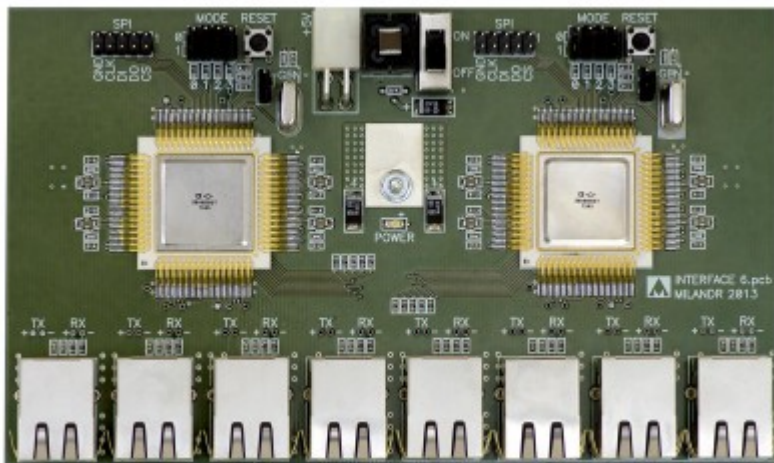




## Восьмиканальный коммутатор сетей протокола IEEE 802.3/Ethernet 10/100 Мбит/с

на основе микросхем 5600BB3T, K5600BB3T, K5600BB3TK



### Основные параметры устройства:

- Напряжение источника питания,  $U_{CC}$ , 5,0 В;
- Динамический ток потребления не более 1 А;
- Рабочий диапазон температур: - 60 – 85 °С;
- 8 – портов приема/передачи, включающих трансформаторные развязки;
- Встроенные регуляторы напряжения 3.3 В для питания микросхем 5600BB3T;
- Возможность работы как от генератора, так и от резонатора;
- Размер платы 165\*96 мм<sup>2</sup>;
- Устройство не требует дополнительной настройки.

### Общее описание и области применения микросхемы

Устройство коммутатора ЛВС предназначено для использования в устройствах локальной вычислительной сети на основе протоколов IEEE802.3/Ethernet для обеспечения коммутации оконечных устройств внутри сети на основе MAC адресов.

В основу устройства положены два однокристальных четырехпортовых коммутатора 5600BB3T, объединенные с помощью интегрированных в кристалл портов расширения.

Коммутация пакетов осуществляется на основе сетевых адресов и выполняется автоматически. Устройство может функционировать в режимах 10 или 100 Мбит, в полном или полудуплексе.

## Состав устройства

**Таблица 1** Компоненты, входящие в состав устройства, и их назначение

<b>№ компонента</b>	<b>Наименование компонента</b>	<b>Кол.</b>	<b>Назначение</b>
	<b>Микросхемы</b>		
1	Микросхема 5600BB3T	2	Микросхема коммутатора сетей IEEE802.3/Ethernet
2	KXO-V97 Geyer 25 000 КГц	2	Кварцевый генератор для тактирования микросхем 5600BB3T. На последних образцах не устанавливается.
3	LM1085IT – 3.3	1	Регулятор напряжения питания для питания для формирования домена питания 3.3 В
4	74VHC1GT125DT1	1	
	<b>Кварцевые резонаторы</b>		
5	Кварцевый резонатор HC-49S -25 000 КГц	2	Кварцевый резонатор формирования тактовой частоты 25 МГц для тактирования цифровой части микросхем 5600BB3T.
	<b>Разъемы, соединители</b>		
6	PLD – 10 2x5	2	Разъемы конфигурирования микросхем по синхронному последовательному порту передачи данных
7	PLS – 3 1x3	10	Разъем задания режимов работы устройства
8	MF2x2MRA	1	Разъем питания
9	KLU1T516-43LF	8	Разъемы подключения линий каналов Ethernet с интегрированными трансформаторами, поддерживающими стандарт IEEE 802.3 10 и 100 Мбит/сек, и интегрированными светодиодами для индикации состояния линии.
	<b>Диоды, светодиоды</b>		
10	SMD светодиоды для монтажа на площадку 1206, например: KB150HR	1	Индикатор наличия напряжения питания
	<b>Переключатели</b>		
11	BOURNS Кнопка тактовая SDTX-620-N	2	Управление сбросом внутренних цифровых автоматов микросхем 5600BB3T
12	SS-21 переключатель мини, 6 контактов	1	Выключатель напряжения питания
	<b>Фильтры</b>		
13	Фильтр питания NFM3DPC223R1H3	8	Фильтры помех по питанию
14	BNX002-01	1	
	<b>Конденсаторы</b>		
15	0,1 мкФ ±10% X7R 50В 0603	38	
16	100 пФ ±5% NPO 50В 0603	35	
17	6,8 нФ ±10% X7R 50В 0603	16	

**Спецификация 5600BB3T, K5600BB3T, K5600BB3TK**

18	10 нФ $\pm 10\%$ X7R 50B 0603	8	
19	22 нФ $\pm 10\%$ X7R 50B 0603	8	
20	15 пФ $\pm 5\%$ NPO 50B 0603	4	
21	33 мкФ $\pm 20\%$ 16B C case	5	
	<b>Резисторы</b>		
22	270 Ом $\pm 5\%$ 0603	17	
23	49,9 Ом $\pm 1\%$ 0603	16	
24	10 Ом $\pm 5\%$ 0603	9	
25	82 Ом $\pm 5\%$ 0603	18	
26	12,4 кОм $\pm 1\%$ 0603	8	
27	47 кОм $\pm 5\%$ 0603	28	
	<b>Источники питания</b>		
28	Блок питания МЭЛТ МТ-ИЭС2-050200 ( 5В, 2А)	1	Источник питания для устройства. Поставляется в комплекте.

## Схема расположения компонентов на плате

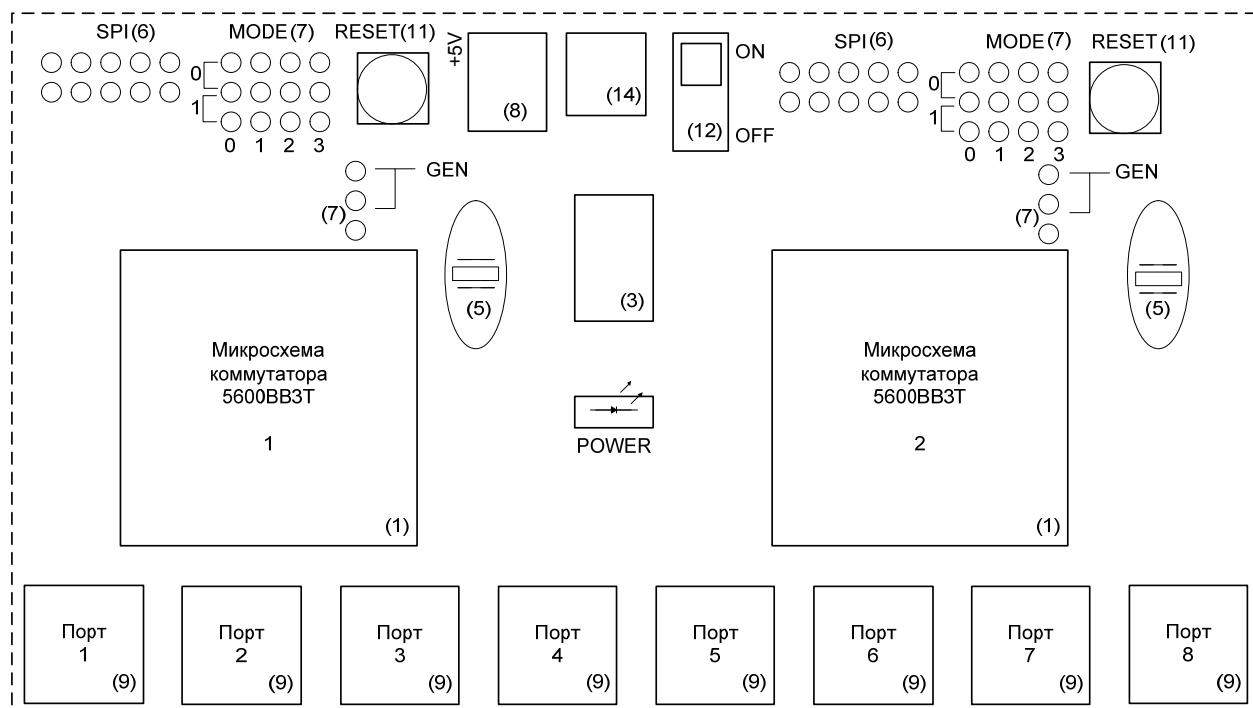


Рисунок 1 – Схема расположения компонентов устройства на плате (в скобках приведены номера компонентов в соответствии с таблицей 1)

## **Работа с коммутатором**

### **Первое включение**

При производстве устройство в целом и основные составные узлы устройства проходят этап выходного контроля качества и испытания на соответствие заявленным характеристикам, в ходе которых плата конфигурируется в наиболее оптимальный режим работы и поставляется полностью готовой к эксплуатации.

Таким образом, устройство не требует дополнительных действий по сборке и настройке. Для начала использования устройства необходимо:

1. Убедиться, что устройство не имеет видимых внешних повреждений, полученных в процессе транспортировки;
2. Убедиться, что выводы конфигурационные MODE обеих микросхем устройства сконфигурированы в состояние «1111», что подразумевает автоматическое определение состояния линии и работу в режиме коммутации по сетевым адресам;
3. Убедиться, что конфигурационные выводы GEN обеих микросхем установлены в режим работы с внешним кварцевым резонатором;
4. Подключить источник питания к разъему питания +5V;
5. Подключить сетевые устройства к портам коммутатора. Подключение и отключение сетевых устройств и изменение конфигурации сети допускается так же после подачи питания на плату.
6. Включить тумблер питания в положение ON.

После включения питания коммутатора загорается индикатор POWER и устройство готово к работе. Все подключенные к портам коммутатора сетевые устройства должны индицировать наличие подключения к линии и могут начинать обмен пакетами. При этом на плате коммутатора состояние подключения можно определить по двум индикаторам. Зеленый индикатор загорается при наличии оппонента, оранжевый индикатор загорается при наличии обмена по линии данного порта.

### **Режимы работы устройства**

В процессе эксплуатации возможно изменение конфигурации устройства в части задания режима работы каналов и коммутации пакетов, выбора источника тактирования для микросхем коммутаторов. При этом, следует учитывать, что режим работы, установленный при производстве, является оптимальным и позволяет наиболее полно использовать возможности устройства.

Режим работы каналов устройства и метод коммутации ретранслируемых пакетов задается при помощи выводов управления MODE в соответствии с таблицей 2. В

устройстве имеется две группы конфигурационных выводов MODE для каждой микросхемы в отдельности. После задания нужной конфигурации устройства на выводах MODE необходимо либо осуществить сброс соответствующей микросхемы при помощи нажатия кнопки RESET, либо осуществить общий сброс устройства выключением и включением питания. При этом будут сброшены обе микросхемы.

Выбор режима коммутации осуществляется при помощи 3 вывода управления MODE. В режиме коммутатора коммутация пакетов происходит на основе таблицы сетевых адресов ретранслируемых пакетов. Получив пакет, логика коммутатора заносит в таблицу информацию о сетевом адресе источника и номере порта, с которого пакет прибыл. Далее все пакеты, с адресом назначения, соответствующим данному порту, будут ретранслированы только на него, что позволяет существенно сократить трафик и увеличить общую пропускную способность сети.

В режиме концентратора логика коммутации отключена и все пакеты ретранслируются на все порты кроме порта источника. В такой конфигурации использование сети не оптимально, тем не менее, данный режим может быть использован в некоторых специальных сетях.

Выводы управления MODE[2..0] определяют скорость и режим работы приемопередатчиков. Задание режима работы каналов при помощи выводов MODE может быть задано только для всех четырех каналов данной микросхемы сразу. Более тонкая настройка режимов работы каналов может осуществляться изменением внутренних регистров микросхемы при помощи синхронного последовательного порта.

При задании режимов следует учитывать, что в том случае, если режим работы приемопередатчиков Ethernet микросхем 5600BB3T изменялись так же во внутренних регистрах при помощи последовательно синхронного порта, то результирующее значение будет определяться схемой, представленной на рисунке 2. Более подробная информация представлена в спецификации на микросхемы 5600BB3T.

При отключении функции автоматического определения оптимальной скорости передач следует избегать ситуации, когда устройство, поддерживающее автоматическую настройку режима работы, оказывается подключено к устройству с жестко заданным режимом работы. В этом случае возможна ситуация, при которой устройство, поддерживающее автоматическое определение состояния линии, корректно определит скорость работы линии, но не верно определит режим работы. Таким образом, устройство на одном конце линии окажется в режиме полного дуплекса, а на другом в режиме полудуплекса, что приведет к нарушению стандарта IEEE802.3 и резкому падению скорости коммутации устройств данного канала.

Рассмотрим ряд типичных ситуаций, возникающих при работе с устройствами, не поддерживающими автоматическое определение:

1. Все устройства, подключенные к коммутатору, не поддерживают автоматическое определение и работают в одинаковом режиме и на одинаковой скорости. В этом случае при помощи выводов MODE возможно задание жесткого режима работы коммутатора, соответствующего режиму работы подключенных к нему устройств.
2. Устройства не поддерживают автоматическое определение и работают в одинаковом режиме, но на различных скоростях.

В том случае, если все подключаемые устройства работают в режиме полудуплекса, то микросхемы коммутатора можно оставить в режиме автоматического определения, так как скорость передачи будет определена верно в любом случае, а режим работы, в случае невозможности автоматического определения, будет выбран наиболее медленный, т.е. полудуплекс.

В том случае, если все подключенные устройства работают на различных скоростях в режиме полного дуплекса, возможно сконфигурировать одну из микросхем коммутатора для работы с устройствами 10 Мбит/сек, а другую для работы на скорости 100 Мбит/сек. В этом случае ситуации рассогласования дуплексов не возникнет.

3. Все устройства не поддерживают автоматическое определение и работают в различных режимах и на различных скоростях.

В том случае, если все устройства, работающие в полном дуплексе, поддерживают одинаковую скорость передач, возможна настройка одной из микросхем коммутаторов для работы с этим типом устройств, а другую микросхему оставить в режиме автоматического определения и подключить все оставшиеся устройства, работающие в полудуплексе. Тогда все устройства одной микросхемы окажутся в заданном режиме, а другая микросхема корректно определит скорости работы, подключенных к ней устройств, и назначит для каждого из них самый медленный, т.е. полудуплексный, режим работы.

В том случае, если устройства, работающие в полном дуплексе, имеют различные скорости передачи данных, требуется более тонкая настройка микросхем при помощи внутренних регистров через последовательный синхронный порт, позволяющая индивидуальную конфигурацию портов одной

микросхемы. Более подробно см. спецификацию на микросхему 5600BB3T и раздел Работа с синхронным последовательным портом.

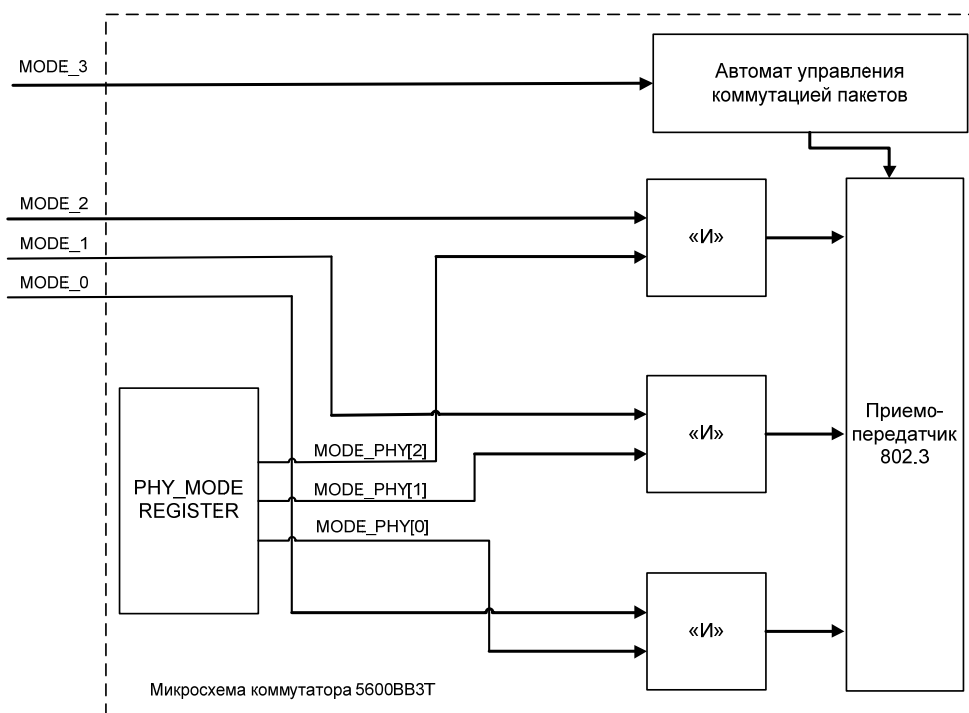
4. Часть устройств поддерживает автоматическое определение, все устройства работают в различных режимах и на различных скоростях.

Данная ситуация, аналогична описанной в предыдущем пункте. Все устройства поддерживающее автоматическое определение, и не поддерживающие, но работающие в режиме полудуплекса могут быть подключены к одной из микросхем коммутатора. Устройства, работающие в полном дуплексе, при условии одинаковой скорости работы, к другой. Если устройства, работающие в полном дуплексе, отсутствуют, обе микросхемы могут быть использованы для подключения микросхем с автоматическим определением и полудуплексных. Если устройства не поддерживающие автоматическое определение и работающие в полном дуплексе имеют различные скорости передачи данных необходима более тонкая настройка микросхем при помощи синхронного последовательного порта.

**Таблица 2 – Коды задания режимов работы микросхемы на внешних выводах MODE3, MODE2, MODE1, MODE0**

<b>MODE3, MODE2, MODE1, MODE0</b>	<b>Режим работы</b>
0000	10 Мбит/сек, полудуплекс, концентратор
0001	10 Мбит/сек, дуплекс, концентратор
0010	100 Мбит/сек, полудуплекс, концентратор
0011	100 Мбит/сек, дуплекс, концентратор
0100	Зарезервировано
0101	Зарезервировано
0110	Зарезервировано
0111	Автоматическое определение состояния несущей, концентратор
1000	10 Мбит/сек, полудуплекс, коммутатор
1001	10 Мбит/сек, дуплекс, коммутатор
1010	100 Мбит/сек, полудуплекс, коммутатор
1011	100 Мбит, дуплекс, коммутатор
1100	Зарезервировано
1101	Зарезервировано
1110	Зарезервировано
1111	Автоматическое определение состояния несущей, коммутатор





**Рисунок 2 – Схема управления режимами работы блоков приемопередатчиков физического уровня**

При помощи выводов задания режима тактирования микросхем может быть выбрано тактирование как от резонатора, запаянного на плату, так и от генератора, для которого на плате имеется посадочное место. При поставке платы конфигурируются в режим работы с резонатором. Генератор не запаивается\*. В данном режиме устройство имеет минимальное потребление. В том случае если требуется тактирование одной или обеих микросхем от генератора необходимо:

1. Убедиться, что устройство отключено от питания.
2. Выпаять резонатор(ы). При наличии запаянного резонатора и выбора режима работы от генератора микросхема работает нестабильно!
3. Запаять генератор(ы).
4. Установить перемычку(и) выбора режима тактирования в положение GEN.
5. Включить питание устройства.

\* На ранних образцах платы генератор присутствует.

## **Работа с синхронными последовательными портами коммутатора**

Для более тонкой настройки микросхем 5600BB3T, входящих в состав коммутатора, в устройстве реализованы выводы синхронного последовательного интерфейса управления (СПИУ). Так как блоки контроллеров СПИУ микросхем 5600BB3T работают на внешней частоте SCLK осуществлять доступ к регистрам возможно даже при отсутствии источников основного тактирования микросхем.

Управление, прием и передача данных осуществляются по четырем каналам:

- вывод синхросигнала SCLK;
- вывод разрешения транзакции CS;
- вывод принимаемых микросхемой данных SDI и передаваемых данных SDO.

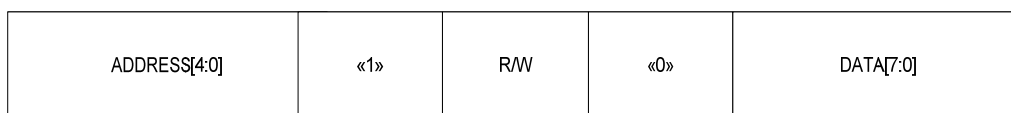
На плате для каждой микросхемы реализован отдельный порт СПИУ, отмеченный как SPI.

Транзакции производятся 16-битными кадрами. Формат кадра транзакции представлен на *Рисунок 3*. Первый байт транзакции включает адрес обращения и признак чтения или записи. Сначала передается адрес старшим битом вперед, после чего следует логическая «1», после чего передается признак «запись/чтение», после чего следует обязательный «0». В том случае, если поля «1» и «0» будут иметь другие значения, транзакция считается ошибочной и обрабатываться не будет. Вторым, передаваемым в устройство байт, – это данные, последовательно загружаемые/выгружаемые старшим битом вперед.

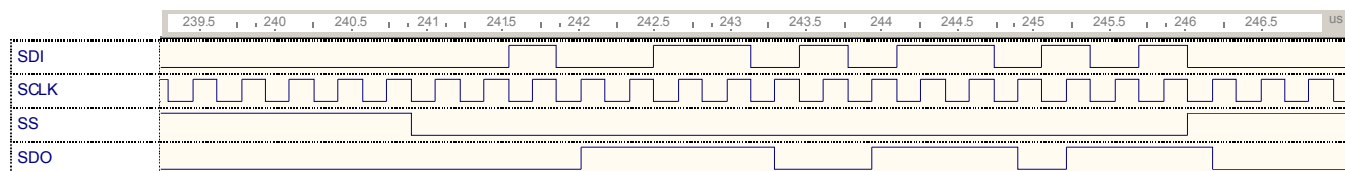
Для начала транзакции необходимо опустить сигнал CS в ноль, далее по срезу сигнала SCLK необходимо побитно передать восемь бит данных контрольного байта и передать/принять 8 бит байта данных. После передачи 16-битной транзакции сигнал CS должен быть установлен в состояние «1» для возврата контроллера интерфейса в начальное состояние.

В том случае, если в контрольном байте признак записи в регистр установлен в «1», данные, принятые на входе SDI во втором байте транзакции, будут записаны в регистр по адресу, указанному в контрольном байте. Вместе с этим, на вывод SPI\_SDO будет последовательно выгружено предыдущее значение регистра.

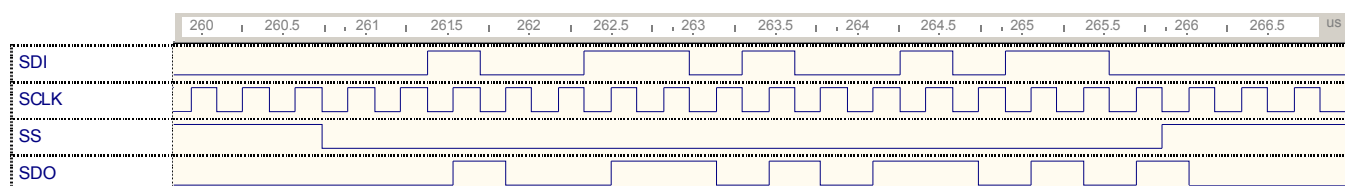
В том случае, если признак чтение/запись контрольного слова установлен в «0», данные второго байта транзакции на входе SDI восприняты не будут, при этом на вывод SDO будет выгружено текущее значение регистра. Диаграммы чтения и записи в устройство представлены на *Рисунок 4* и *Рисунок 5*, соответственно.



**Рисунок 3 – Формат 16-битной транзакции по интерфейсу SSP**



**а)**



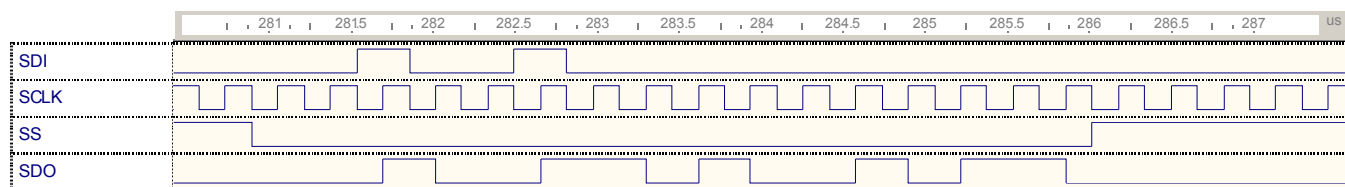
**б)**

**Рисунок 4**

**а) Диаграмма записи по адресу 0x04 значения 0x10110101;**

**б) Диаграмма записи по адресу 0x04 значения 0x10010110.**

**Предполагается, что запись (б) выполняется сразу после записи (а)**



**Рисунок 5 – Чтение из регистра по адресу 0x04 значения 0x10010110**

### **Описание внутренних регистров микросхем 5600BB3T, доступных по синхронному последовательному интерфейсу**

Регистры, доступные для записи/чтения в составе модулей приемопередатчиков физического уровня микросхем 5600BB3T и адреса доступа к ним, представлены в Таблица. Регистр CONTROL отвечает за общее управление микросхемой, регистр STATUS позволяет получить информацию о работе микросхемы. В настоящей реализации в регистре STATUS доступен только бит готовности генератора синхросигналов. Регистры PHY\_MODES реализованы для управления режимами работы приемопередатчиков физического уровня. Более подробно о значениях бит регистров см. спецификацию на микросхему 5600BB3T.

**Таблица 3 – Адреса доступа и назначение регистров СБИС**

<b>Базовый адрес</b>	<b>Название</b>	<b>Доступ</b>	<b>Описание</b>
0x01	CONTROL	R/W	Регистр общего управления 1
0x02	STATUS	R	Регистр состояния 1
0x03	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x04	PHY_MODES_12	R/W	Управление режимами работы PHY 1 и 2
0x05	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x06	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x07	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x08	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x09	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x0A	Зарезервировано	-----	Зарезервировано
0x0B	PHY_MODES_34	R/W	Управление режимами работы PHY 3 и 4

**Таблица 4 - Регистр CONTROL (доступ осуществляется при ADDRESS == 1)**

<b>№</b>	<b>Функциональное имя бита</b>	<b>Расшифровка функционального имени бита, краткое описание назначения и принимаемых значений.</b>
7	HSE_BYP	Управление режимом работы генератора. 0 – В нормальном режиме работы (работа с внешним резонатором или генератором); 1 – В сквозном режиме работы (работа с внешним генератором).
6	PORT5_DIS	Выключение порта расширения МП (порт №5) 0 – Порт расширения МП включен. (Режим работы 100 Мбит/сек, полный дуплекс); 1 – Порт расширения МП выключен.
5	MAC_ADR_CLR_DS	Запрещение очистки памяти адресов пакетов. 0 – Разрешено; 1 – Запрещено.
4	CLR_CALK_EN	Разрешение добавления контрольной суммы в конец передаваемых пакетов. 0 – Запрещено; 1 – Разрешено.
3..1	Зарезервировано	Зарезервировано
0	SW_RST	Сброс устройства. 0 – устройство работает в штатном режиме. 1 – устройство сброшено.

**Таблица 5 - Регистр STATUS (доступ осуществляется при ADDRESS == 2)**

Бит	Наименование	Описание	Режим	Знач. по умолч.
7	HSE_RDY	Признак готовности встроенного генератора в режим. 0 – генератор работает. 1 – генератор выключен или не готов.	RO	0
6..0	Зарезервировано	Зарезервировано		

**Таблица 6 - Регистр PHY\_MODES12 (доступ осуществляется при ADDRESS == 4)**

Бит	Наименование	Описание	Режим	Знач. по умолч.
7	RST_PHY_2	Сброс приемопередатчика физического уровня 2. 0 – Приемопередатчик находится в состоянии сброса. 1 – Приемопередатчик работает.	RW	1
6..4	MODE_PHY_2	Режим работы приемопередатчика физического уровня 2 (см. таб. 3)	RW	0
3	RST_PHY_1	Сброс приемопередатчика физического уровня 1. 0 – Приемопередатчик находится в состоянии сброса. 1 – Приемопередатчик работает.	RW	1
2..0	MODE_PHY_1	Режим работы приемопередатчика физического уровня 1 (см. таб. 2)	RW	0

**Таблица 7 - Регистр PHY\_MODES34 (доступ осуществляется при ADDRESS == B)**

Бит	Наименование	Описание	Режим	Знач. по умолч.
7	RST_PHY_4	Сброс приемопередатчика физического уровня 4. 0 – Приемопередатчик находится в состоянии сброса. 1 – Приемопередатчик работает.	RW	1
6..4	MODE_PHY_4	Режим работы приемопередатчика физического уровня 2 (см. таб. 3).	RW	0
3	RST_PHY_3	Сброс приемопередатчика физического уровня 3. 0 – Приемопередатчик находится в состоянии сброса. 1 – Приемопередатчик работает.	RW	1
2..0	MODE_PHY_3	Режим работы приемопередатчика	RW	0

		физического уровня 3 (см. таб. 3).		
--	--	------------------------------------	--	--

**Лист регистрации изменений**

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменения	№№ изменяемых листов
1	1.03.2013	1.0.0	Введена впервые	
2	31.03.201	1.1.0	Исправление опечаток	
3	10.08.2017	1.1.1	Исправление опечаток и номеров рисунков	