

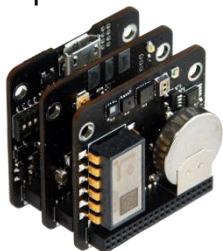
ОПИСАНИЕ И СХЕМОТЕХНИКА МОДУЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ GRAVITON S-600

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.
 2. Основные характеристики.
 3. Обозначения.
 4. Электрические характеристики.
 - 4.1. Модуль S-600A
 - 4.2. Модуль S-600B
 - 4.3. Модуль S-600C и дополнительный модуль S-600D
 5. Настройка и использование.
 - 5.1 Конфигурирование основного модуля.
 - 5.2 Конфигурирование дополнительных модулей.
 6. Программирование основного модуля.
 7. Использование дополнительных модулей.
 - 7.1 Использование S-600B.
 - 7.2 Использование S-600C
 8. Использование платформы
- Приложение 1. Использование АЦП
- Приложение 2. Трансимпедансный усилитель и сигма-дельта АЦП
- Приложение 3. Структурные схемы
- Структурная схема Модуль А
- Структурная схема Модуль В
- Структурная схема Модуль С

1. Введение

GRAVITON S-600 представляет собой модульную аппаратную платформу для создания малогабаритных устройств с автономным питанием, для сбора, обработки и передачи информации о различных параметрах.

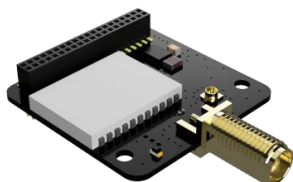


Устройство выполнено на основе ARM микроконтроллера и состоит из трёх основных модулей:



«S-600A» Центральный модуль

Содержит ARM процессор, схему питания и универсальный разъём GPIO. Также на плате центрального модуля расположен разъём USB, слот для SD карт FLASH память и переключатель режимов работы



«S-600B» Модуль связи

В составе модуля связи модемы NEOWAY N11 для 2G сетей или NEOWAY N21 для работы в сетях NBloT. Дополнительно, на модуле присутствует SEPIC преобразователь питания, chipSIM микросхема выбранного оператора связи или разъём для microSIM карт.



«S-600C» Модуль сенсоров

Представляет собой набор сенсоров, измеряющих различные физические величины (освещённость, температура, влажность, давление, качество

воздуха, концентрация вредных газов, вибрации и наклон). Выносной модуль S-600D позволяет размещать измеритель угла наклона отдельно от модуля

Модули устанавливаются друг на друга и соединяются посредством разъема GPIO.

2. Основные характеристики

Модуль S-600A:

- Минимальное потребление тока 40 мкА.
- Диапазон питающего напряжения 1,8 – 5 В (минимальное напряжение определено ARM микроконтроллером).
- 32-разрядный ARM микроконтроллер STM32L476VGT6 с 1 Мб flash памятью и 128 кБ RAM с максимальной тактовой частотой 80 МГц.
- Два кварцевых резонатора на 8 МГц и 32,768 кГц.
- Поддержка SD карт.
- QSPI FLASH память.
- USB 2.0 с поддержкой OTG и зарядкой АКБ.
- Возможность аппаратного конфигурирования схемы питания.
- Гибкое управление потреблением с отключаемыми микроконтроллерами шинами питания на MOSFET.
- Пользовательский движковый переключатель.
- RGB светодиод.
- Пользовательский вывод под двухцветный светодиод.
- Универсальный разъем JTAG/SWD с возможностью режима работы в качестве GPIO.
- Универсальный разъем GPIO для дополнительных модулей.
- Прямой выход с источника питания.
- Коммутируемый выход с источника питания.
- Стабилизированный выход 3,3 В 100 мА (при питании >3,6 В).
- Выход/вход опорного напряжения
- 29 универсальных портов ввода-вывода с альтернативными функциями
- 2 SPI интерфейса
- 2 I2C/SMBUS интерфейса
- 3 USART интерфейса (1 синхронный, 1 асинхронный, 1 асинхронный малопотребляющий)
- 1 CAN 2.0 совместимый
- 4+ аналоговых выходов

Модуль S-600B:

- Модем NEOWAY N11/N21 для различных сотовых сетей.
- Мощный SEPIC преобразователь питания.
- Пользовательский светодиод.
- Держатель microSIM карт либо chipSIM микросхема.
- Возможность распайки двух типов антенных разъемов 50 Ом.

Модуль S-600C:

- Датчик температуры и влажности воздуха SHT30-DIS-B.
- Датчик абсолютного атмосферного давления и температуры воздуха LPS22HH.
- Трёх осевой MEMS акселерометр повышенной точности LIS3DSH.
- Датчик относительной чистоты воздуха TGS8100.
- Двух осевой MEMS инклинометр SCA100T высокой точности.
- Трансимпедансный усилитель и 16-битный сигма-дельта АЦП для электрохимических двухэлектродных датчиков газа, два пользовательских канала или дополнительный канал повышенной точности инклинометра.
- Аналоговый датчик освещенности видимого спектра.
- Преобразователь уровней 3,3 - 5 Вольт для SPI интерфейса.
- Повышающий преобразователь на 5 вольт.
- Дополнительный выносной модуль инклинометра SCA100T S-600D для возможности свободного размещения.

3. Обозначения

Модули платформы S-600 маркируются дополнительными буквами, указывающие их функциональное назначение. Дополнительные модули будет иметь уникальный буквенный индекс, указывающий их положение на платформе и совместимость между собой. Для текущей версии S-600, в качестве основного модуля используется S-600A. Модули S-600B и S-600C совместимы между собой и могут быть установлены на основной модуль в любом порядке (за исключением дублирования).

В качестве первого дополнительных, на разъем GPIO, могут быть установлены вновь разрабатываемые модули.

4. Электрические характеристики

4.1 Модуль S-600A

S-600A позволяет подключать один из трёх возможных источников электропитания:

- Питание от входа АКБ/батареи.
- Питание от USB порта.
- Питание от разъема GPIO.

Для питания от входа АКБ/Батареи необходимо припаять проводники элемента. Пользовательский переключатель под номером «4» отключает АКБ/Батарею от модуля и обесточивает схему.

Максимальный ток потребления от АКБ/Батареи составляет 2 Ампера. Возможны 4 варианта конфигурирования схемы питания. Основные сведения сведены в таблице 1.

Таблица 1

Источник питания	Характеристики	Ограничения	Конфигурация
АКБ Li-ION	Напряжение в зависимости от типа АКБ, ток до 2 А.	<ul style="list-style-type: none"> - Электропитание с USB идёт на зарядку АКБ током 100/300 мА. - Нет возможности режима OTG USB. - Электропитание от GPIO невозможно. 	- Перемычка OTG отсутствует.
Батарея	Напряжение в зависимости от типа батареи, ток до 2 А.	<ul style="list-style-type: none"> - Электропитание от USB не возможно. - Нет возможности режима OTG USB. - Электропитание от GPIO невозможно. 	- Микросхема ЗУ и перемычка OTG отсутствует.
USB порт	Напряжение 5 Вольт, ток до 500 мА.	<ul style="list-style-type: none"> - Нет возможности режима OTG USB. - Электропитание от батареи невозможно. - Только зарядка АКБ. - Электропитание от GPIO невозможно. 	- Перемычка OTG отсутствует.
Разъем GPIO	Напряжение в пределах 1,8 – 5 Вольт, ток до 2 А (до 200 мА на основной модуль).	<ul style="list-style-type: none"> - Электропитание от АКБ/Батареи невозможно. - Поддержка USB OTG при питании 5 Вольт. 	- Микросхема ЗУ отсутствует.

Для гибкого управления электропитанием дополнительных модулей, на основном модуле присутствует коммутатор питания на MOSFET транзисторе выведенный на универсальный GPIO порт и управляемый микроконтроллером. Максимальная нагрузка составляет до 2 А.

Для питания периферийных блоков основного модуля также имеются коммутаторы питания, позволяющие отключать SD карту и FLASH память. Каналы измерения напряжений и пользовательский переключатель (позиции 1-3) также отключаются нижним ключом порта микроконтроллера.

4.2 Модуль S-600B

В качестве модема могут быть установлены NEOWAY N11, для работы в 2G сетях и NEOWAY N21, для работы в сетях NBloT.

Для питания модема используется преобразователь питания BUCK-BOOST с выходным напряжением 3,3 В и током до 1,8 А (при напряжении 2,5 – 5 Вольт). Для управления питанием модема, помимо команд предусмотренных производителем модема, есть возможно выключать преобразователь напряжения посредством входа «EN», выведенным на разъем GPIO. Потребление электроэнергии в режиме 2G достаточно большое даже в режиме «Выключен», поэтому при питании от АКБ/Батареи рекомендуется отключать преобразователь питания и делать реинициализацию модема при включении. Модем с поддержкой NBloT в режиме «Выключен» потребляет сравнительно небольшой ток. Для обеспечения максимального времени работы от АКБ/Батареи, рекомендуется также выключать питание.

Для обновления ПО и функции DEBUG для модема N21, на плате модуля предусмотрен разъем UART.

Для работы в сотовых сетях, на модуле установлен держатель micro SIM карты либо микросхема chipSIM, заранее запрограммированная оператором связи. Не допускается одновременная работы microSIM карты и микросхемы chipSIM.

Для подключения антенны на модуле установлены ВЧ разъемы SMA-F и MCRF. Волновое сопротивление 50 Ом.

Пользовательский светодиод может быть использован для индикации регистрации в сети или передачи данных. Следует иметь в виду, что светодиод потребляет относительно много электроэнергии и его статическая индикация существенно снижает время работы от АКБ/Батареи.

Дополнительный модуль S-600B является законченным модулем и может быть использован отдельно от основного модуля S-600B на других платформах.

4.3 Модуль S-600C и дополнительный модуль S-600D

На модуле установлен набор цифровых и аналоговых сенсоров. Цифровые сенсоры подключены через интерфейс I2C и имеют один общий ключ питания, выведенный на разъем GPIO. Подача питания осуществляется с основного модуля, через стабилизатор напряжения 3,3 В 100 мА. Программа микроконтроллера может выполнять отключение датчиков не только снятием питания, но и предусмотренной в датчиках командой выключения. Ток потребления программно выключенного датчика будет сравнительно мал. Так, минимальное потребление датчиков на шине I2C может быть менее 5 мкА. Интерфейс датчиков I2C поддерживает Standart Mode 100 кГц и Fast Mode 400 кГц с 7-ми битной адресацией.

Цифровой инклинометр подключен по интерфейсу SPI через преобразователь уровней 3,3 – 5 Вольт. Для питания инклинометра используется повышающий преобразователь с выходным напряжением 5 Вольт. Также к цепи питания 5 Вольт подключен источник опорного напряжения на 2,5 Вольт, трансимпедансный усилитель и аналоговая часть трёхканального сигма-дельта АЦП. Два аналоговых выхода инклинометра подключены напрямую к свободным каналам АЦП. АЦП также использует цифровой интерфейс SPI для вывода данных. Скорость работы при включенном преобразователе уровне и инклинометре интерфейса SPI не должна превышать 500 кГц. Скорость работы интерфейса SPI при работе с АЦП не рекомендуется превышать 2 МГц.

Схема питания модуля позволяет отдельно отключать преобразователь питания, преобразователь уровней и инклинометр и АЦП. Вывод опорного напряжения 2,5 Вольт подключен на GPIO разъем и может быть использован в качестве опорного напряжения для АЦП микроконтроллера на основном модуле. **При подключении в разъем GPIO модуля S-600C не допускается вывод опорного напряжения с микроконтроллера основного модуля S-600A и должен быть настроен на вход либо отключен.**

Диапазон питающих напряжений определяется наименьшим диапазоном питания установленных датчиков. При использовании АКБ/Батарей, следует учитывать, что одновременное включение датчиков может дать просадки напряжения, что выведет датчики из рабочего диапазона.

Дополнительный модуль S-600C может быть использован отдельно от основного модуля при условии подачи питающего напряжения 3,3В и не менее 50 мА на отдельный вывод порта GPIO.

5. Настройка и использование.

Конфигурация платформы производится исходя из решаемых задач. Самостоятельное изменение конфигурации платформы носит сугубо частный характер и не гарантирует её работоспособности.

5.1 Конфигурирование основного модуля.

В соответствии с требуемым заданием, необходимо выбрать тип электропитания и конфигурацию модуля, согласно таблице 1.

Не допускается нарушение режимов электропитания, т.к. это может привести к выходу из строя всей платформы. Конфигурация портов микроконтроллера, описание функций контактов универсального GPIO, разъема программирования, а также периферии основного модуля приведены в таблице 2.

Начальная инициализация основного модуля должна состояться в соответствии с таблицей конфигурирования. Не используемые порты микроконтроллера должны быть настроены на выход и установлены в состояние низкого уровня (логический ноль).

5.2 Конфигурирование дополнительных модулей.

При установке дополнительных модулей, порты микроконтроллера конфигурируются в соответствии с таблицей 2. Не используемые порты микроконтроллера должны быть настроены на выход и установлены в состояние низкого уровня (логический ноль). Следует обратить внимание, на то, что состояния по умолчанию соответствует полному выключению периферии и минимальному энергопотреблению.

При управлении MOSFET ключами, состояние «выключено» соответствует высокому уровню (логическая единица). Разрешается использовать режим «открытый исток» с «подтяжкой к шине VDD». **При управлении преобразователями, состояние выключено соответствует низкому уровню. Порт микроконтроллера должен быть настроен только в двухтактный режим без использования подтяжки.**

При использовании в качестве ввода-вывода периферии порт микроконтроллера (I2C, UART и т.п.), рекомендуется после завершения обмена и перехода в режим сохранения энергии, отключать периферию и переводить порт в режим цифрового входа с подтяжкой к шине VDD.

Аналоговые порты могут быть сконфигурированы однократно.

Таблица 2.

Порт MCU	Номер разъема	Функция GPIO	Модуль	Доп функция	Примечание
BOOT0	Нет	BOOT0	S600A		
NRST	PROG5	NRST	S600A		
PA0	Нет	Нет			Установить лог. 0
PA1	Нет	Нет			Установить лог. 0
PA10	Нет	OTG_FS_ID	S600A		
PA11	Нет	OTG_FS_DM	S600A		
PA12	Нет	OTG_FS_DP	S600A		
PA13	PROG7	JTMS-SWDIO, IR_OUT, OTG_FS_NOE, EVENTOUT	S600A		SWIO
PA14	PROG2	JTCK-SWCLK, EVENTOUT	S600A		SWCLK
PA15	PROG3	JTDI, TIM2_CH1, TIM2_ETR, SPI1_NSS, SPI3_NSS, UART4_RTS_DE, TSC_G3_IO1, LCD_SEG17, SAI2_FS_B, EVENTOUT	S600A		
PA2	GPIO26	TIM2_CH3, TIM5_CH3, USART2_TX, LCD_SEG1, SAI2_EXTCLK, TIM15_CH1, EVENTOUT, ADC12_IN7, WKUP4/LSCO	S600C	C_EN_5V_PWR	PP, 0 – off, 1 - on
PA3	Нет	A_EN_SYSPWR	S600A		0 – on, 1 - off
PA4	GPIO15	SPI1_NSS, SPI3_NSS, USART2_CK, SAI1_FS_B, LPTIM2_OUT, EVENTOUT, ADC12_IN9, DAC1_OUT			Установить лог. 0
PA5	GPIO14	TIM2_CH1, TIM2_ETR, TIM8_CH1N, SPI1_SCK, LPTIM2_ETR, EVENTOUT, ADC12_IN10, DAC1_OUT2			Установить лог. 0

PA6	GPIO13	TIM1_BKIN, TIM3_CH1, TIM8_BKIN, SPI1_MISO, USART3_CTS, QUADSPI_BK1_IO3, LCD_SEG3, TIM1_BKIN_COMP2, TIM8_BKIN_COMP2, TIM16_CH1, EVENTOUT, OPAMP2_VINP, ADC12_IN11			Установить лог. 0
PA7	GPIO12	TIM1_CH1N, TIM3_CH2, TIM8_CH1N, SPI1_MOSI, QUADSPI_BK1_IO2, LCD_SEG4, TIM17_CH1, EVENTOUT, OPAMP2_VINM, ADC12_IN12			Установить лог. 0
PA8	Нет	Нет			Установить лог. 0
PA9	Нет	OTG_FS_VBUS	S600A		
PB0	Нет	A_CHRG_SET	S600A		OD, 0 – 500 mA, 1 – 100 mA
PB1	Нет	A_CHRG_ADC	S600A		AI (OD, 0 – off)
PB10	GPIO11	TIM2_CH3, I2C2_SCL, SPI2_SCK, DFSDM1_DATIN7, USART3_TX, LPUART1_RX, QUADSPI_CLK, LCD_SEG10, COMP1_OUT, SAI1_SCK_A, EVENTOUT	S600C	C_EN_HEAT_AQ	PP, 0 – off, 1 - on
PB11	GPIO10	TIM2_CH4, I2C2_SDA, DFSDM1_CKIN7, USART3_RX, LPUART1_TX, QUADSPI_NCS, LCD_SEG11, COMP2_OUT, EVENTOUT	S600C	C_EN_INC_PWR	PP (OD+PU), 0 – on, 1 - off
PB12	GPIO9	TIM1_BKIN, TIM1_BKIN_COMP2, I2C2_SMBA, SPI2_NSS, DFSDM1_DATIN1, USART3_CK, LPUART1_RTS_DE, TSC_G1_IO1, LCD_SEG12, SWPMI1_IO, SAI2_FS_A, TIM15_BKIN, EVENTOUT			Установить лог. 0

PB13	GPIO8	TIM1_CH1N, I2C2_SCL, SPI2_SCK, DFSDM1_CKIN1, USART3_CTS, LPUART1_CTS, TSC_G1_IO2, LCD_SEG13, SWPMI1_TX, SAI2_SCK_A, TIM15_CH1N, EVENTOUT			Установить лог. 0
PB14	GPIO7	TIM1_CH2N, TIM8_CH2N, I2C2_SDA, SPI2_MISO, DFSDM1_DATIN2, USART3_RTS_DE, TSC_G1_IO3, LCD_SEG14, SWPMI1_RX, SAI2_MCLK_A, TIM15_CH1, EVENTOUT			Установить лог. 0
PB15	GPIO6	RTC_REFIN, TIM1_CH3N, TIM8_CH3N, SPI2_MOSI, DFSDM1_CKIN2, TSC_G1_IO4, LCD_SEG15, SWPMI1_SUSPEND, SAI2_SD_A, TIM15_CH2, EVENTOUT			Установить лог. 0
PB2	GPIO28	RTC_OUT, LPTIM1_OUT, I2C3_SMBA, DFSDM1_CKIN0, EVENTOUT, COMP1_INP	S600C	C_EN_PWR_SENS	PP (OD+PU), 0 – on, 1 - off
PB3	PROG6	JTDO-TRACESWO, TIM2_CH2, SPI1_SCK, SPI3_SCK, USART1_RTS_DE, LCD_SEG7, SAI1_SCK_B, EVENTOUT	S600A		
PB4	PROG4	NJTRST, TIM3_CH1, SPI1_MISO, SPI3_MISO, USART1_CTS, UART5_RTS_DE, TSC_G2_IO1, LCD_SEG8, SAI1_MCLK_B, TIM17_BKIN, EVENTOUT, COMP2_INP	S600A		
PB5	GPIO31	LPTIM1_IN1, TIM3_CH2,			Установить лог. 0

		I2C1_SMBA, SPI1_MOSI, SPI3_MOSI, USART1_CK, UART5_CTS, TSC_G2_IO2, LCD_SEG9, COMP2_OUT, SAI1_SD_B, TIM16_BKIN, EVENTOUT			
PB6	GPIO32	LPTIM1_ETR, TIM4_CH1, TIM8_BKIN2, I2C1_SCL, DFSDM1_DATIN5, USART1_TX, TSC_G2_IO3, TIM8_BKIN2_COMP2, SAI1_FS_B, TIM16_CH1N, EVENTOUT, COMP2_INP			Установить лог. 0
PB7	GPIO33	LPTIM1_IN2, TIM4_CH2, TIM8_BKIN, I2C1_SDA, DFSDM1_CKIN5, USART1_RX, UART4_CTS, TSC_G2_IO4, LCD_SEG21, FMC_NL, TIM8_BKIN_COMP1, TIM17_CH1N, EVENTOUT, COMP2_INM, PVD_IN			Установить лог. 0
PB8	GPIO34	TIM4_CH3, I2C1_SCL, DFSDM1_DATIN6, CAN1_RX, LCD_SEG16, SDMMC1_D4, SAI1_MCLK_A, TIM16_CH1, EVENTOUT	S600C	C_EN_TIA_ADC	PP (OD+PU), 0 – on, 1 - off
PB9	GPIO35	IR_OUT, TIM4_CH4, I2C1_SDA, SPI2_NSS, DFSDM1_CKIN6, CAN1_TX, LCD_COM3, SDMMC1_D5, SAI1_FS_A, TIM17_CH1, EVENTOUT	S600C	C_CS_TIA_ADC	PP (OD+PU), 0 – on, 1 - off
PC0	GPIO30	LPTIM1_IN1, I2C3_SCL, DFSDM1_DATIN4, LPUART1_RX, LCD_SEG18, LPTIM2_IN1,	S600C	C_I2C_SCL	I2C3_SCL

		EVENTOUT, ADC123_IN1			
PC1	GPIO29	LPTIM1_OUT, I2C3_SDA, DFSDM1_CKIN4, LPUART1_TX, LCD_SEG19, EVENTOUT, ADC123_IN2	S600C	C_I2C_SDA	I2C3_SDA
PC10	Нет	SDMMC1_D2	S600A		
PC11	Нет	SDMMC1_D3	S600A		
PC12	Нет	SDMMC1_CK	S600A		
PC13	Нет	Нет			Установить лог. 0
PC14	Нет	OSC32_IN	S600A		
PC15	Нет	OSC32_OUT	S600A		
PC2	GPIO39	LPTIM1_IN2, SPI2_MISO, DFSDM1_CKOUT, LCD_SEG20, EVENTOUT, ADC123_IN3	S600C	C_APDS_ADC	AI
PC3	GPIO40	LPTIM1_ETR, SPI2_MOSI, LCD_VLCD, SAI1_SD_A, LPTIM2_ETR, EVENTOUT, ADC123_IN4	S600C	C_AQ_ADC	AI
PC4	Нет	A_BAT_ADC	S600A		AI
PC5	Нет	A_USB_ADC	S600A		AI
PC6	Нет	A_LEDR	S600A		PP (OD), 0 – on, 1 - off
PC7	Нет	A_LEDG	S600A		PP (OD), 0 – on, 1 - off
PC8	Нет	SDMMC1_D0	S600A		
PC9	Нет	SDMMC1_D1	S600A		
PD0	Нет	Нет			Установить лог. 0
PD1	Нет	Нет			Установить лог. 0
PD10	GPIO3	USART3_CK, TSC_G6_IO1, LCD_SEG30, FMC_D15, SAI2_SCK_A, EVENTOUT	S600B	B_PWRKEY	OD
PD11	GPIO2	USART3_CTS, TSC_G6_IO2, LCD_SEG31, FMC_A16, SAI2_SD_A, LPTIM2_ETR, EVENTOUT	S600B	B_WAKEUP	OD

PD12	GPIO1	TIM4_CH1, USART3_RTS_DE, TSC_G6_IO3, LCD_SEG32, FMC_A17, SAI2_FS_A, LPTIM2_IN1, EVENTOUT	S600B	B_USER_LED	PP, 0 – off, 1 - on
PD13	HeT	A_GND_SW	S600A		OD
PD14	HeT	A_FLASH_PWR_EN	S600A		PP (OD+PU), 0 – on, 1 - off
PD15	HeT	A_LEDB	S600A		PP (OD), 0 – on, 1 - off
PD2	HeT	SDMMC1_CMD	S600A		
PD3	HeT	A_SD_PWR_EN	S600A		PP (OD+PU), 0 – on, 1 - off
PD4	HeT	A_SD_DET	S600A		DI+PU
PD5	GPIO38	USART2_TX, FMC_NWE, EVENTOUT	S600C	C_EN_MES_AQ	OD, 0 – on, 1 - off
PD6	GPIO37	DFSDM1_DATIN1, USART2_RX, FMC_NWAIT, SAI1_SD_A, EVENTOUT	S600C	C_EN_MES_APDS	OD, 0 – on, 1 - off
PD7	GPIO36	DFSDM1_CKIN1, USART2_CK, FMC_NE1, EVENTOUT	S600B	B_EN_33V_PWR	PP, 0 – off, 1 - on
PD8	GPIO5	USART3_TX, LCD_SEG28, FMC_D13, EVENTOUT	S600B	B_USART_RX	USART3_TX
PD9	GPIO4	USART3_RX, LCD_SEG29, FMC_D14, SAI2_MCLK_A, EVENTOUT	S600B	B_USART_TX	USART3_RX
PE0	HeT	A_LEDR2	S600A		PP (OD), 0 – on, 1 – off
PE1	HeT	A_LEDG2	S600A		PP (OD), 0 – on, 1 - off
PE10	HeT	QUADSPI_CLK	S600A		
PE11	HeT	QUADSPI_NCS	S600A		
PE12	HeT	QUADSPI_IO0	S600A		
PE13	HeT	QUADSPI_IO1	S600A		
PE14	HeT	QUADSPI_IO2	S600A		
PE15	HeT	QUADSPI_IO3	S600A		
PE2	HeT	HeT			
PE3	HeT	HeT			
PE4	HeT	HeT			

PE5	Нет	Нет			
PE6	Нет	Нет			
PE7	Нет	A_DSW3	S600A		DI
PE8	Нет	A_DSW2	S600A		DI
PE9	Нет	A_DSW1	S600A		DI
PH0	Нет	OSC_IN	S600A		
PH1	Нет	OSC_OUT	S600A		
VBAT	Нет	VBAT	S600A		AI
VDD	GPIO16	A_PWR_33V	S600C	C_PWR_33V	PWR
VDD	PROG1	A_PWR_33V	S600C	C_PWR_33V	PWR
VREF+	GPIO27	VREFBUF_OUT	S600C	C_VREF25	AI
VSS	GPIO18	A_GND			PWR
VSS	GPIO19	A_GND			PWR
VSS	GPIO22	A_GND			PWR
VSS	GPIO23	A_GND			PWR
VSS	GPIO25	A_GND			PWR
VSS	PROG8	A_GND			PWR
Нет	GPIO17	A_SYS_PWR			PWR
Нет	GPIO20	A_BATPWR			PWR
Нет	GPIO21	A_BATPWR			PWR
Нет	GPIO24	A_SYS_PWR			PWR

*PP – push-pull (двухтактный выход), OD – open drain (открытый исток), DI – digital input (цифровой вход), AI – analog input (аналоговый вход), PWR – power (шина питания).

**PU – pullup (подтяжка к шине VDD), PD – pulldown (подтяжка к шине VSS/GND).

6. Программирование основного модуля

Используемый 32-х разрядный ARM RISC микроконтроллер STM32L476VGT6 построен на ядре Cortex-M4 с максимальной тактовой частотой 80 МГц. В состав ядра входит модуль FPU (математический модуль с плавающей точкой) с поддержкой полного набора DSP (обработка цифровых сигналов) инструкций и модуль MPU (модуль защиты памяти), который расширяет применение в области защиты данных. Микроконтроллер оснащен высокоскоростной FLASH и SRAM памятью объемом 1 Мб и 128 кБ соответственно, с гибким управлением процессами чтения и записи. Дополнительно, на основном модуле установлена FLASH память, подключаемая по интерфейсу QSPI, за счёт которого может быть расширена FLASH память микроконтроллера. Высокая скорость выполнения команд, богатая периферия, большой объем памяти и универсальность дают возможность использования в качестве программы готовые платформы и микроконтроллерные операционные системы, дающие помимо простоты разработки многозадачность и читаемость кода.

Начальная инициализация обязательна и выполняется сразу после подачи питания или сброса. Она должна включать в себя следующие пункты:

- Настройка тактирования под конкретный режим использования. Для работы с синхронными интерфейсами нет необходимости использовать генератор на кварцевом резонаторе. Это даст быстрый выход на режим максимальной производительности.
- Настройка всех без исключений портов ввода-вывода. **Не настроенные порты могут стать причиной повышенного энергопотребления и ошибок в цифровых интерфейсах.**
- Настройка периферийных модулей, работающих в дежурном режиме. Если таковых не имеется, то периферийные модули необходимо выключать. Тактирование периферийных шин должно соответствовать общей концепции производительности.
- Инициализация конфигурации основного модуля, схемы питания.
- Проверка работоспособности всех блоков модуля. Проверка работоспособности SD карты и FLASH памяти путём цикла чтение – запись – чтение контрольного байта, проверка значений напряжений (запуск контрольного сканирования АЦП).
- Обработка сведений о причинах перезагрузки/выключения и принятие мер для сохранения информации и исправления ошибок.
- Процедура обновления, если таковая запущена.
- Переход к выполнению пользовательской программы.

Первоначальная запись программы в микроконтроллер осуществляется через разъем программирования. Дальнейшие изменения и обновления должны производиться посредством периферийных интерфейсов, таких как USB, UART и т.п., за исключением режима отладки. Порт программирования может быть использован в качестве пользовательских портов. Если не используется - должен быть сконфигурирован как неиспользуемые порты (настройка на вывод и установка лог. 0, либо настройка на цифровой вход с подтяжкой в шине VDD).

Для ручного перевода микроконтроллера в режим записи ПО, на плате модуля предусмотрен «test-point» порта BOOT0 микроконтроллера. Подача логической единицы (замыкание на шину VDD) при подаче питания, согласно технического описания на микроконтроллер, изменяет режим запуска. В блоке загрузчика, необходимо предусмотреть возможность использования альтернативных источников программирования. Предполагается, что при загрузке через test-point, активируется один из способов программирования либо стирается блок программы, использующий разъем программирования.

Более подробная информация по работе периферии и программирования микроконтроллера находится на сайте производителя www.st.com.

7. Использование дополнительных модулей.

7.1 Использование S-600B.

Модуль S-600B выполняет функции 2G / NB IoT радиомодема. Для этих целей используется модем, подключенный к основному модулю через универсальный разъем GPIO по интерфейсу USART. В таблице 2 можно найти конфигурирование необходимых портов микроконтроллера основного модуля.

Комплектация S-600B позволяет установить один из двух модемов:

- NEOWAY N11. Модем, предназначенный для работы в 2G сетях.
- NEOWAY N21. Модем, предназначенный для работы в сетях NB IoT.

Каждая комплектация может быть оснащена микросхемой chipSIM для выбранного оператора связи, или держателем microSIM карт.

Управление энергопотреблением осуществляется подачей команды на вход преобразователя напряжения. Дополнительно, на разъем GPIO выведены сигналы дискретного управления модемом. Если сигналы не используются, они должны быть переведены в соответствующий режим, согласно документации на модем.

Более подробная информация по работе с модемом находится на сайте производителя www.neoway.com (информацию по модему N21 IOT можно найти у региональных представителей).

7.2 Использование S-600C

В зависимости от комплектации дополнительного модуля S-600C, на плате может быть одновременно установлена следующая периферия:

- Акселерометр LIS3DSH
- Датчик температуры и влажности SHT3x (x – 0, 1, 5)
- Датчик абсолютного давления LPS33HH
- Датчик освещенности APDS9005
- Инклинометр SCA100T
- Сенсор качества воздуха TGS8100
- Трансимпедансный усилитель и сигма-дельта АЦП AD7798
- Источник опорного напряжения ADR291
- Сенсор TGS5141, монооксид углерода
- Преобразователь уровней 3.3 – 5 Вольт TXB0104
- Выносной модуль S-600D с инклинометром SCA100T
- Повышающий преобразователь питания на 5 Вольт.
- Понижающий преобразователь питания на 1,8 Вольт.

Датчики LIS3DSH, SHT3х и LPS22HH подключены к общему ключу питания и общему цифровому интерфейсу I2C. Более подробная информация по режимам работы и настройки находится на сайте производителя, для SHT3х на www.sensirion.com и www.st.com для LIS3DSH и LPS22HH.

Для работы датчиков APDS9005 и TGS8100 необходим источник опорного напряжения. Если в комплекте модуля S-600C его нет, напряжение необходимо подать с основного модуля через вывод Vref+. В противном случае вывод Vref+ должен быть настроен на вход либо отключен. Для получения показаний с датчиков APDS9005 и TGS8100, необходимо задействовать АЦП микроконтроллера основного модуля и соответствующий порт для включения измерения (для TGS8100 дополнительно порт для включения преобразователя питания на 1,8 В). Преобразование величин выполняется согласно документации производителя, для APDS9005 www.broadcom.com и для TGS8100 www.figarosensor.com. Общая информация о математических преобразованиях находится в приложении 1.

При комплектации модуля инклинометром SCA100T, либо источником опорного напряжения ADR291, либо трансимпедансным усилителем с АЦП AD7798 и сенсором монооксида углерода TGS5141, дополнительным модулем S-600D либо всеми перечисленными в любой конфигурации, плата оснащается повышающим преобразователем напряжения на 5 Вольт и преобразователем уровней для цифрового канала передачи инклинометра SCA100T. Вход управления включением преобразователя выведен на разъем GPIO.

Комплектация с сенсором монооксида углерода TGS5141 включает в себя обязательную периферию:

- Трансимпедансный усилитель на основе ADA4528-2 с фиксированным коэффициентом усиления 110000 раз, либо низкопотребляющий аналог
- Сигма-дельта АЦП AD7798
- Повышающий преобразователь на 5 Вольт
- Источник опорного напряжения ADR291

Получение данных о концентрации газа выполняется через чтение данных по интерфейсу SPI после преобразования АЦП. Более подробная информация о работе АЦП AD7798B находится на сайте производителя www.analog.com.

Преобразование данных с АЦП в концентрацию газа выполняется математически и изложена в приложении 2.

Инклинометр SCA100T, также как и АПЦ, использует то же цифровой интерфейс SPI с другим сигналом «chip-select». Необходимо ознакомиться о режимах SPI и менять их, если необходимо, при изменении обращения от инклинометра к АЦП и обратно.

При комплектации модуля инклинометром, плата оснащается:

- Повышающий преобразователь напряжения на 5 Вольт
- Преобразователь уровней 3,3 – 5 Вольт
- Опционально АЦП AD7798B и ИОН ADR291 (либо Vref+ микроконтроллера основной платы) для аналогового канала измерения повышенной точности

Модуль S-600C может комплектоваться дополнительным выносным модулем S-600D, который устанавливается взамен инклинометра SCA100T.

Более подробная информация о работе инклинометра и преобразовании его данных в угол наклона находится в документации производителя на сайте www.murata.com.

8. Использование платформы

Платформа S-600 позволяет собирать на её основе устройства различного назначения. Допускается нестандартное использование не оговоренное в данном описании, но в пределах ограничений на максимальные и минимальные рабочие диапазоны.

Так, при необходимости, модуль S-600C не укомплектованный инклинометром, но с установленным преобразователем уровня и преобразователем питания, может быть использован в качестве внешнего интерфейса SPI с 5В уровнями, при этом микроконтроллер основной платы может выступать в качестве ведомого устройства.

Дополнительные модули могут быть использованы отдельно от основного модуля, при условии подключения согласно документации.

Приложение 1. Использование АЦП

Микроконтроллер основного модуля оснащён 12-битным АЦП (аналого-цифровой преобразователь) последовательного приближения. На выходы модуля АЦП подключены несколько каналов измерения модуля S-600A и S-600C:

- Канал измерения напряжения USB
- Канал измерения напряжения АКБ/Батареи/GPIO
- Канал измерения тока зарядки АКБ
- Канал измерения Vbat внутри микроконтроллера (Vbat подключен к Vdd)
- Канал измерения показаний датчика освещенности APD9005
- Канал измерения показаний сенсора TGS8100

В качестве опорного источника напряжения может быть выбран ИОН на модуле S-600C либо внутренний ИОН микроконтроллера в зависимости от конфигурации. При использовании внутреннего ИОН рекомендуемое напряжение должно быть 2,5 В, при условии, что напряжение питания более 2,7 Вольт.

Канал измерения напряжений USB и АКБ/Батареи/GPIO выполнен на основе отключаемого резистивного делителя с коэффициентом деления равным $25/14+1$. Входное сопротивление делителя составляет примерно 50 кОм и параллельной емкостью 10 нФ. Скорость преобразования АЦП необходимо рассчитывать, исходя из текущих условий. Подключение делителя к шине Vss производится при помощи порта микроконтроллера, который на время измерения должен быть настроен на выход и установлен низкий уровень. Так как емкость делителя заряжается не сразу, необходимо выдержать время не менее 3 мс перед началом преобразования АЦП. Также, порт подключения делителя подключает пользовательский переключатель, который может быть считан в промежутке. Если энергопотребление не критично, делитель и пользовательский переключатель может быть подключен постоянно.

Канал измерения датчика освещенности APD9005 и TGS8100 похожи на резистивный делитель, только в качестве верхнего плеча измерения используются элементы чувствительные к изменениям контролируемых физических величин. Сенсоры подключены к ИОН для минимизации влияния изменения напряжения питания и повышения точности измерений. Также как и измеритель напряжения, нижний резистор отключается от шины Vss, если измерение не требуется. Для этого используются порты микроконтроллера, которые перед измерением и на момент измерения должны быть настроены на выход и установлен низкий уровень.

При преобразовании значения АЦП в физическую величину, необходимо добавлять смещение и умножать на калибровочный коэффициент.

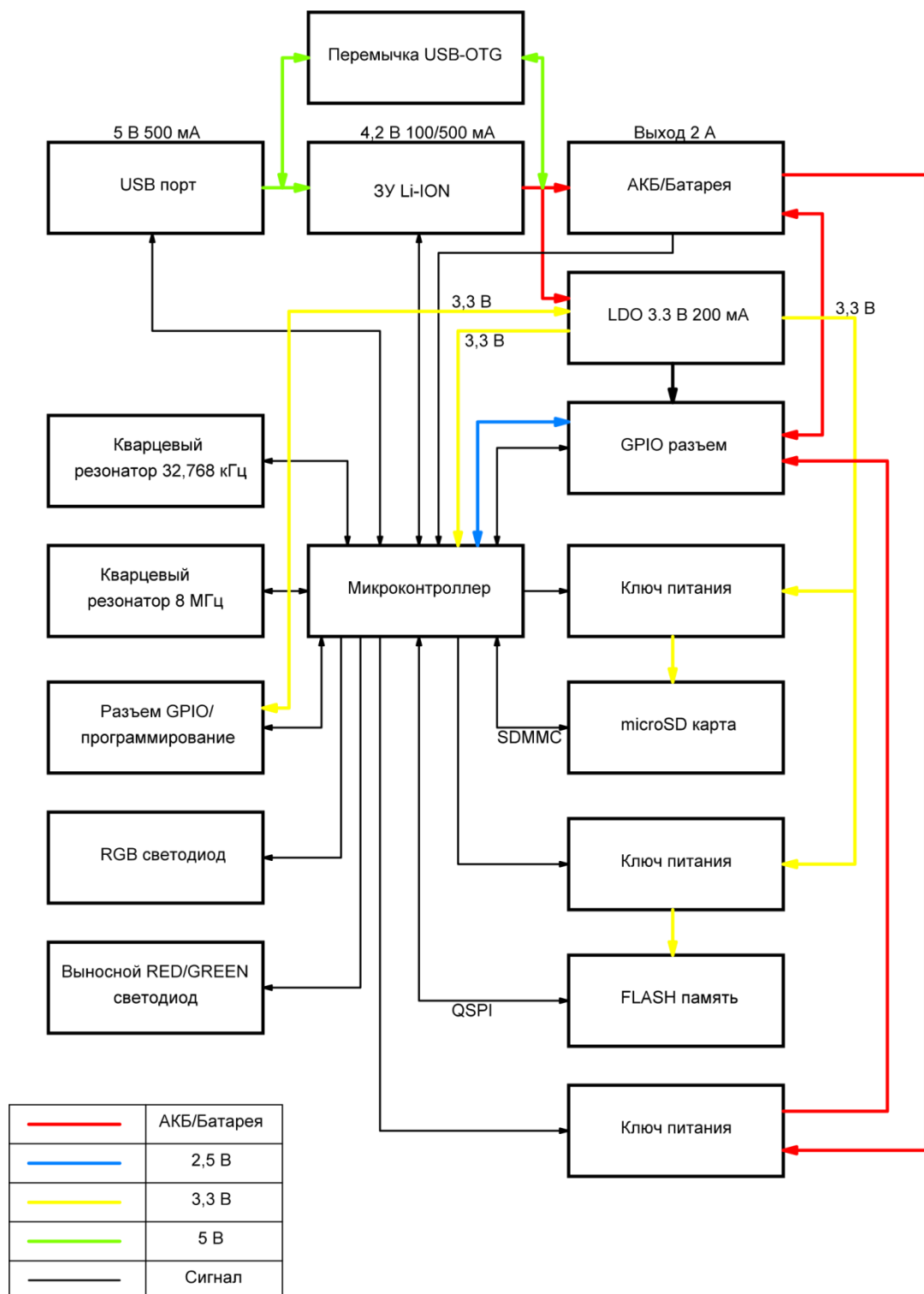
Приложение 2. Трансимпедансный усилитель и сигма-дельта АЦП.

В качестве сенсора, преобразующего величину концентрации газа монооксида углерода в электрический сигнал, используется сенсор TGS5141 (более подробная информация на сайте производителя www.figarosensor.com). Сенсор представляет собой двухэлектродный электрохимический элемент, который под действием рабочего газа начинает вырабатывать ток. Так как вырабатываемый ток мал, для его измерения используется трансимпедансный усилитель. Усилитель преобразует ток в напряжение и усиливает его. Коэффициент усиления фиксированный, и составляет 110000 раз. Для корректной работы усилителя используется «виртуальная земля» на основе ИОН ADR291.

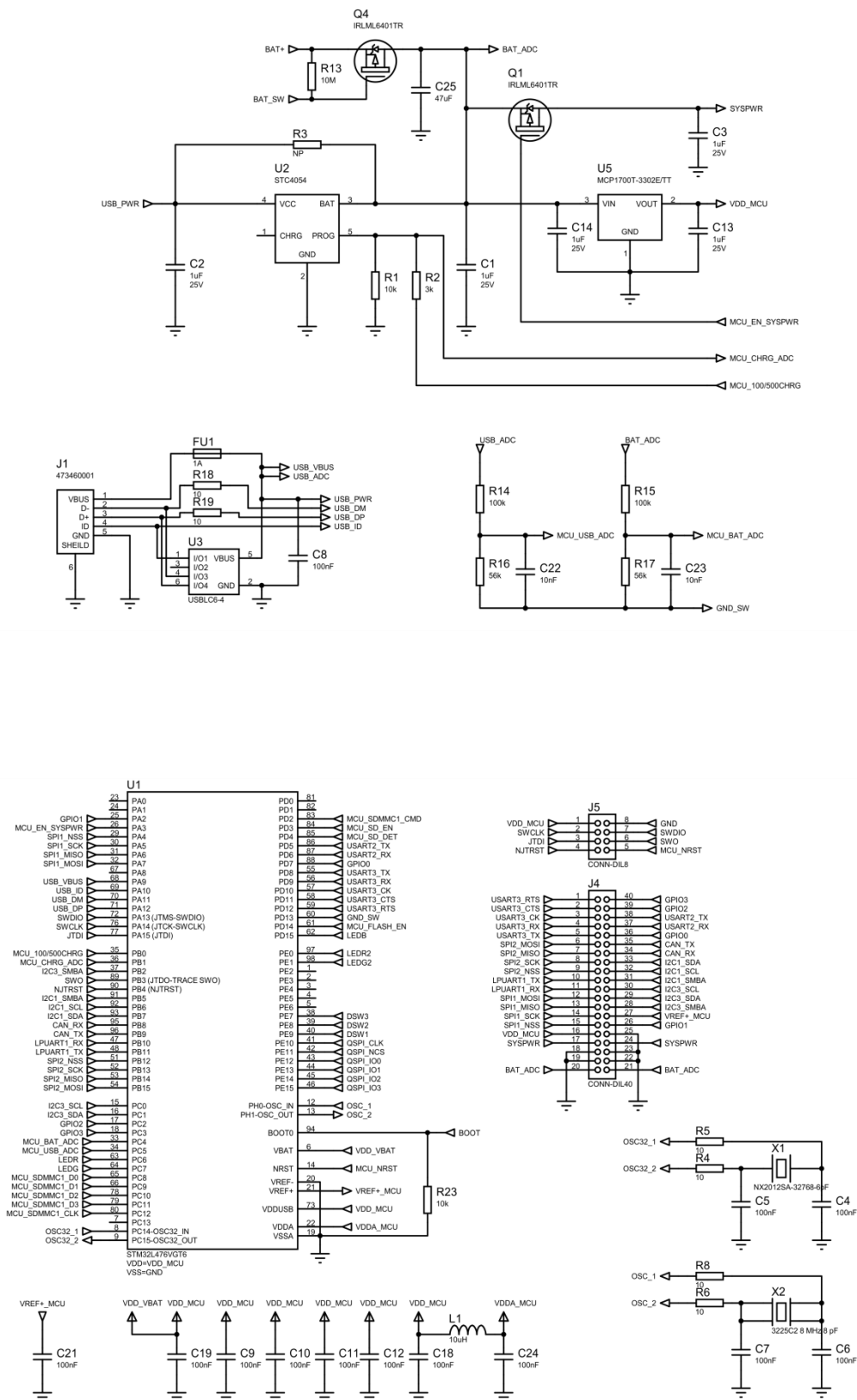
Усиленное напряжение сенсора подается на 3-й вход 16-битного сигма-дельта АЦП AD7798. Оно сравнивается с напряжением ИОН и преобразуется в двоичный код, который можно считать через цифровой интерфейс SPI. В состав АЦП7798 входит буфер, который снижает влияние входного сопротивления АЦП и дополнительно фильтрует сигнал, а также усилитель с изменяемым коэффициентом усиления, что позволяет получать различные диапазоны измерения и требуемую точность в пределах каждого из них.

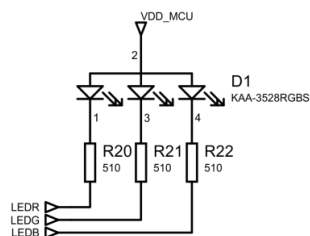
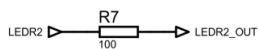
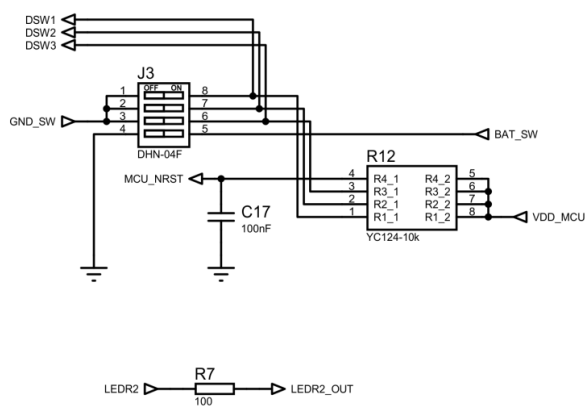
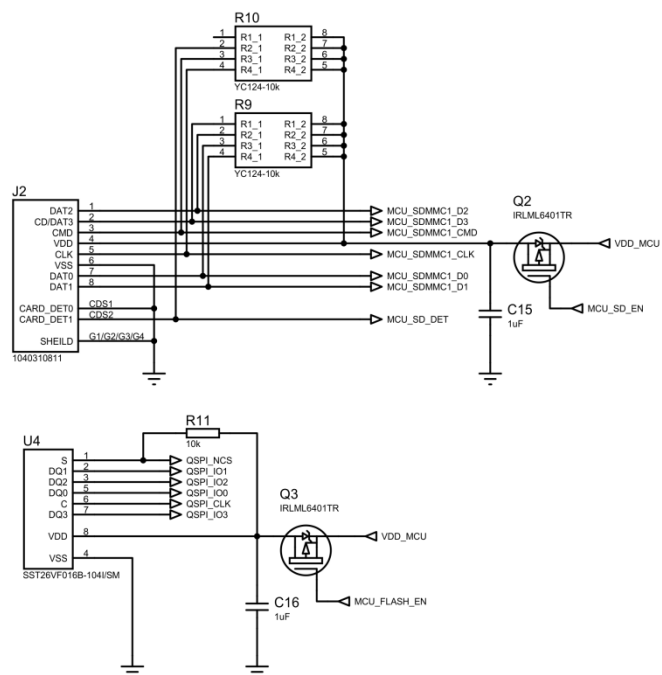
Приложение 3. Структурные и принципиальные схемы

Структурная схема Модуль А

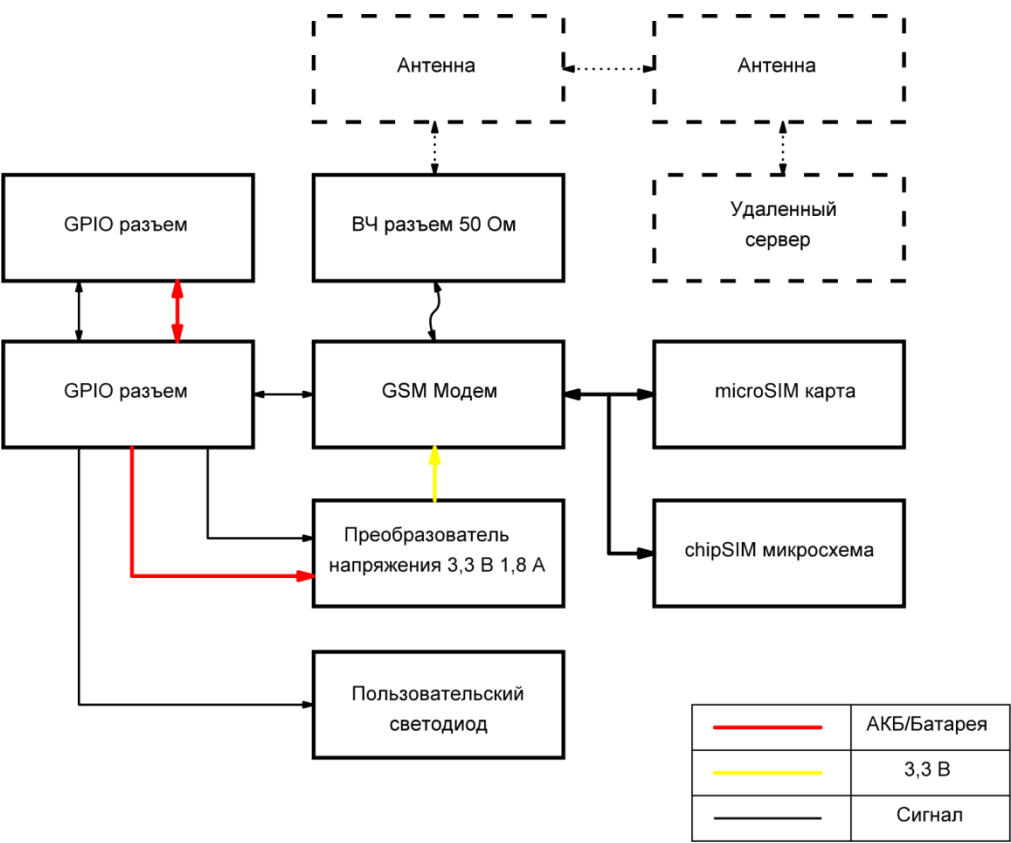


Принципиальные схемы Модуль А

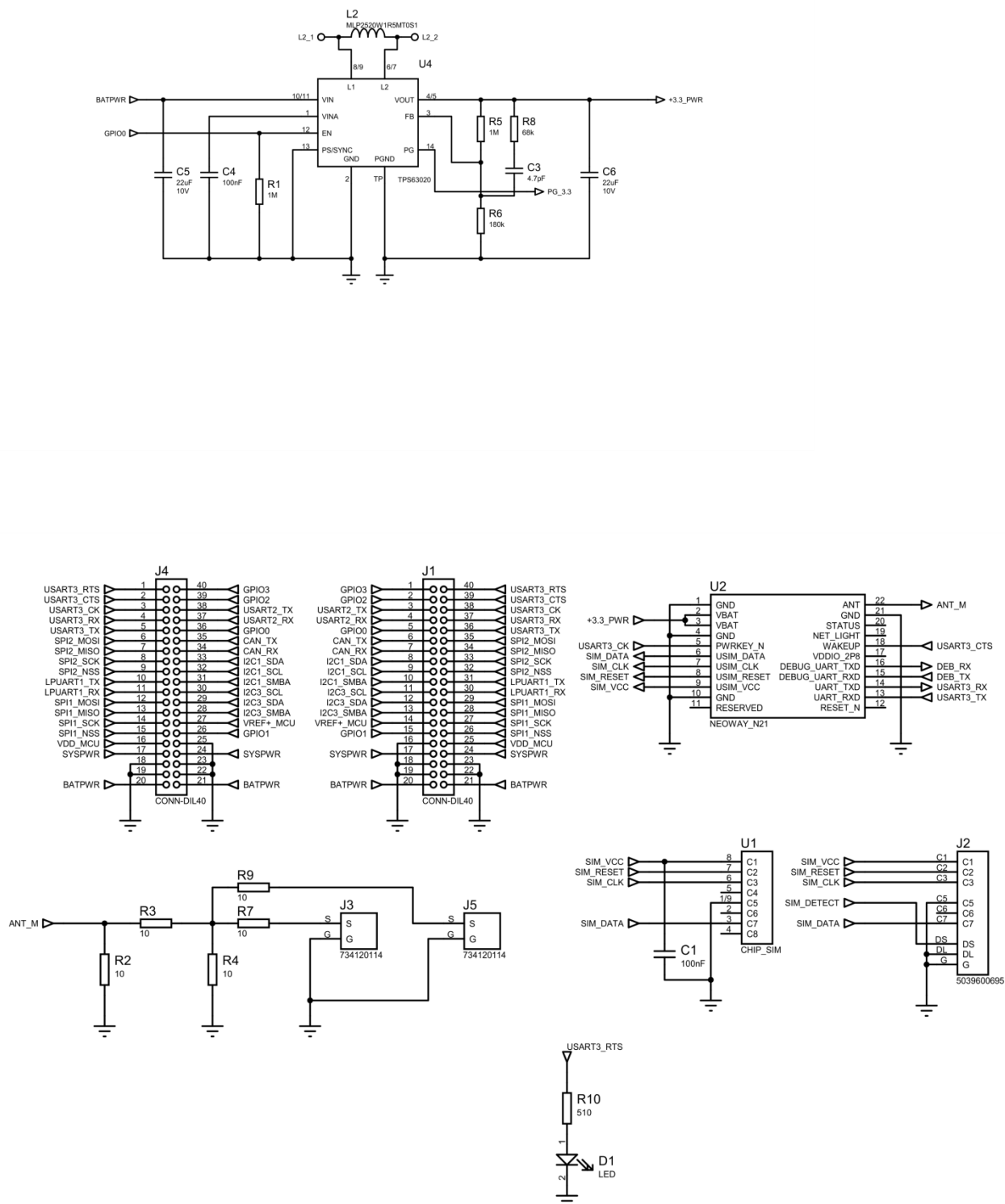




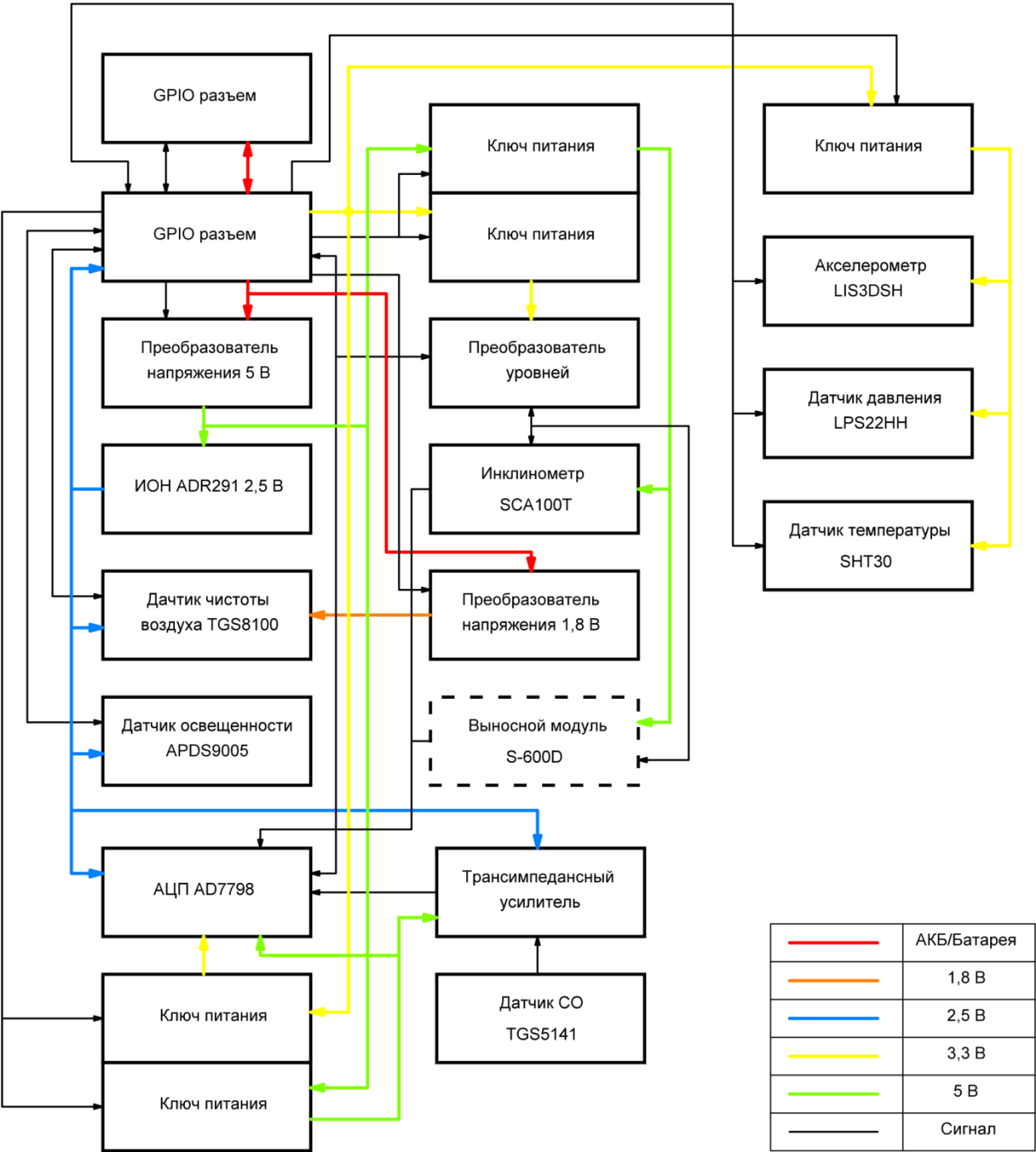
Структурная схема Модуль В



Принципиальные схемы Модуль В



Структурная схема Модуль С



Принципиальные схемы Модуль С

