

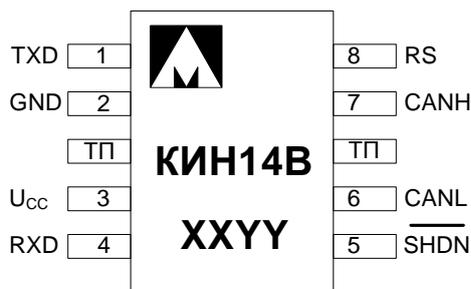
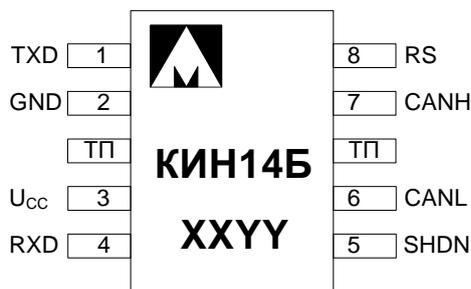
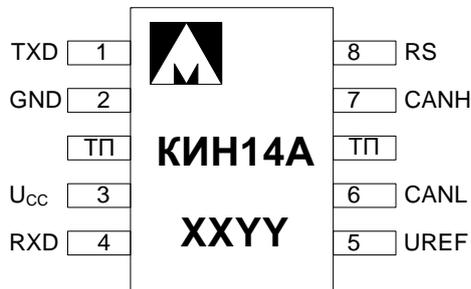


Микросхема приемопередатчика интерфейса CAN

5559ИН14АУ, К5559ИН14АУ, К5559ИН14АСИ
5559ИН14БУ, К5559ИН14БУ, К5559ИН14БСИ
5559ИН14ВУ, К5559ИН14ВУ, К5559ИН14БСИ
К5559ИН14Н4

Основные характеристики микросхемы:

- Соответствует стандарту ISO 11898-2;
- Напряжение питания от 4,5 В до 5,5 В;
- Защита выходов передатчика ± 40 В от короткого замыкания и перегрева для применения в 12/24 В автомобильных и промышленных системах управления
- Быстродействующий дифференциальный приемник с диапазоном входного синфазного напряжения от минус 10 В до 10 В;
- Четыре режима работы:
 - Нормальный режим, максимальная скорость передачи данных до 1 Мбит/с;
 - Режим контроля скорости нарастания/спада выходного дифференциального напряжения передатчика для улучшения электромагнитной совместимости, скорость передачи данных от 40 Кбит/с до 500 Кбит/с;
 - Режим «Ожидание» с пониженным потреблением;
 - Режим «Выключено»;
- Входы TXD, SHDN и /SHDN совместимы с 3,3 В логическими уровнями;
- Рабочий диапазон температур:



ТП – технологическая перемычка

XX – год выпуска

YY – неделя выпуска

Обозначение	Диапазон
5559ИН14А(Б,В)У	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14А(Б,В)У	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14А(Б,В)УК	0 – 70 °С
К5559ИН14АСИ	минус 45 – 125 °С
К5559ИН14БСИ	минус 45 – 125 °С
К5559ИН14БСИ	минус 45 – 125 °С

Тип корпуса:

- для микросхем 5559ИН14А(Б,В)У, К5559ИН14А(Б,В)У и К5559ИН14А(Б,В)УК - 8-выводной металлокерамический корпус Н02.8-1В;
- микросхемы К5559ИН14АСИ – функциональный аналог микросхемы 5559ИН14АУ в 8-выводном пластиковом корпусе SO-8;
- микросхемы К5559ИН14БСИ – функциональный аналог микросхемы 5559ИН14БУ в 8-выводном пластиковом корпусе SO-8;
- микросхемы К5559ИН14БСИ – функциональный аналог микросхемы 5559ИН14ВУ в 8-выводном пластиковом корпусе SO-8;
- микросхемы К5559ИН14А(Б,В)Н4 поставляются в бескорпусном исполнении.

Общее описание и области применения микросхемы

Микросхема приемопередатчика интерфейса CAN предназначена для организации полудуплексного канала связи с максимальной скоростью передачи данных до 1 Мбит/с. Микросхема доступна в трех исполнениях: с выходом опорного напряжения UREF, с входами управления режимом «выключено» SHDN или /SHDN.

Основные области применения: автомобильные и промышленные системы управления.

Описание выводов

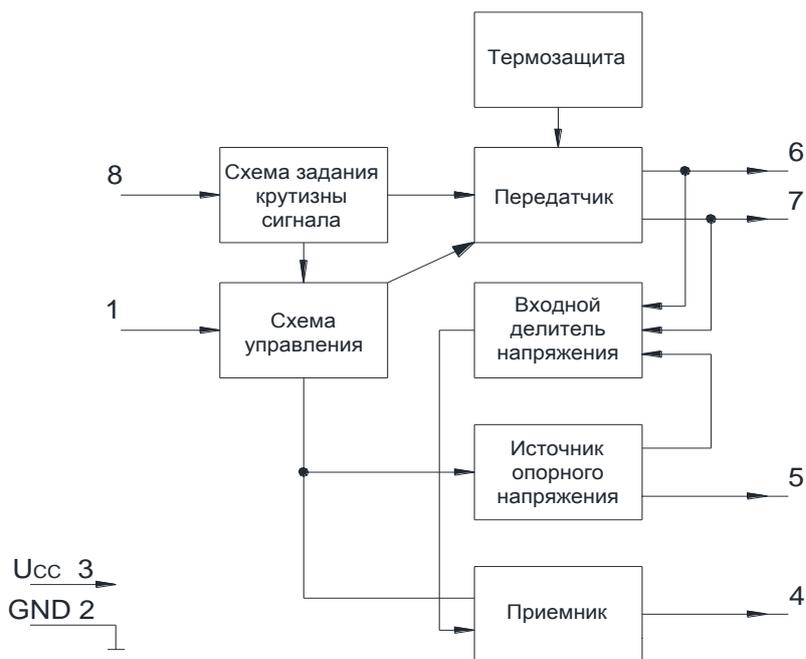
Таблица 1

№ вывода в корпусе Н02.8-1В	№ вывода в корпусе SO-8	Контактная площадка кристалла	Условное обозначение	Описание
1	1	1	TXD	Вход передатчика
2	2	2	GND	Общий
3	3	3	Ucc	Питание
4	4	4	RXD	Выход приемника
				Для микросхемы 5559ИН14АУ и К5559ИН14АSI
5*	5*	7	UREF	Выход источника опорного напряжения
				Для микросхемы 5559ИН14БУ и К5559ИН14BSI
5*	5*	5	SHDN	Вход управления режимом "выключено"
				Для микросхемы 5559ИН14ВУ и К5559ИН14BSI
5*	5*	6	/SHDN	Вход управления режимом "выключено"
6	6	8	CANL	Вход приемника/выход передатчика низкого уровня
7	7	9	CANH	Вход приемника/выход передатчика высокого уровня
8	8	10	RS	Вход управления режимом работы «нормальный»/«ожидание»/«контроль скорости»

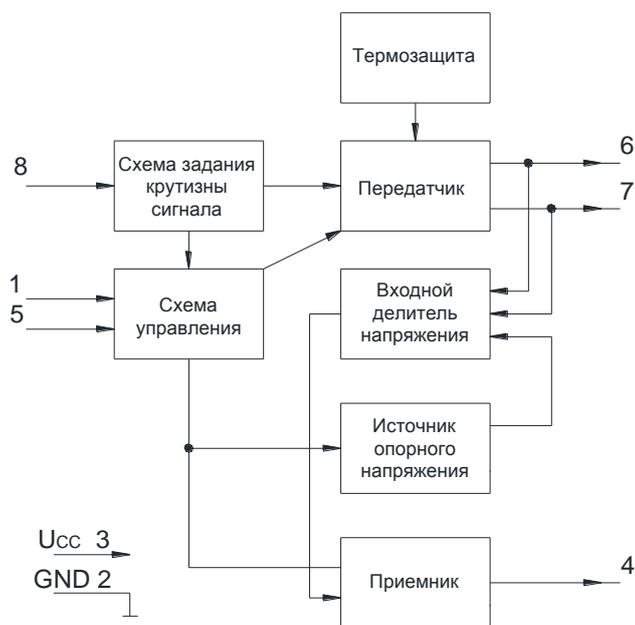
Примечание:

* назначение вывода 5 меняется в зависимости от модификации схемы

Структурная блок-схема микросхемы



Для микросхем 5559ИН14АУ



Для микросхем 5559ИН14БУ, 5559ИН14ВУ

Рисунок 1. Структурная блок-схема

Примечание

Все элементы схемы имеют электрическую связь с соответствующими контактными площадками

Описание функционирования микросхемы

CAN передатчик

CAN передатчик имеет три режима работы: нормальный режим, режим контроля скорости нарастания/спада выходного сигнала и режим «Выключено». Таблица истинности работы передатчика микросхемы приведена в таблицах 10, 11.

В нормальном режиме работы выходы передатчика переключаются с максимальной возможной скоростью для обеспечения скорости передачи данных до 1 Мбит/с.

Для выбора режима «Контроля скорости» необходимо подключить резистор между входом R_{RS} и потенциалом земли. В этом режиме номинал резистора определяет величину скорости нарастания/спада выходного сигнала, что необходимо для уменьшения уровня электромагнитных помех, а также отражений при неидеально согласованной шине. Таким образом обеспечивается стабильная передача информации со скоростью от 40 до 500 Кбит/с.

Величину подключаемого резистора можно рассчитать по формуле:

$$R_{RS} [\text{кОм}] = 12000 / \text{Скорость передачи} [\text{Кбит/с}]$$

Зависимость скорости передачи данных от сопротивления приведена в таблице 9.

Неподключенный вход R_{RS} задает режим «Ожидание». Подключенный между входом и землей резистор R_{RS} задает режим «Контроль скорости».

Таблица 2 - Зависимость скорости передачи данных от сопротивления

R_{RS} , кОм	Скорость передачи, Кбит/с
24	500
47	250
100	125
180	62,5

Выходы передатчика имеют защиту от короткого замыкания на потенциалы до $\pm 40\text{В}$. При этом в схеме передатчика реализовано 2 механизма: ограничение выходного тока и защита от перегрева. Схема защиты от перегрева срабатывает при температуре кристалла около 155°C и переводит схему передатчика в состояние «Выключено». Гистерезис порога включения порядка 15°C .

Вход TXD имеет внутреннюю подтяжку. В отсутствии подключения входа TXD схема передатчика находится в рецессивном состоянии.

Таблица 3 - Таблица истинности работы приемопередатчика CAN

TXD	RS	SHDN	/SHDN	CANH	CANL	Состояние линии передачи	RXD
0	$U_{RS} < 0,75 \cdot U_{CC}$	0 или F	1 или F	Высокий уровень	Низкий уровень	Доминантное	0
1 или F	$U_{RS} < 0,75 \cdot U_{CC}$	0 или F	1 или F	$5..25\text{кОм}$ к $0,5U_{CC}$	$5..25\text{кОм}$ к $0,5 \cdot U_{CC}$	Рецессивное	1
X	$U_{RS} > 0,75 \cdot U_{CC}$ или F	0 или F	1 или F	$5..25\text{кОм}$ к $0,5 \cdot U_{CC}$	$5..25\text{кОм}$ к $0,5 \cdot U_{CC}$	Доминантное	0
						Рецессивное	1
X	X	1	0	Высокий импеданс	Высокий импеданс	X	1

Примечание: X - состояние вывода не имеет значения;

F - вывод не подключен; 0 - низкий логический уровень; 1 - высокий логический уровень.

Таблица 4 - Таблица истинности работы передатчика CAN

Состояние входа RS	Режим работы
$U_{RS} < 0,3 \cdot U_{CC}$	Нормальный режим
$0,4 \cdot U_{CC} < U_{RS} < 0,6 \cdot U_{CC}$, $R_{RS} = 24..180 \text{кОм}$	Режим «контроль скорости»
$U_{RS} > 0,75 \cdot U_{CC}$ или не подключен	Режим «ожидание»

CAN приемник

Выход приемника активен во всех режимах работы схемы. Выходной высокий уровень соответствует рецессивному состоянию на линии передачи, а также режиму «Выключено», выходной низкий уровень соответствует доминантному состоянию на линии передачи. Дифференциальный порог переключения приемника около 0,7 В и имеет гистерезис порядка 80 мВ. Допустимый диапазон синфазных напряжений для приемника составляет от минус 10 В до 10 В.

Приемник рассчитан на прием данных со скоростью до 1 Мбит/с. Приемник имеет входной фильтр, что повышает стойкость приемника к дифференциальным помехам.

Режим “Ожидание”

В режиме «Ожидание» приемопередатчик переходит в режим с пониженным энергопотреблением. В этом режиме передатчик полностью выключается, а приемник остается активным и снижается его потребление. По этой причине в режиме «Ожидание» приемник работает медленнее, чем в нормальном режиме, и может пропустить первое сообщение (при высоких скоростях передачи). При появлении доминантного состояния на линии передачи приемник выдает низкий логический уровень на выходе RXD, сигнализируя микроконтроллеру о необходимости переключения приемопередатчика в нормальный режим (по входу RS).

Режим “Выключено” для микросхем 5559ИН14Б, 5559ИН14В

При появлении на входе SHDN или nSHDN активного логического уровня приемопередатчик переходит в режим “выключено”, с током потребления не превышающим 30 мкА. В этом режиме схема приемопередатчика полностью выключается и не оказывает влияния на линию передачи. Выход RXD переходит в состояние с высоким логическим уровнем. Вход SHDN или nSHDN имеет внутреннюю подтяжку к пассивному логическому уровню. В отсутствии подключения входа SHDN или nSHDN схема приемопередатчика находится в одном из рабочих режимов.

Типовая схема включения микросхемы

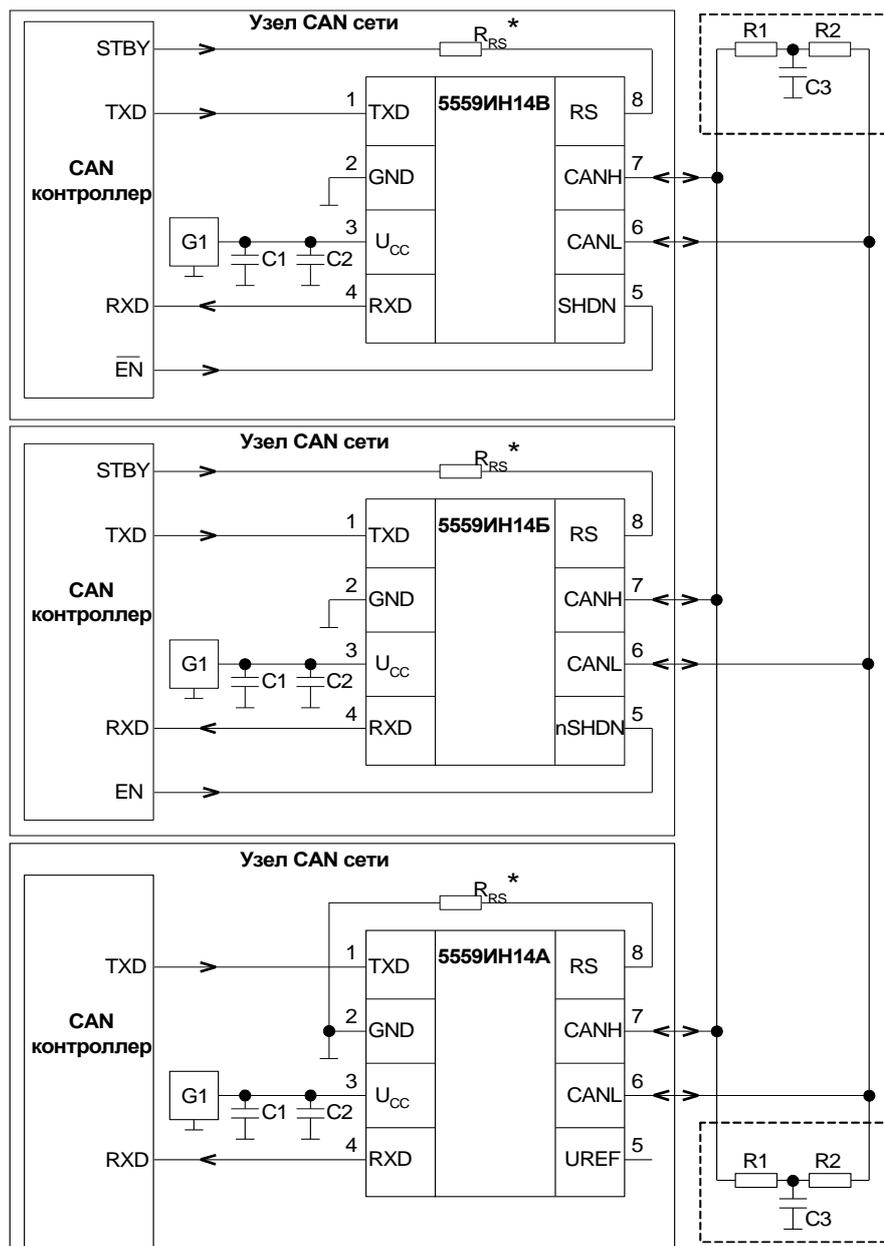


Рисунок 2 Типовая схема включения микросхемы

5559ИН14А (Б,В) - включаемая микросхема;

G1 - источник постоянного напряжения, $U_{CC} = (4,5...5,5) \text{ В}$;

C1...C4 - конденсаторы, $C1 = 47 \text{ мкФ} \pm 10 \%$;

$C2 = 0,1 \text{ мкФ} \pm 10 \%$; $C3 = 10 \text{ нФ} \pm 10 \%$;

R1...R4, R_{RS} - резисторы, $R1 = R2 = 60 \text{ Ом}$. $R_{RS}^* = 24...180 \text{ кОм}$

* - место включения резистора для управления временем нарастания/спада выходного сигнала передатчика.

Неиспользуемый логический вывод 8 рекомендуется подключить к GND.

Неиспользуемый логический вывод 5 5559ИН14Б рекомендуется подключить к GND.

Неиспользуемый логический вывод 5 5559ИН14В рекомендуется подключить к U_{CC} .

Предельно-допустимые характеристики микросхемы

Таблица 5

Продолжение таблицы 3 Предельно–допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем					
Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра			
		Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение источника питания, В	U_{CC}	4,5	5,5	минус 0,3	6,0
Входное напряжение высокого уровня, В на выводах: TXD 5559ИН14А TXD, SHDN 5559ИН14Б TXD, nSHDN 5559ИН14В	U_{IH}	2,0	U_{CC}	–	$U_{CC}+0,3$
Входное напряжение низкого уровня, В на выводах: TXD 5559ИН14А TXD, SHDN 5559ИН14Б TXD, nSHDN 5559ИН14В	U_{IL}	0	0,8	минус 0,3	–
Входное напряжение в режиме «Нормальный», В	U_{I_RS}	0,0	$0,3 \cdot U_{CC}$	минус 0,3	–
Входное напряжение в режиме «Ожидание», В	U_{I_STBY}	$0,75 \cdot U_{CC}$	U_{CC}	–	$U_{CC}+0,3$
Дифференциальное пороговое напряжение приемника, В, при: минус 10 В $\leq (U_{O_CANH}, U_{O_CANL}) \leq 10$ В	U_{TH}	0,5	0,9	–	–
Дифференциальное пороговое напряжение приемника, В, при: $U_{RS}=U_{CC}$, минус 10 В $\leq (U_{O_CANH}, U_{O_CANL}) \leq 10$ В	U_{TH_STBY}	0,5	0,9	–	–
Входное напряжение, В, по выводам CANH, CANL	U_{CANH} U_{CANL}	минус 10,0	18,0	минус 40	40
Входное синфазное напряжение приемника, В	U_{CM}	минус 10,0	10,0	–	–
Скорость обмена информацией, кбит/с, при: $U_{RS}=0$ В	f_{DR}	–	1 000	–	–
Сопrotивление нагрузки, Ом	R_L	45	–	–	–
Емкость нагрузки, пФ	C_L	–	100	–	–
Пр и м е ч а н и е – Не допускается одновременное задание двух предельных режимов.					

Стойкость к воздействию статического электричества 2 кВ.

Электрические параметры микросхемы

Таблица 6

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
5559ИН14АУ, 5559ИН14БУ, 5559ИН14ВУ				
Выходное напряжение высокого уровня приемника, В, при: $I_O = \text{минус } 1 \text{ мА}$	U_{OH_RXD}	$0,8 \bullet U_{CC}$	U_{CC}	25, 125, минус 60
Выходное напряжение низкого уровня приемника, В, при: $I_O = 1 \text{ мА}$	U_{OL_RXD}	0	$0,2 \bullet U_{CC}$	25, 125, минус 60
Входное напряжение режима контроля скорости нарастания/спада выходного дифференциального напряжения передатчика, В, при: $R_{RS} = (24 - 180) \text{ кОм}$	U_{I_SLOPE}	$0,4 \bullet U_{CC}$	$0,6 \bullet U_{CC}$	25, 125, минус 60
Выходное напряжение передатчика, рецессивное состояние, без нагрузки, В	$U_{O_CANH_REC}$ $U_{O_CANL_REC}$	2,0	3,0	25, 125, минус 60
Выходное напряжение передатчика, доминантное состояние, выход CANH, В	$U_{O_CANH_DOM}$	2,75	4,5	25, 125, минус 60
Выходное напряжение передатчика, доминантное состояние, выход CANL, В	$U_{O_CANL_DOM}$	0,5	2,25	25, 125, минус 60
Выходное дифференциальное напряжение передатчика, доминантное состояние, В, при: $R_L = 45 \text{ Ом}$, при: $R_L = 60 \text{ Ом}$	$U_{O_DIFF_DOM}$	1,5	3,0	25, 125, минус 60
Выходное дифференциальное напряжение передатчика, рецессивное состояние, без нагрузки, мВ	$U_{O_DIFF_REC}$	минус 500,0	50,0	25, 125, минус 60
Ток потребления, доминантное состояние, мА, при: $U_{TXD} = 0 \text{ В}$, $U_{RS} = 0 \text{ В}$	I_{CC_DOM}	–	60,0	25, 125, минус 60
Ток потребления, рецессивное состояние, мА, при: $U_{TXD} = U_{CC}$, $U_{RS} = 0 \text{ В}$	I_{CC_REC}	–	15,0	25, 125, минус 60
Ток потребления, режим «Ожидание», мА, при: $U_{RS} = U_{CC}$	I_{CC_STBY}	–	1,0	25, 125, минус 60
Входной ток высокого уровня передатчика, мкА	I_{IH_TXD}	минус 10,0	10,0	25, 125, минус 60

Спецификация 5559ИН14У, К5559ИН14У, К5559ИН14хSI, К5559ИН14Н4

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Входной ток низкого уровня передатчика, мкА	I_{IL_TXD}	минус 150,0	минус 10,0	25, 125, минус 60
Ток короткого замыкания выхода приемника, мА, при: $0\text{ В} < U_O < U_{CC}$	I_{OS_RXD}	минус 35,0	35,0	25, 125, минус 60
Входной ток режима «Нормальный», мкА, при: $U_{RS} = 0\text{ В}$	I_{I_RS}	минус 500,0	минус 100,0	25, 125, минус 60
Входной ток режима «Ожидание», мкА, при: $U_{RS} = U_{CC}$	I_{I_STBY}	минус 10,0	10,0	25, 125, минус 60
Ток утечки выхода передатчика, рецессивное состояние, без нагрузки, мА, при: $\text{минус } 40\text{ В} \leq (U_{O_CANH}, U_{O_CANL}) \leq 40\text{ В}$,	$I_{L_CANH_REC}$ $I_{L_CANL_REC}$	минус 5,0	5,0	25, 125, минус 60
Ток короткого замыкания выхода передатчика, доминантное состояние, мА, при: $U_{O_CANH} = \text{минус } 10\text{ В}$	I_{OS_CANH}	минус 250,0	минус 50,0	25, 125, минус 60
Ток короткого замыкания выхода передатчика, доминантное состояние, мА, при: $U_{O_CANL} = 18\text{ В}$	I_{OS_CANL}	50,0	250,0	25, 125, минус 60
Время задержки распространения передатчика при переходе из рецессивного в доминантное состояние, нс	t_{PHL_TXD}	–	90,0	25, 125, минус 60
Время задержки распространения передатчика при переходе из доминантного в рецессивное состояние, нс	t_{PLH_TXD}	–	150,0	25, 125, минус 60
Время задержки распространения передатчик–приемник при переходе из рецессивного в доминантное состояние, нс	t_{PHL_RXD}	–	160,0	25, 125, минус 60
Время задержки распространения передатчик–приемник при переходе из доминантного в рецессивное состояние, нс	t_{PLH_RXD}	–	200,0	25, 125, минус 60
Время задержки распространения приемника при выключении, нс, при: $U_{RS} = U_{CC}$	t_{PHL_WAKE}	–	500,0	25, 125, минус 60
Время задержки включения при переходе из режима «Ожидание» в режим «Нормальный» доминантное состояние, мкс	t_{ON_STBY}	–	4,0	25, 125, минус 60
Время нарастания дифференциального выходного напряжения передатчика, нс	t_r	15	80	25, 125, минус 60

Спецификация 5559ИН14У, К5559ИН14У, К5559ИН14хSI, К5559ИН14Н4

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Время спада дифференциального выходного напряжения передатчика, нс	t_f	15	80	25, 125, минус 60
5559ИН14АУ				
Опорное напряжение в режиме «Нормальный», В, при: минус 50 мкА < I_O < 50 мкА	U_{REF}	$0,45 \cdot U_{CC}$	$0,55 \cdot U_{CC}$	25, 125, минус 60
Опорное напряжение в режиме «Ожидание», В, при: минус 5 мкА < I_O < 5 мкА	U_{REF_STBY}	$0,4 \cdot U_{CC}$	$0,6 \cdot U_{CC}$	25, 125, минус 60
5559ИН14БУ				
Ток потребления, режим «Выключено», мкА, при: $U_{SHDN} = U_{CC}$	I_{CC_SHDN}	–	10,0	25, 125, минус 60
Входной ток высокого уровня, мкА, вход SHDN,	I_{IH_SHDN}	10,0	150,0	25, 125, минус 60
Входной ток низкого уровня, мкА, вход SHDN	I_{IL_SHDN}	минус 10,0	10,0	25, 125, минус 60
Время задержки включения при переходе из режима «Выключено» в режим «Нормальный» доминантное состояние, мкс	t_{ON_SHDN}	–	6,0	25, 125, минус 60
5559ИН14ВУ				
Ток потребления, режим «Выключено», мкА, при: $U_{nSHDN} = 0$ В	I_{CC_SHDN}	–	30,0	25, 125, минус 60
Входной ток высокого уровня, мкА, вход nSHDN	I_{IH_nSHDN}	минус 10,0	10,0	25, 125, минус 60
Входной ток низкого уровня, мкА, вход nSHDN	I_{IL_nSHDN}	минус 20,0	минус 1,0	25, 125, минус 60
Время задержки включения при переходе из режима «Выключено» в режим «Нормальный» доминантное состояние, мкс	t_{ON_SHDN}	–	6,0	25, 125, минус 60
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1 n – в названии вывода обозначает инверсию.</p> <p>2 Режимы измерения параметров приведены в ТСКЯ.431323.003ТБ4.</p>				

Электрические параметры микросхемы, контролируемые на общей пластине (бескорпусное исполнение)

Таблица 7

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температу-ра среды, °С
		не менее	не более	
Ток потребления, мА, доминантное состояние $U_{TXD}=0\text{ В}$, $U_{RS}=0\text{ В}$	I_{CC_DOM}	-	57,0	25
Ток потребления, мА, рецессивное состояние $U_{TXD}=U_{CC}$, $U_{RS}=0\text{ В}$	I_{CC_REC}	-	14,25	25
Ток потребления, мА, режим ожидания $U_{RS}=U_{CC}$	I_{CC_STBY}	-	0,95	25

Типовые зависимости

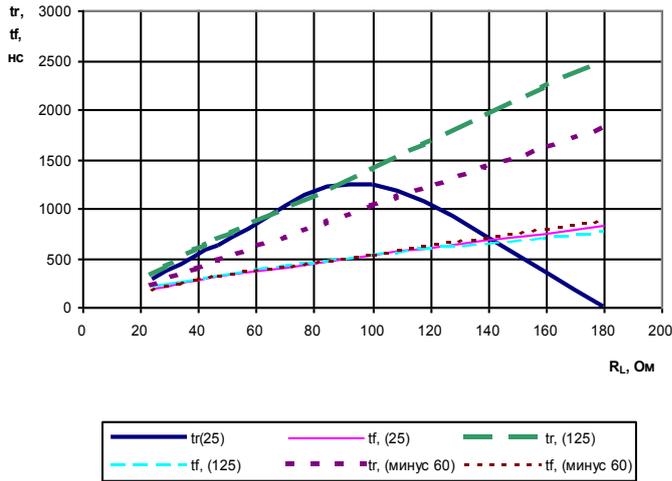


Рисунок 3 Зависимость скорости нарастания/спада выходного дифференциального сигнала от сопротивления нагрузки, при: $T = \text{минус } 60^\circ\text{C}$, 25°C , 125°C

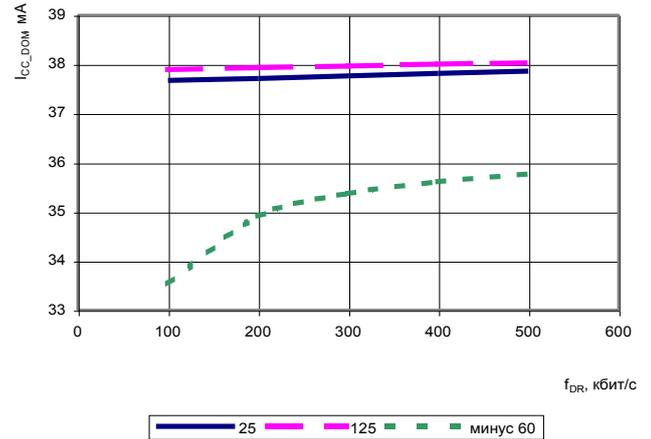


Рисунок 4 Зависимость тока потребления в доминантном состоянии от скорости передачи данных, при: $T = \text{минус } 60^\circ\text{C}$, 25°C , 125°C , $R_L = 60\text{Ом}$, $C_L = 100\text{пФ}$

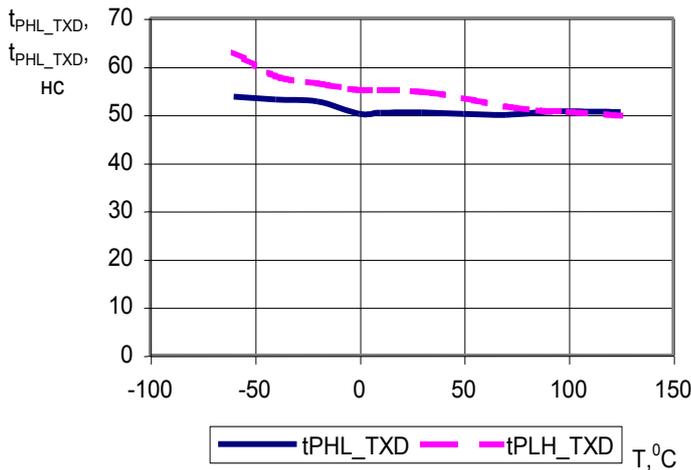


Рисунок 5 Зависимость времени задержки распространения передатчика при переходе из рецессивного в доминантное состояние и времени задержки распространения передатчика при переходе из доминантного в рецессивное состояние от температуры

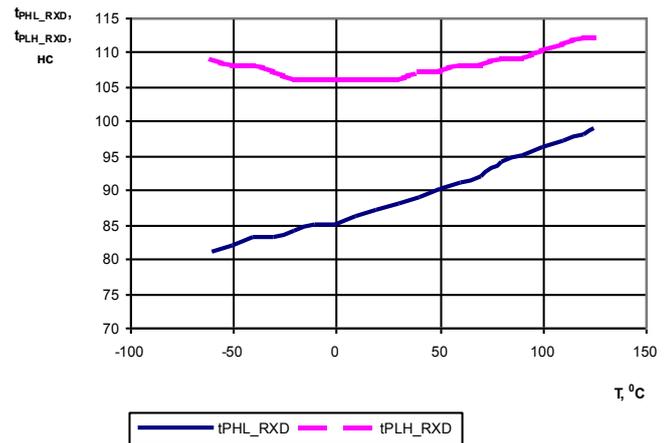


Рисунок 6 Зависимость времени задержки распространения передатчик-приемник при переходе из рецессивного в доминантное состояние и времени задержки распространения передатчик-приемник при переходе из доминантного в рецессивное состояние от температуры

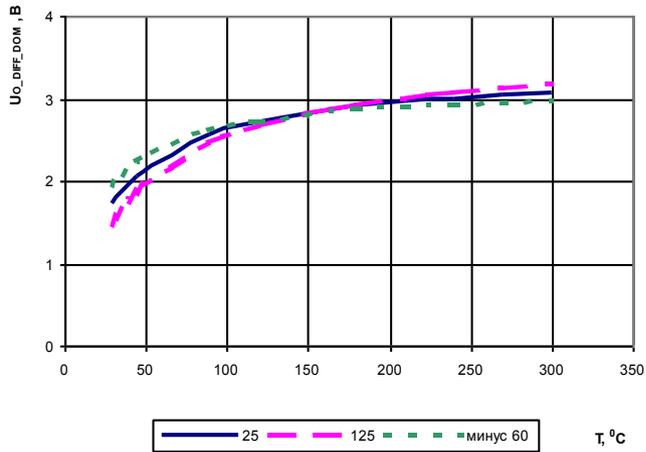


Рисунок 7 Зависимость выходного дифференциального напряжения передатчика, доминантное состояние от сопротивления нагрузки

Габаритный чертёж микросхемы

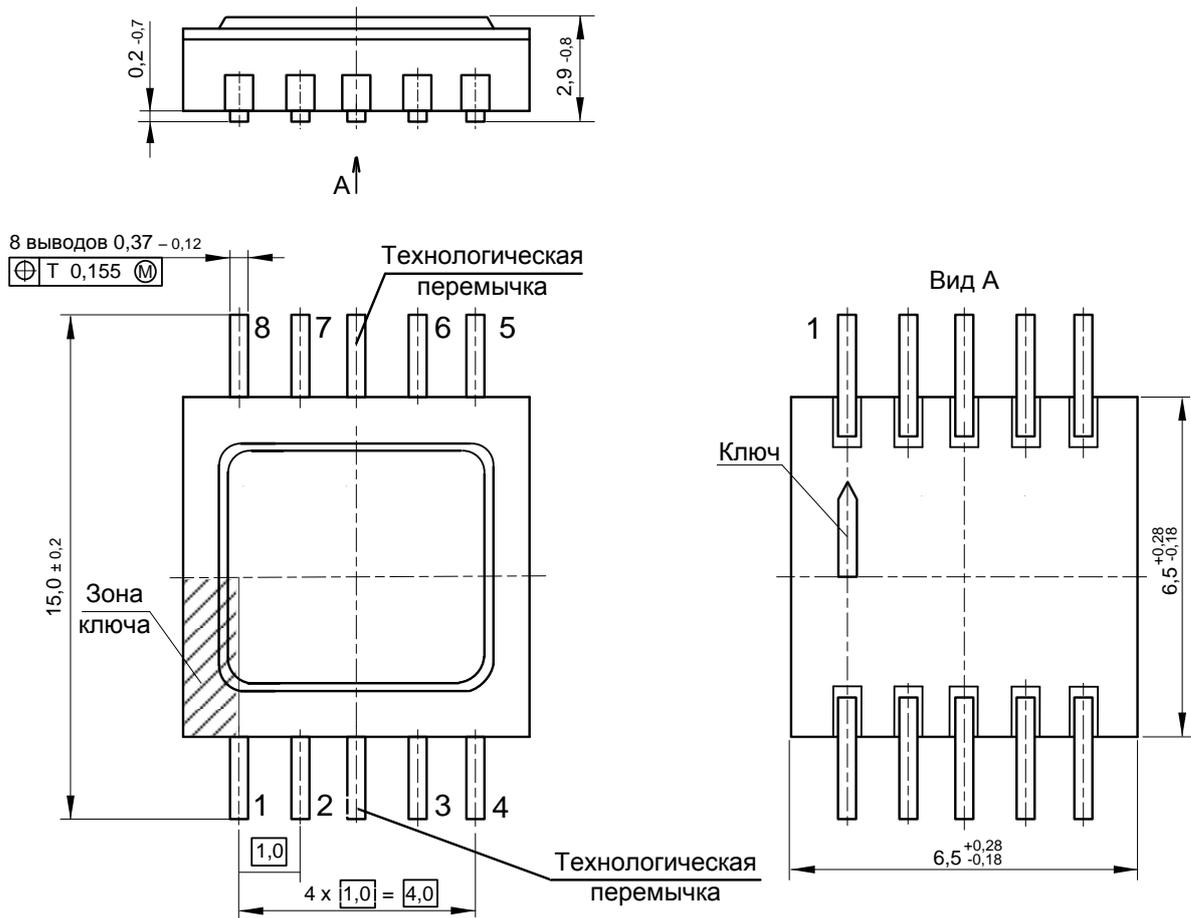


Рисунок 8 Корпус Н02.8-1В

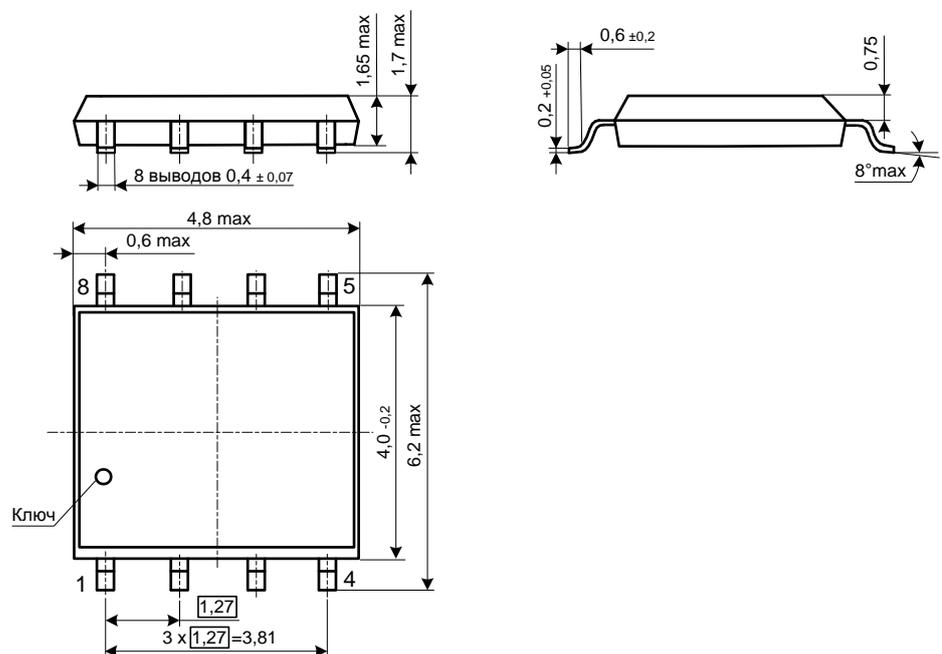


Рис. 9 Корпус SO-8

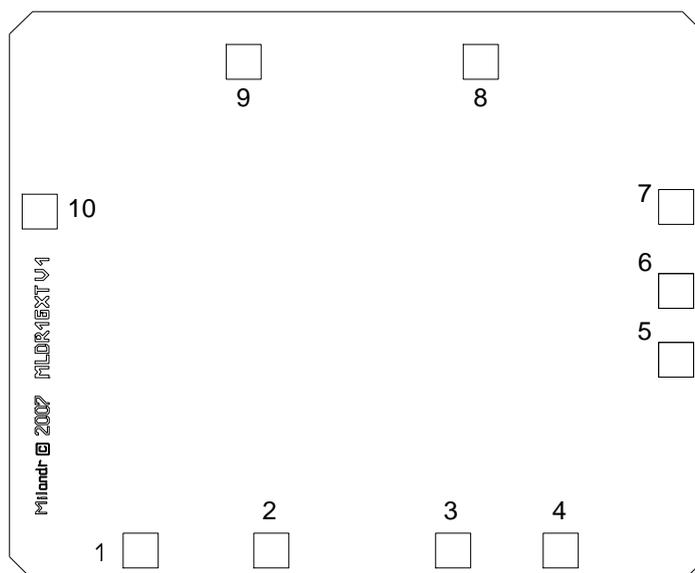


Рис. 10 Кристалл 2,55 max x 2,14 max (мм)

Информация для заказа

Обозначение	Маркировка	Тип корпуса	Температурный диапазон
5559ИН14АУ	ИН14А	Н02.8-1В	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14АУ	КИН14А	Н02.8-1В	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14АУК	КИН14А●	Н02.8-1В	0 – 70 °С
К5559ИН14АСI	MDRI6601SI	SO-8	минус 45 – 125 °С
5559ИН14БУ	ИН14Б	Н02.8-1В	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14БУ	КИН14Б	Н02.8-1В	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14БУК	КИН14Б●	Н02.8-1В	0 – 70 °С
К5559ИН14БSI	MDRI6602SI	SO-8	минус 45 – 125 °С
5559ИН14ВУ	ИН14В	Н02.8-1В	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14ВУ	КИН14В	Н02.8-1В	минус 60 – 125 °С
К5559ИН14ВУК	КИН14В●	Н02.8-1В	0 – 70 °С
К5559ИН14BSI	MDRI6603SI	SO-8	минус 45 – 125 °С

Примечание:

Микросхемы в бескорпусном исполнении поставляются в виде отдельных кристаллов, получаемых разделением пластины. Микросхемы поставляются в таре (кейсах) без потери ориентации. Маркировка микросхем – К5559ИН14Н4 наносится на тару.

Микросхемы в корпусе Н02.8-1В с приемкой «ВП» маркируются ромбом.

Микросхемы с приемкой «ОТК» маркируются буквой «К».

Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменения	№№ изменяемых листов
1	29.03.2010	2.1	Корректировка на основании планового пересмотра документации.	1, 2, 13, 14
2	27.04.2010	2.2	Замена логотипа	1
3	17.05.2010	2.3	Отработка габаритного чертежа	13
4	12.10.2011	2.4	Уточнение наименования микросхем	По тексту
5	23.03.2012	2.5.0	Введена микросхема в бескорпусном исполнении	По тексту
6	14.06.2012	2.5.1	Корректировка текста	1, 2
7	20.12.2012	2.6.0	Введено бескорпусное исполнение К...Н4	По тексту
8	28.03.2013	2.6.1	Корректировка текста. Устранение ошибок	По тексту
9	26.06.2013	2.7.1	Исправление названия и маркировки микросхем	По тексту
10	07.11.2013	2.8.1	Исправление структурных блок-схем	3