



## Микросхема активной части кварцевого генератора, управляемого напряжением, с типами выходов КМОП/LVPECL/LVDS/SIN 1316MM02H4, K1316MM02H4

### Основные характеристики микросхемы:

- Напряжение питания от 2,25 до 3,63 В;
- Динамический ток потребления в режимах:
  - SIN не более 43 мА;
  - КМОП не более 40 мА;
  - LVPECL не более 80 мА;
  - LVDS не более 80 мА;
- Диапазон выходных частот от 12,5 до 100 МГц;
- Рабочий диапазон температур от минус 60 до 85 °С.

### Тип корпуса:

- бескорпусная

### Общее описание и область применения микросхемы

Микросхемы интегральные бескорпусные 1316MM02H4 (далее – микросхемы) предназначены для использования в аппаратуре в качестве активной части кварцевых генераторов. Микросхемы могут быть применены в схемах тактирования и синхронизации в качестве опорного генератора синтезаторов частот, а также совместно с петлей ФАПЧ в качестве устройства фильтрации джиттера тактового сигнала.

## 1 Структурная блок-схема микросхемы

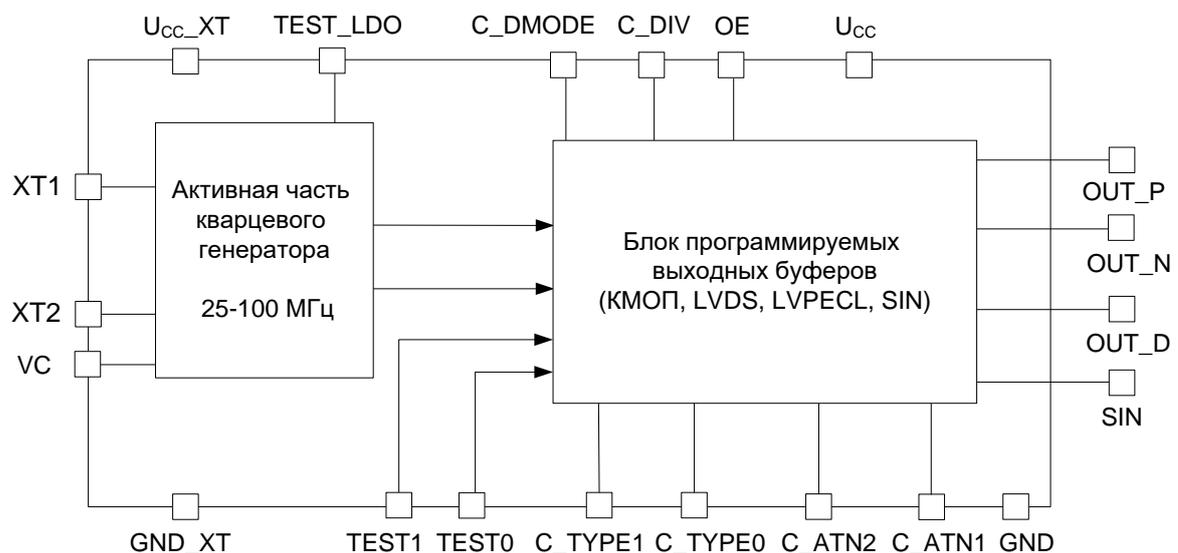


Рисунок 1 – Структурная блок-схема микросхемы

## 2 Условное графическое обозначение

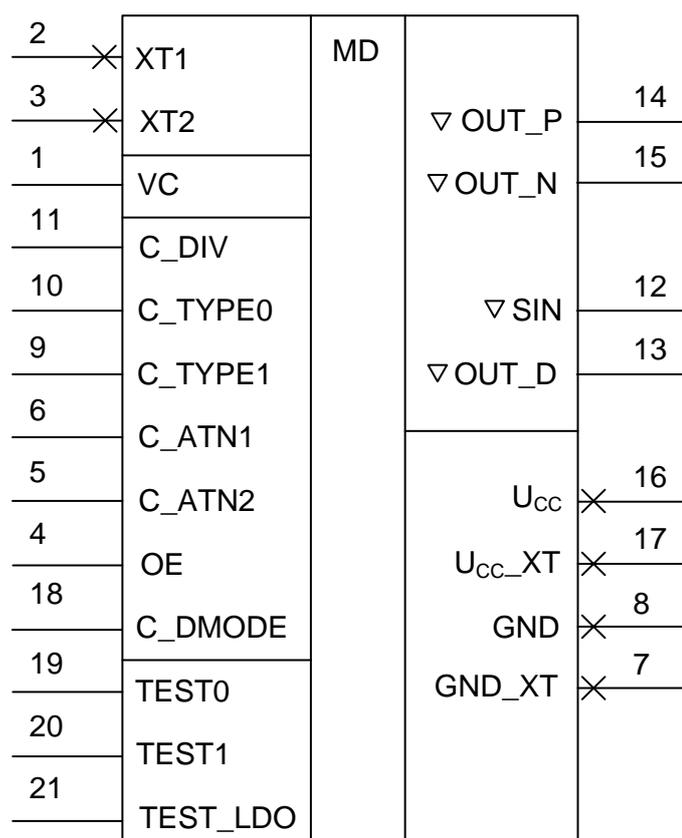


Рисунок 2 – Условное графическое обозначение

### 3 Описание контактных площадок

Таблица 1 – Описание контактных площадок

Номер КП микросхемы	Обозначение КП	Тип КП	Назначение КП
1	VC	AI	Напряжение управления частотой
2	XT1	–	Подключение кварцевого резонатора
3	XT2	–	Подключение кварцевого резонатора
4	OE	I	Отключение выходных буферов (подтянут к U <sub>CC_XT</sub> ): <0> - выходные буферы отключены; <1> - выходные буферы включены
5	C_ATN2	I	Тестовый. Не используется (подтянут к U <sub>CC_XT</sub> )
6	C_ATN1	I	Тестовый. Не используется (подтянут к U <sub>CC_XT</sub> )
7	GND_XT	PWR	Общий кварцевого генератора
8	GND	PWR	Общий выходных буферов
9	C_TYPE1	I	Управление типом выходного сигнала микросхемы (подтянут к U <sub>CC</sub> ) <C_TYPE1:C_TYPE0>: <0:0> - КМОП; <0:1> - LVDS; <1:0> - LVPECL; <1:1> - SIN
10	C_TYPE0	I	
11	C_DIV	I	Управление делением частоты в режиме КМОП (подтянут к U <sub>CC</sub> ): <1> - без деления; <0> - деление частоты на 2
12	SIN	AO	Выход сигнала синусоидальной формы
13	OUT_D	O	Выход сигнала КМОП
14	OUT_P	AO	Выход сигнала LVDS или LVPECL прямой
15	OUT_N	AO	Выход сигнала LVDS или LVPECL инверсный
16	U <sub>CC</sub>	PWR	Питание выходных буферов
17	U <sub>CC_XT</sub>	PWR	Питание кварцевого генератора
18	C_DMODE	I	Тестовый режим. Выбор типа преобразователя SIN-КМОП (подтянут к GND_XT): <0> - дифференциальный; <1> - односторонний
19	TEST0	–	Тестовый. Не используется. Подтянут к GND_XT
20	TEST1	–	Тестовый. Не используется. Подтянут к GND_XT
21	TEST_LDO	AO	Тестовый. Вывод контроля напряжения LDO

Примечание – Обозначение типов КП:  
 AI – аналоговый вход;  
 AO – аналоговый выход;  
 I – цифровой вход;  
 O – цифровой выход;  
 PWR – вывод «Питание» или «Общий»

## 4 Указания по применению и эксплуатации

Время выхода генератора в рабочий режим после установления напряжения питания на генераторе не более 20 мс.

Время выхода генератора в рабочий режим зависит от добротности применяемого кварцевого резонатора. Требования к электрическим параметрам кварцевых резонаторов, применяемых с микросхемами, приведены в таблице .

Таблица 2 – Электрические параметры кварцевых резонаторов на первой гармонике, применяемых с микросхемами

Номинальная частота, МГц	f <sub>н</sub>	25	35,416	41,666	Кристаллический кварцевый элемент с обратной мезоструктурой (ККЭ с ОМС)						
					61,440	92	105	141	185,544	206,400	211,722
Динамическое сопротивление, Ом	<b>R<sub>к</sub></b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>9</b>
	max	6	20	23	27	18	20	18	13	18	15
	min	4	6	9	16	14	13	10	9	7	8
Статическая емкость, пФ	<b>C<sub>0</sub></b>	<b>3,788</b>	<b>3,548</b>	<b>4,101</b>	<b>1,184</b>	<b>1,065</b>	<b>1,051</b>	<b>1,403</b>	<b>1,963</b>	<b>2,014</b>	<b>2,063</b>
	max	3,817	3,59	4,135	1,224	1,082	1,205	1,515	2,203	2,432	2,124
	min	3,764	3,53	4,074	1,122	1,025	0,926	1,269	1,902	1,942	2,008
Добротность	<b>Q</b>	<b>94775</b>	<b>35734</b>	<b>22971</b>	<b>36057</b>	<b>33445</b>	<b>31249</b>	<b>21010</b>	<b>16050</b>	<b>12283</b>	<b>12952</b>
	max	108950	59638	29392	45021	36493	35400	25557	18892	18437	17871
	min	74623	19089	12098	23536	28515	27580	14325	11427	4778	6971
Отношение емкостей	<b>C<sub>0</sub>/C<sub>1</sub></b>	<b>248</b>	<b>291</b>	<b>319</b>	<b>301</b>	<b>327</b>	<b>332</b>	<b>315</b>	<b>327</b>	<b>307</b>	<b>295</b>
	max	264	304	336	311	332	351	351	350	340	338
	min	233	287	289	289	321	308	296	307	269	266

Перестройка выходной частоты микросхем осуществляется с помощью внешнего управляющего напряжения на входе VC.

Осциллограмма характера перестройки выходной частоты при изменении управляющего напряжения приведена на рисунке 3.

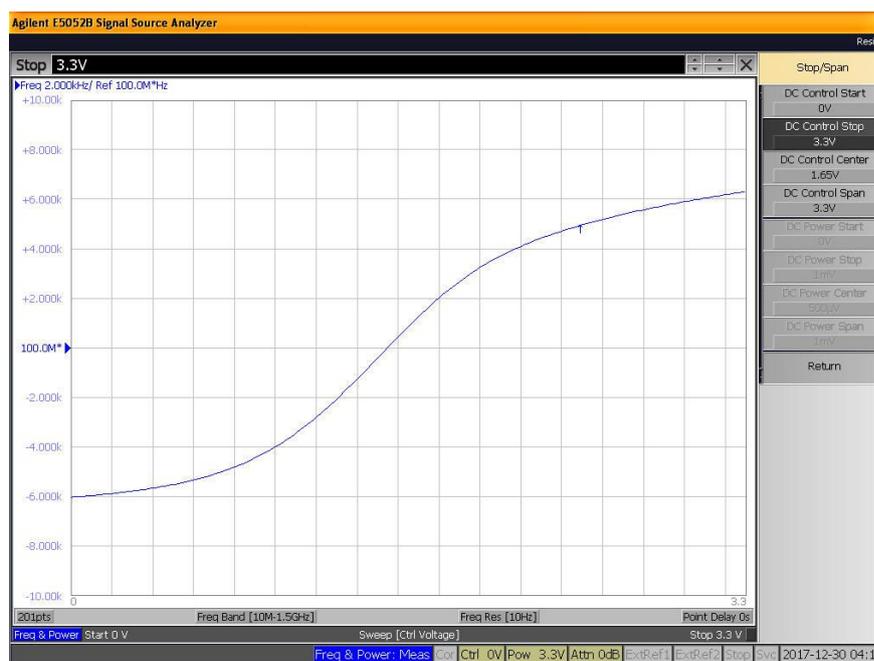


Рисунок 3 – Осциллограмма характера перестройки частоты от управляющего напряжения

#### 4.1 Указания к производству МСБ

Материал КП микросхем: алюминий.

Допускается применять токопроводящий клей ТОК-2, ШКФЛО.028.002ТУ.

Первыми присоединяются выводы к КП GND, GND\_XT.

Для ультразвуковой сварки допускается применять алюминиевую проволоку АК 0,9 ПМ-30А, ТУ 6365-051-46594157.

Запрещается подведение каких-либо электрических сигналов (в том числе шин «Питание», «Общий») к КП микросхем, не используемым согласно таблице 1.

Типовая схема включения микросхем приведена на рисунке 4.

### 5 Описание функционирования микросхемы

Микросхема представляет собой активную часть кварцевого генератора, управляемого напряжением с типами выходного сигнала LVCMOS, SIN, LVDS и LVPECL. Микросхема работает с кварцевыми резонаторами по 1-й гармонике частотой от 25 до 100 МГц.

Перестройка частоты кварцевого резонатора и, следовательно, выходной частоты осуществляется с помощью внешнего управляющего напряжения по входу VC. Отключение выходной частоты осуществляется по входу OE.

Тип выходного сигнала задается комбинацией подключения к шине «Общий» управляющих входов C\_TYPE1 и C\_TYPE0.

Деление на два частоты выходного сигнала в режиме LVCMOS задается подключением к шине «Общий» управляющего входа DIV.

## 6 Типовая схема включения

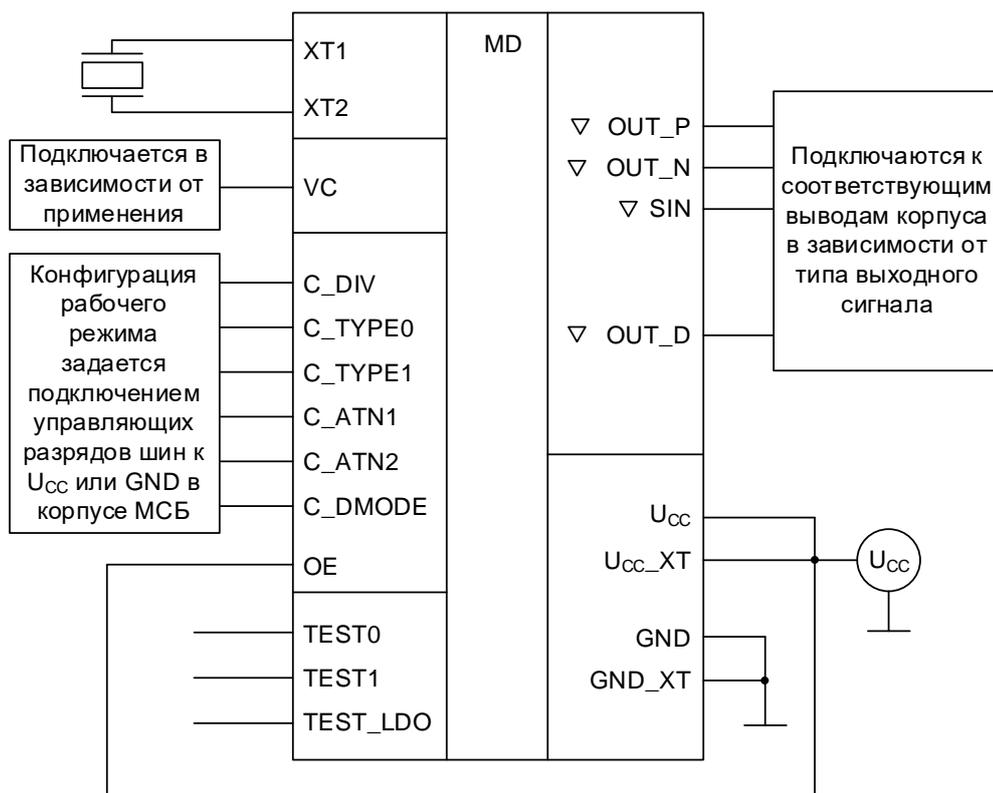


Рисунок 4 – Типовая схема включения микросхем в составе кварцевого генератора, управляемого напряжением

## 7 Типовые зависимости

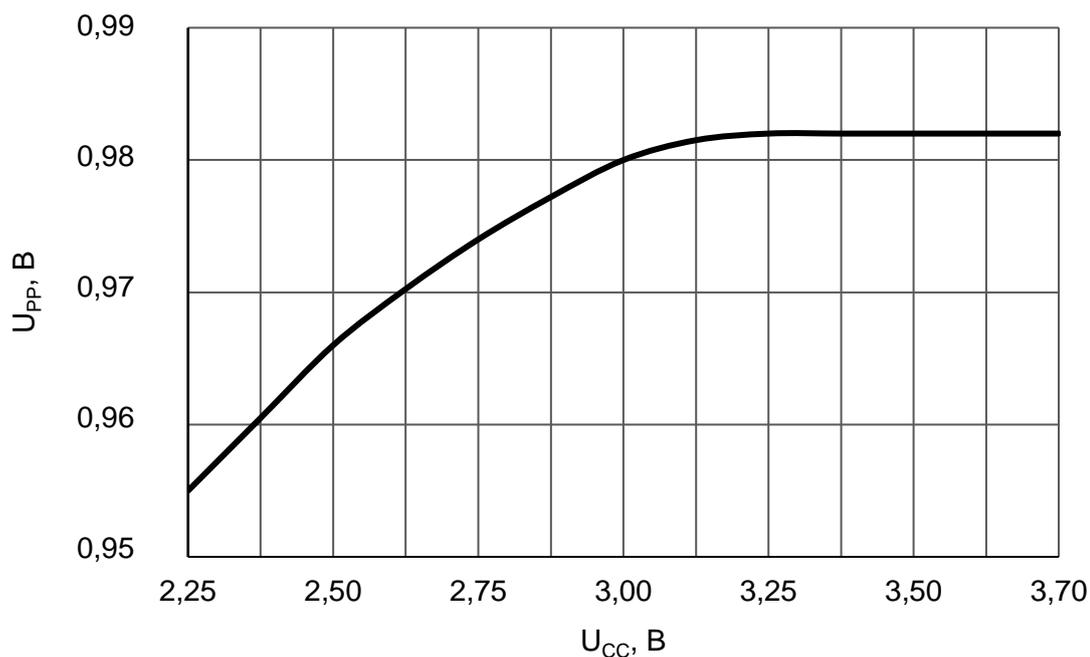


Рисунок 5 – Зависимость размаха выходного напряжения  $U_{PP}$  в режиме SIN от напряжения питания  $U_{CC}$  при  $f_{OSC} = 100$  МГц,  $T = 25$  °С

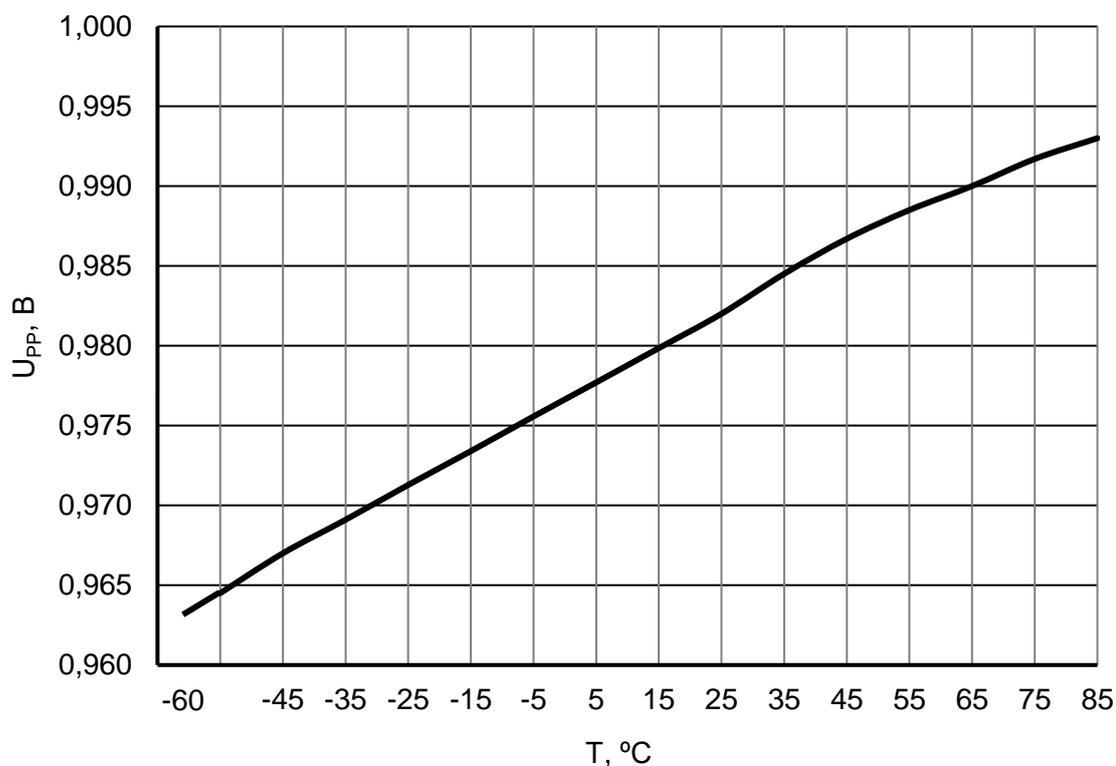


Рисунок 6 – Зависимость размаха выходного напряжения  $U_{PP}$  в режиме SIN от температуры  $T$  при  $U_{CC} = 3,3$  В и  $f_{OSC} = 100$  МГц

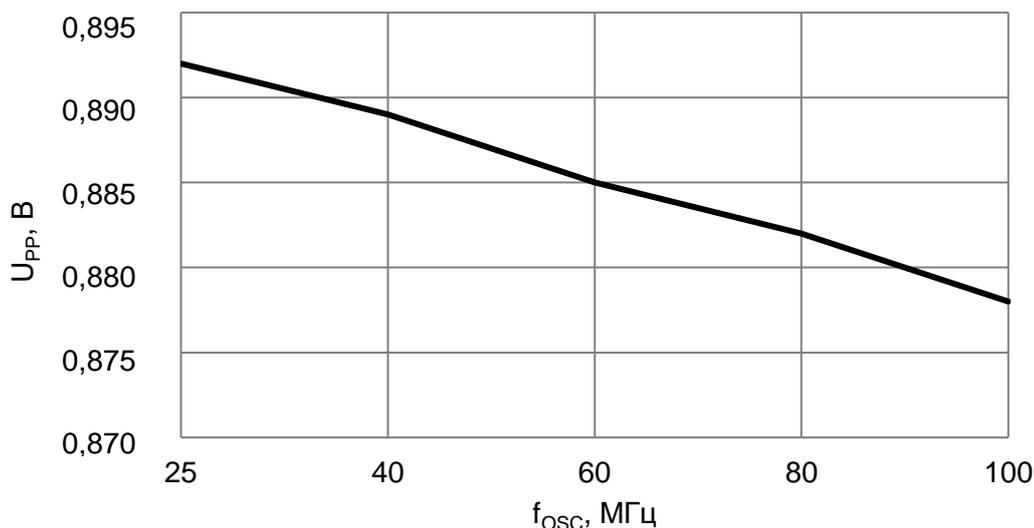


Рисунок 7 – Зависимость размаха выходного напряжения  $U_{PP}$  в режиме SIN от частоты  $f_{osc}$  при  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $R_L = 50\text{ }\Omega$  и  $U_{CC} = 3,63\text{ В}$

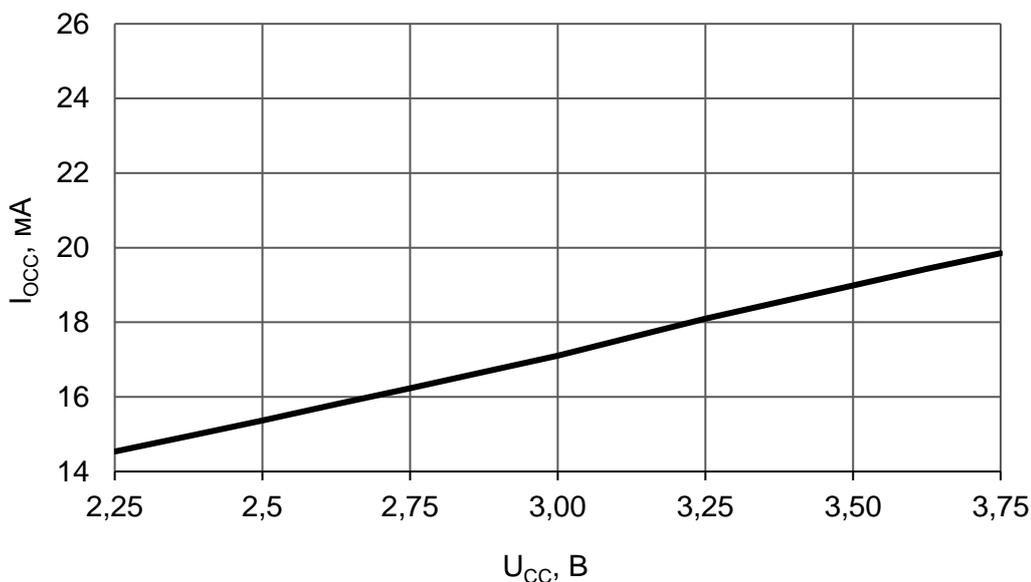


Рисунок 8 – Зависимость динамического тока потребления  $I_{oss}$  от напряжения питания  $U_{CC}$  в режиме КМОП при  $f_{osc} = 100\text{ МГц}$ ,  $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , без нагрузки

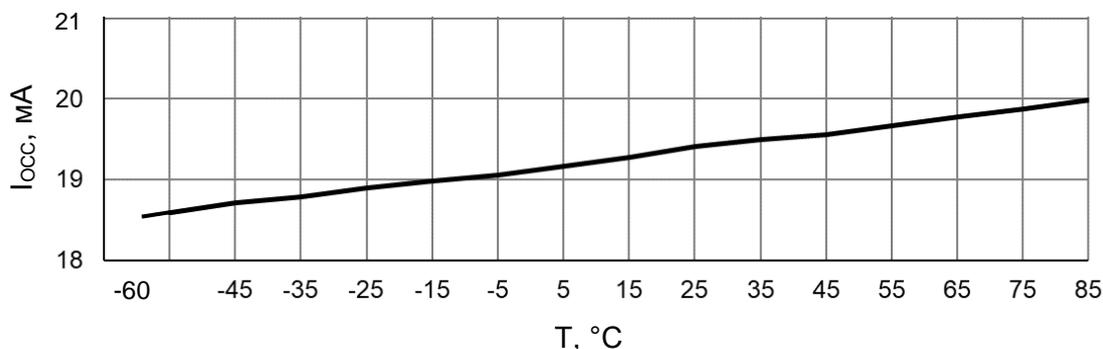


Рисунок 9 – Зависимость динамического тока потребления  $I_{oss}$  от температуры  $T$  в режиме КМОП при  $f_{osc} = 100\text{ МГц}$ ,  $U_{CC} = 3,63\text{ В}$ , без нагрузки

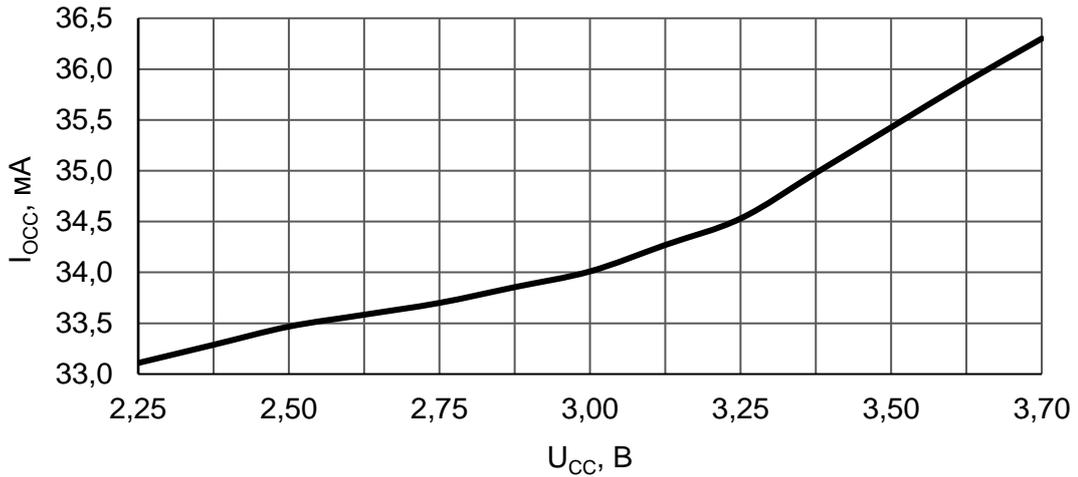


Рисунок 10 – Зависимость динамического тока потребления I<sub>OSS</sub> от напряжения питания U<sub>CC</sub> в режиме SIN при f<sub>osc</sub> = 100 МГц, T = 25 °C, R<sub>L</sub> = 50 Ом

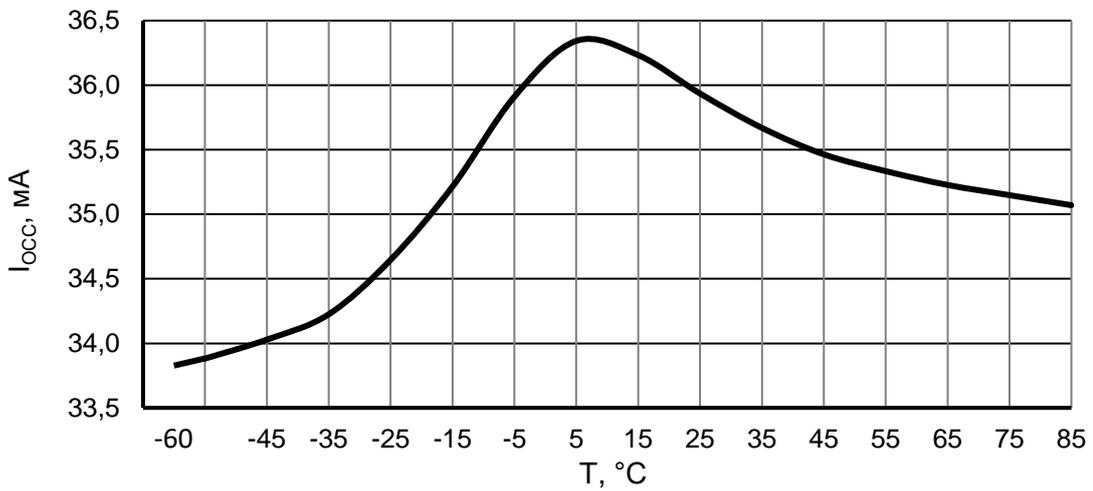


Рисунок 11 – Зависимость динамического тока потребления I<sub>OSS</sub> от температуры T в режиме SIN при f<sub>osc</sub> = 100 МГц, R<sub>L</sub> = 50 Ом

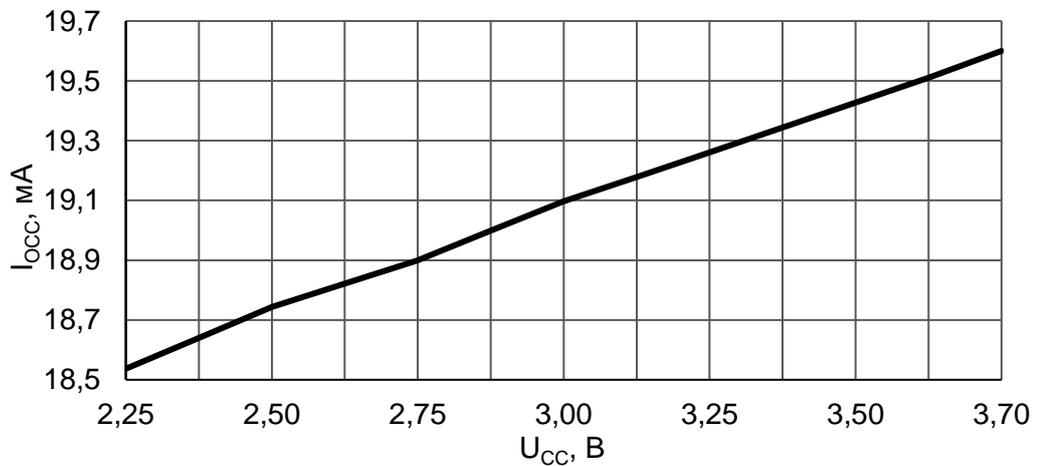


Рисунок 12 – Зависимость динамического тока потребления I<sub>OSS</sub> от напряжения питания U<sub>CC</sub> в режиме LVDS при f<sub>osc</sub> = 100 МГц, T = 25 °C, R<sub>L</sub> = 100 Ом

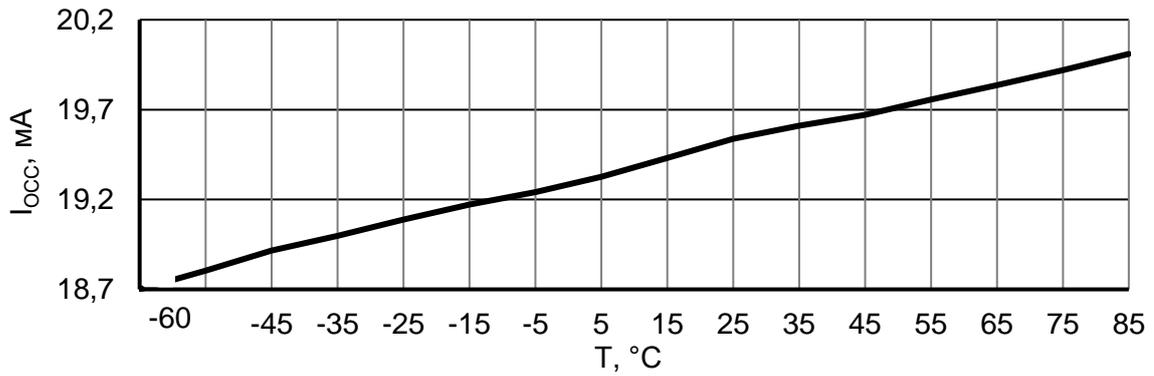


Рисунок 13 – Зависимость динамического тока потребления  $I_{OCC}$  от температуры  $T$  в режиме LVDS при  $f_{osc} = 100$  МГц,  $U_{CC} = 3,63$  В,  $R_L = 100$  Ом

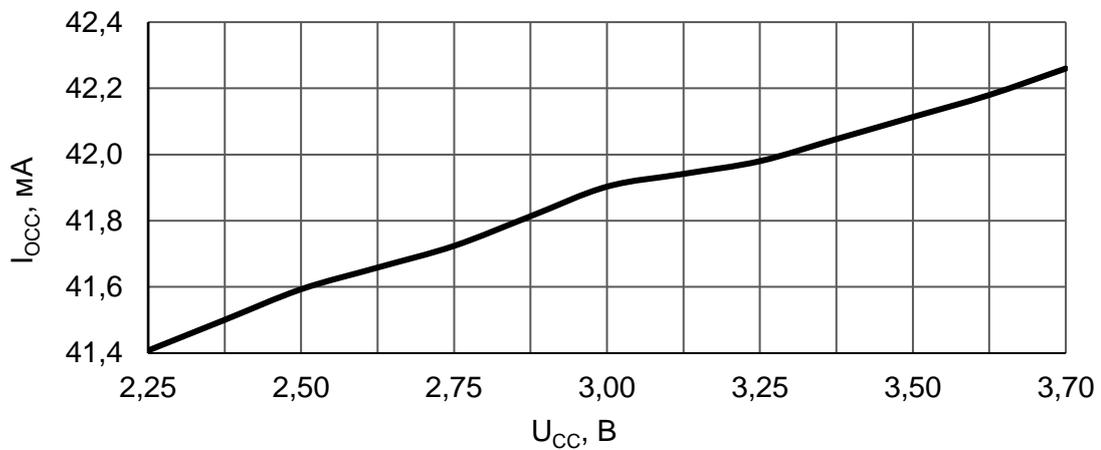


Рисунок 14 – Зависимость динамического тока потребления  $I_{OCC}$  от напряжения питания  $U_{CC}$  в режиме LVPECL при  $f_{osc} = 100$  МГц,  $T = 25$  °C,  $R_L = 50$  Ом

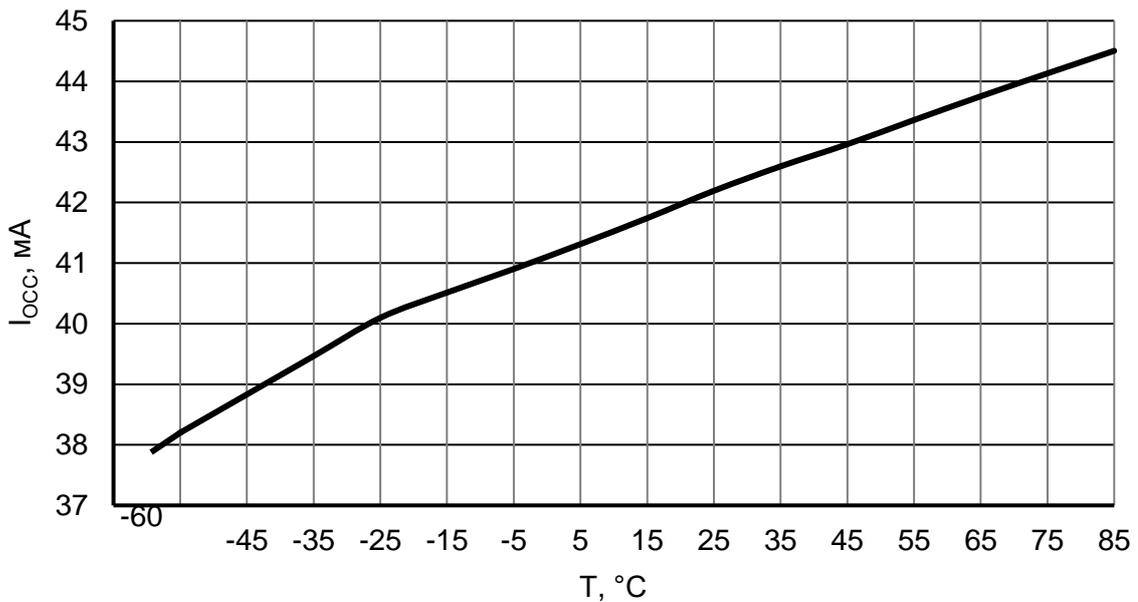


Рисунок 15 – Зависимость динамического тока потребления  $I_{OCC}$  от температуры  $T$  в режиме LVPECL при  $f_{osc} = 100$  МГц,  $U_{CC} = 3,63$  В,  $R_L = 50$  Ом

## 8 Электрические параметры микросхемы

Таблица 3 – Электрические параметры микросхем при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Размах выходного напряжения, В, в режиме SIN	$U_{PP}$	0,8	–	25, 85, –60
Выходное напряжение низкого уровня, В, в режиме КМОП	$U_{OL}$	–	$0,1 \cdot U_{CC}$	
Выходное напряжение высокого уровня, В, в режиме КМОП	$U_{OH}$	$0,9 \cdot U_{CC}$	–	
Выходное напряжение низкого уровня, В, в режиме LVPECL	$U_{OL LVPECL}$	–	$U_{CC} - 1,55$	
Выходное напряжение высокого уровня, В, в режиме LVPECL	$U_{OH LVPECL}$	$U_{CC} - 1,17$	–	
Выходное напряжение синфазное, В, в режиме LVDS	$U_{OC}$	1,1	1,4	
Выходное напряжение дифференциальное, мВ, в режиме LVDS при $R_L = 90 \text{ Ом}$	$U_{OD}$	247	454	
Динамический ток потребления, мА, в режиме:	$I_{OCC}$	–	40	
– КМОП			43	
– SIN			80	
– LVDS, LVPECL				
Входной ток низкого уровня, мкА, при $U_{CC} = 3,63 \text{ В}$ , $U_{IL} = 0 \text{ В}$	$I_{IL}$	–50	–5	
Входной ток высокого уровня, мкА, при $U_{CC} = 3,63 \text{ В}$ , $U_{IH} = U_{CC}$	$I_{IH}$	5	50	
Входной ток утечки низкого уровня, мкА	$I_{ILL}$	–4	4	
Входной ток утечки высокого уровня, мкА	$I_{ILH}$	–4	4	
Выходной ток низкого уровня в состоянии «Выключено», мкА, в режиме КМОП	$I_{OZL}$	–20	20	
Выходной ток высокого уровня в состоянии «Выключено», мкА, в режиме КМОП	$I_{OZH}$	–20	20	
Диапазон выходных частот, МГц, в режиме:	$\delta f_0$	12,5	100	
– КМОП			100	
– LVPECL			100	
– LVDS			100	
– SIN				
Коэффициент заполнения выходного сигнала, %, в режиме КМОП	DC	45	55	
Нестабильность частоты от напряжения питания, $\text{млн}^{-1}$ , при изменении напряжения питания на $\pm 10 \%$ от номинального значения	$\Delta f_U / f_0$	–2,5	+2,5	

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Нестабильность частоты от изменения нагрузки, млн <sup>-1</sup> , в режиме КМОП при изменении нагрузки от 15 до 10 пФ	$\Delta f_c/f_0$ <sup>1)</sup>	-2,5	+2,5	25, 85, -60
Сопротивление вывода VC, кОм	R <sub>VC</sub>	100	-	

<sup>1)</sup> Измерения параметра проводятся в составе генератора.

Примечание – Режимы измерения параметров приведены в АЕНВ.431110.429ТУ

Микросхемы устойчивы к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 1 000 В.

## 9 Предельно-допустимые и предельные параметры

Таблица 4 – Предельно-допустимые электрические режимы эксплуатации и предельные электрические режимы микросхем

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра			
		Предельно- допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, В	$U_{CC}$	2,25	3,63	–	4,0
Напряжение управления, В, на входе VC	$U_C$	0	3,3	–	4,0
Входное напряжение низкого уровня, В, на входе OE	$U_{IL}$	0	$U_{CC} \cdot 0,2$	–0,3	–
Входное напряжение высокого уровня, В, на входе OE	$U_{IH}$	$U_{CC} \cdot 0,8$	$U_{CC}$	–	$U_{CC} + 0,3$
Напряжение, прикладываемое к выходу в состоянии «Выключено», В	$U_{OZ}$	0	$U_{CC}$	–0,3	$U_{CC} + 0,3$
Сопrotивление нагрузки, Ом: – для выхода типа SIN – для выхода типа LVPECL – между выходами типа LVDS	$R_L$	45	–	–	–
		45	–	–	–
		90	–	–	–
Ёмкость нагрузки, пФ, для выхода типа КМОП	$C_L$	–	15	–	–
Частота пьезоэлемента, МГц	$f_{osc}$	25	100	–	–
Примечание – Не допускается одновременное задание более одного предельного режима.					

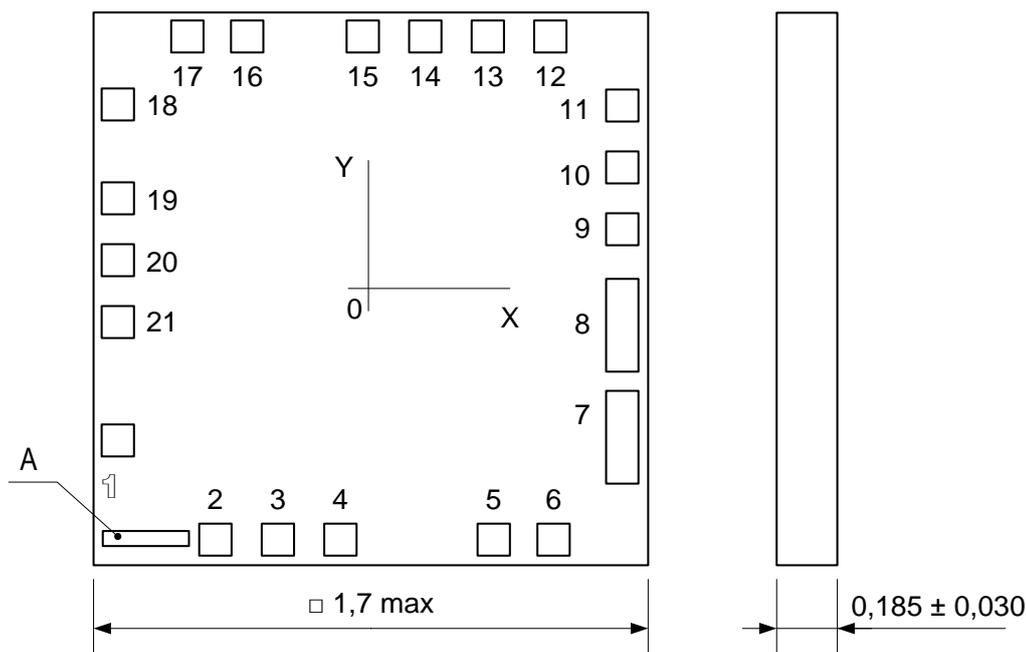
## 10 Справочные данные

Предельная температура р-п перехода кристалла 150 °С.  
Справочные параметры приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Справочные параметры микросхем

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке на 10 кГц, дБн/Гц	$\xi$	–	–140	25, 85, –60
Диапазон перестройки выходной частоты, измеренной при $U_C = 1,65$ В, млн <sup>-1</sup> , в диапазоне напряжения управления	$\Delta f/f_{1,65}$	$\pm 100$	–	
Время нарастания питающего напряжения, мкс	$t_{U_{CC}}$	5	–	
Время нарастания сигнала, нс, в режиме КМОП, LVPECL, LVDS	$t_r$	–	3	
Время спада сигнала, нс, в режиме КМОП, LVPECL, LVDS	$t_f$	–	3	
Коэффициент нелинейных искажений, %, в режиме SIN	THD	–	20	

## 11 Габаритный чертеж микросхемы



- 1 Координаты и размеры контактных площадок (КП) кристалла см. таблицу 6. Материал КП – AlCu (0,5 % Cu).
- 2 Номера КП кристалла, кроме первой, присвоены условно. Расположение КП соответствует топологическому чертежу.
- 3 А – маркировка MLDR147\_1, указана на каждом кристалле.

Рисунок 16 – Кристалл (бескорпусное исполнение)

Таблица 6 – Координаты и размеры КП кристалла

№ КП	Обозначение КП	Координаты КП		Размер КП, мкм
		X	Y	
1	VC	- 730,000	- 437,500	80 x 80
2	XT1	- 437,500	- 730,000	80 x 80
3	XT2	- 262,500	- 730,000	80 x 80
4	OE	- 87,500	- 730,000	80 x 80
5	C_ATN2	357,105	- 730,000	80 x 80
6	C_ATN1	532,105	- 730,000	80 x 80
7	GND_XT	730,000	- 426,500	80 x 260
8	GND	730,000	- 104,005	80 x 260
9	C_TYPE1	730,000	174,400	80 x 80
10	C_TYPE0	730,000	348,790	80 x 80
11	C_DIV	730,000	524,190	80 x 80
12	SIN	523,615	730,000	80 x 80
13	OUT_D	338,920	730,000	80 x 80
14	OUT_P	153,880	730,000	80 x 80
15	OUT_N	- 21,120	730,000	80 x 80
16	U <sub>CC</sub>	- 352,365	730,000	80 x 80
17	U <sub>CC_XT</sub>	- 530,720	730,000	80 x 80
18	C_DMODE	- 730,000	530,490	80 x 80
19	TEST0	- 730,000	262,500	80 x 80
20	TEST1	- 730,000	87,500	80 x 80
21	TEST_LDO	- 730,000	- 96,385	80 x 80

**12 Информация для заказа**

<b>Обозначение</b>	<b>Маркировка (на таре)</b>	<b>Тип корпуса</b>	<b>Температурный диапазон</b>
1316ММ02Н4	1316ММ02Н4	бескорпусная	минус 60 – 85 °С
К1316ММ02Н4	К1316ММ02Н4	бескорпусная	минус 60 – 85 °С

Микросхемы поставляются в виде отдельных кристаллов, получаемых разделением пластины (поставляются в кейсах).

