов CTS подтверждения установления связи RTS при 0 В рассматривается как утверждение.

Модуль взаимодействует с клиентским приложением, используя следующие сигналы:

- Порт/TxD приложения отправляет данные на сигнальную линию UART\_RX модуля
- Порт/RxD приложения получает данные от сигнальной линии UART\_TX модуля

**Таблица 15 – Интерфейс UART**

| ИМЯ СИГНАЛА     | Номер вывода | Вход/выход | Комментарии                             |
|-----------------|--------------|------------|---|
| IO_06/ UART_TX  | 24           | Выход      | IO_06 (альтернативная функция UART_Tx)  |
| IO_07/ UART_RX  | 25           | Вход       | IO_07 (альтернативная функция UART_Rx)  |
| IO_20/ UART_RTS | 7            | Выход      | IO_18 (альтернативная функция UART_RTS) |
| IO_19/ UART_CTS | 28           | Вход       | IO_19 (альтернативная функция UART_CTS) |

### 3.5 Интерфейс SPI

Интерфейс SPI – это альтернативная функция выводов IO. Модуль NB-SoM-M60 может быть сконфигурирован как ведущий SPI и как ведомый SPI. Для работы SPI контакты CS, MISO, MOSI и SCK удаленного мастера SPI должны быть подключены непосредственно к контактам CS, MISO, MOSI и SCK модуля (соответственно).

Интерфейс SPI обеспечивает полнодуплексную синхронную связь между устройствами. Он поддерживает 3-проводную (SPI\_MOSI, SPI\_MISO, SPI\_SCK) двунаправленную шину

с быстрой передачей данных к нескольким ведомым устройствам и от них. Отдельные сигналы выбора микросхемы необходимы для каждого из ведомых устройств, подключенных к шине, но управление ими остается за приложением посредством использования сигналов IO. Данные ввода-вывода имеют двойную буферизацию. Периферийное устройство SPI поддерживает до 4-х устройств на шине.

**Таблица 16 – Интерфейс SPI**

| ИМЯ СИГНАЛА     | Номер вывода | Вход/выход | Комментарии                             |
|-----------------|--------------|------------|---|
| IO_15/ SPI_MISO | 43           | Вход       | IO_15 (альтернативная функция SPI_MISO) |
| IO_14/ SPI_MOSI | 44           | Выход      | IO_14 (альтернативная функция SPI_MOSI) |
| IO_12/ SPI_SCK  | 45           | Выход      | IO_12 (альтернативная функция SPI_SCK)  |
| IO_28/ SPI_CS   | 46           | Вход       | IO_28 (альтернативная функция SPI_CS)   |

### 3.6 Интерфейс I2C

Интерфейс I2C – это альтернативная функция выводов IO. Двухпроводной интерфейс имеет топологию ведущий/ведомый. Поддерживаются скорости передачи данных 100 кбит/с до 400 кбит/с.

Интерфейс I2C позволяет ведущим и ведомым устройствам обмениваться данными через общую проводную шину, состоящую из двух линий, которые подтянуты к VDD. Модуль NB-SoM-M60 можно настроить только как ведущий I2C с дополнительным ограничением, он должен быть единственным ведущим на шине. SCL – это линия синхронизации, источником которой всегда является мастер, а SDA – это двунаправленная линия данных, которая может управляться любым устройством на шине.

**ВАЖНО:** Подтягивающие резисторы на линиях SCL и SDA не предусмотрены в модуле и должны быть установлены вне модуля.

**Таблица 17 – Интерфейс I2C**

| ИМЯ СИГНАЛА    | Номер вывода | Вход/выход | Комментарии                            |
|----------------|--------------|------------|--|
| IO_16/I2C_SDA  | 47           | Вход/выход | IO_16 (альтернативная функция I2C_SDA) |
| IO_17/ I2C_SCL | 48           | Вход/выход | IO_17 (альтернативная функция I2C_SCL) |

### 3.7 Ввод/вывод общего назначения, АЦП

#### 3.7.1 Ввод/вывод общего назначения

19 контактов IO настраиваются интегратором. Доступ к ним возможен по отдельности. Каждый из них имеет следующие настраиваемые пользователем функции:

- Направление ввода/вывода
- Выходная мощность (стандартно 0,5 мА или высокий уровень 5 мА)
- Внутренние подтягивающие резисторы (обычно 13 кОм) или без подтягивающих резисторов
- Пробуждение от триггеров высокого или низкого уровня на всех контактах, включая контакты NFC

#### 3.7.2 АЦП

АЦП – это альтернативная функция выводов IO, настраиваемая интегратором. NB-SoM-M60 обеспечивает доступ к 8-канальному 8/10/12-разрядному АЦП последовательного приближения в однократном режиме. Это позволяет сэмплировать до 8 внешних сигналов через входной мультиплексор. АЦП имеет настраиваемое предварительное масштабирование входа и опорного сигнала, а также разрешение выборки (8, 10 и 12 бит).

Таблица 18 – Аналоговый интерфейс

| ИМЯ СИГНАЛА | Номер вывода | Вход/выход | Комментарии   |
|-------------|--------------|------------|---|
| IO_02/AIN0  | 20           | вход       | Этот интерфейс представляет собой альтернативную функцию для каждого вывода |
| IO_03/AIN1  | 21           | вход       |   |
| IO_04/AIN2  | 22           | вход       |   |
| IO_05/AIN3  | 23           | вход       |   |
| IO_28/AIN4  | 16           | вход       |   |
| IO_29/AIN5  | 17           | вход       |   |
| IO_30/AIN6  | 18           | вход       |   |
| IO_31/AIN7  | 19           | вход       |   |

### 3.8 nRESET вывод

Таблица 19 – nRESET вывод

| ИМЯ СИГНАЛА | Номер вывода | Вход/ выход | Комментарии   |
|-------------|--------------|-------------|---|
| nRESET      | 8            | Вход        | NB-SoM-M60 Аппаратный сброс (активный низкий уровень). Установите контакт nRESET в низкий уровень минимум на 100 мс, чтобы модуль перезагрузился. |

### 3.9 Двухпроводной интерфейс SWD

Для загрузки прошивки и отладки устройства необходимо использовать интерфейс SWD через материнскую плату интегратора.

Таблица 20 – SWD выводы

| ИМЯ СИГНАЛА | Номер вывода | Вход/ выход | Комментарии   |
|-------------|--------------|-------------|---|
| SWDCLK      | 9            | Вход        | Контакт nRESET используется в зависимости от прошивки |
| SWDIO       | 10           | Вход/ выход |   |

## 4 РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ

### 4.1 Схемотехника

NB-SoM-M60 легко интегрируется, не требуя дополнительных внешних компонентов, кроме тех, которые нужны для разработки конечного изделия.

Рекомендации по дизайну:

- Контакты VDD

Внешний источник питания должен соответствовать рабочему диапазону, времени нарастания и характеристикам шума/пульсаций NB-SoM-M60. Добавьте развязывающие конденсаторы для фильтрации внешнего источника.



- VDD и батарейное питание

Встроенный DC/DC (рабочий диапазон от 1,7 В до 3,6 В) снижает пиковый ток, рекомендуется использовать при питании от батареи.

- Уровни напряжения на контактах AIN (АЦП) и IO

Уровни напряжения NB-SoM-M60 на контактах IO находятся на уровне не выше VDD.

- Настройка импеданса AIN (АЦП) и внешнего делителя напряжения

Для измерения с помощью АЦП напряжение выше 3,6 В, вы можете подключить делитель напряжения с высоким импедансом, чтобы понизить напряжение на входном контакте АЦП.

- I2C

Подтягивающие резисторы на линиях I2C\_SCL и I2C\_SDA не предусмотрены в модуле NB-SoM-M60 и должны быть установлены вне модуля в соответствии со стандартом I2C.

- SPI

Реализуйте выбор микросхемы SPI, используя любой неиспользуемый вывод IO.

- NFC

На плате модуля не предусмотрены подстроечные конденсаторы на выводах NFC, необходимо установить их вне модуля в соответствии со стандартом NFC и длиной трасс.

## 4.2 Трассировка печатной платы для NB-SoM-M60

Рекомендации по дизайну:

- Для корректной работы встроенной антенны микросхемы nRF52832, необходимо расположить модуль NB-SoM-M60 близко к краю печатной платы
- Все контакты GND модуля ДОЛЖНЫ быть подключены к GND
- Прокладывайте трассы так, чтобы избежать помех на линии питания VDD, а также на трассах AIN (аналоговых) и IO (цифровых)

### 4.2.1 Зоны запрета антенны для NB-SoM-M60

Рекомендации по размещению модуля на плате:

- NB-SoM-M60 имеет встроенную чип-антенну, и его производительность зависит от материнской печатной платы.

Крайне важно расположить модуль на краю или в углу главной печатной платы, чтобы обеспечить правильное излучение антенны.

- Убедитесь, что в зоне защиты антенны на всех слоях основной печатной платы нет меди. Держите все крепежные детали и металл вдали от зоны, чтобы обеспечить надлежащее излучение антенны.

На рисунке 3 показана зона запрета GND.

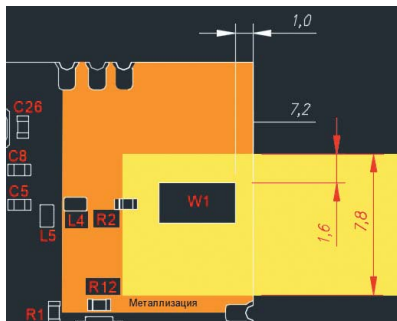


Рисунок 3 – Зона запрета для чип-антенны

#### 4.2.2 Зоны запрета антенны в отношении металлов

Антенна не должна находиться в непосредственной близости к металлу.

Рекомендации по дизайну:

- Минимальное безопасное расстояние до металлов без серьезного нарушения антенны (настройки) составляет 40 мм сверху/снизу и 30 мм слева или справа
- Металл вблизи несимметричной антенны (снизу, сверху, слева, справа, в любом направлении) будет ухудшать характеристики антенны
- Любым металлом ближе 20 мм начнет значительно ухудшать характеристики
- Лучше всего протестировать модельный ряд на макете (или реальном прототипе) продукта, чтобы оценить влияние высоты корпуса

### 4.3 Интеграция внешней антенны для NB-SoM-M60

Модуль предназначен для работы с внешними антеннами с максимальным коэффициентом усиления 2,0 дБи и импедансом антенны 50 Ом.

## 5 ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ УСТРОЙСТВА

Габаритные и установочные размеры устройства показаны на рисунках 4 и 5.

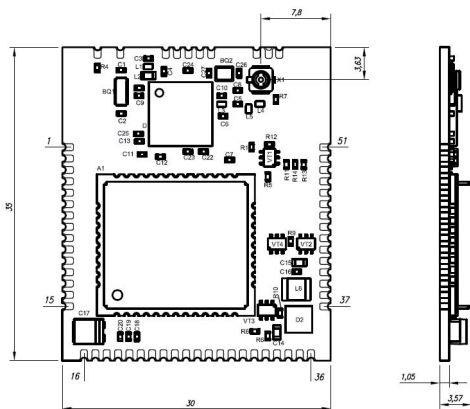


Рисунок 4 – Габаритные размеры устройства

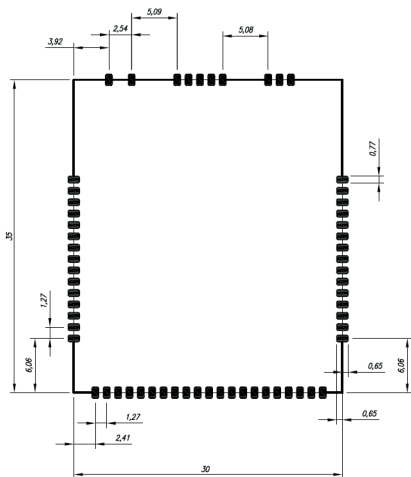


Рисунок 5 – Размещение и размеры контактных площадок устройства

## 6 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

С модулем запрещается работать лицам, не изучившим данное руководство по эксплуатации.

Запрещается вносить изменения в конструкцию и использовать модуль не по назначению.

Нарушение мер безопасности и пренебрежение рекомендациями настоящего руководства может привести к неисправности устройства и прекращению гарантийных обязательств со стороны изготовителя.

---

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

---

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**



---

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

**+7 (495) 229-44-33, доб. 191**

**help@atb-oem.ru**

ОЕМ оборудование произведено ООО «АТБ Электроника»  
Россия, 129301, Москва, ул. Касаткина, 11, стр. 2

sale@atb-oem.ru

atb-oem.ru

+7 (499) 444-58-04

