



## МИКРОСХЕМА ЦИФРОВОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОМЫШЛЕННО- ГО ДИАПАЗОНА

Микросхема интегральная IN18B20D, IN18B20, IN18B20AD (IN18B20X), IZ18B20-4, IZ18B20-5, IZ18B20A-4, IZ18B20A-5 (IZ18B20X) - цифровой датчик для измерителя температуры промышленного диапазона с программируемым разрешением измерения от 9 до 12 бит. Предназначена для цифрового измерения температуры в диапазоне от минус 55 до плюс 125 °С и обеспечивает точность измерения  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  в диапазоне температур от минус 10 до плюс 85°С.

IN18B20X, IZ18B20X обменивается данными по однопроводному интерфейсу типа 1-Wire, может быть единственным устройством на линии, а так же работать в группе. Всем процессом обмена информацией управляет внешний контролер однопроводной шины.

Каждая микросхема IN18B20X, IZ18B20X имеет уникальный 64-битный серийный номер, который позволяет внешнему контролеру общаться с множеством датчиков IN18B20X, IZ18B20X установленных на одной шине. Такой подход позволяет осуществлять опрос множества датчиков IN18B20X, IZ18B20X, распределенных на большой площади.

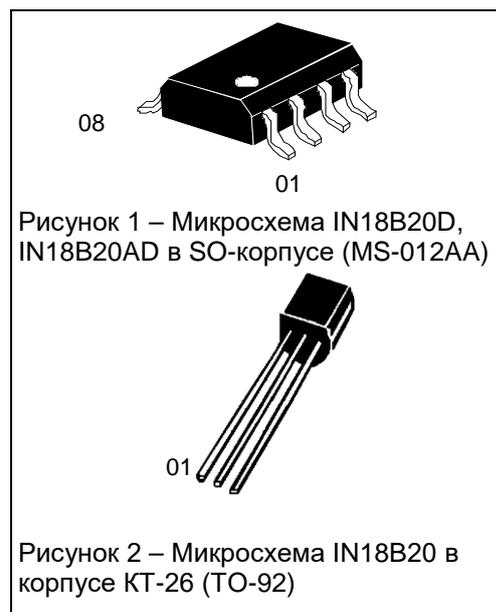
Дополнительно, микросхема IN18B20X, IZ18B20X может функционировать в режиме с емкостным питанием без необходимости подключения к внешнему источнику напряжения питания.

Применяется в промышленных, научных и аналитических измерениях, в широком спектре промышленного и технологического оборудования, в распределенных системах контроля и управления температурой.

IN18B20X, IZ18B20X является полным функциональным аналогом микросхемы DS18B20 ф."Maxim-Dallas Semiconductor".

### Основные характеристики:

- преобразование значения температуры в 12-ти битный цифровой код;
- программируемая пользователем точность представления температуры от 9 до 12 бит;
- диапазон измеряемых температур от минус 55 до плюс 125 °С;
- наличие сигнала предупреждения о превышении температурой запрограммированных пользователем пороговых значений;
- наличие в каждой ИМС уникального 64-битного серийного номера, недоступного для изменения пользователем;
- запись/чтение данных из памяти, передача данных по однопроводному интерфейсу типа 1-Wire;
- возможность питания от линии данных, от элемента питания;
- напряжение питания  $U_{DD}$  от 3,0 до 5,5 В;
- допустимое значение потенциала статического электричества не менее 2000 В.



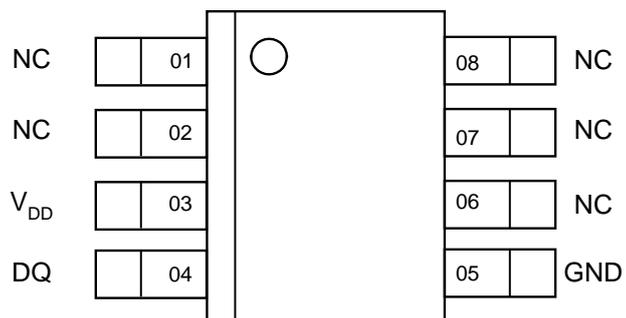


Рисунок 3 – Обозначение выводов в корпусе MS-012AA

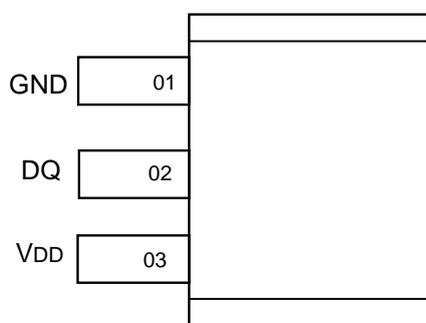


Рисунок 4 – Обозначение выводов в корпусе KT-26 (TO-92)

Таблица 1 – Назначение выводов микросхемы в корпусе и контактных площадок кристалла

Номер контактной площадки	Номер вывода корпуса		Обозначение	Назначение вывода
	IN18B20D	IN18B20		
IZ18B20-4, IZ18B20-5				
01	03	03	V <sub>DD</sub>	Вывод питания от источника напряжения
02	04	02	DQ	Вход/выход данных
03	05	01	GND	Общий вывод
04	-	-	TST	Вывод тестовый
05	-	-	T	Вывод тестовый
06	-	-	THV	Вывод тестовый

Примечание – Контактные площадки 04 - 06 (выводы тестовые TST, T, THV) служат для организации режима тестирования в процессе изготовления микросхем, в аппаратуре потребителя не используются и при сборке в корпус не развариваются

Таблица 1а – Назначение выводов микросхемы в корпусе и контактных площадок кристалла

Номер контактной площадки	Номер вывода корпуса	Обозначение	Назначение вывода
IZ18B20A-4, IZ18B20A-5	IN18B20AD		
01	03	V <sub>DD</sub>	Вывод питания от источника напряжения
02	04	DQ	Вход/выход данных
03	05	GND	Общий вывод
04	-	TST	Вывод тестовый
05	-	T	Вывод тестовый
06	-	THV	Вывод тестовый
07	-	R1	Вывод тестовый
08	-	R2	Вывод тестовый
09	-	R3	Вывод тестовый
10	-	R4	Вывод тестовый
11	-	R5	Вывод тестовый

Примечание – Контактные площадки 04-11 (выводы тестовые TST, T, THV, R1-R5) служат для организации режима тестирования в процессе изготовления микросхем, в аппаратуре потребителя не используются и при сборке в корпус не развариваются



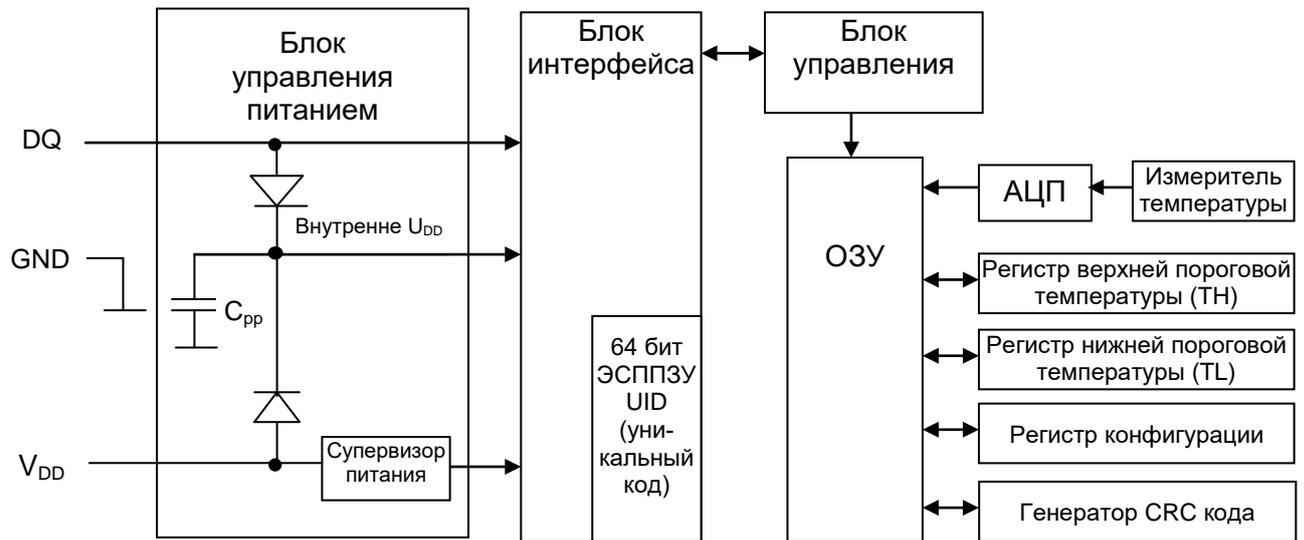


Рисунок 5 – Структурная схема микросхемы

Таблица 2 – Предельные электрические режимы

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
$U_{DD}$	Напряжение питания (от элемента питания)	-0,5	6,0	В
$T_a$	Предельная температура среды	-60	125	°C

Таблица 3 – Предельно допустимые режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения	Примечание
		не менее	не более		
$U_{DD}$	Напряжение питания	3,0	5,5	В	-
$U_{PU}$	Напряжение питания (на внешнем подтягивающем резисторе)				
	в режиме питания по выводу DQ ( $U_{DD} = 0$ В)	3,0	5,5	В	1, 2
	в режиме питания по выводу $V_{DD}$	3,0	$U_{DD}$	В	1
$U_{IL}$	Входное напряжение низкого уровня				
	при $U_{DD} = 5$ В	-0,3	0,8	В	1, 3
	при $U_{DD} = 3$ В	-0,3	0,5	В	1, 2, 3
$U_{IH}$	Входное напряжение высокого уровня				
	в режиме питания по выводу $V_{DD}$	2,2	$U_{DD}+0,3$	В	1, 4
	в режиме питания по выводу DQ ( $U_{DD} = 0$ В)	3,0	$U_{DD}+0,3$	В	1, 2, 4
$t_{WR}$	Время цикла записи ЭСППЗУ при $U_{DD} = 5$ В	-	10	мс	2
$T_a$	Рабочая температура среды	-55	125	°C	-

Примечания

- 1 Напряжения указаны относительно общего вывода.
- 2 В диапазоне температур от минус 55 до плюс 100°C.
- 3 Ток внешнего управляющего драйвера 4,0 мА.
- 4 Ток внешнего управляющего драйвера 1,0 мА



Таблица 4 – Электрические параметры микросхемы

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквен- ное обозна- чение	Норма		Темпе- ратура среды, °C
		не менее	не более	
Ток потребления, мкА при $U_{DD} = 5,5 \text{ В}$ , $U_I = 0 \text{ В}$ или $U_{DD}$	$I_{DD}$	-	<u>1,0</u> 1,0	<u>25±10</u> -55; 70
Динамический ток потребления, мкА при $U_{DD} = 5 \text{ В}$	$I_{ODD}$	-	<u>1500</u> 1500	<u>25±10</u> -55; 125
Выходной ток низкого уровня, мА при $U_O = 0,4 \text{ В}$	$I_{OL}$	<u>4,0</u> 4,0	-	
Ошибка измерения температуры, °C	$t_{ERR}$	-	±0,5	25±10 -10; 85
		-	±2,0	-55; 125

Таблица 5 – Справочные значения электрических параметров

Наименование параметра, единица измерения	Буквен- ное обозна- чение	Режим измерения	Типовое значение	Темпе- ратура среды, °C
Входной ток, мкА - на выводе DQ	$I_{DQ}$	Драйвер линии выключен, $U_{DD} = 5 \text{ В}$	5	<u>25±10</u> -55; 125
Ток потребления, мкА	$I_{DD}$	$U_{DD} = 5,5 \text{ В}$ , $U_I = 0 \text{ В}$ или $U_{DD}$	0,75	<u>25±10</u> -55; 70
Дрейф измерения температуры, °C	$\Delta T$	После 1000 часов при 125 °C $U_{DD} = 5,5 \text{ В}$	±0,3	25±10



## Функциональное описание

IN18B20X, IZ18B20X использует исключительно 1-Wire протокол – при этом формируется соединение, которое осуществляет коммуникацию на шине, используя всего один управляющий сигнал. Шина должна быть подключена к источнику питания через подтягивающий резистор, так как все устройства, связанные с шиной, используют соединение через порт с тремя состояниями или порт с открытым стоком. Используя эту шину микропроцессор (устройство управления) идентифицирует и обращается к датчикам температуры, используя 64-битовый код микросхемы. Поскольку каждая микросхема имеет уникальный код, число микросхем, к которым можно обратиться на одной шине, фактически не ограничено.

Каждая IN18B20X, IZ18B20X содержит уникальный 64-битовый код, сохраненный в ЭСППЗУ UID. Оперативная память содержит 2-байтовый температурный регистр, который хранит значение температуры по окончании температурного преобразования, два однобайтовых регистра пороговой температуры (TH и TL) и регистр конфигурации. Регистр конфигурации позволяет пользователю устанавливать разрешающую способность цифрового преобразователя температуры к 9, 10, 11, или 12 битам, это и влияет на время конвертирования температуры.

TH, TL и регистр конфигурации энергонезависимы (EEPROM), таким образом, они сохраняют данные, когда микросхема - выключена.

Другая особенность IN18B20X, IZ18B20X – способность работать без внешнего питания. Эта возможность предоставляется через подтягивающий резистор. Высокий сигнал шины заряжает внутренний конденсатор (C<sub>PP</sub>), который питает прибор, когда на шине низкий уровень. Этот метод носит название «паразитное» питание. При этом максимальная измеряемая температура составляет + 100 °С. Для расширения диапазона температур до + 125 °С необходимо использовать внешнее питание.

Система команд микросхем приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Система команд

Команда	Код команды	Описание команды
Read ROM (Чтение ЭСППЗУ UID)	[33h]	Читать ЭСППЗУ UID (уникальный код)
Match ROM (Соответствие ЭСППЗУ UID)	[55h]	Сопоставить данные ЭСППЗУ UID (уникальный код)
Skip ROM (Пропуск ЭСППЗУ UID)	[CCh]	Пропустить сравнение данных ЭСППЗУ UID (уникальный код)
Search ROM (Поиск ЭСППЗУ UID)	[F0h]	Искать ЭСППЗУ UID (уникальный код)
Alarm Search (Поиск Аварии)	[ECh]	Поиск сигнала предупреждения
Convert T <sup>1)</sup> (Конвертирование температуры)	[44h]	Инициализировать преобразование температуры
Read Scratchpad (Чтение памяти)	[BEh]	Читать байты из ОЗУ и читать байт CRC кода
Write Scratchpad (Запись в память)	[4Eh]	Записывать данные байтов 2, 3 и 4 в ОЗУ
Copy Scratchpad <sup>1)</sup> (Копирование ОЗУ в ЭСППЗУ)	[48h]	Копировать данные из ОЗУ в ЭСППЗУ
Recall E2 (Повторная загрузка)	[B8h]	Перенос данных из ЭСППЗУ в ОЗУ
Read Power Supply (Вид электропитания)	[B4h]	Выдача данных о режиме питания ИМС

<sup>1)</sup> Время включения питания микросхем через вывод DQ после команд «Convert T» и «Copy Scratchpad» не более 10 мкс



### Режим преобразования температуры

Основное функциональное назначение IN18B20X, IZ18B20X - температурный преобразователь. Разрешающая способность температурного преобразователя может быть изменена пользователем и составляет 9, 10, 11, или 12 битов, соответствуя приращениям (дискретности измерения температуры) 0,5000; 0,2500; 0,1250 и 0,0625 °C, соответственно. Разрешающая способность по умолчанию установлена 12 бит. В исходном состоянии IN18B20X, IZ18B20X находится в состоянии покоя (в неактивном состоянии). Чтобы начать температурное измерение и преобразование, главное устройство должно подать команду начала конвертирования температуры Convert T [44 h]. После конвертирования полученные данные запоминаются в 2-байтовом регистре конвертора температуры в оперативной памяти, и IN18B20X, IZ18B20X возвращается к неактивному состоянию. Если IN18B20X, IZ18B20X включена с внешним питанием, главное устройство может контролировать конвертирование температуры (после команды [44h]) по состоянию шины. IN18B20X, IZ18B20X будет формировать (ответ на слот времени считывания от устройства управления) логический «0», когда происходит температурное преобразование. И логическую «1», когда преобразование выполнено. Если IN18B20X, IZ18B20X включена с «паразитным» питанием, эта технология уведомления не может быть использована, так как на шину нужно подавать высокий уровень (напряжение питания) в течение всего времени температурного преобразования. В этом случае устройство управления должно самостоятельно контролировать время преобразования.

Выходные температурные данные IN18B20X, IZ18B20X калиброваны в градусах Цельсия. Температурные данные запоминаются как 16-битовое число со знаком. Формат регистра температуры приведен на рисунке 6. Биты признака S указывают, является ли температура положительной или отрицательной: для положительных чисел  $S = 0$ , а для отрицательных  $S = 1$ . Если IN18B20X, IZ18B20X будет настроена для преобразования 12-битного разрешения, то все биты в температурном регистре будут содержать действительные данные. Для 11-битной разрешающей способности, бит 0 не определен. Для 10-битной разрешающей способности, биты 1 и 0 неопределенные, и для 9-битной разрешающей способности биты 2, 1 и 0 неопределенные.

В таблице 7 представлены примеры данных цифрового выхода и соответствующей температуры, для 12- битной разрешающей способности.

	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Младшие биты	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$
	Бит 15	Бит 14	Бит 13	Бит 12	Бит 11	Бит 10	Бит 9	Бит 8
Старшие биты	S	S	S	S	S	$2^6$	$2^5$	$2^4$

Рисунок 6 – Формат регистра температуры



Таблица 7 – Примеры соответствия данных цифрового выхода температуре

Температура	Цифровой выход (двоичный)	Цифровой выход (шестнадцатеричный)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h
+75°C	0000 0100 1011 0000	04B0h
+25,0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10,125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0,5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0,5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10,125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

### Память

Память IN18B20X, IZ18B20X организована, как показано на рисунке 7. Память состоит из оперативной памяти ОЗУ (RAM) и энергонезависимой памяти ЭСППЗУ (EEPROM). Первые два регистра – это регистры конвертора температуры, далее идут регистры пороговой температуры (TH и TL) и регистр конфигурации. Если функция Аварии IN18B20X, IZ18B20X не используется, то регистры TH и TL могут быть ячейками универсальной памяти. Байт 0 и байт 1 ОЗУ содержат младший и старший байты температурного регистра, соответственно. Эти байты только для чтения. Байты 2 и 3 обеспечивают доступ к регистрам TH и TL. Байт 4 содержит данные регистра конфигурации. Байты 5, 6, и 7 зарезервированы для внутреннего использования устройством и запись в эти регистры невозможна. Байт 8 ОЗУ только для чтения и содержит CRC код, вычисленный для байтов 0 - 7 ОЗУ.

Пользователь может настроить конверсионную разрешающую способность преобразования IN18B20X, IZ18B20X, используя биты 5 и 6 (R0 и R1) регистра конфигурации (байт 4), как показано в таблице 8. Значение этих битов по умолчанию - R0 = 1 и R1 = 1 (12-битовая разрешающая способность). Есть прямая зависимость между разрешающей способностью преобразования и конверсионным временем преобразования. Бит 7 и биты от 0 до 4 в регистре конфигурации зарезервированы для внутреннего использования устройством и не могут быть изменены или использованы пользователем, бит 7 отвечает «0».

Таблица 8

R1	R0	Разрешение	Максимальное время конвертирования	
0	0	9 бит	93,75 мс	( $t_{CONV}/8$ )
0	1	10 бит	187,5 мс	( $t_{CONV}/4$ )
1	0	11 бит	375 мс	( $t_{CONV}/2$ )
1	1	12 бит	750 мс	( $t_{CONV}$ )



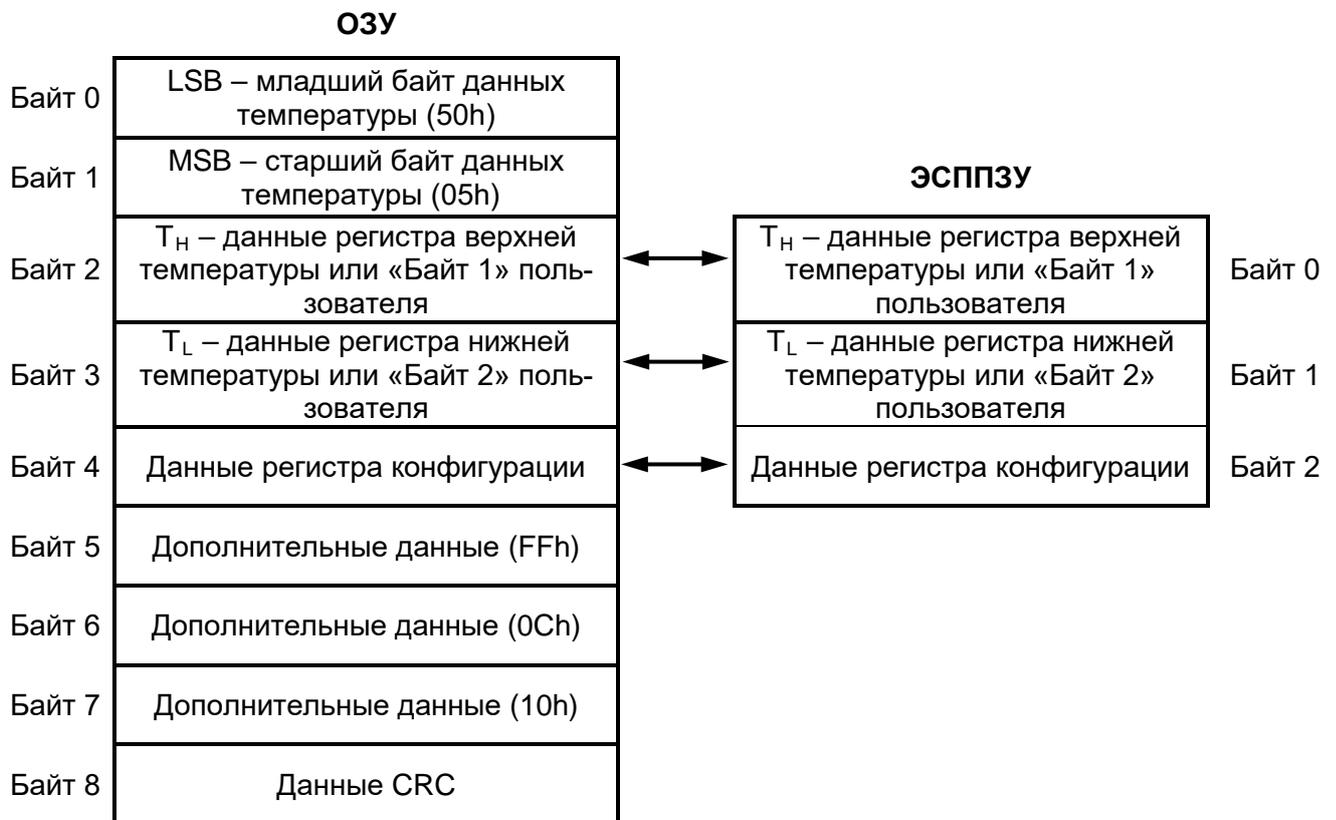


Рисунок 7 – Карта памяти

### Протокол шины 1-Wire

IN18B20X, IZ18B20X использует строгий протокол коммуникации шины 1-Wire, чтобы застраховать целостность данных. В соответствии с этим протоколом определены несколько типов сигнала: импульс сброса, импульс присутствия, запись «0», запись «1», чтение «0», и чтение «1». Устройство управления формирует все эти сигналы на шине, за исключением импульса присутствия.

Динамические параметры протокола обмена 1-Wire шины приведены в таблице 9.

### Инициализация

Все операции на шине 1-Wire начинаются с последовательности инициализации. Последовательность инициализации состоит из импульса сброса, переданного устройством управления шиной, и импульса(ов) присутствия, переданных подчиненными устройствами. Импульсы присутствия позволяют устройству управления шиной узнать о том, что подчиненные устройства присутствуют на шине и готовы к работе.

Временная диаграмма инициализации приведена на рисунке 8.



### Слоты времени чтения/записи

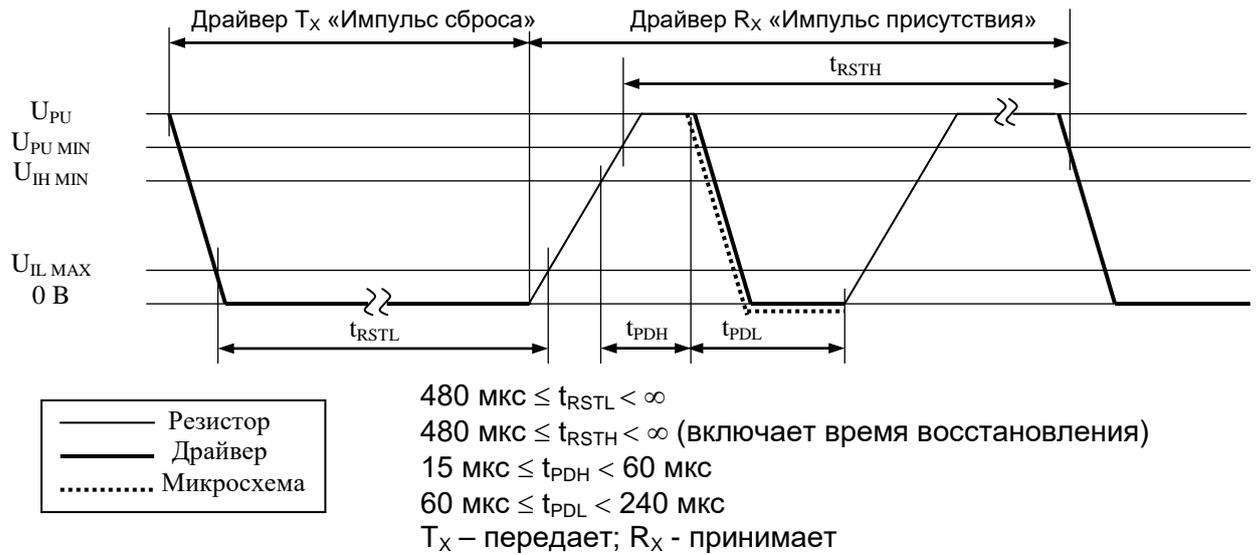
Устройство управления шиной записывает данные в IN18B20X, IZ18B20X в течение слотов времени записи и читает данные от IN18B20X, IZ18B20X в течение слотов времени считывания. Слот времени – временной интервал протокола обмена однопроводного интерфейса. Один бит данных передается за один слот времени.

Временные диаграммы записи «0», записи «1», считывания приведены на рисунках 9-11.

Таблица 9 – Динамические параметры протокола обмена 1-Wire шины

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма параметра		Примечание
		не менее	не более	
Время преобразования температуры, мс при 9-битном разрешении при 10-битном разрешении при 11-битном разрешении при 12-битном разрешении	$t_{CONV}$	-	93,75 187,5 375 750	-
Временной интервал протокола обмена однопроводного интерфейса, мкс	$t_{SLOT}$	60	120	-
Длительность низкого уровня при записи «1», мкс	$t_{LOW1}$	1	15	-
Длительность низкого уровня при записи «0», мкс	$t_{LOW0}$	60	120	-
Время удержания действительных данных при чтении, мкс	$t_{RDV}$	-	15	-
Время восстановления, мкс	$t_{REC}$	1	-	-
Длительность высокого уровня при сбросе, мкс	$t_{RSTH}$	480	-	1
Длительность низкого уровня при сбросе, мкс	$t_{RSTL}$	480	-	2
Длительность высокого уровня импульса присутствия, мкс	$t_{PDH}$	15	60	-
Длительность низкого уровня импульса присутствия, мкс	$t_{PDL}$	60	240	-
Примечания				
1 Дополнительный сброс или последовательность обмена не может начинаться во время высокого уровня сброса.				
2 При работе в режиме питания по выводу DQ ( $U_{DD}=0$ В) при $t_{RSTL} > 960$ мкс может <b>выполняться</b> сброс				





Для того чтобы не маскировать прерывания, посылаемые по однопроводной шине другими устройствами, длительность  $t_{RSTL}$  должна быть всегда меньше 960 мкс.

Рисунок 8 – Временная диаграмма инициализации

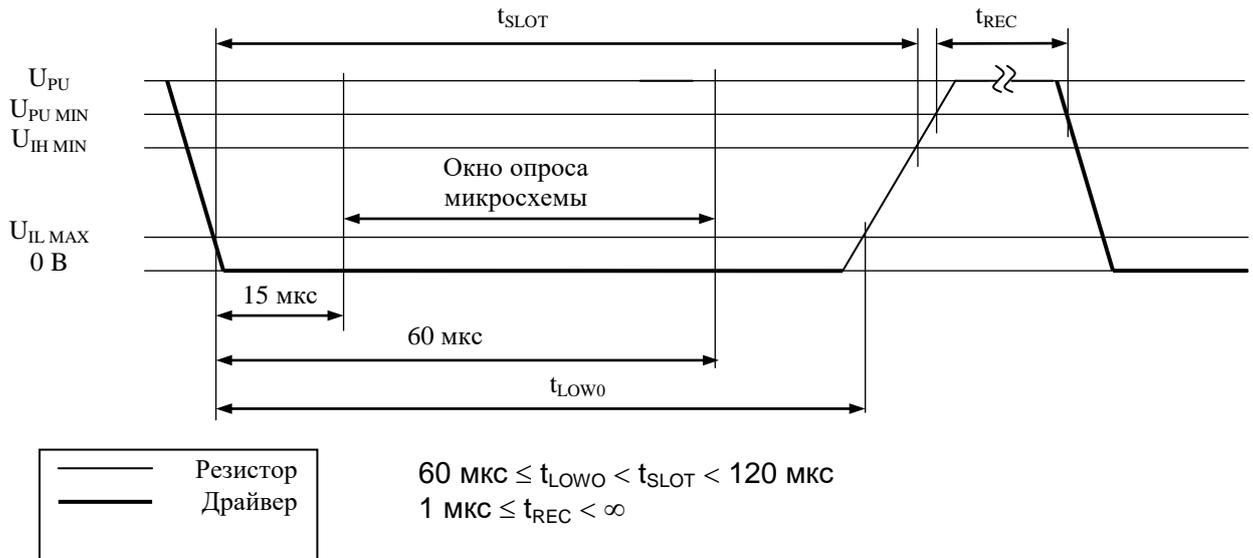


Рисунок 9 – Временная диаграмма записи «0»

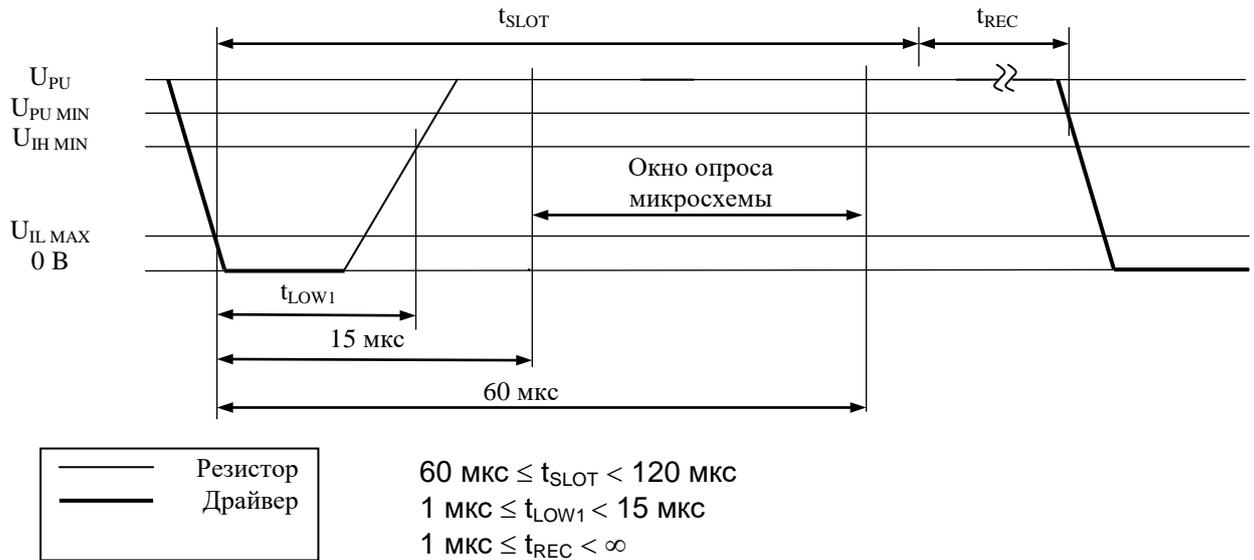


Рисунок 10 – Временная диаграмма записи «1»

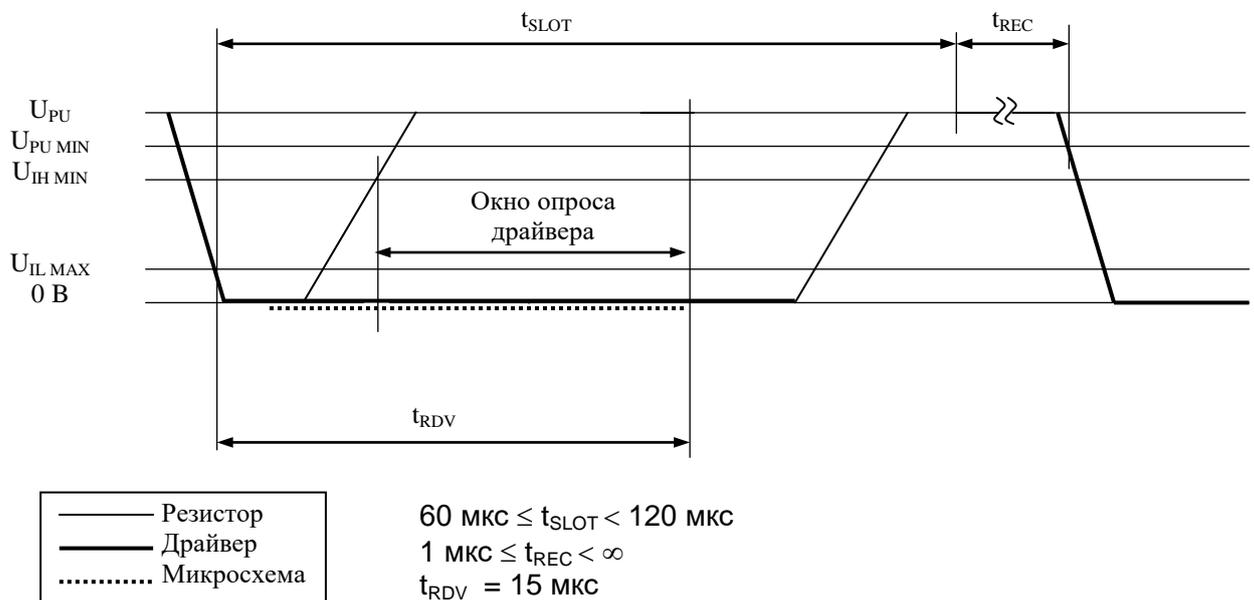


Рисунок 11 – Временная диаграмма чтения данных

Рекомендуемые схемы включения представлены на рисунках 12,13.

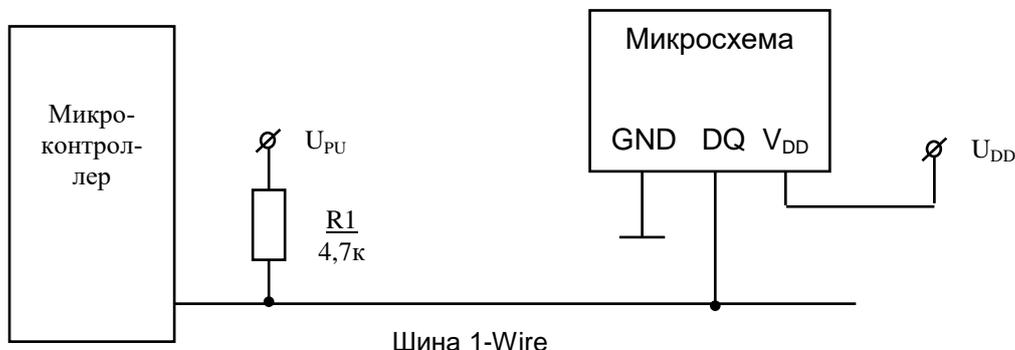


Рисунок 12 – Подключение микросхемы в режиме внешнего питания (по выводу  $V_{DD}$ )

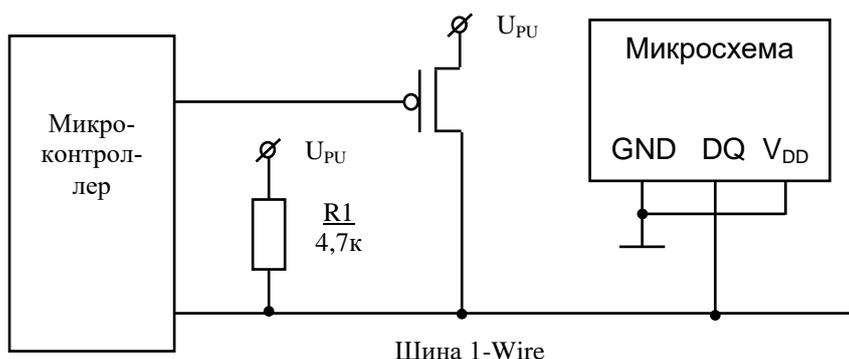
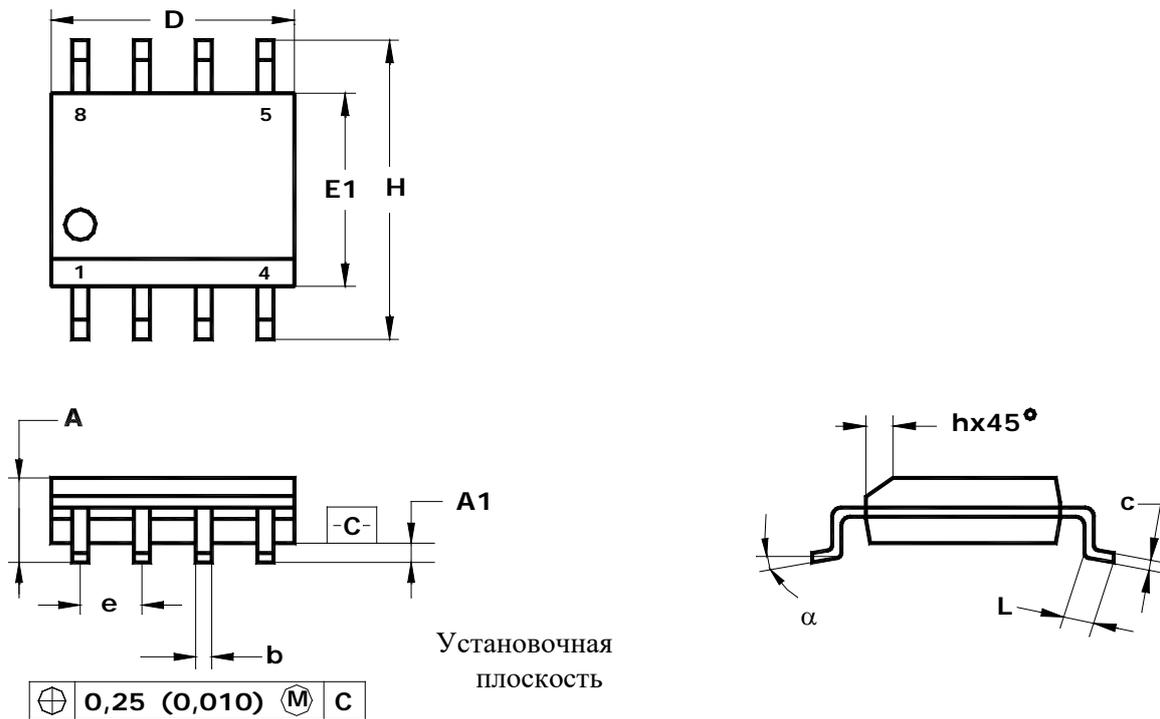


Рисунок 13 – Подключение микросхемы в режиме «паразитного» питания (по выводу DQ)

Корпусные исполнения микросхем IN18B20X приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Корпусные исполнения микросхем IN18B20X, IZ18B20X

Типономинал микросхем	Корпусное исполнение
IN18B20D, IN18B20AD	Корпус MS-012AA
IN18B20	Корпус КТ-26 (ТО-92)
IZ18B20-4, IZ18B20A-4*	Бескорпусные, на общей пластине, неразделенные
IZ18B20-5, IZ18B20A-5*	Бескорпусные, на общей пластине, разделенные, без потери ориентировки (наклеенные на пленку)
* Для микросхем IZ18B20-4, IZ18B20A-4, IZ18B20-5, IZ18B20A-5 после сборки в корпус требуется калибровка	

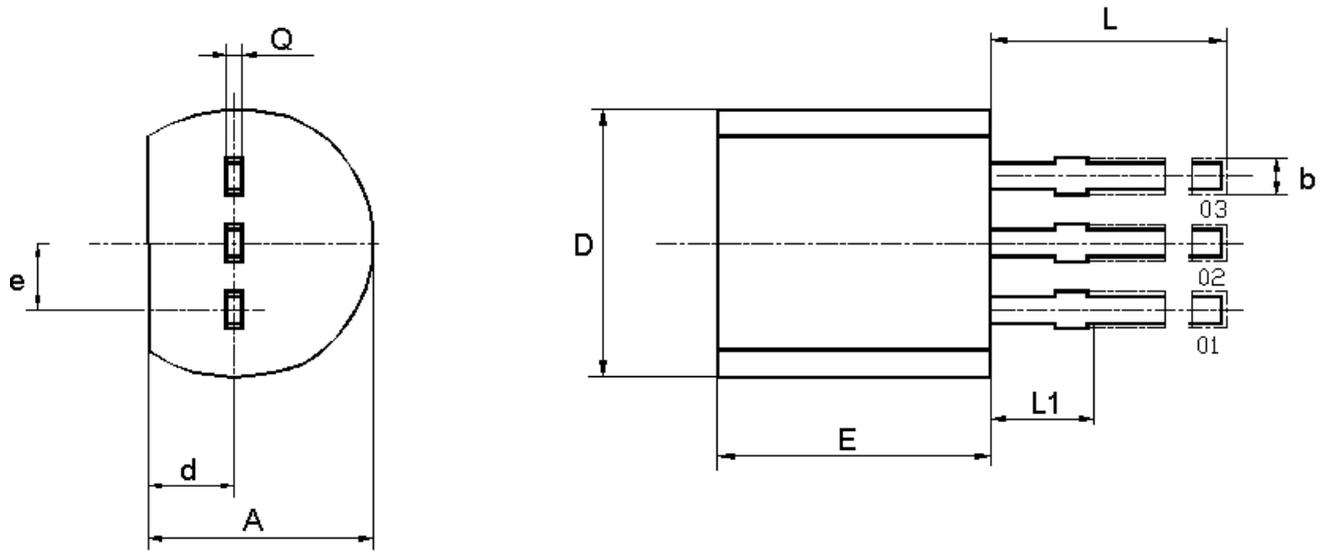


Примечание - Размеры D, E1 не включают величину обля, которая не должна превышать 0,25 (0,010) на сторону.

	D	E1	H	b	e	$\alpha$	A	A1	c	L	h
<b>Миллиметры</b>											
min	4,80	3,80	5,80	0,33	1,27	0°	1,35	0,10	0,19	0,41	0,25
max	5,00	4,00	6,20	0,51		8°	1,75	0,25	0,25	1,27	0,50
<b>Дюймы</b>											
min	0,1890	0,1497	0,2284	0,013	0,100	0°	0,0532	0,0040	0,0075	0,016	0,0099
max	0,1968	0,1574	0,2440	0,020		8°	0,0688	0,0090	0,0098	0,050	0,0196

Рисунок 14 – Габаритные размеры SO-корпуса (MS-012AA)

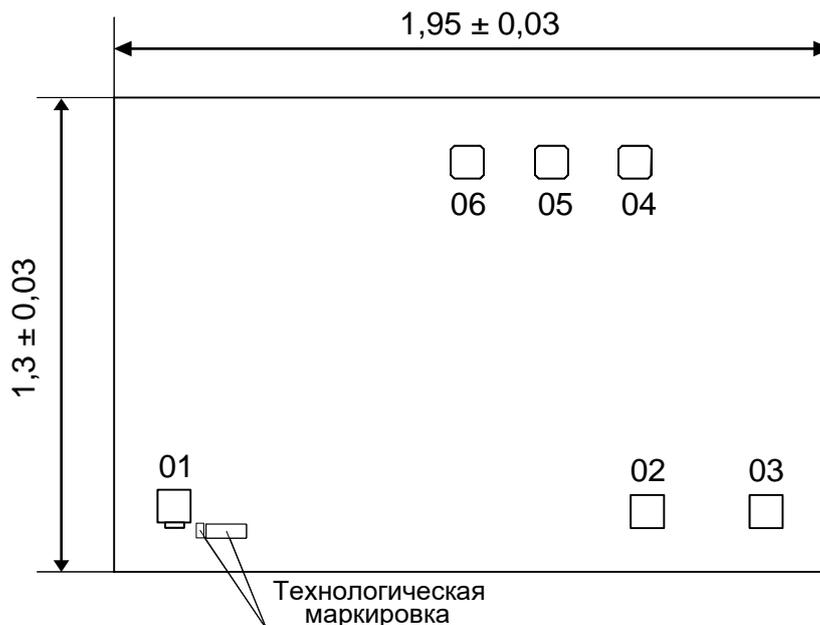




Размеры	мм	
	min	max
E	4,6	5,1
b	-	0,5
D	4,6	5
d	1,25	1,65
A	3,5	3,8
e	1,2573	1,2827
L	12,5	14,5
L1	-	2
Q	-	0,5

Рисунок 15 – Габаритные размеры корпуса КТ-26 (ТО-92)





Координаты технологической маркировки **12** (мм): левый нижний угол  $x=0,225$ ,  $y=0,094$ ,  
**1820\_** (мм): левый нижний угол  $x = 0,251$ ,  $y = 0,093$ .

Толщина кристалла  $0,46 \pm 0,02$  мм.

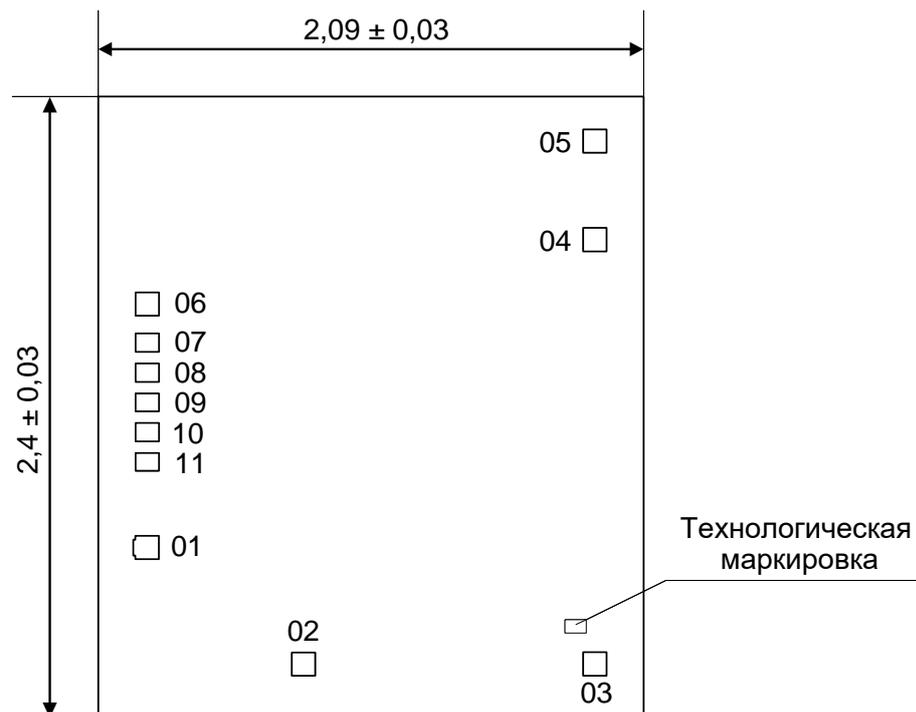
Номер контактной площадки	Координаты (левый нижний угол), мм		Размер контактной площадки, мм
	X	Y	
01	0,118	0,135	0,090x0,090
02	1,405	0,1206	0,090x0,090
03	1,727	0,1206	0,090x0,090
04	1,371	1,078	0,090x0,090
05	1,144	1,078	0,090x0,090
06	0,915	1,078	0,090x0,090

Примечание – Координаты и размер контактных площадок даны по слою «Пассивация»

Состав металла на планарной стороне		Толщина металла на планарной стороне, мкм
Металлизация 1	Ti	0,020±0,002
	AlCu	0,60±0,06
	Ti	0,020±0,002
	TiN	0,050±0,005
Металлизация 2	Ti	0,020±0,002
	AlCu	0,80±0,08

Рисунок 16 – Внешний вид кристалла и координаты контактных площадок микросхем IN18B20D, IN18B20, IZ18B20-4, IZ18B20-5





Координаты технологической маркировки **12 1820** (мм): левый нижний угол  $x = 1,70$ ,  $y = 0,33$ .  
Толщина кристалла  $0,46 \pm 0,02$  мм.

Номер контактной площадки	Координаты (левый нижний угол), мм		Размер контактной площадки, мм
	X	Y	
01	0,142	0,615	0,090x0,090
02	0,742	0,165	0,090x0,090
03	1,858	0,166	0,090x0,090
04	1,858	1,803	0,090x0,090
05	1,858	2,183	0,090x0,090
06	0,142	1,554	0,090x0,090
07	0,142	1,415	0,090x0,070
08	0,142	1,300	0,090x0,070
09	0,142	1,185	0,090x0,070
10	0,142	1,070	0,090x0,070
11	0,142	0,955	0,090x0,070

Примечание – Координаты и размер контактных площадок даны по слою «Пассивация»

Состав металла на планарной стороне		Толщина металла на планарной стороне, мкм
Металлизация 1	Ti	0,025±0,002
	TiN	0,10±0,01
	AlSi	0,450±0,045
	TiN	0,060±0,006
Металлизация 2	AlSi	1,0±0,1
	TiN	0,040±0,004

Рисунок 17 – Внешний вид кристалла и координаты контактных площадок микросхем IN18B20AD, IZ18B20A-4, IZ18B20A-5

