

НИИЭТ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

ЭЛЕМЕНТ

Быстрый старт
микроконтроллера
K1921BG015

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА **K1921BG015**



О ПРОЕКТЕ



Включен
в Реестр
российской
промышленной
продукции

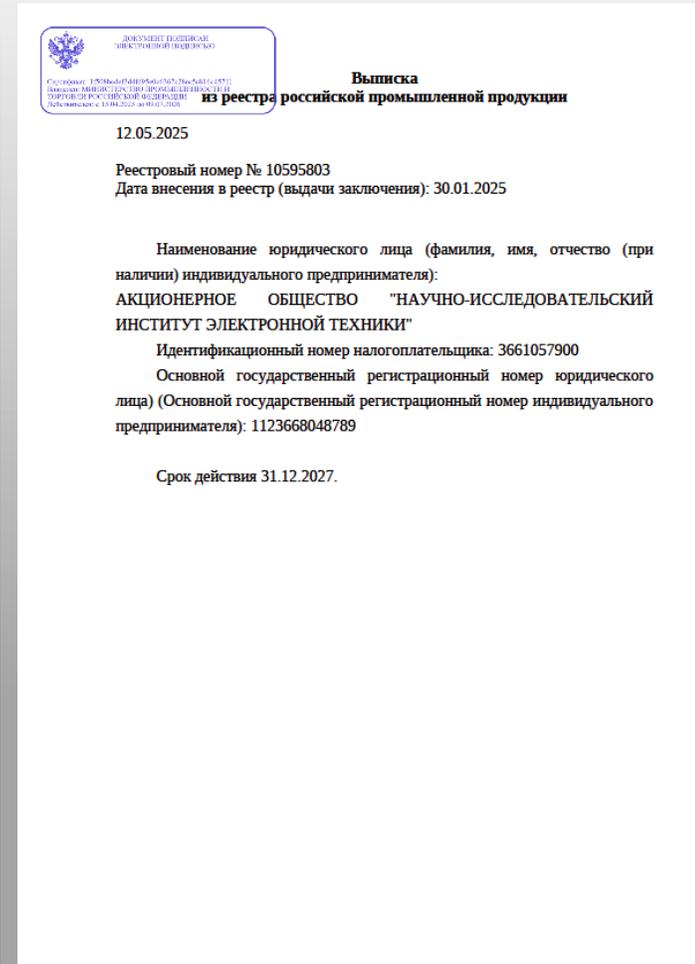
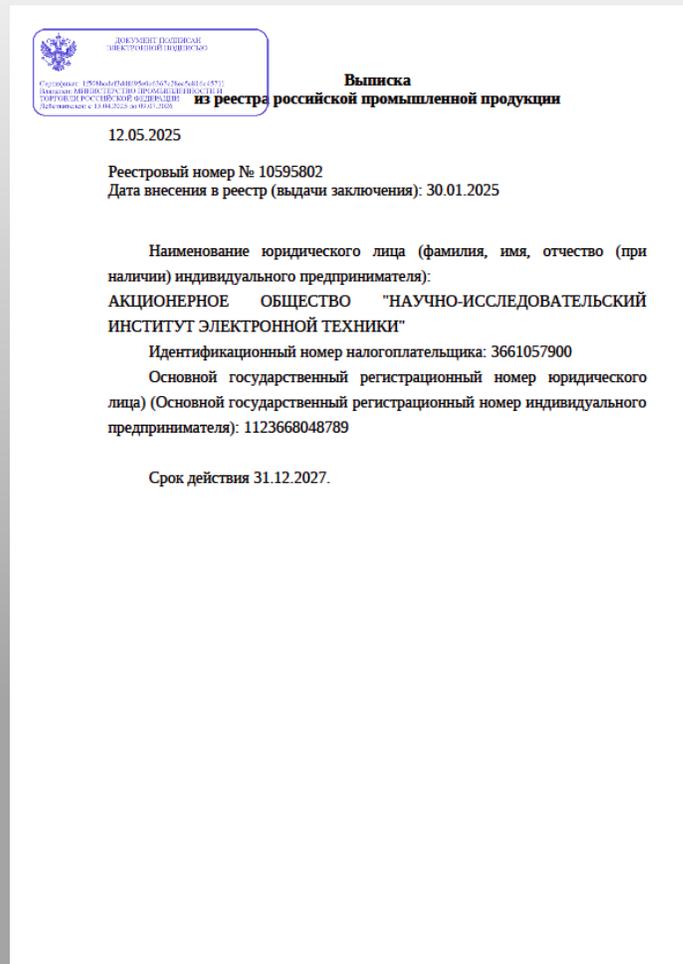
Корпус LQFP100

Микроконтроллер **K1921BG015** был разработан в рамках комплексного проекта «Разработка и освоение серийного производства ультранизкопотребляющего микроконтроллера» выполняемого на основании соглашения от 27.10.2021 № 020-11-2021-1403 в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 24.07.2021 № 1252.

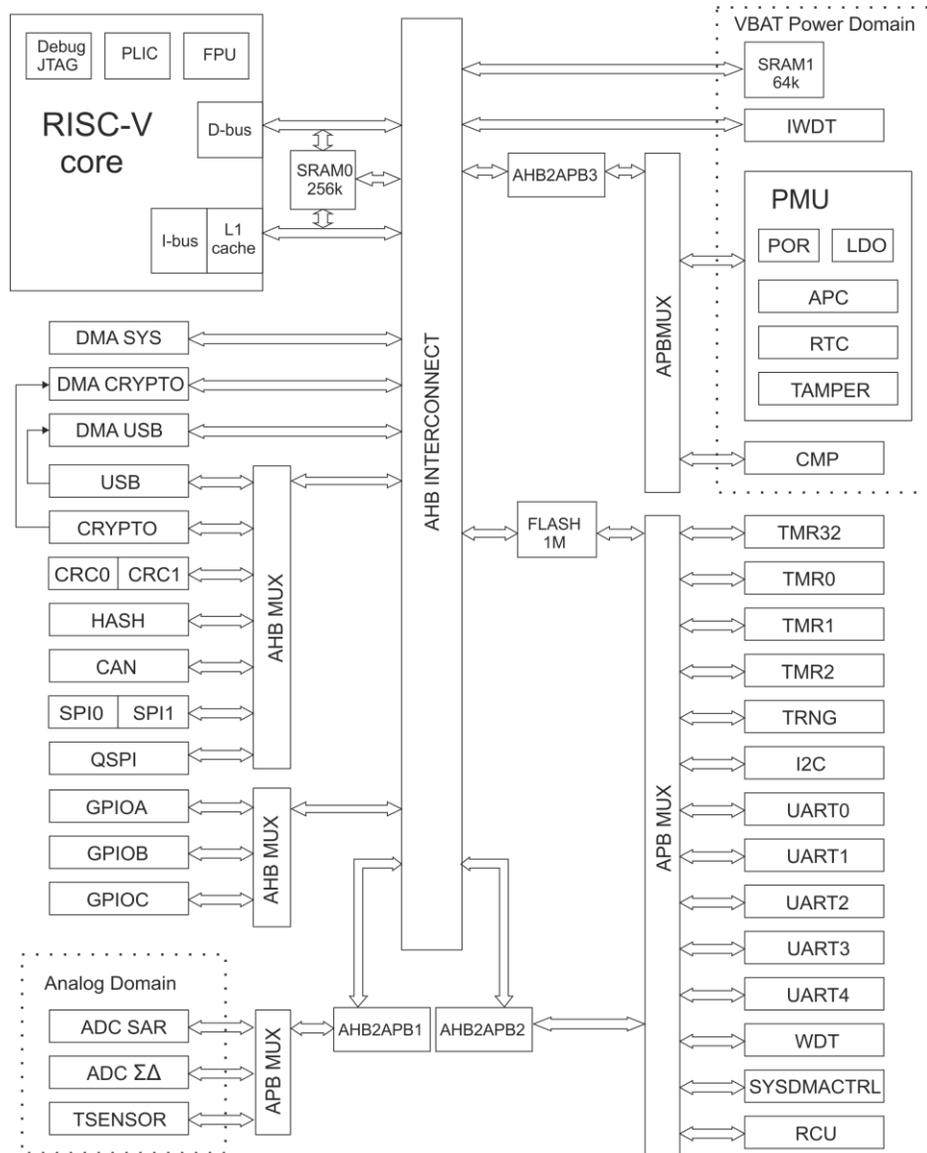
Сроки разработки: октябрь 2021 – сентябрь 2024.

Варианты поставки: в корпусе LQFP-100 (K1921BG015), бескорпусном исполнении (K1921BG01H), возможен выбор другого корпуса по согласованию.

Внесен в Единый реестр российской радиоэлектронной продукции (ПП РФ 878) и Реестр российской промышленной продукции (ПП РФ 719).



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И СОСТАВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА



Основные технические особенности:

Напряжение питания: 1,62 В – 3,60 В;

Температурный диапазон: -40 °С – 85 °С.

Возможности управления питанием:

- ✓ возможность программирования напряжения LDO;
- ✓ до 8 мкА в режиме POWERDOWN (GPR, RTC, внутренний RC-осциллятор, 3 WAKEUP) (в диапазоне рабочих напряжений и температур);
- ✓ до 190 мкА в режиме STOP (GPR, RTC, внутренний RC-осциллятор, 3 WAKEUP, SRAM1, CMP) (в диапазоне рабочих напряжений и температур);
- ✓ до 500 мкА / МГц в режиме RUN (в диапазоне рабочих напряжений и температур);
- ✓ до 40 мкс время выхода из режима IDLE;
- ✓ до 1800 мкс время выхода из режимов STOP и POWERDOWN.

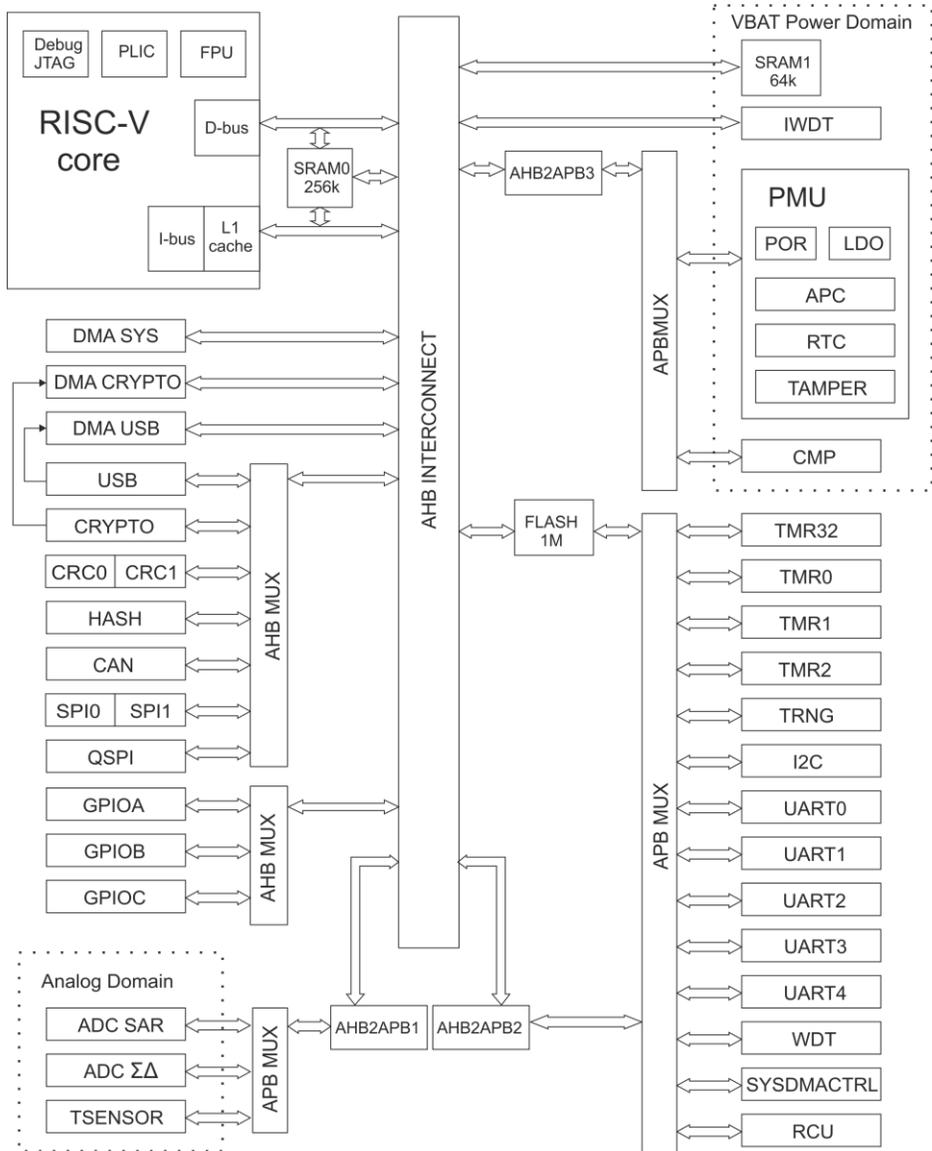
Тактовые сигналы:

- ✓ осциллятор HSE для подключения внешнего резонатора от 2 МГц до 30 МГц;
- ✓ внутренний RC генератор HSI: 1МГц;
- ✓ внутренний RC генератор LSI (RTC): 32 КГц;
- ✓ осциллятор LSE для подключения внешнего резонатора 32768 Гц;
- ✓ системная PLL: до 50 МГц.

Параметры процессорного ядра:

- ✓ RISC-V 32bit CPU система команд: RV32IMFCN_ZBA_ZBB_ZBC_ZBS;
- ✓ Cache-I 2 кБайт;
- ✓ от 32 КГц до 50 МГц;
- ✓ 1.35 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1).

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И СОСТАВ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА



Блок криптографии с поддержкой алгоритмов AES-128, AES-256, Кузнечик, Магма.
 Блок реализации алгоритмов безопасного хеширования: SHA-1, SHA-224, SHA-256, MD5.
 Генератор случайных чисел TRNG.
 Два блока подсчета циклического избыточного кода (CRC).
 Уникальный ID с разрядностью 128 бит.

Внутрикристалльная память:

- ✓ 1 Мб Flash памяти;
- ✓ 256 Кб памяти ОЗУ0;
- ✓ 64 Кб памяти ОЗУ1 в батарейном домене;
- ✓ 16 x 4 байта регистров общего назначения (GPR).

Аналоговая периферия:

- ✓ 8-канальный 12-разрядный SAR АЦП с режимами цифрового компаратора;
- ✓ 8-канальный 16-разрядный сигма-дельта АЦП; два аналоговых компаратора.

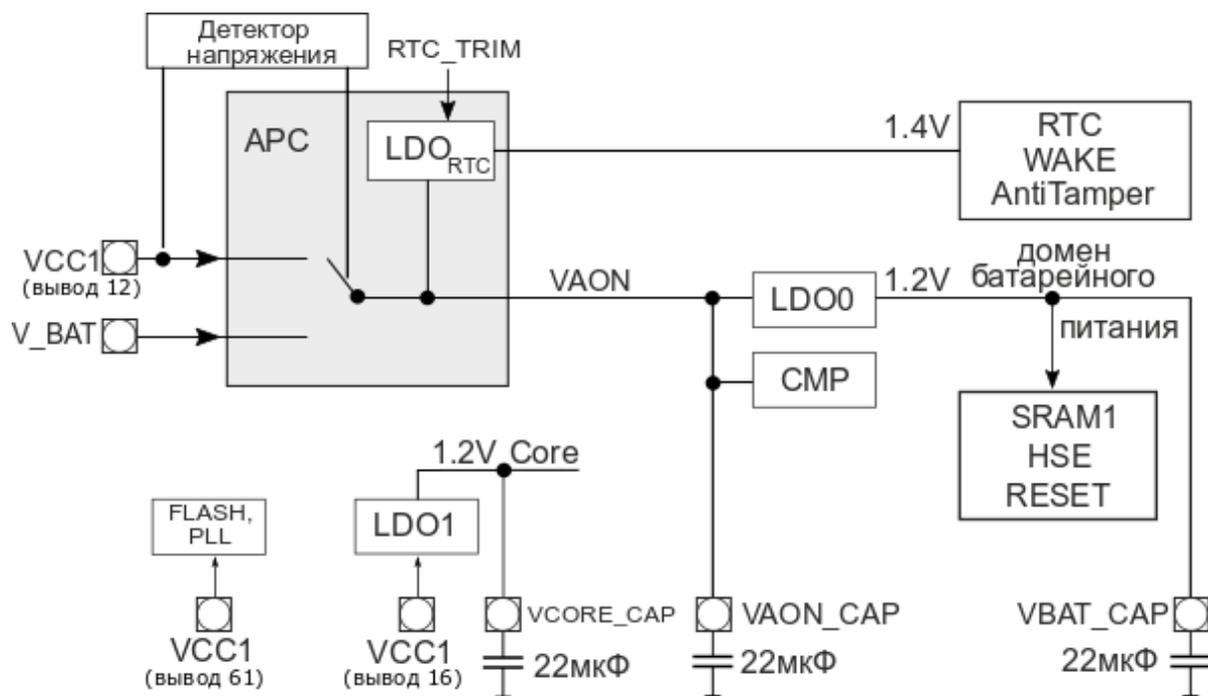
Контроллер DMA: 24 канала.

Контроллеры интерфейсов:

- ✓ пять приемопередатчиков UART;
- ✓ Twin CAN 2.0b;
- ✓ USB 2.0 FullSpeed (Device);
- ✓ один контроллер I2C;
- ✓ один контроллер QSPI;
- ✓ два контроллера SPI.
- ✓ 6 таймеров: один 32-разрядный, три 16-разрядных, два сторожевых таймера (один независимый сторожевой таймер).

Интерфейс отладки: JTAG.

КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ (APC)



Количество линейных регуляторов LDO: 3.
Автоматическое переключение с VCC1 на VBAT и обратно.

Три режима работы LDO0, LDO1:

- ✓ обычный;
- ✓ пониженного потребления;
- ✓ ультранизкого потребления.

Программируемый уровень напряжения LDO0, LDO1:
от 0,8В до 1,32В.

Пять основных режимов пониженного потребления:

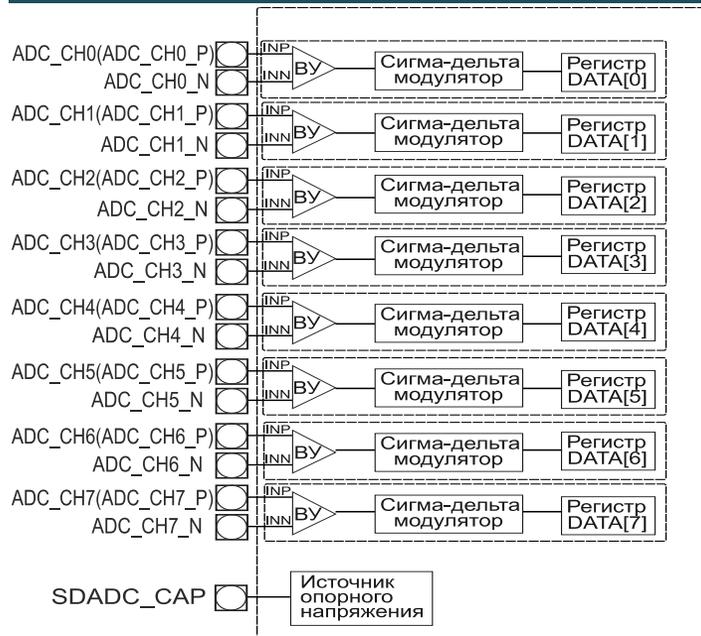
- ✓ режим ожидания (IDLE_MODE);
- ✓ режим ожидания низкопотребляющий (LP_IDLE_MODE, ULP_IDLE_MODE);
- ✓ режим остановки ядра (STOP_MODE);
- ✓ режим остановки ядра низкопотребляющий (LP_STOP_MODE, ULP_STOP_MODE);
- ✓ режим сна (POWEROFF_MODE).

В режиме POWEROFF_MODE функционируют следующие модули:

- ✓ низкопотребляющий RC-генератор 32kHz;
- ✓ 32-разрядный счетчик времени;
- ✓ хранение 16 32-разрядных регистров общего назначения;
- ✓ мониторинг трех входов контроля вскрытия AT_IN0-AT_IN2 с одним выходом генерации последовательности AT_OUT;
- ✓ мониторинг внешних выводов WAKEUP0 – WAKEUP2.

ОБЗОР АНАЛОГОВОЙ ПЕРИФЕРИИ

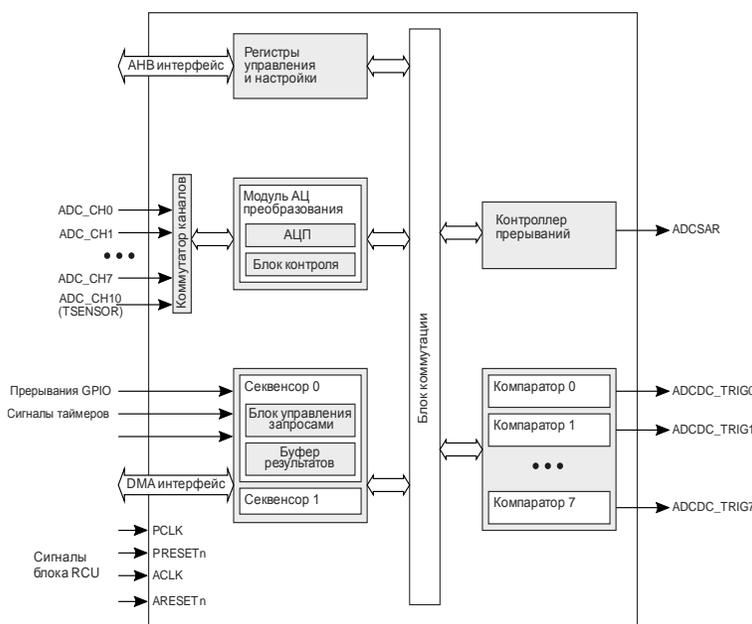
Модуль сигма-дельта АЦП:



Особенности:

- ✓ разрядность - 16 бит;
- ✓ 8 каналов;
- ✓ программируемое усиление до 38 дБ;
- ✓ максимальная частота преобразования 64 кГц;
- ✓ внутренний источник опорного напряжения 1,25 В;
- ✓ возможность работы с внешним ИОН;
- ✓ максимальный размах в однопроводном режиме 0,6575 Uref;
- ✓ дифференциальный режим в бескорпусном исполнении.

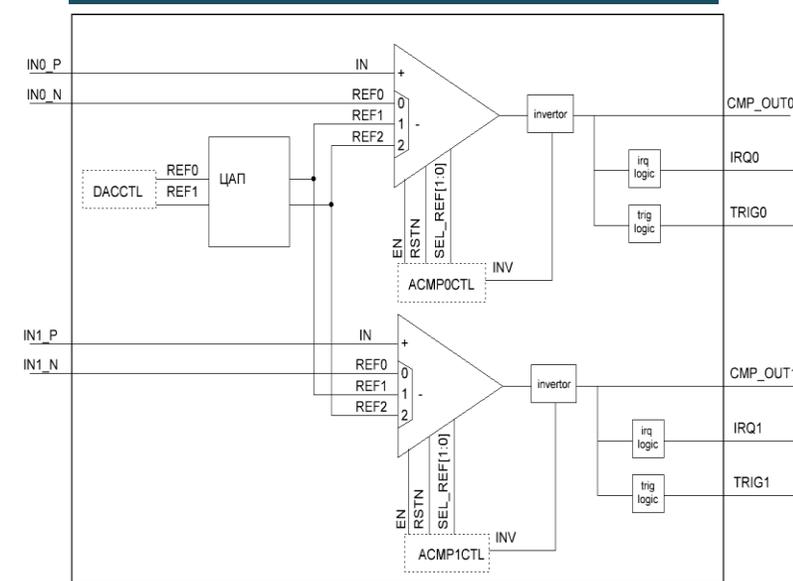
Модуль SAR АЦП:



Особенности:

- ✓ настраиваемая разрядность - 6, 8, 10, 12 бит;
- ✓ 9 каналов (6 быстрых, 2 медленных, 1 датчик температуры);
- ✓ максимальная частота преобразования
 - 6 бит: 6,25 MSPS
 - 8 бит: 5,00 MSPS
 - 10 бит: 4,16 MSPS
 - 12 бит: 3,57 MSPS;
- ✓ работа с внешним ИОН AREF (2В – VCC2);
- ✓ максимальный размах в однопроводном режиме 0 – AREF;
- ✓ формирование запросов DMA.

Аналоговый компаратор:

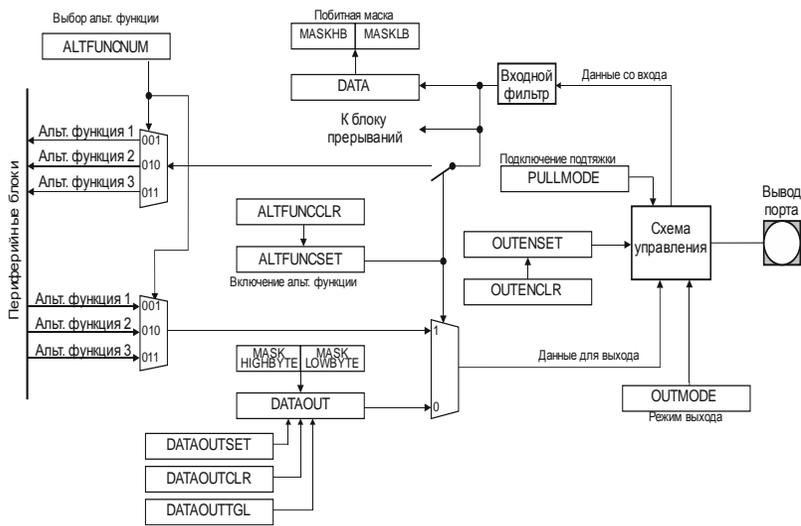


Особенности:

- ✓ 2 канала;
- ✓ режим сравнения со встроенным 4-х битным ЦАП;
- ✓ гистерезис компаратора 40 мВ;
- ✓ входной диапазон до VCC1 или VBAT.

ОБЗОР ЦИФРОВОЙ ПЕРИФЕРИИ

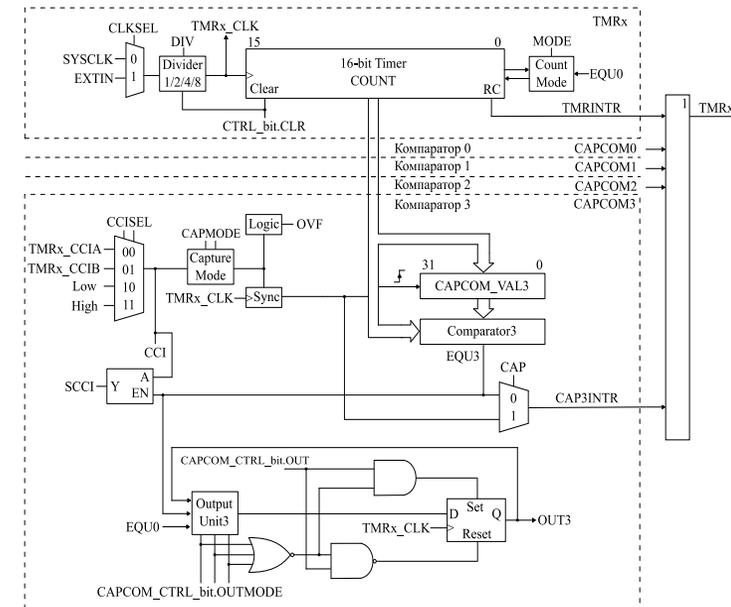
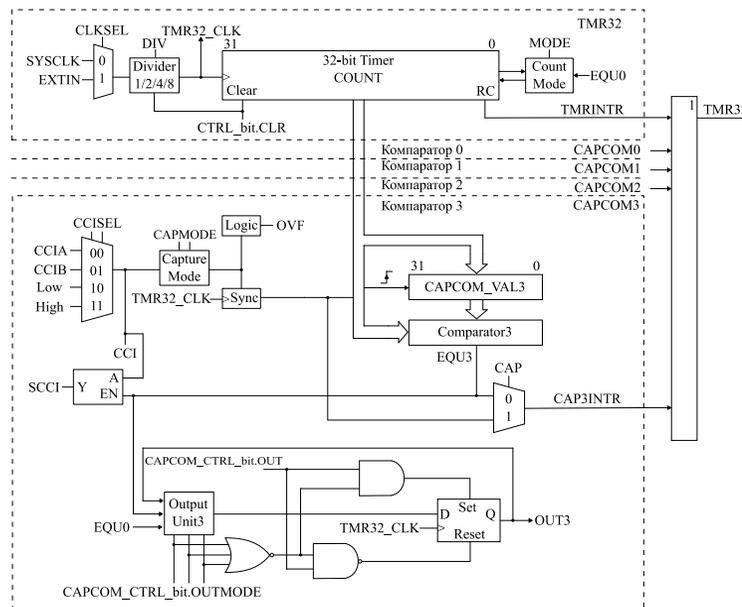
Порты GPIO:



Особенности:

- ✓ разрядность - 16 бит;
- ✓ три порта: **A, B, C**;
- ✓ возможность фильтрации входного сигнала;
- ✓ возможность генерации прерывания для каждого вывода;
- ✓ поддерживаемые режимы INPUT, INOUT, INOUT-OD, внутренний pull-up;
- ✓ возможность маскированного доступа.

Таймеры:

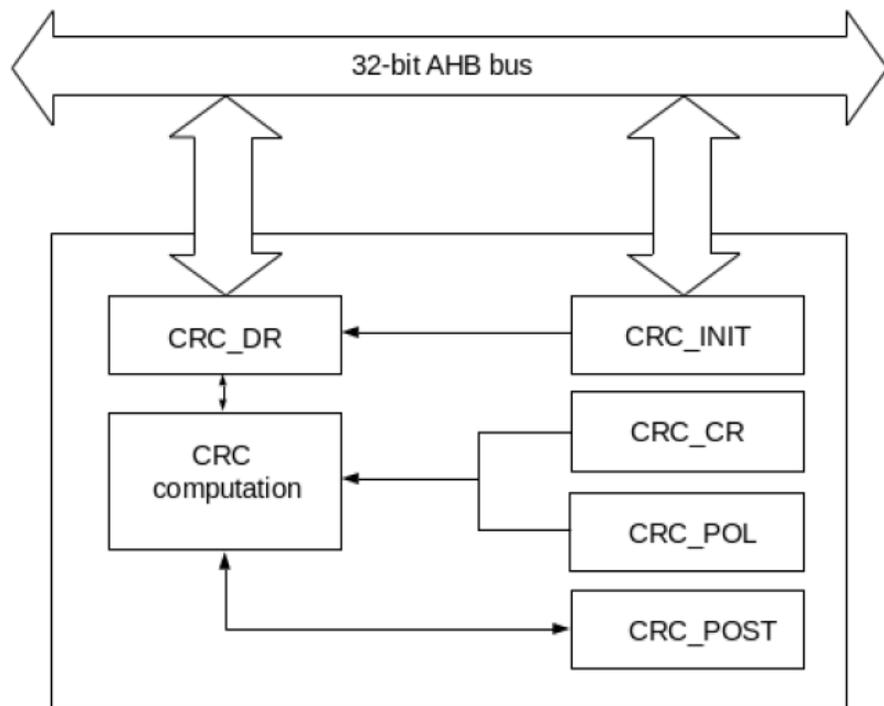


Особенности:

- ✓ один 32-разрядный таймер **TMR32** с четырьмя режимами работы «стоп», «вверх», «непрерывный» и «вверх/вниз» и четырьмя блоками захвата/хранения;
- ✓ три 16-разрядных таймера **TMR** с четырьмя режимами работы «стоп», «вверх», «непрерывный» и «вверх/вниз» и четырьмя блоками захвата/хранения на каждый таймер;
- ✓ формирование запросов DMA.

ОБЗОР ЦИФРОВОЙ ПЕРИФЕРИИ

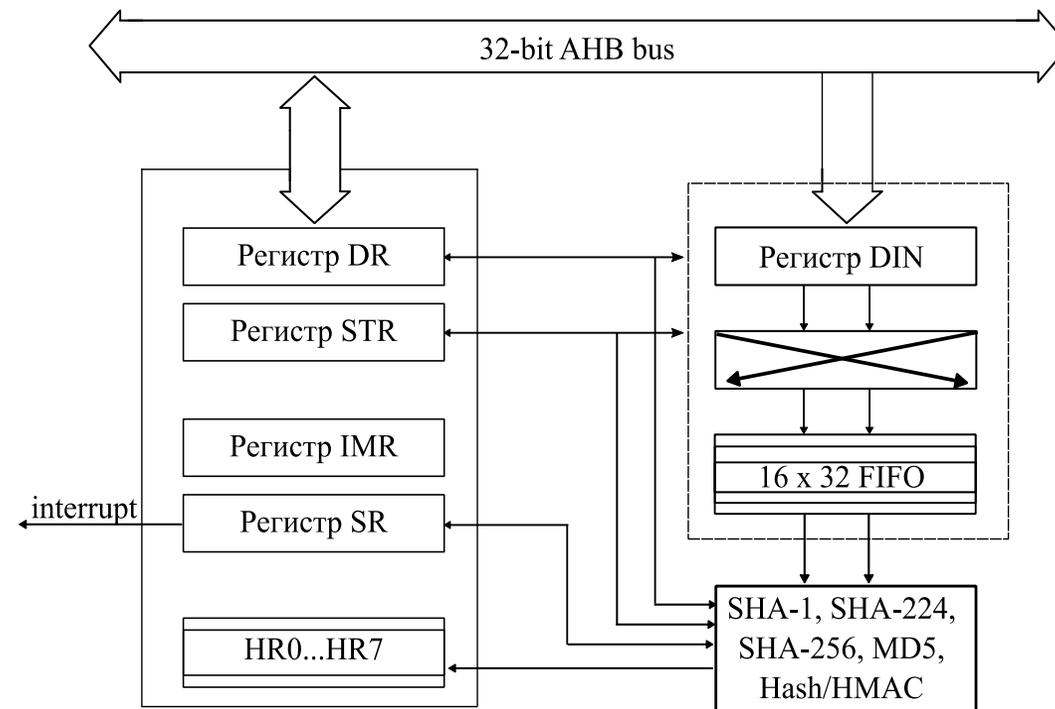
Блок CRC:



Особенности:

- ✓ программируемый генератор полиномов (7-, 8-, 16-, 32-бит);
- ✓ оперирует с 8-, 16-, 32-битными входными данными;
- ✓ программируемое начальное значение CRC;
- ✓ вычисление CRC осуществляется за четыре такта SYSCLK для входных 32-битных данных.

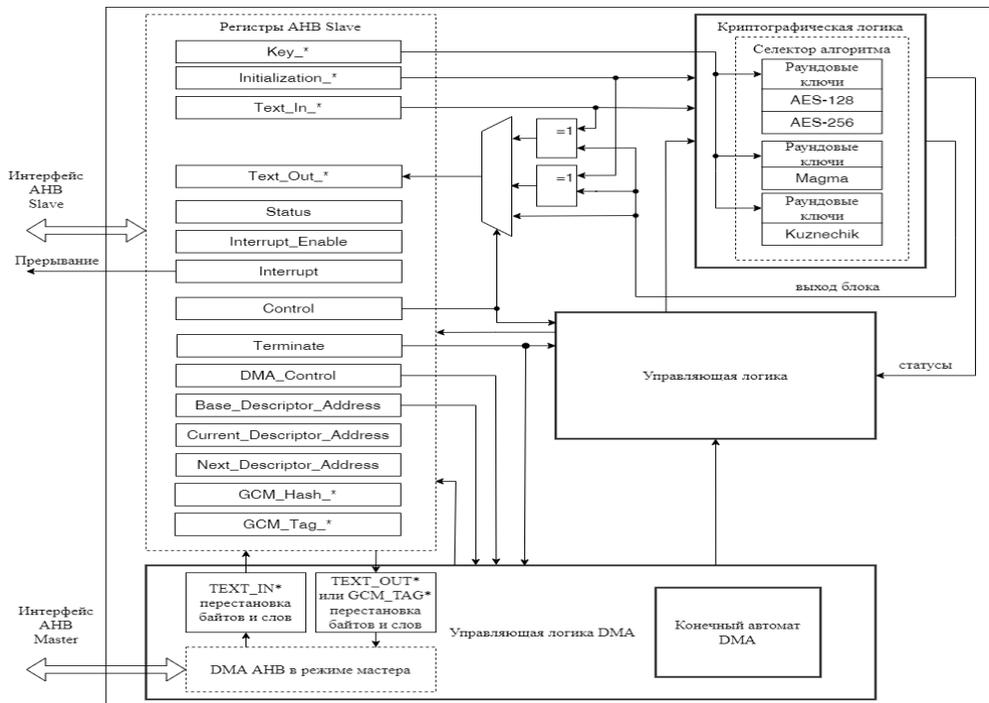
Хеш-процессор (HASH):



Особенности:

- ✓ быстрое вычисление алгоритмов SHA-1, SHA-224 и SHA-256, и MD5;
- ✓ формирование запросов DMA.

ОБЗОР ЦИФРОВОЙ ПЕРИФЕРИИ



Блок криптографии:

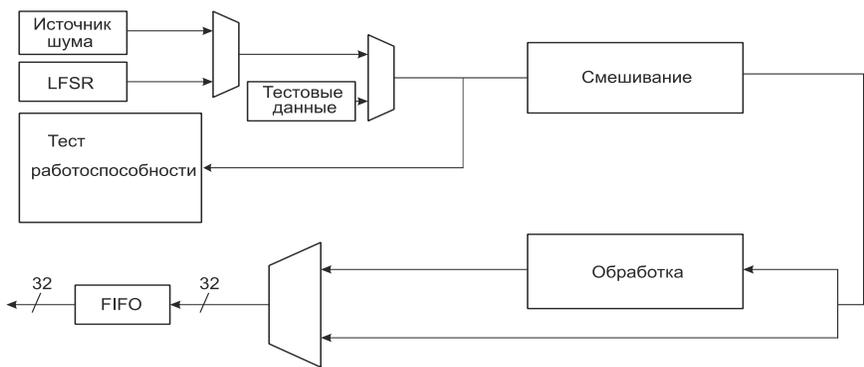
Особенности:

- ✓ реализует следующие алгоритмы блочного шифрования из стандарта FIPS PUB 197 и ГОСТ 34.12-2018:
 - AES-128. Размер блока 128 бит, ключа – 128 бит;
 - AES-256. Размер блока 128 бит, ключа – 256 бит;
 - Кузнечик. Размер блока 128 бит, ключа – 256 бит;
 - Магма. Размер блока 64 бит, ключа – 256 бит.
- ✓ поддерживает режимы:
 - электронной кодовой книги (ECB);
 - сцепления блоков шифротекста (CBC);
 - счетчика (CTR);
 - счетчика с аутентификацией Галуа (GCM).

Блок TRNG:

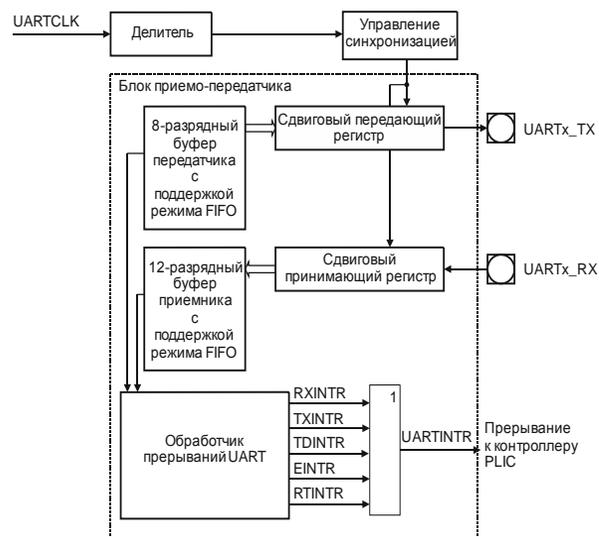
Особенности:

- ✓ на основе 32 кольцевых генераторов;
- ✓ тестирование количества повторений;
- ✓ тестирование на подсчет пропорций.



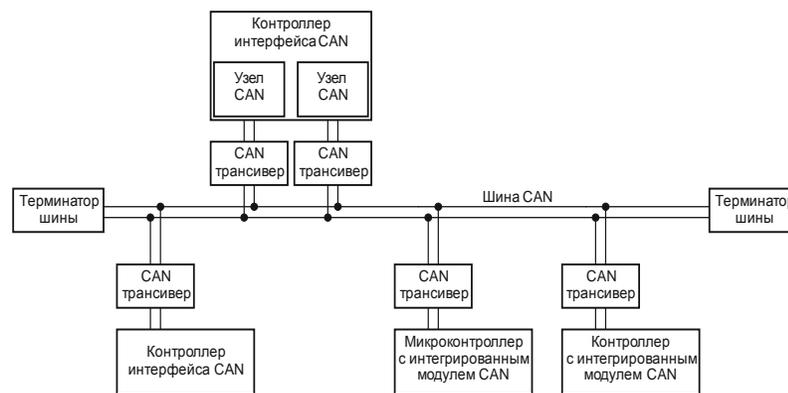
ОБЗОР ЦИФРОВОЙ ПЕРИФЕРИИ

Контроллер UART:



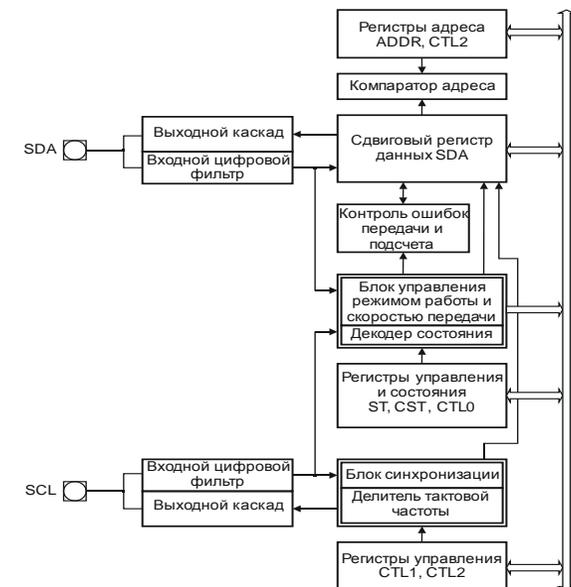
- Особенности:**
- ✓ количество портов: 5;
 - ✓ функции управления модемом (сигналы CTS, DCD, DSR, RTS, DTR и RI);
 - ✓ передача от 5 до 8 бит;
 - ✓ Формирование запросов DMA.

Контроллер интерфейса CAN 2.0b:



- Особенности:**
- ✓ поддержка двух узлов приема-передачи (TwinCAN);
 - ✓ программируемая скорость обмена до 1 Мбит/с;
 - ✓ отдельные управляющие регистры для каждого из двух узлов;
 - ✓ до 128 сообщений для двух узлов.

Контроллер интерфейса I2C:



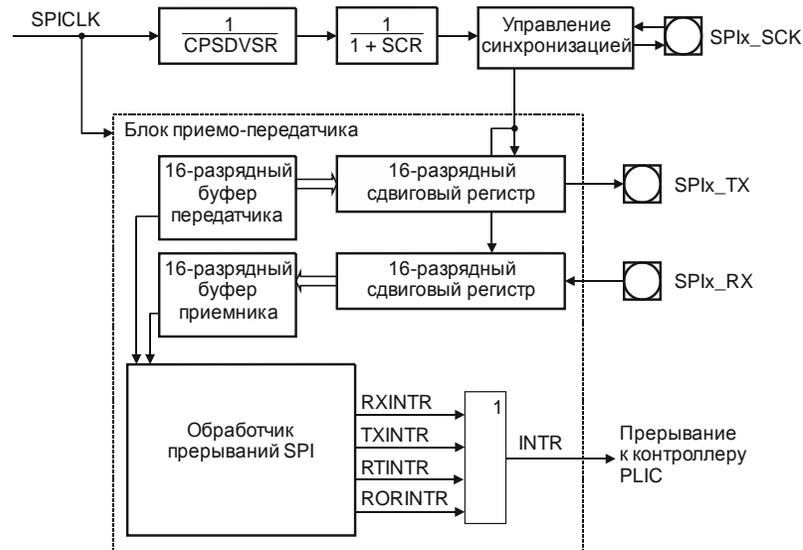
- Особенности:**
- ✓ поддержка скоростного/стандартного (FS) и высокоскоростного (HS) режимов;
 - ✓ программирование действий мастера/ведомого;
 - ✓ один программно задаваемый адрес;
 - ✓ 7- или 10-битная адресация ведомого;
 - ✓ поддержка адреса общего вызова.

ОБЗОР ЦИФРОВОЙ ПЕРИФЕРИИ

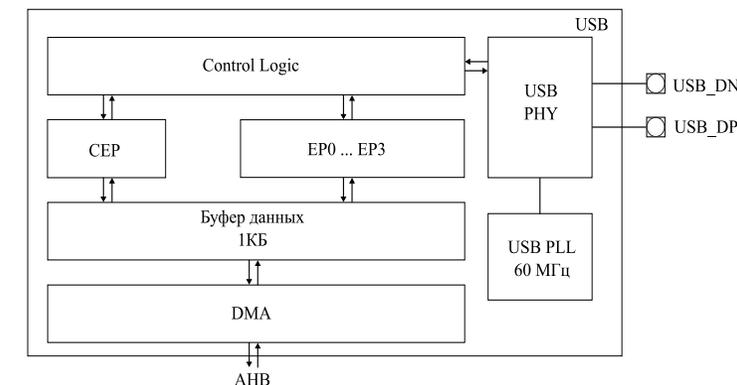
Контроллер интерфейса QSPI:



Контроллер интерфейса SPI:



Контроллер интерфейса USB FullSpeed:



Особенности:

- ✓ поддержка SDR и DDR;
- ✓ программируемый код операции для непрямого режима;
- ✓ программируемый формат кадра для непрямого режима;
- ✓ встроенный FIFO для приема и передачи;
- ✓ доступ к 8-, 16- и 32-битным данным

Особенности:

- ✓ количество портов: 2;
- ✓ программное управление скоростью обмена;
- ✓ программируемая длительность информационного кадра от 4 до 16 бит;
- ✓ независимое маскирование прерываний от буферов передатчика и приемника;
- ✓ формирование запросов DMA.

Особенности:

- ✓ в текущей ревизии поддержка одной конечной (EP4) и одной контрольной точки.

СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ И ОТЛАДКИ ПО

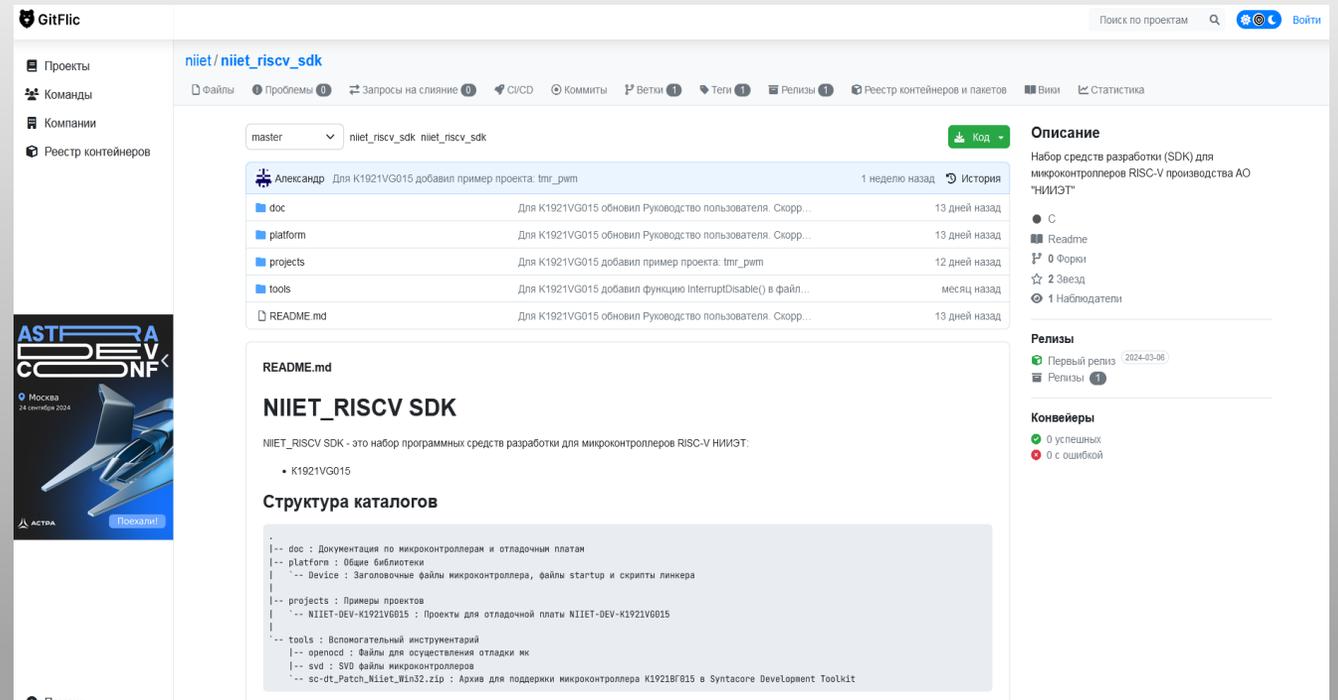
Репозиторий на GitFlic (регулярно обновляется)
https://gitflic.ru/project/niiet/niiet_riscv_sdk

- ✓ руководство по быстрому старту;
- ✓ актуальная версия руководства пользователя;
- ✓ описание особенностей ревизии (Errata);
- ✓ примеры работ с периферийными блоками;
- ✓ файлы openOCD для программирования Flash.

Интерфейс отладки: JTAG

Поддерживаемые аппаратные отладчики JTAG:

- ✓ Olimex;
- ✓ JLink;
- ✓ FTDI;
- ✓ Sipeed RV;



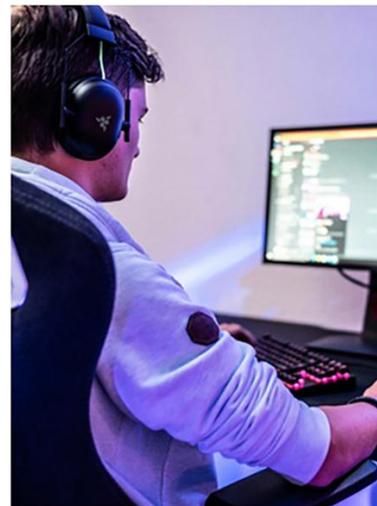
УЧАСТИЕ В АЛЬЯНСЕ RISC-V

АО «НИИЭТ» является членом Альянса RISC-V. K1921BG015 участвует в программе раннего доступа к технологии DEVBOARD.

Более 35 макетно-отладочных плат для микроконтроллера K1921BG015 были предоставлены для бесплатного тестирования потребителям в рамках программы DEVBOARD.

ПРОГРАММА РАННЕГО ДОСТУПА К ТЕХНОЛОГИИ DEVBOARD

RISC-V DEVBOARDS — первая в России программа раннего доступа к архитектуре RISC-V на микроконтроллерных отладочных платах



Программа была анонсирована на выставке ЦИПР 2024 в конце мая и 31 августа завершился прием заявок на участие в первом этапе программы.

ПРОГРАММА РАННЕГО ДОСТУПА К ТЕХНОЛОГИЯМ RISC-V DEVBOARDS

Представляем вашему вниманию уникальную возможность принять участие в Программе раннего доступа к технологиям RISC-V DEVBOARDS, которая базируется на концепции бесплатного тестирования самой перспективной и актуальной открытой архитектуры как для индустриального сегмента автоматизации, так и для построения сложнейших ИТ решений.

Программа реализуется ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО на Российских разработках, позволяя участникам попробовать свои силы как в углубленном изучении специфики открытой архитектуры RISC-V при реализации контроллера или процессора, так и разработать прототип своего собственного устройства или решения, что безусловно создаст серьезный задел в продвижении готовых решений на основе RISC-V на Российском рынке, поможет участнику программы дифференцировать свое решение в будущих коммерческих проектах.

Участие в программе не требует приобретения оборудования, оно будет предоставлено бесплатно. От участников потребуются только активная работа по тестированию технологии, соблюдение Правил программы и согласие на публикацию результатов.

На первом этапе программы участникам представилась возможность использовать решение от компании АО «Микрон», являющейся крупнейшим российским производителем микроселектронной продукции — микроконтроллер МК32 АМУР (K1948BK018) на базе отладочной платы МК32.

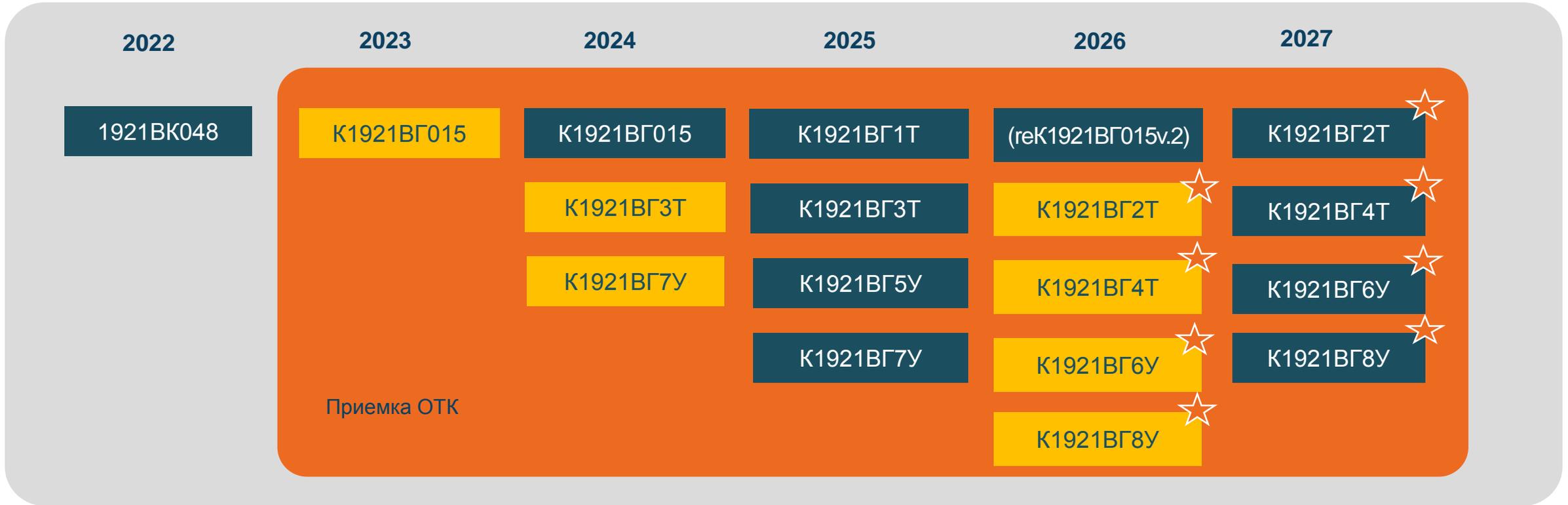
Результаты тестирования лучших проектов будут опубликованы на ресурсах Альянса и в прессе, а о разработке узнает широкий круг профессионалов российского ИТ-рынка. Входящая в состав Альянса RISC-V компания Positive Technologies оценит безопасность и уровень защищенности лучших спроектированных устройств.

По мере выхода новых контроллеров и процессоров на рынок будет расширяться как список их номенклатуры, так и перечень производителей, представленных в программе тестирования.

Второй этап программы будет основан на тестировании отладочной платы на базе микроконтроллера K1921BG015 от НИИЭТ ПАО Элемент. Он начнется осенью со старта на выставке МЭ 2024.

Для подачи заявки на участие в программе раннего доступа

ДОРОЖНАЯ КАРТА РАЗВИТИЯ ИЗДЕЛИЙ АО «НИИЭТ» НА АРХИТЕКТУРЕ RISC-V



- серийные образцы

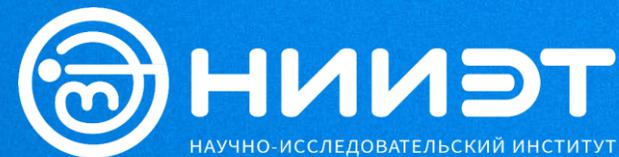


- макетные образцы



- полный цикл производства в России

В настоящее время ведется разработка K1921BG015 rev.2 с устранением особенностей функционирования, описанных в Errata. Старт серийных поставок модифицированных микроконтроллеров – в 2026 году после распродажи складских запасов.



НИИЭТ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

ЭЛЕМЕНТ

Быстрый старт
микроконтроллера
K1921BG015

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

 г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 5.

 Приемная: +7 (473) 226-20-35
Отдел маркетинга и сбыта: +7 (473) 280-22-94