

Микроконтроллер МІК32 Амур (K1948BK018)



32-х битный микроконтроллер на основе RISC-V ядра для устройств промышленного Интернета вещей

Специализированный 32-х битный микроконтроллер МІК32 Амур с ГОСТ-криптозащитой на основе процессорного ядра RISC-V с низким энергопотреблением.

Микроконтроллер предназначен для создания устройств промышленного Интернета вещей на основе современной отечественной электронной компонентной базы с высоким уровнем защиты данных и широкими функциональными возможностями.

Параметры и конструктивные особенности:

Вычислительное ядро	RISC-V 32-бита RV32IMC (на базе ядра SCR1 с открытым исходным кодом от компании Syntacore).
Максимальная частота тактирования	32 МГц
Память	ОППЗУ (Однократно программируемая ПЗУ) – 256 бит; ОЗУ – 16 Кбайт; ПЗУ (EEPROM) – 8 Кбайт; Подключаемая внешняя память по интерфейсу SPI Flash (Single, Dual, Quad) с поддержкой наборов команд управления, определенных в стандарте JEDEC, прямым доступом на чтение до 2 Гбайт и 1 Кбайт кэш.
DMA	4 канала; Режимы: память-память, периферия-периферия, память-периферия; 4 уровня приоритетов.
Контроллер прерываний	Поддержка до 32 источников прерываний от периферий таких как: АЦП, SPI, I ² C, UART, таймеров, мониторов напряжения, встроенного датчика температуры и т.д.
Интерфейсы	I ² C – 2 шт. с фильтрацией помех; USART – 2 шт. SPI – 2 шт.

Порты ввода/вывода общего назначения	16×2 + 8×1 (40 выводов); 8 линий внешних прерываний по уровням и фронтам; Настраиваемые функции выводов.
Криптографическая защита	Аппаратно-настраиваемый блок вычисления контрольной суммы (CRC32); Ускоритель симметричной криптографии с поддержкой алгоритмов шифрования по ГОСТ Р 34.12-2015 (Кузнечик и Магма) и AES 128.
Часы реального времени	Часы реального времени с поддержкой полного календаря; Возможность тактирования от генератора с внешним резонатором 32768 Гц или от внутреннего генератора 32 кГц.
Таймеры	Три модуля «Таймер32» с программируемым делителем и тремя режимами счета (прямой, обратный и двунаправленный). 2 таймера дополнительно имеют четыре независимых канала, способных работать в режиме захвата, сравнения или ШИМ; Три модуля «Таймер16» с программируемым делителем, поддержкой режима ШИМ и настраиваемыми входными цифровыми фильтрами.
Сторожевые таймеры	Сторожевой таймер для формирования сигнала сброса микроконтроллера при зависании программы; Сторожевой таймер шины предотвращает блокировку системы ведомым устройством, подключенный к шинам EEPROM, SPIFI и шине периферийных устройств.
АЦП	12-бит, 8 каналов, частота дискретизации до 800 кГц; Максимальное напряжение (1,2 ± 0,1) В.
ЦАП	12-бит, 2 канала, частота дискретизации до 1 МГц; Максимальное напряжение (1,2 ± 0,1) В.
Датчик температуры	Встроенный датчик температуры с диапазоном измерения температур -40 ... +125 °С.
Схема Brown-out-Reset и Power-on-Reset	Детектор снижения напряжения питания ниже определенного уровня; Схема удержания контроллера в состоянии сброса до порогового напряжения включения.

Монитор частоты системного домена	Схема контроля наличия сигнала на источниках тактирования с автоматическим переключением опорной и системной частоты, в случае их пропадания, на запасные.
Монитор напряжения питания	Мониторы напряжения питания основной и аналоговой части с детектированием превышения верхнего и нижнего порогового значения и выработкой прерывания; Схема слежения за основным питанием VCC и переключения питания батарейного домена на резервное (батарейное) VBAT.
Блок управления питанием	Блок управления питанием с поддержкой различных режимов энергопотребления, управлением тактовыми сигналами отдельных периферийных устройств.
Напряжение питания	3,3 В $\pm 10\%$
Диапазон рабочих температур	-45 ... +85 °C
Корпус	64 - выводной пластиковый корпус типа QFN.
Ток потребления VREF	Не более 0,84 мкА.
Диапазоны частот встроенных генераторов.	LSI32K: 20 - 35 кГц, HSI32M: 28 - 35 МГц.

Минимальная схема подключения микроконтроллера

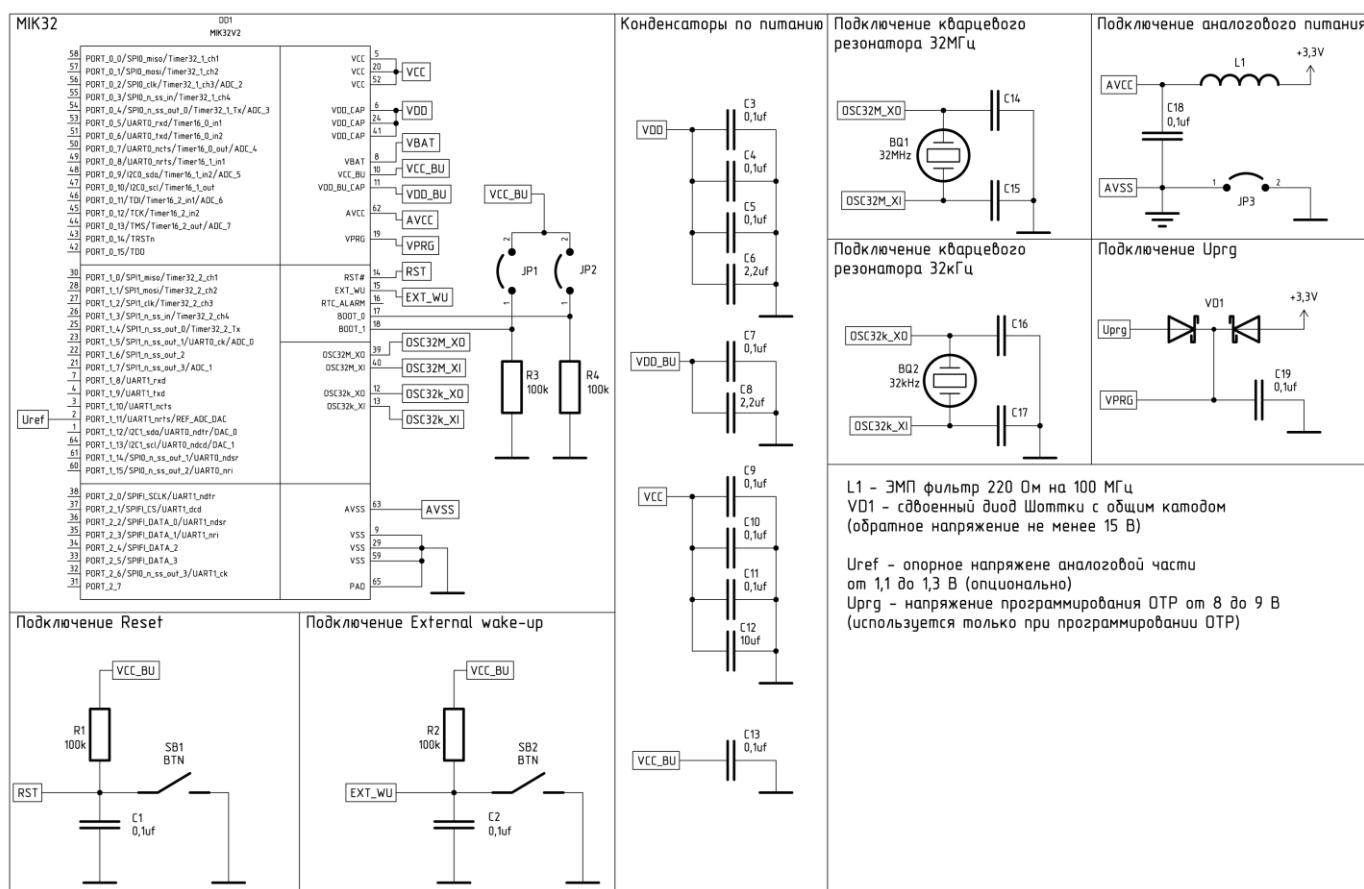


Рисунок 1 - минимальная схема подключения микроконтроллера с использованием керамических конденсаторов

Все выводы VCC/VDD объединены на кристалле. На печатной плате эти выводы рекомендуется дополнительно соединять между собой с целью уменьшения разницы потенциалов на разных сторонах микросхемы.

Дополнительно, для уменьшения импульсных помех по питанию рекомендуется ставить фильтрующие конденсаторы у всех выводов как можно ближе к корпусу микроконтроллера.

Конденсатор C6 следует установить ближе к выводу 6. Конденсатор C12 необходимо разместить ближе к выводу 5.

В таблице 1 представлены конденсаторы, рекомендуемые для подключения по цепи питания.

Таблица 1 - рекомендуемые конденсаторы для подключения по цепям питания

			С применением электролитических и керамических конденсаторов		С применением только керамических конденсаторов
Вывод питания	Название	Направление	Конденсатор электролитический	Конденсатор керамический	Конденсатор керамический
5, 20, 52	VCC	вход	—	3 x 0,1 мкФ + 1 x 10 мкФ	3 x 0,1 мкФ + 1 x 10 мкФ
6, 24, 41	VDD	выход	1 x 2,2 мкФ (ESR ~ 1±0,5 Ом)	3 x 0,1 мкФ	3 x 0,1 мкФ + 2,2мкФ
8	VBAT	вход	—	1 x 0,1 мкФ	1 x 0,1 мкФ
10	VCC_BU	выход	—	1 x 0,1 мкФ	1 x 0,1 мкФ
11	VDD_BU	выход	1 x 2,2 мкФ (ESR ~ 1±0,5 Ом)	1 x 0,1 мкФ	1 x 0,1 мкФ + 2,2мкФ

В таблице 2 представлены рекомендуемые компоненты для установки.

Таблица 2 - рекомендуемые компоненты

Обозначение на схеме	Название
L1	BLM(21/18/15)(PG/HG)(221/331/4)
VD1	BAT54C

Емкость нагрузочных конденсаторов C14, C15 и C16, C17 для кварцевых резонаторов BQ1 и BQ2 рассчитывается по формуле:

$$C_{XO} = C_{XI} = 2(C_L - (C_k + C_m)),$$

Где:

C_L – нагрузочная емкость используемого кварцевого резонатора;

C_k – суммарная емкость выводов XI и XO;

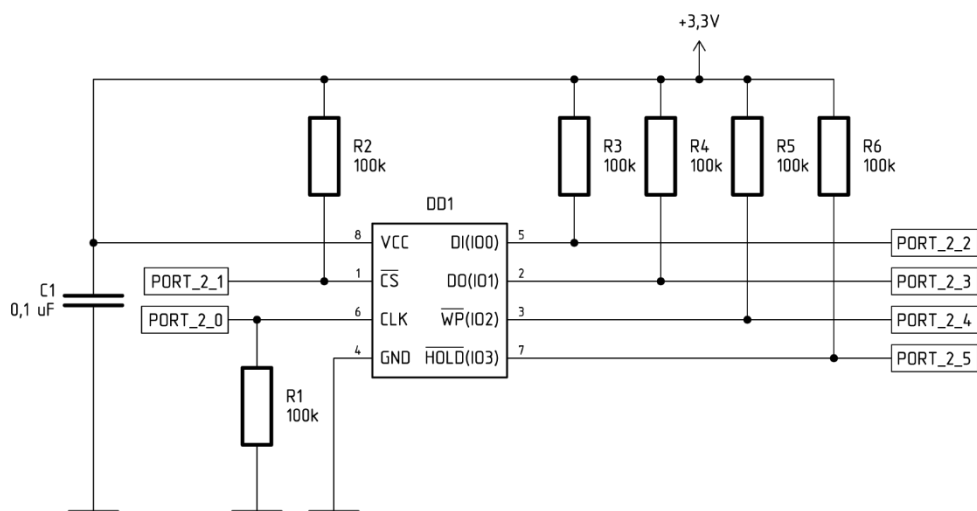
C_m – суммарная емкость проводников на печатной плате.

В большинстве случаев для предварительной оценки можно принимать $C_k + C_m = (3...7)$ пФ. Рекомендуется использовать кварцевые резонаторы с нагрузочной емкостью $C_L = (10...15)$ пФ.

Возможно использование внешних генераторов вместо резонаторов. Для этого вывод генератора OUT подключается к выводу OSC32K_XI или OSC32M_XI микроконтроллера, а выводы OSC32K_XO и OSC32M_XO можно оставить не подключенными.

При отсутствии кварцевого резонатора вывод _XI должен быть подключен к линии GND.

Схема подключения внешней памяти по SPIFI



Р и с у н о к 2 - схема подключения внешней памяти по интерфейсу SPIFI

Рекомендованные микросхемы внешней памяти представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 - рекомендованные микросхемы внешней памяти

Название	Память
W25Q16JVS IQ	16 Мбит
W25Q64JVS IQ	64 Мбит
W25Q128JVS IQ	128 Мбит
W25Q64FV	64 Мбит
W25Q128FV	128 Мбит
W25Q256FV	256 Мбит
GSN2516Y	16 Мбит

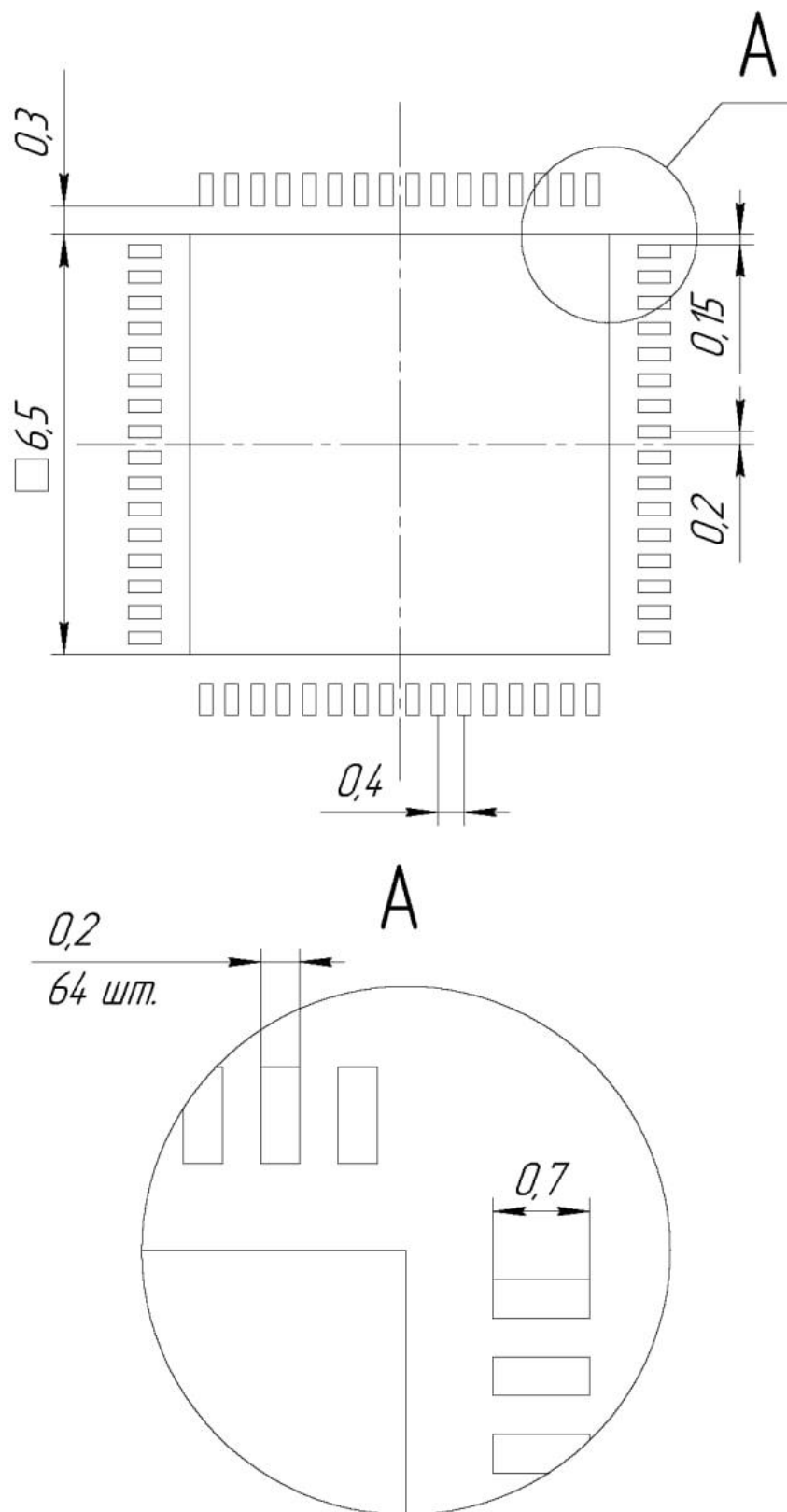
Потребление в различных режимах работы

Режим работы	Условия	Источник тактирования системы	Частота ядра	Потребление, мА
Активный	Тактирование периферий по умолчанию; Делитель АНВ = 0; Делитель APB_M = 0; Делитель APB_P = 0.	OSC32M	$F_{CPU} = 32$ МГц	12,50...15,00
Пониженного энергопотребления	Тактирование включено только у WU, PM, CPU, EEPROM, RAM, TCB; Источники OSC32M, OSC32K, HSI32M выключены; Делитель АНВ = 255; Делитель APB_M = 255; Делитель APB_P = 255.	LSI32K	$F_{CPU} = 125$ кГц	1,50...1,80
Спящий	Тактирование RAM, EEPROM, SPIFI выключено записью в PM.SLEEP_MODE = 0b1110; Тактирование включено только у WU, PM, CPU, TCB; Источники OSC32M, OSC32K, OSC32K выключены; Делитель АНВ = 255; Делитель APB_M = 255; Делитель APB_P = 255.	HSI32M	$F_{CPU} = 125$ кГц	3,20...3,84
		OCS32M		3,20...3,84
		LSI32K	$F_{CPU} = 125$ Гц	1,50...1,80
Стоп	Источники HSI32M, OSC32K, LSI32K выключены; Делитель АНВ = 255; Делитель APB_M = 255; Делитель APB_P = 255;	OCS32M	$F_{CPU} = 125$ кГц Ядро в состоянии sleep	2,00...2,40

	Источники OSC32M, HSI32M, OSC32K выключены; Делитель AHB = 255; Делитель APB_M = 255; Делитель APB_P = 255;	LSI32K	F _{CPU} = 125 Гц Ядро в состоянии sleep	0,70...0,84
Ожидание	Источники HSI32M, OSC32K выключены; OSC32M включен; Делитель AHB = 255; Делитель APB_M = 255; Делитель APB_P = 255	LSI32K	F _{CPU} = 125 Гц Питание ядра выключено	0,50...0,60
	Источники OSC32M, HSI32M, OSC32K выключены; <u>OSC32M не установлен,</u> <u>вывод XI заземлен;</u> Делитель AHB = 255; Делитель APB_M = 255; Делитель APB_P = 255.	LSI32K	F _{CPU} = 125 Гц Питание ядра выключено	0,17...0,20
Примечание: В главном цикле инкрементируется переменная, программа выполняется из EEPROM.				

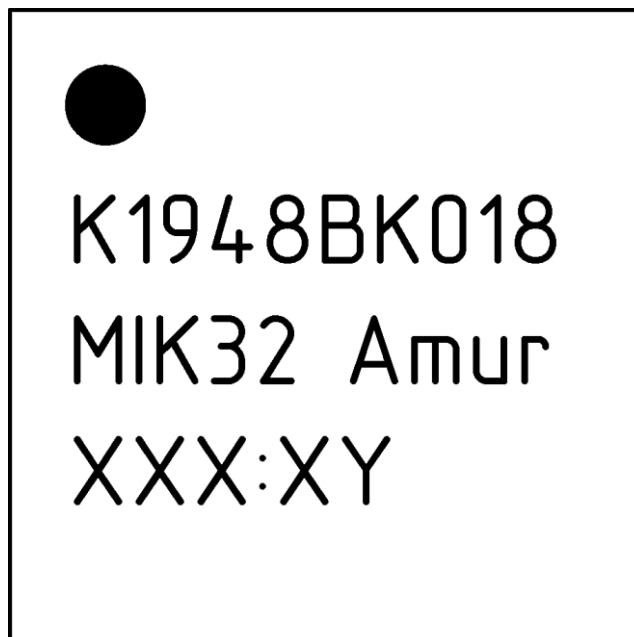
С дополнительной информацией о микроконтроллере МІК32 можно ознакомиться на сайте wiki.mik32.ru

Посадочное место под микроконтроллер



1. Все размеры указаны в миллиметрах.

Маркировка корпуса



Символ Y на маркировке корпуса МІК32 определяет следующие исполнения:

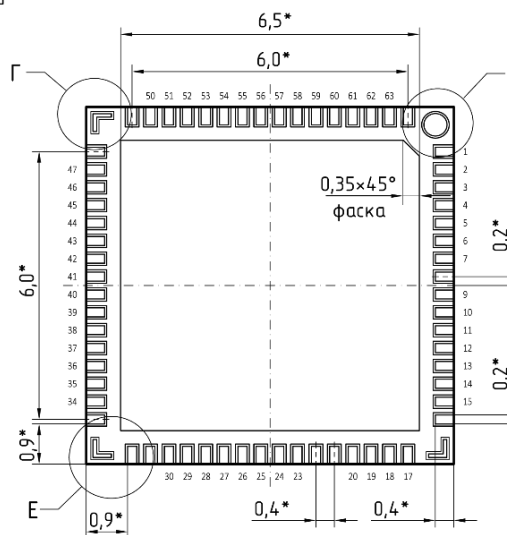
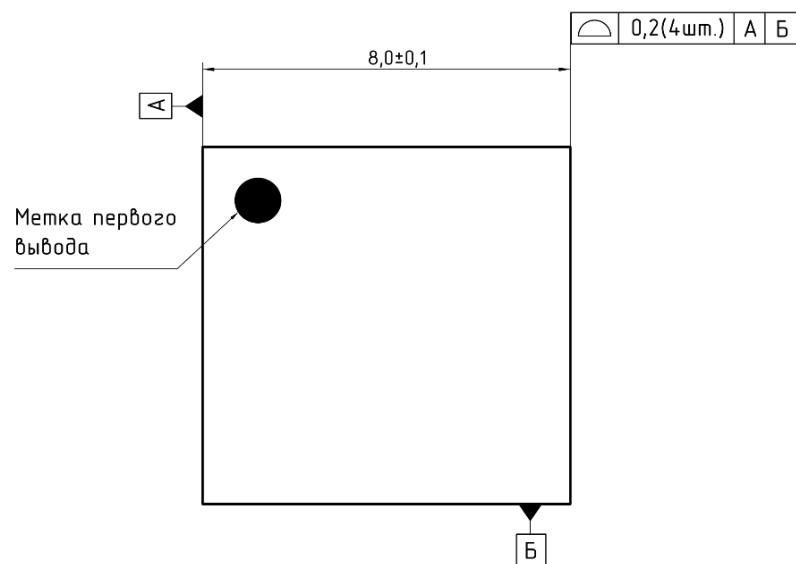
G – 32-разрядный микроконтроллер K1948BK018;

A – Исполнение K1948BK01A8 без использования блока АЦП;

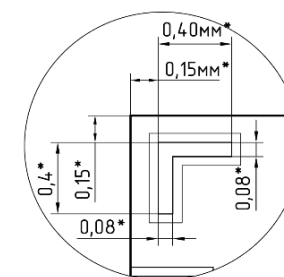
D – Исполнение K1948BK01B8 без использования блока ЦАП;

M – Исполнение K1948BK01B8 без использования блока ОТР.

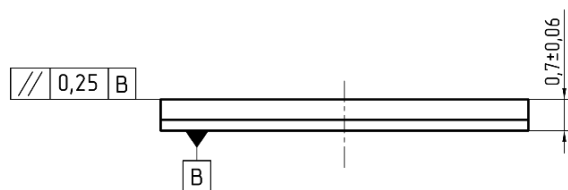
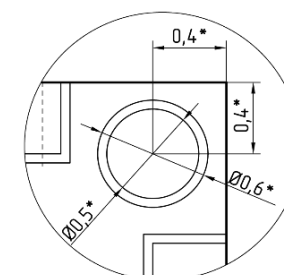
Габаритные размеры корпуса микроконтроллера



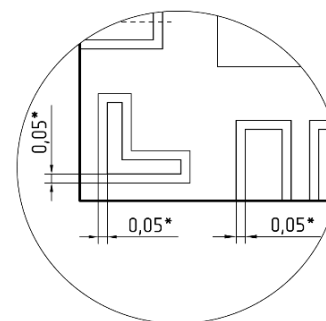
Г(40:1)



Д(40:1)



Е(40:1)



1.*Размеры для справок.
2.Все размеры указаны в миллиметрах.