

# ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ МИКРОСХЕМА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА СТАНДАРТА RS-485 С МАЛЫМ ТОКОМ ПОТРЕБЛЕНИЯ

**ДМИТРИЙ КОЛЕСНИКОВ**, директор Центра проектирования интегральных схем  
**ЕВГЕНИЙ СУХОТЕРИН**, начальник лаборатории разработки аналоговых блоков  
**АНДРЕЙ ТУЧИН**, начальник лаборатории разработки топологии блоков и ИО-ячеек  
**ГРИГОРИЙ ГЛУШКОВ**, директор обособленного подразделения в Воронеже  
**ВАДИМ БОГДАНОВ**, начальник лаборатории измерений электронных модулей  
**АРТУР ЗАЙДУЛЛИН**, инженер-схемотехник 1-й категории, АО «ПКК Миландр»

В статье представлены основные характеристики разработанной в АО «ПКК Миландр» микросхемы K5559 ИН28 ASI приемопередатчика RS-485 со скоростью передачи данных до 30 Мбит/с. Основными преимуществами микросхемы являются: пониженные токи потребления, расширенный диапазон напряжения питания 3–5,5 В, параллельное подключение к шине до 256 эквивалентных приемопередатчиков, защита от короткого замыкания и тока с линии на питание или землю приемопередатчика. Завершение испытаний и начало серийного производства начнется в 2021 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Наиболее надежную и устойчивую связь, особенно в жестких условиях эксплуатации, обеспечивают проводные интерфейсы, наиболее распространенным среди которых является RS-485. Благодаря высокой помехоустойчивости и гибкости построения сети интерфейс RS-485 получил широкое применение в системах сбора данных, системах управления промышленными устройствами, системах вентиляции и безопасности, в медицинском оборудовании и автомобильной электронике.

АО «ПКК Миландр» на протяжении нескольких лет ведет поставки микро-

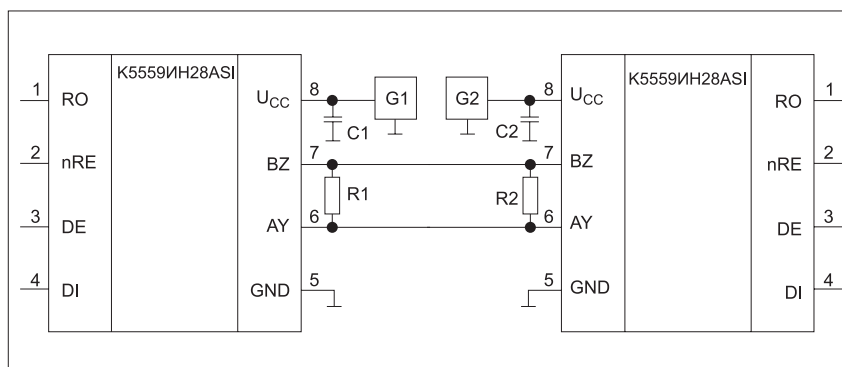


Рис. 1. Типовая схема включения K5559IN28ASI.  
 Условные обозначения: G1, G2 – источники постоянного напряжения,  $U_{CC} = (3,0 - 5,5) В$ ;  
 C1, C2 – конденсаторы, C1 = C2 емкостью не менее 0,1 мкФ ± 20%;  
 R1, R2 – резисторы, R1 = R2 = 120 Ом

Таблица. Параметры K5559IN28ASI в сравнении с функциональными аналогами

Параметр	K5559IN28ASI [1]	MAX14783EEUA [2]	ST3485EB [3]	ADM3490E [4]
Корпус	S0-8	S0-8, μMAX, TDFN-EP	S0-8	S0-8
Напряжение питания, В	3,0–5,5	3,0–5,5	3–3,6	3–3,6
Скорость передачи данных (макс.), Мбит/с	30	30	15	12
Ток потребления в режиме «выкл.», мА	1,4 (макс. 2)	1,9 (макс. 4)	1,3 (макс. 2,2)	1,1 (макс. 2,2)
Ток потребления в режиме «выкл.», мкА	< 2	< 10	1	10
Ток утечки по выводам AY, BZ, мкА	–100...125	–800...1000	–800...1000	–800...1000
Входное сопротивление приемника, кОм	96	12	24	12
Дифференциальное выходное напряжение, В	> 1,5	> 1,5	1,5 ( $U_{CC} = 3 В$ )	1,5 ( $U_{CC} = 3 В$ )
Порог переключения приемника, В	–0,210...–0,030	–0,200...–0,010	–0,200...0,200	–0,200...0,200
Задержка распространения сигнала передатчика, нс	25	20	30	35
Время включения передатчика (приемник включен), нс	60	30	50	90
Время включения передатчика (приемник выключен), мкс	< 10	< 6	0,05	0,9
Диапазон рабочей температуры, °С	–40...85	–40...85	–40...85	–40...85

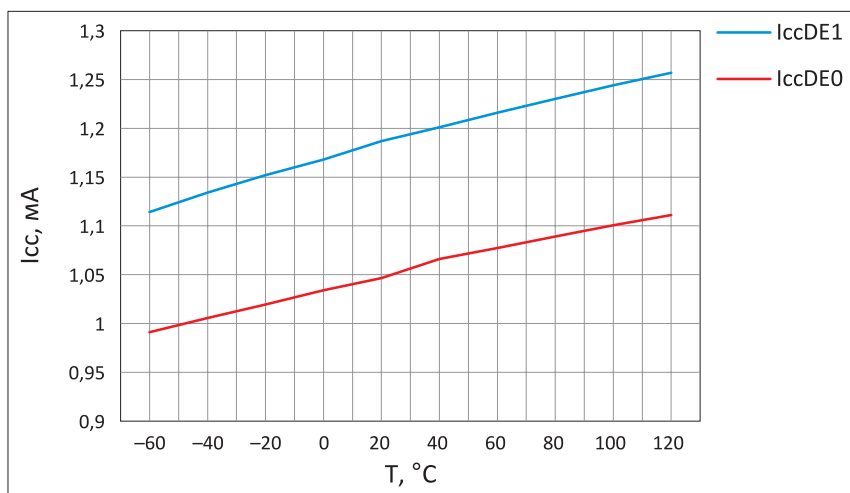


Рис. 2. Зависимость тока потребления  $I_{cc}$  K5559IH28ASI без нагрузки от температуры при  $U_{cc} = 5,5$  В

схем приемопередатчиков по стандартам RS-485/RS-422 (5559 IH25Y; 5559 IH26Y; 5559 IH27Y; 5559 IH28Y; 5559 IH10 AY; 5559 IH10 BY; 5559 IH32 T), в т. ч. с гальванической развязкой (2011 BV024).

В настоящее время разработана новая высокоскоростная микросхема приемопередатчика по стандарту RS-485 с пониженным током потребления.

#### Основные параметры микросхемы [1]:

- диапазон напряжения питания: 3,0–5,5 В;
- скорость передачи данных: до 30 Мбит/с;
- входной импеданс приемника соответствует 1/8 единице нагрузки (1 U.L.), что допускает параллельное включение до 256 эквивалентных приемопередатчиков на шине;
- отказоустойчивая к наличию короткого замыкания и обрыва на шине схема приемника, что не требует использования внешних fail-safe резисторов;
- синфазное напряжение шины данных: –7...12 В;

- защита от перегрева;
- защита от короткого замыкания;
- микросхемы поставляются в 8-выводном пластиковом корпусе SO-8;
- диапазон рабочей температуры: –40...85°C;

Типовая схема включения микросхемы приведена на рисунке 1. Конденсаторы (C1, C2) необходимо располагать как можно ближе к микросхеме.

Максимальная длина шины по стандарту RS-485 составляет 1200 м. В случае превышения этой длины следует использовать повторители. Использование по стандарту RS-422 возможно в случае применения двух микросхем K5559 IH28 ASI. При этом одна из них должна быть включена только в режиме передачи, а другая – только в режиме приема.

Остановимся на некоторых особенностях и преимуществах разработанной микросхемы подробнее. Основные характеристики микросхемы и сравнение с функциональными аналогами представлено в таблице.

K5559 IH28 ASI сочетают в себе высокую скорость передачи данных

до 30 Мбит/с с низким током потребления в режиме «вкл.» (см. рис. 2). При появлении на входах DE и nRE состояний «0» и «1», соответственно, микросхемы переходят в режим «выкл.» (shutdown) с током потребления < 2 мкА, что в пять раз меньше, чем у MAX14783EEUA.

Выходы передатчиков разработанной микросхемы ограничены по скорости нарастания/спада выходного сигнала для уменьшения уровня электромагнитных помех, а также отражений при неидеально согласованной шине. Таким образом, обеспечивается стабильная передача информации. Микросхема оснащена двумя механизмами защиты выходов передатчика: по максимальному выходному току и по рассеиваемой мощности. Зависимости токов короткого замыкания выходов передатчика от напряжения источника питания при напряжении на выходе –7 и 12 В представлены на рисунке 3.

Данные механизмы защиты активируются в случаях неправильного использования схемы приемопередатчика, замыкания выходов передатчика на шины питания и «общий» вывод, а также при возникновении конфликтных ситуаций (попытки одновременной передачи данных несколькими приемопередатчиками). Схема термозащиты срабатывает при температуре кристалла более 160°C и переводит схему передатчика в состояние «выкл.».

Микросхемы оснащены эффективными встроенными схемами защиты, препятствующими протеканию тока с линии на питание и землю при напряжении в линии выше питания либо ниже земли приемопередатчика. На рисунке 4 представлены ВАХ выходов передатчиков в диапазоне напряжения –7...12 В. В линии с несколькими приемопередатчиками с разными уровнями земли и питания эта схема защиты от токов с линии совместно со схемой ограниче-

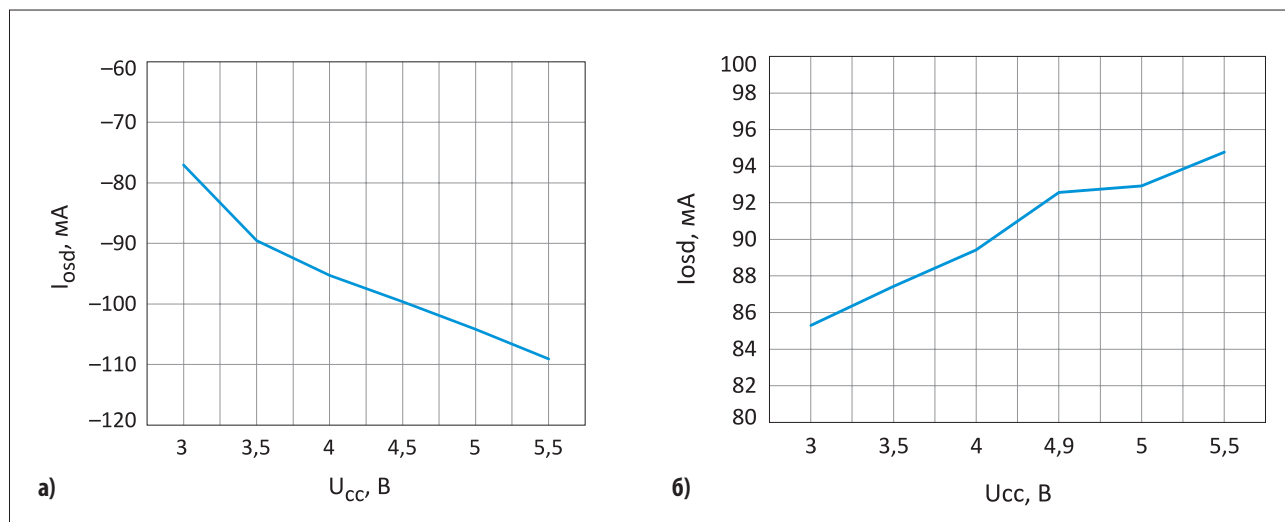


Рис. 3. Зависимость тока короткого замыкания выхода передатчика  $I_{osd}$  от напряжения источника питания при  $U_n$  ( $U_{B2}$ ) равном: а) –7 В; б) 12 В

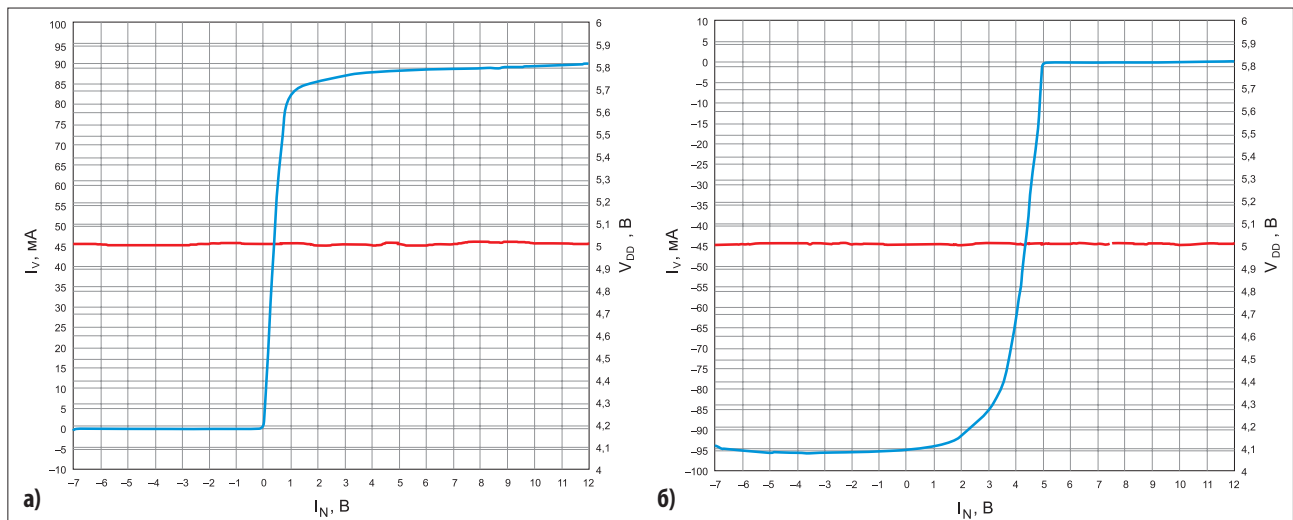


Рис. 4. Вольтамперные характеристики выходов передатчика при: а) DE = «1», DI = «0»; б) DI = «1». Кривая синего цвета характеризует ток через выход передатчика, красная кривая – напряжение питания микросхемы

### О компании «ПКК Миландр»

«ПКК Миландр» ([www.milandr.ru](http://www.milandr.ru)) – российский разработчик и производитель интегральных микросхем, электронных модулей, приборов и систем. Основная специализация компании «ПКК Миландр» – реализация проектов в области разработки и производства изделий микроэлектроники (микроконтроллеры, микропроцессоры, микросхемы памяти, микросхемы приемопередатчиков, микросхемы преобразователей напряжения, радиочастотные схемы), универсальных электронных модулей, приборов промышленного и коммерческого назначения, разработки ПО для современных информационных систем и изделий микроэлектроники.

Отличительная особенность предприятия – обеспечение полного маршрута создания интегральных микросхем и электронных модулей, начиная с процессов проектирования и производства инновационных продуктов, востребованных рынком, и заканчивая постоянным техническим сопровождением всех реализованных проектов.

В течение последних 10 лет компания выполнила более 230 опытно-конструкторских работ в интересах аппаратурных промышленных предприятий.

Разработано и доведено до серийного выпуска 210 типоминералов интегральных микросхем. Производственные мощности – 500 тыс. микросхем в год.

Основными потребителями изделий под маркой «ПКК Миландр» являются российские приборостроительные предприятия: изготовители аппаратуры связи, радиотехнических систем, бортовых вычислителей и систем телеметрии. Во всех регионах России насчитывается свыше 1000 потребителей продукции компании.

В коллективе компании работают 650 высококвалифицированных специалистов, включая 28 кандидатов наук и двух докторов наук.

Система менеджмента качества предприятия соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011, распространяется на разработку и производство интегральных микросхем, пьезоэлектрических приборов и электрохимических фильтров, металлокерамических корпусов интегральных микросхем, многокристалльных модулей и микросборок, источников вторичного электропитания и радиоэлектронной аппаратуры.

ния токов короткого замыкания обеспечивает более надежную передачу данных и предотвращает протекание тока между источниками питания приемопередатчиков.

Входной импеданс приемника RS-485 по стандарту не должен быть меньше 12 кОм (одна ед. нагрузки – 1 U.L.); стандартный передатчик способен работать на 32 ед. нагрузки, например MAX14783EEUA и ADM3490E. Входной импеданс микросхем K5559 ИН28 ASI не превышает 96 кОм, что позволяет параллельно подключить к шине до 256 эквивалентных приемопередатчиков. Кроме того, допускается комбинация на шине данных приемопередатчиков с приемопередатчиками, имеющими другой входной импеданс.

### Выводы

Компания АО «ПКК Миландр» разработала микросхему приемопередатчика стандарта RS-485, сочетающую в себе высокую скорость передачи данных до 30 Мбит/с с низким током потребления как в режиме «вкл.», так и в режиме «выкл.». Расширенный диапазон рабочего напряжения 3–5,5 В совместно с высоким входным сопротивлением приемника, встроенными схемами защиты от токов с линии и схемами ограничения тока короткого замыкания позволяют проектировать надежные и гибкие сети по сбору данных для систем управления разных уровней. ▀

### ЛИТЕРАТУРА

1. Микросхема приемопередатчика по стандарту RS-485/RS-422//Микросхема приемопередатчика по стандарту RS-485/RS-422//[ic.milandr.ru](http://ic.milandr.ru).
2. MAX14783E. High-Speed 3.3V/5V RS-485/RS-422 Transceiver with  $\pm 35$ kV HBM ESD Protection//[datasheets.maximintegrated.com](http://datasheets.maximintegrated.com).
3. ST3485EB, ST3485EC, ST3485EI, ST3485EII//[www.st.com](http://www.st.com).
4. Analog Devices. 3.3 V,  $\pm 15$  kV ESD-Protected, Half- and Full-Duplex, RS-485/RS-422 Transceivers//[www.analog.com](http://www.analog.com).