

## Умножитель частоты 5560ПЛ1У

Микросхема 5560ПЛ1У представляет собой умножитель частоты, генерирующий скоростной тактовый сигнал, который используется для синхронизации передачи и приема данных. Микросхемы обладают низкой рассеиваемой мощностью, предназначены для применения в телекоммуникационных системах, соответствующих стандарту LVDS, трансляторах уровня, приемопередающих устройствах, чувствительных к электромагнитному излучению, системах управления промышленными объектами специального назначения.

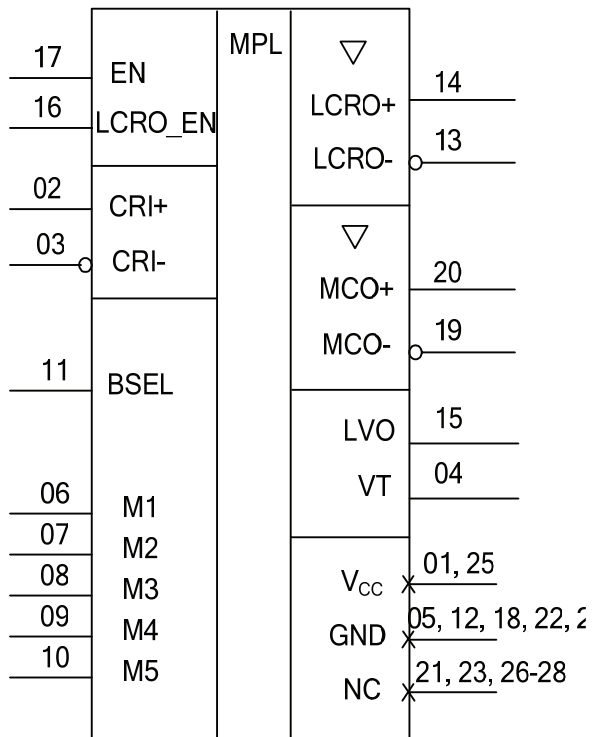
Микросхема изготавливается в металлокерамическом корпусе Н09.28-1В.

Функциональный аналог – SN65LVDS150 компании Texas Instrument, США.

### Особенности:

- напряжение питания микросхемы - от 3.0В до 3.6В;
- ток потребления в активном режиме при  $R_L = 100 \text{ Ом}$  - не более 70мА;
- ток потребления, выходы в третьем состоянии – не более 6.0мА;
- выходное дифференциальное напряжение - от  $|\pm 247| \text{ мВ}$  до  $|\pm 454| \text{ мВ}$ ;
- допустимое значение статического потенциала - не менее 2000В;
- диапазон рабочих температур среды - от минус 60°C до плюс 125°C;
- стойкость к воздействию нейтронного и  $\gamma$ -излучения, ионизирующего излучения космического пространства.

## Технические спецификации 5560ПЛ1У



Условное графическое обозначение

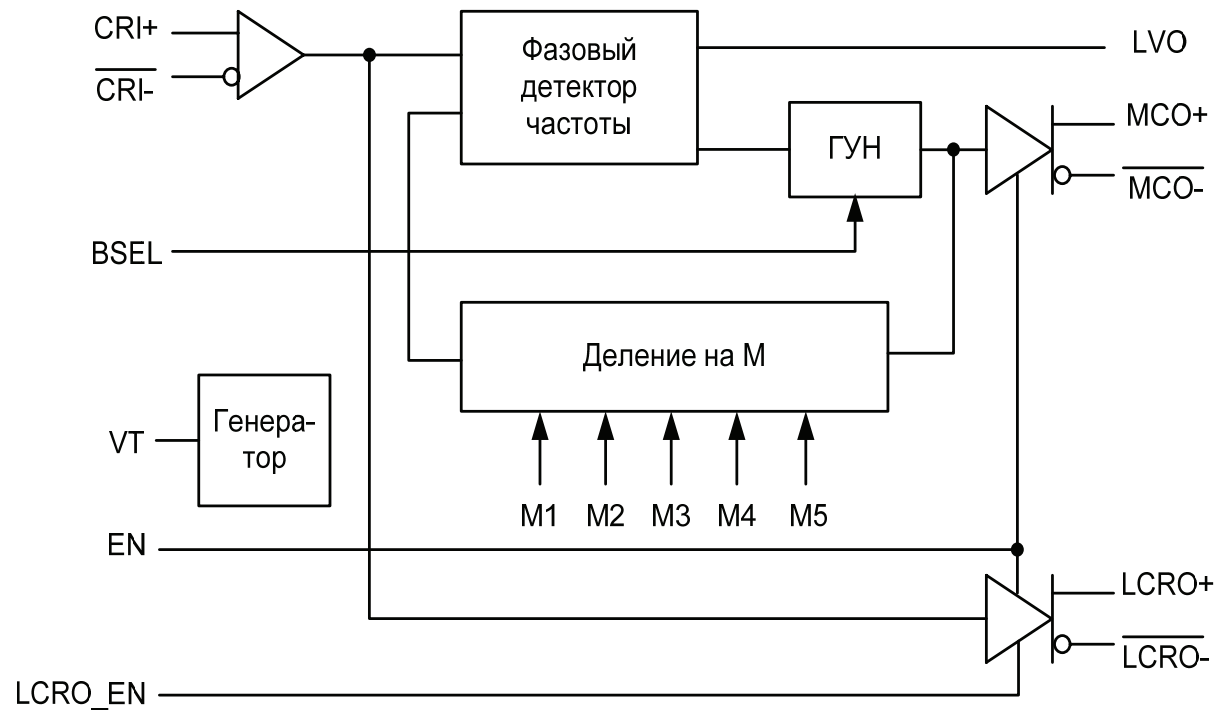


Схема электрическая структурная

**Технические спецификации  
5560ПЛ1У**

**Электрические параметры микросхемы при приемке и поставке ( $U_{CC} = 3,3В \pm 0,3В$ )**

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение низкого уровня, В, $I_{OL} = 8 \text{ мА}$ (на выходе LVO)	$U_{OL}$	–	0,4	25±10; –60; 125
Выходное напряжение высокого уровня, В, $I_{OH} = -8 \text{ мА}$ (на выходе LVO)	$U_{OH}$	2,4	–	
Входное минимальное дифференциальное пороговое напряжение высокого уровня, мВ	$U_{IT+}$	–	100*	
Входное минимальное дифференциальное пороговое напряжение низкого уровня, мВ	$U_{IT-}$	-100*	–	
Выходное дифференциальное напряжение, мВ, $R_L = 100 \text{ Ом}$	$U_{OD}$	±247	±454	
Разность выходных дифференциальных напряжений, мВ, $U_{ID} = \pm 100 \text{ мВ}^*$	$\Delta U_{OD}$	–50	50	
Выходное напряжение смещения относительно общего вывода, В, $R_L = 49,9 \text{ Ом}$	$U_{OC}$	1,125	1,375	
Разность выходных напряжений смещения относительно общего вывода, мВ, $R_L = 49,9 \text{ Ом}$	$\Delta U_{OC}$	–50	50	
Размах выходного напряжения смещения относительно общего вывода при переключении, мВ, $R_L = 49,9 \text{ Ом}$	$U_{OC PP}$	–	150	
Пороговое опорное напряжение смещения, В, $-100 \text{ мкА} \leq I_O \leq 100 \text{ мкА}$	$U_T$	$(U_{CC}/2) - 0,15$	$(U_{CC}/2) + 0,15$	
Ток потребления, мА, $R_L = 100 \text{ Ом}$ , активный режим, CRI-холостой ход выходы в третьем состоянии	$I_{CC1}$	–	70	
	$I_{CC2}$		6,0	
Входной ток, мкА, по входам CRI+, CRI- $U_I = 0 \text{ В}$ $U_I = 2,4 \text{ В}$	$I_I$	–2,0	–20	
		–1,2	–	

**Технические спецификации**  
**5560ПЛ1У**

**Электрические параметры микросхемы при приемке и поставке (продолжение)**

Дифференциальный входной ток, мкА, $U_{ID} = \pm 100$ мВ, по входам $CRI+$ , $\overline{CRI-}$ $U_{IC} = 0,05$ В $U_{IC} = 2,35$ В	$I_{ID}$	-2,0	2,0	25±10; -60; 125
Входной ток при выключенном питании, мкА, по входам $CRI+$ , $\overline{CRI-}$ $U_{CC} = 0$ В, $U_I = 3,6$ В	$I_{I(OFF)}$	-	20	
Входной ток низкого уровня, мкА, $U_{IL} = 0,8$ В по входам M1-M5, EN по входам BSEL, LCRO_EN	$I_{IL}$	-	10	
		-20	-	
Входной ток высокого уровня, мкА, $U_{IH} = 2,0$ В по входам M1-M5, EN по входам BSEL, LCRO_EN	$I_{IH}$	-	20	
		-10	-	
Ток короткого замыкания, мА, $U_{O+} = 0$ В или $U_{O-} = 0$ В $U_{OD} = 0$ В	$I_{OS}$	-10	10	
		-10	10	
Входной ток при выключенном питании, мкА, по входам $CI+$ , $\overline{CI-}$ $U_{CC} = 0$ В, $U_I = 3,6$ В	$I_{I(OFF)2}$	-	40	
Входной ток высокого уровня, мкА, $U_{IH} = 2,0$ В по входам EN, LVI, DI, LCO_EN	$I_{IH}$	-	20	
Входной ток низкого уровня, мкА, $U_{IL} = 0,8$ В по входам EN, LVI, DI, LCO_EN	$I_{IL}$	-	10	
Ток короткого замыкания, мА, по выходам LCO+, $\overline{LCO-}$ , DO+, $\overline{DO-}$ $U_{O+} = 0$ В или $U_{O-} = 0$ В $U_{OD} = 0$ В	$I_{OS}$	-10	10	
		-10	10	
Выходной ток низкого уровня в состоянии "Выключено", мкА, $U_O = 0$ В	$I_{OZL}$	-	-5,0	
Выходной ток высокого уровня в состоянии "Выключено", мкА, $U_O = U_{CC}$	$I_{OZH}$	-	5,0	

**Технические спецификации**  
**5560ПЛ1У**

**Электрические параметры микросхемы при приемке и поставке (продолжение)**

Выходной ток при выключенном питании, мкА, $U_{CC} = 1,5 \text{ В}, U_O = 3,6 \text{ В}$	$I_{O(OFF)}$	-5,0	5,0	25±10; -60; 125
Ток потребления, мА, $R_L = 100 \text{ Ом}$ , активный режим выходы в третьем состоянии	$I_{CC1}$	-	30	
	$I_{CC2}$		1,0	
Динамический ток потребления, мА $R_L = 100 \text{ Ом}$ , $f_{MCI} = 200 \text{ МГц}$ , $f_{LCRI} = 20 \text{ МГц}$ , данные на входах $DI = 1010101010$	$I_{OCC}$	-	65	
Время задержки распространения при выключении, нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 100 \text{ Ом}$ от входов $MCI+$ , $\overline{MCI}$ - к выходам $DO+$ , $\overline{DO}$ -	$t_{PLH1}$	3,0	8,5	
Время задержки распространения при включении, нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 100 \text{ Ом}$ от входов $MCI+$ , $\overline{MCI}$ - к выходам $DO+$ , $\overline{DO}$ -	$t_{PHL1}$	3,0	8,5	
Время задержки распространения при выключении, нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 100 \text{ Ом}$ от входов $MCI+$ , $\overline{MCI}$ - к выходам $LCO+$ , $\overline{LCO}$ -	$t_{PLH2}$	3,0	8,5	
Время перехода при включении, выключении, нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 100 \text{ Ом}$ дифференциального выходного сигнала	$t_{THL}$ , $t_{TLH}$	0,3	1,5	
Время задержки распространения при переходе из состояния "Выключено" в состояние низкого уровня, нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 50 \text{ Ом}$	$t_{PZL}$	-	20	
Время задержки распространения при переходе из состояния низкого уровня в состояние "Выключено", нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 50 \text{ Ом}$	$t_{PLZ}$	-	12,9	
Время задержки распространения при переходе из состояния высокого уровня в состояние "Выключено", нс, $C_L = 10 \text{ пФ}$ , $R_L = 50 \text{ Ом}$	$t_{PHZ}$	-	12,9	
Выходной ток низкого уровня в состоянии "Выключено", мкА, $U_O = 0 \text{ В}$ по выходам $MCO+$ , $\overline{MCO}$ -, $LCRO+$ , $\overline{LCRO}$ -	$I_{OZL}$	-	-5,0	

**Технические спецификации**  
**5560ПЛ1У**

**Электрические параметры микросхемы при приемке и поставке (продолжение)**

Выходной ток высокого уровня в состоянии "Выключено", мкА, $U_O = U_{CC}$ по выходам $\overline{MCO+}$ , $\overline{MCO-}$ , $\overline{LCRO+}$ , $\overline{LCRO-}$	$I_{OZH}$	–	5,0	25±10; –60; 125
Выходной ток при выключенном питании, мкА, $U_{CC} = 1,5 В$ , $U_O = 3,6 В$	$I_{O(OFF)}$	–	±5,0	
Время задержки распространения при выключении, нс, $C_L = 10$ пФ, $R_L = 100$ Ом, от входов $CRI+$ , $CRI-$ к выходам $\overline{MCO+}$ , $\overline{MCO-}$ $f_I = 5$ МГц; $m^{**} = 4$	$t_{PLH}$		–2,5      2,5	
			–1,5      1,5	
			–1,65      1,65	
Разность задержек распространения при выключении, нс, $C_L = 10$ пФ, $R_L = 100$ Ом, между выходами $\overline{LCRO+}$ , $\overline{LCRO-}$ и $\overline{MCO+}$ , $\overline{MCO-}$ $f_I = 5$ МГц; $m = 4$	$\Delta t_{PLH}$		0,5      6,0	
			0,5      6,0	
			0,5      4,5	
Время перехода при включении, выключении, нс, $C_L = 10$ пФ, $R_L = 100$ Ом по выходам $\overline{MCO+}$ , $\overline{MCO-}$ , $\overline{LCRO+}$ , $\overline{LCRO-}$	$t_{THL}$ , $t_{TLH}$	0,3	1,5	
Время перехода в режим синхронизации, мс, $U_{EN} = U_{CC}$ ; $U_{BSEL} = U_{CC}$ ; $U_{LCRO EN} = U_{CC}$ ; $m = 40$ ; $f_I = 5$ МГц	$t_{LOCK}$	–	1,0	
Максимальная частота на выходе $\overline{MCO+}$ , $\overline{MCO-}$ , МГц, $U_{BSEL} = U_{CC}$ ; $m = 4$ ; 6	$f_{MAX}$		200	
			400	
			50	
			100	
<p style="text-align: center;">Примечание - Знак "минус" перед значением тока указывает только его направление (вытекающий ток). За величину тока принимается абсолютное значение показаний измерителя тока.</p> <p>* При температуре среды минус 60°C <math>U_{IT+} = 200</math> мВ, <math>U_{IT-} = -200</math> мВ (<math>U_{ID} = \pm 200</math> мВ). ** <math>m</math> – коэффициент умножения частоты</p>				

## Технические спецификации 5560ПЛ1У

### Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации

Наименование параметров режима, единица измерения	Буквенное обозначение	Предельно-допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, В	$U_{CC}$	3,0	3,6	-0,5	4,0
Входное напряжение высокого уровня по входам EN, BSEL, LCRO_EN, M1-M5, В	$U_{IH}$	2,0	$U_{CC}$	–	–
Входное напряжение низкого уровня по входам EN, BSEL, LCRO_EN, M1-M5, В	$U_{IL}$	0	0,8	–	–
Входное напряжение, В -по входам EN, BSEL, LCRO_EN, M1- 5	$U_I$	0	$U_{CC}$	–0,5	5,5
-по входам $\overline{CRI+}$ , $\overline{CRI-}$					4,0
Напряжение, прикладываемое к выходам LCRO+, $\overline{LCRO-}$ , MCO+, MCO-, В	$U_O$	–	–	–0,5	4,0
Входное дифференциальное напряжение по входам $\overline{CRI+}$ , $\overline{CRI-}$ , В	$U_{ID}$	0,1	0,6	–	–
Входное напряжение смещения относительно общего вывода по входам $\overline{CRI+}$ , $\overline{CRI-}$ , В	$U_{IC}$	$ U_{ID} /2$	$2,4- U_{ID} /2$	–	–
		–	$U_{CC}-0,8$		
Длительность фронта, спада входного сигнала, нс	$t_{LH}$ , $t_{HL}$	–	1,0*	–	–

\* Длительность фронта, спада входного сигнала без гарантии динамических параметров не более 15 нс

### **Устройство и работа**

Микросхема 5560ПЛ1У используется для формирования высокочастотного тактового сигнала в соответствии с опорным тактовым сигналом и разрядностью параллельных данных.

Программируемый коэффициент умножения  $M$  напрямую зависит от состояния на входах M1-M5 микросхемы 5560ПЛ1У, за счет чего можно изменять количество передаваемых бит параллельных данных от 4 до 40. Для случаев коэффициента  $M$  от 10 до 40 множитель частоты дает возможность объединять в один канал до 4 параллельно-последовательных преобразователей с передатчиками стандарта LVDS.

На дифференциальные тактовые входы CRI приходит сигнал опорной частоты. В зависимости от того, где находится множитель частоты, в передающем или приемном блоках устройства, сигнал опорной частоты может быть дифференциальным с уровнями интерфейса LVDS или однополярным с уровнями КМОП/ТТЛ. Во втором случае сигналы с уровнями КМОП/ТТЛ подаются на прямой вход приемника CRI+, а инверсный вход CRI- подключается к выходу  $V_T$ , на котором формируется уровень напряжения  $V_{cc}/2$  внутри микросхемы.

Сигналы опорной частоты поступают на выходы микросхемы LCRO через внутренний блок множителя LCRO без изменения с некоторой задержкой. Линейный тактовый опорный выход LCRO подключается к параллельно-последовательному преобразователю с передатчиком стандарта LVDS (5560ИН3У) для передачи данных в линию. Разрешающий вход линейного тактового опорного выхода LCRO\_EN используется для выключения выходов LCRO, когда они не используются.

В блоке ГУН формируется сигнал с умноженной частотой. После деления умноженной частоты на коэффициент  $M$ , сигнал поступает на один из входов фазового детектора для сравнения с частотой опорного сигнала. При несовпадении частот фазовый детектор формирует на выходе импульс с длительностью в соответствии с разбалансом сигналов, который в фильтре низкой частоты на основе операционного усилителя преобразуется в напряжение и подается на блок ГУН. В результате блок ГУН корректирует генерируемую частоту в сторону уменьшения разбаланса. Появление высокого уровня на выходе контроля состояния режима синхронизации LVO микросхемы отражает завершение процесса синхронизации сигналов тактовой частоты параллельных и последовательных данных, а также готовность устройства к передаче и приему информации.

Сигнал умноженной частоты с блока ГУН через внутренний предвыходной блок передается на выходы микросхемы MCO.

Временные диаграммы входных и выходных импульсов микросхемы приведены на рисунках 1 – 4.



# Технические спецификации 5560ПЛ1У

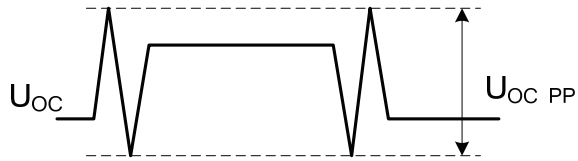


Рисунок 1 – Временная диаграмма выходного напряжения смещения относительно общего вывода  $U_{OC PP}$

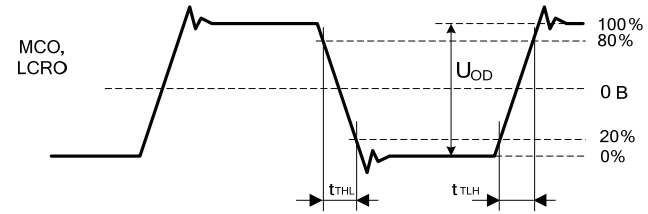


Рисунок 2 – Временная диаграмма дифференциальных выходных импульсов

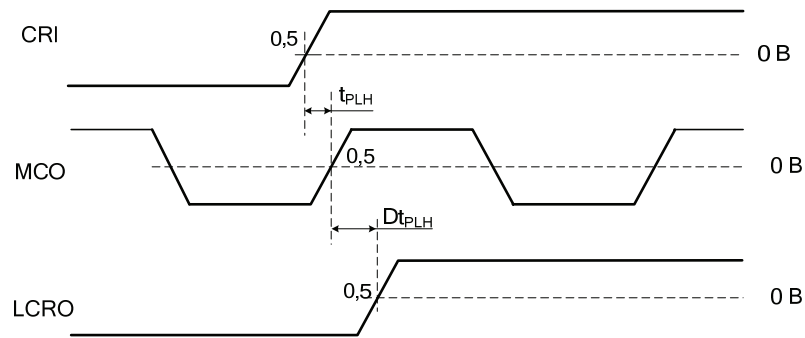


Рисунок 3 – Временная диаграмма входных и выходных импульсов

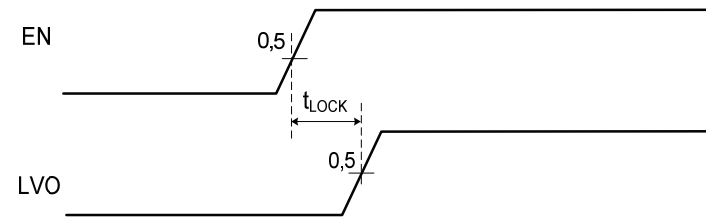


Рисунок 4 – Временная диаграмма входных и выходных импульсов

### **Указания по эксплуатации**

Для исключения неустойчивых состояний в случае отсутствия сигналов на дифференциальных входах приемников используется блок переключения выходов в состояние низкого или высокого уровня (блок Fail-Safe). Отсутствие сигнала на входах приемников возможно, если выход передатчика находится в высокоимпедансном третьем состоянии или линия разомкнута.

На каждой из микросхем комплекта 5560ИН3У, 5560ИН4У и 5560ПЛ1У есть разрешающий вход EN. При подаче на него напряжения высокого уровня микросхема переходит в рабочий режим, напряжения низкого уровня – в состояние «Выключено» с пониженным энергопотреблением. Микросхемы комплекта содержат блоки контроля напряжения питания. При наличии помехи в шине напряжения питания ниже уровня 1.5 В микросхемы переходят в состояние «Выключено». По нарастающему фронту помехи в режиме восстановления напряжения в шине питания формируется системный сброс и происходит установка устройства в исходное состояние.

Параллельно-последовательный преобразователь с передатчиком стандарта LVDS 5560ИН3У принимает параллельные данные с разрядностью от 4 до 10 (определяется коэффициентом умножения) с уровнями КМОП/ ТТЛ и преобразует их в последовательную форму для передачи по высокоскоростному каналу LVDS с увеличенной в соответствии с коэффициентом умножения тактовой частотой. Выходы интерфейса LVDS передатчиков микросхемы подключены к двум витым парам магистрали. По одному каналу передаются данные, по второму – задержанный в микросхеме 5560ИН3У тактовый сигнал параллельных данных. Двухпроводной дифференциальный интерфейс LVDS не требует использования множества контактов, громоздких тяжелых разъемов и кабелей, что, в свою очередь, снижает стоимость системы. Приёмник стандарта LVDS с последовательно-параллельным преобразователем 5560ИН4У принимает данные с магистрали и преобразует его в параллельный код с разрядностью от 4 до 10, а тактовый сигнал после приемника поступает на опорный вход умножителя частоты 5560ПЛ1У. Умножитель частоты 5560ПЛ1У на основе ФАПЧ формирует высокочастотный тактовый сигнал, который используется для синхронизации передачи и приема данных, а также позволяет изменять разрядность приемо-передающей системы с 4 бит до 40 путем подачи соответствующего коэффициента умножения на входы M1-M5 микросхемы 5560ПЛ1У. Например, максимальный коэффициент умножения 40 устанавливается в случае объединения четырех 10-разрядных параллельно-последовательных преобразователей для передачи 40-разрядного параллельного кода по одной последовательной шине. Вместе с тем возможно параллельное подключение нескольких 5560ИН3У и 5560ИН4У для использования единой более скоростной линии связи с несколькими каналами данных и одним тактовым каналом. Сочетание параллельного и последовательного подключения элементов набора позволяет сформировать конфигурацию системы для получения оптимального сочетания пропускной способности канала и количества линий передачи.

Входы, выходы микросхем 5560ПЛ1У, 5560ИН3У и 5560ИН4У устойчивы к воздействию статического электричества на уровне не менее 2000 В. Элементы защиты от статического электричества входов, выходов приведены на рисунке 2. По электрическим параметрам, предельным и предельно-допустимым режимам эксплуатации микросхемы полностью соответствуют микросхемам аналогов, а по диапазону температур и уровню устойчивости к специальным внешним воздействующим факторам превосходят их.

## Технические спецификации 5560ПЛ1У

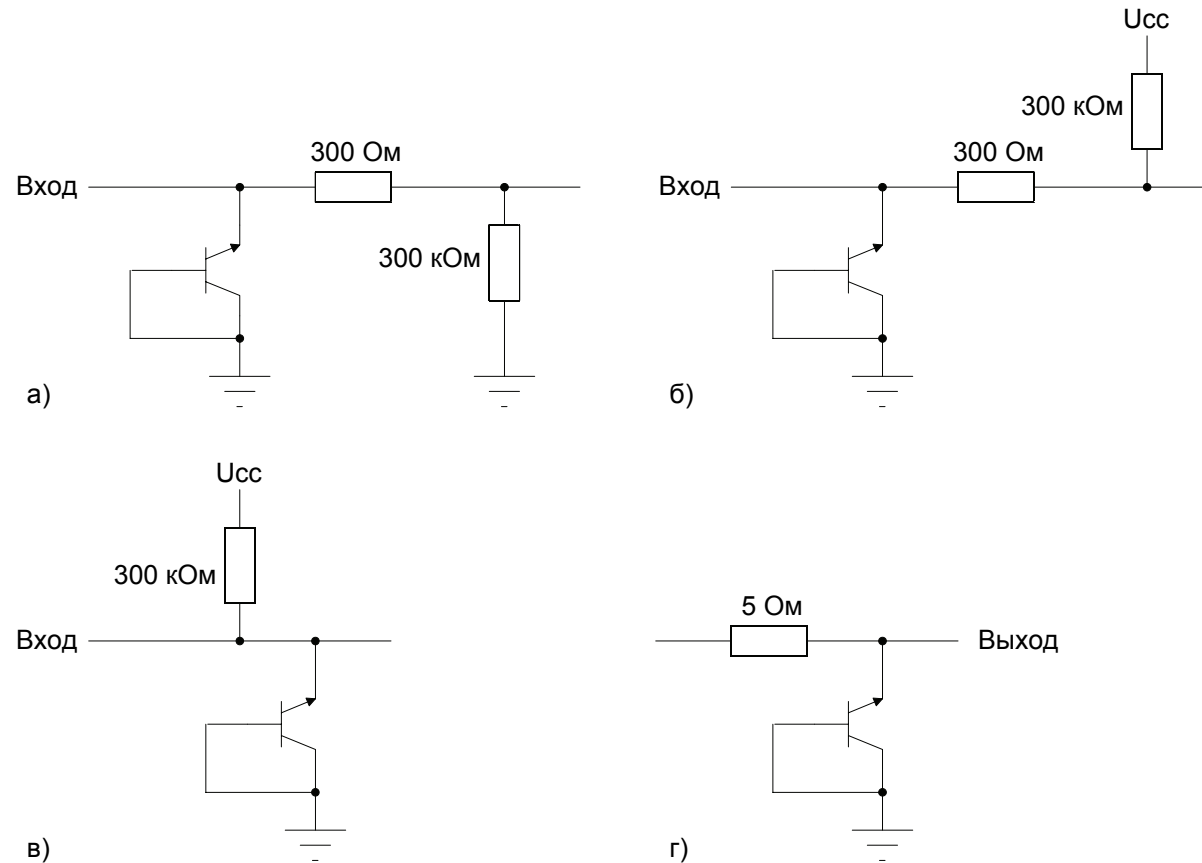


Рисунок 2 – Схемы защиты портов микросхем от статического электричества для:

- а) входов данных параллельно-последовательного преобразователя с передатчиком стандарта LVDS и разрешающих входов каждой из микросхем комплекта (кроме LCRO\_EN умножителя частоты)
- б) входов BSEL и LCRO\_EN умножителя частоты
- в) входов данных приемников LVDS
- г) выходов

Электрическая схема защиты от статического электричества разработана на основе закрытого биполярного p-p-n транзистора с типовым пробивным напряжением около 7 В.

## Технические спецификации 5560ПЛ1У

---

Комплект микросхем поддерживает передачу данных 10-битной параллельной шины со скоростью не более 200 Мбит/с.

В процессе проектировании быстродействующих систем обмена информацией на основе микросхем 5560ПЛ1У, 5560ИН3У и 5560ИН4У разработчики должны использовать печатные платы не менее, чем с четырьмя уровнями металлизации: первый уровень предназначен для сигналов LVDS, второй – для плоскости общей шины, третий – для плоскости шины питания и четвертый – для сигналов КМОП/ТТЛ. Данный подход позволяет минимизировать влияние перекрестных помех между сигналами с уровнями КМОП/ТТЛ и LVDS с резкими ( $< 1,0$  нс) фронтами нарастания и спада. Экранирующие плоскости общей шины и шины питания выполняют также функцию дополнительной высокочастотной развязывающей емкости, эффективность которой будет выше, если плоскости будут располагаться на минимальном расстоянии.

На рисунке ниже приведен один из вариантов системы преобразования параллельных данных в сигналы интерфейса LVDS и высокоскоростной передачи информации с последующим обратным преобразованием данных в параллельный код на основе комплекта микросхем 5560ПЛ1У, 5560ИН3У и 5560ИН4У.

# Технические спецификации 5560ПЛ1У

