



Раздел 1. Система обозначений и состав библиотеки 5503

Особенности библиотеки 5503	1-2
Структура библиотеки	1-2
Система обозначений	1-2
Учет специфики БМК	1-3
Электрические параметры	1-4
Электрические параметры серии 5503	1-4
Электрические параметры серии 5507	1-5
Основные группы функциональных ячеек	1-6
Инверторы	1-7
Буферы	1-7
Логические функциональные ячейки	1-8
Триггеры RS-типа	1-12
Триггеры D-типа с разрешением записи по уровню	1-13
Триггеры с записью по фронту	1-14
Триггеры сканирования для организации тестирования	1-19
Триггеры Шмитта	1-20
Периферийные ячейки входа	1-21
Периферийные ячейки выхода	1-23
Периферийные ячейки входа/выхода	1-24
Драйверы периферийных ячеек	1-26
Компараторы цифровые	1-27
Мультиплексоры	1-29
Демультимплексоры	1-32
Дешифраторы	1-33
Шифраторы	1-34
Сумматоры	1-36
Счетчики	1-37
Регистры данных	1-42
Регистры сдвига	1-43
Компараторы аналого-цифровые	1-45
Операционные усилители	1-46
Ключи аналоговые	1-47
Ячейки доопределения	1-47
Специальные функциональные ячейки	1-47

Особенности библиотеки 5503

Библиотека функциональных ячеек является основой для реализации схемотехнических решений конкретных БИС и во многом определяет качество проектирования. Для обеспечения бездефектного проектирования библиотека должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) включать в свой состав все основные группы функциональных ячеек;
- 2) иметь удобную для пользователя систему обозначений;
- 3) учитывать специфические особенности БМК.

Структура библиотеки

1

Чем шире спектр функций, реализуемых функциональными ячейками, тем качественнее и быстрее может быть проведена разработка микросхемы. Поэтому желательно, чтобы библиотека имела возможности оперативного расширения разработчиком БИС. С другой стороны, настройка САПР на новые функциональные ячейки – сложный и трудоемкий процесс, который выполняется разработчиками САПР и БМК. Данное противоречие в библиотеке 5503 решено ее разбиением на две структурные части:

- базовые функциональные ячейки, имеющие фиксированные топологии;
- макроячейки, реализованные на базовых функциональных ячейках.

Благодаря этому состав макроячеек может расширяться, совершенствоваться и изменяться без изменения настроек САПР. Состав же базовых ячеек зафиксирован. Базовые функциональные ячейки в процессе их разработки тщательно исследуются и аттестуются, после чего вводятся в состав библиотеки.

Система обозначений

Система обозначений библиотечных функциональных ячеек в большой степени определяет удобство пользования библиотекой и эффективность труда разработчика. Можно выделить три основных типа построения системы обозначений:

- 1) по формальному принципу;
- 2) с учетом конструктивных особенностей ячеек;
- 3) по функциональному принципу.

При построении системы обозначений *по формальному принципу* имена библиотечных ячеек состоят из обозначения типа функциональной ячейки и ее порядкового номера. Формальная система обозначений не отражает ни конструктивных особенностей, ни выполняемых ячейками функций и поэтому не является удобной для пользователя.

В системе обозначений, построенной *по конструктивному принципу*, имена функциональных ячеек включают в себя обозначение типа топологической ячейки, с которой начинается топологическая реализация функциональной ячейки, количество использованных топологических ячеек, обозначение типа ячейки, которой заканчивается топология, и порядковый номер функциональной ячейки с указанным топологическим размером. В данной системе обозначений в имени библиотечной ячейки кодируется ее размер и порядковый номер. Такая система обозначения облегчает разработку топологии, но совсем не удобна при проектировании электрической схемы, т.к. имя функциональной ячейки не отражает выполняемой ею функции.

Наиболее удобной является система обозначений, построенная *по функциональному принципу*, которая и принята в библиотеке 5503. Название ячейки включает в себя обозначение типа ячейки и может также отражать состав и приоритетность сигналов, обозначение активного уровня сигнала и схемотехнические особенности реализации ячейки.

Учет специфики БМК

Библиотечные функциональные ячейки библиотеки 5503 разработаны с учетом конструкции БМК серий 5503 и 5507. Существенной особенностью конструкции является использование слоя поликремния для разводки шин.

Применение поликремния, имеющего значительное удельное сопротивление, в качестве слоя разводки обуславливает существенное различие в задержках распространения сигнала по поликремнию и металлу. Важно принимать это во внимание при использовании триггеров с отдельным парафазным тактированием. В таких триггерах за счет разбаланса топологических задержек в цепях синхронизации может возникать нарушение синхронности парафазных сигналов, что вызывает ошибки функционирования триггера. Избежать этого можно корректной реализацией цепей синхронизации в рамках библиотечной функциональной ячейки. Поэтому в библиотеке 5503 все триггеры с записью по уровню и по фронту имеют один вход сигнала синхронизации.

Базовая ячейка поля БМК серий 5503 и 5507 представляет собой две пары комплементарных транзисторов с объединенными затворами. Конструкция БМК позволяет создавать функциональные ячейки различного уровня сложности: например, существует возможность объединения в рамках одной библиотечной функциональной ячейки нескольких независимых логических функций. При разработке электрической схемы, однако, логические функции подобных ячеек могут находиться в несвязанных частях схемы и для эффективного использования трассировочных ресурсов их целесообразно располагать в разных местах поля БМК. Поэтому в библиотеке 5503 реализован принцип «в одной библиотечной ячейке одна логическая функция».

Ухудшать качество топологии БИС может также и применение многовходовых функциональных ячеек. Например, чтобы выполнить разводку 4-входовой логической ячейки, к ней нужно подвести четыре входные и одну выходную трассу. Это локально перегружает каналы трассировки и значительно осложняет разработку топологии. Такие функциональные ячейки, как правило, могут быть реализованы в виде составных ячеек. Например, функциональная ячейка 4И реализуется на двух ячейках 2И-НЕ и ячейке 2ИЛИ-НЕ. При этом топологический размер составной функциональной ячейки равен топологическому размеру функциональной ячейки 4И, а локальной перегрузки топологии можно избежать благодаря возможности свободного размещения входящих в ее состав ячеек 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ.

В библиотеке 5503 реализованы группы функциональных ячеек, выполняющие все возможные логические функции двух и трех переменных с учетом инверсии всех входов. Функциональные ячейки логических функций четырех и более переменных реализованы как макроячейки, что позволяет при разработке топологии в каждом конкретном случае оптимально размещать на поле БМК библиотечные ячейки, входящие в их состав, и не допускать возникновения локальных перегрузок в каналах трассировки.

Следует также отметить, что в состав библиотеки входят триггеры как для асинхронных методов проектирования, так и для синхронных.

Электрические параметры

Электрические параметры микросхем в основном определяются характеристиками периферийных ячеек. При поставке изготовитель гарантирует соответствие электрических параметров микросхем значениям, указанным в Технических условиях на микросхемы и подтвержденным квалификационными испытаниями.

Различают номинальные значения электрических параметров микросхем, предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем. Номинальные значения электрических параметров контролируются при изготовлении и поставке микросхем, гарантируются в процессе их эксплуатации в режимах и условиях, допускаемых Техническими условиями.

Значения электрических параметров микросхем на БМК серий 5503 и 5507 приведены в таблицах 1–4.

Электрические параметры серии 5503

Номинальные значения электрических параметров микросхем, изготовленных на основе БМК серии 5503, представлены в таблице 1. Номинальное значение напряжения питания $U_{CC} = 5 \text{ В} \pm 10\%$.

Таблица 1. Номинальные значения электрических параметров серии 5503

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение низкого уровня, В при $I_{OL} = 4,0 \text{ мА}$, $U_{CC} = 4,5 \text{ В}$	U_{OL}		0,4	минус 60 +85
Выходное напряжение высокого уровня, В при $I_{OH} = 2,0 \text{ мА}$, $U_{CC} = 4,5 \text{ В}$	U_{OH}	4,0		минус 60 +85
Ток потребления, мА	I_{CC}		0,15	+25±10
			0,4	минус 60 +85
Токи утечки низкого и высокого уровней на входе, мкА	I_{LIL}, I_{LIH}		0,3	+25±10
			3,0	минус 60 +85
Выходной ток низкого и высокого уровней в состоянии «Выключено», мкА	I_{OZL}, I_{OZH}		0,3	+25±10
			3,0	минус 60 +85
Ток доопределения внешнего вывода до высокого уровня, мА	I_{HIR}	0,03	1	минус 60 +85
Ток доопределения внешнего вывода до низкого уровня, мА	I_{LIR}	0,07	2	минус 60 +85
Время задержки на вентиль, нс	t_D		2,0	+25±10
			3,0	минус 60 +85
Входная емкость, пФ	C_I		7	+25±10
Емкость входа/выхода, пФ	C_{IO}		7	+25±10

Предельно-допустимые режимы эксплуатации — это внешние по отношению к микросхеме электрические параметры, в пределах значений которых допускается эксплуатация микросхемы. Превышение предельных режимов может привести к отказу микросхемы.

Таблица 2. Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем серии 5503

Наименование параметра, обозначение параметра, единица измерения	Норма			
	предельно-допустимый режим		предельный режим	
	не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, U_{CC} , В	4,5	5,5	минус 0,2	7,0
Напряжение, прикладываемое к выходу закрытой микросхемы, В	0	U_{CC}	минус 0,4	$U_{CC} + 0,4$
Входное напряжение низкого уровня, U_{IL} , В	–	0,8	минус 0,4	–
Входное напряжение высокого уровня, U_{IH} , В	$U_{CC} - 1,0$	U_{CC}		$U_{CC} + 0,4$
Выходной ток низкого уровня, I_{OL} , мА		4,0		8,0
Выходной ток высокого уровня, I_{OH} , мА		2,0		8,0

Электрические параметры серии 5507

Номинальное значение напряжения питания $U_{CC} = 3 \text{ В} \pm 10\%$.

Таблица 3. Номинальные значения электрических параметров серии 5507

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение низкого уровня, В при $I_{OL} = 3,0 \text{ мА}$, $U_{CC} = 2,7 \text{ В}$	U_{OL}		0,3	минус 60 +85
Выходное напряжение высокого уровня, В при $I_{OH} = 1,5 \text{ мА}$, $U_{CC} = 2,7 \text{ В}$	U_{OH}	2,4		минус 60 +85
Ток потребления, мА	I_{CC}		0,15	+25±10
			0,4	минус 60 +85
Токи утечки низкого и высокого уровней на входе, мкА	I_{LIL} , I_{LIH}		0,3	+25±10
			3,0	минус 60 +85
Выходной ток низкого и высокого уровней в состоянии «Выключено», мкА	I_{OZL} , I_{OZH}		0,3	+25±10
			3,0	минус 60 +85
Ток доопределения внешнего вывода до высокого уровня, мА	I_{HIR}	0,03	1	минус 60 +85
Ток доопределения внешнего вывода до низкого уровня, мА	I_{LIR}	0,07	2	минус 60 +85

Таблица 3 (окончание)

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		не менее	не более	
Время задержки на клапан, нс	t_D		3,0	+25±10
			5,0	минус 60 +85
Входная емкость, пФ	C_I		7	+25±10
Емкость входа/выхода, пФ	$C_{I/O}$		7	+25±10

Таблица 4. Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем серии 5507

Наименование параметра, обозначение параметра, единица измерения	Норма			
	предельно-допустимый режим		предельный режим	
	не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания, U_{CC} , В	2,7	3,3	минус 0,2	5,0
Напряжение, прикладываемое к выходу закрытой микросхемы, В	0	U_{CC}	минус 0,4	$U_{CC} + 0,4$
Входное напряжение низкого уровня, U_{IL} , В		0,4	минус 0,4	
Входное напряжение высокого уровня, U_{IH} , В	$U_{CC} - 0,4$	U_{CC}		$U_{CC} + 0,4$
Выходной ток низкого уровня, I_{OL} , мА		3,0		6,0
Выходной ток высокого уровня, I_{OH} , мА		1,5		3,0

Основные группы функциональных ячеек

Условные обозначения функциональных ячеек библиотеки 5503 включают в себя буквенное обозначение выполняемой функции, разрядность, состав управляющих входов и номер модификации. В соответствии с этим ячейки, принадлежащие одной функциональной группе, имеют одинаковое обозначение выполняемой функции. Система обозначений распространяется как на базовые функциональные ячейки, так и на макроячейки. В состав библиотеки 5503 входят:

- инверторы;
- буферы;
- логические функциональные ячейки;
- триггеры;
- триггеры Шмитта;
- периферийные ячейки и драйверы;
- компараторы;
- мультиплексоры;
- демultipлексоры;
- дешифраторы;
- шифраторы;
- сумматоры;
- счетчики;
- регистры данных;
- регистры сдвига;
- аналого-цифровые компараторы;

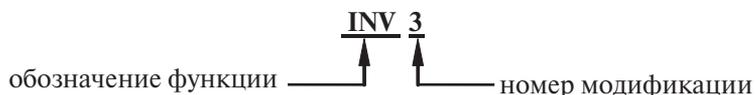
- операционные усилители;
- специальные функциональные ячейки.

Для удобства поиска требуемой функциональной ячейки в данном разделе приведены описания групп базовых ячеек, в которых указаны страницы с описанием конкретных функциональных ячеек из каждой группы и имена макроячеек, входящих в группу.

Инверторы

Инвертор – функциональная ячейка, обеспечивающая усиление цифрового сигнала с инверсией его логического уровня. В состав библиотеки входят инверторы с различным уровнем нагрузочной способности, а также инверторы, которые, помимо логических уровней «0» и «1», позволяют формировать на их выходе высокоимпедансное состояние, что обеспечивает возможность организации в микросхеме внутренних шин данных. Указанные инверторы для управления состоянием выхода имеют дополнительный вход управления.

Обозначение инвертора включает в себя обозначение функции и номер модификации.



Обозначение функции может принимать следующие значения:

INV – инвертор с одним инверсным выходом;

INVE – инвертор с тремя выходными состояниями с разрешением высоким уровнем;

INVT – инвертор с тремя выходными состояниями с разрешением низким уровнем.

Номер модификации соответствует количеству параллельно включенных инверторов, принимает значения 2, 3. Для одиночного инвертора номер модификации отсутствует.

Имя	Функция	Страница
INV	Инвертор	2-136
INV2	Сдвоенный инвертор	2-136
INV3	Строенный инвертор	2-136
INVE	Инвертор с третьим состоянием и управлением высоким уровнем	3-42
INVT	Инвертор с третьим состоянием и управлением низким уровнем	3-43

Буферы

Буфер – это функциональная ячейка, обеспечивающая усиление цифрового сигнала без изменения его логического уровня. В состав библиотеки входят буферы с различным допустимым уровнем нагрузочной способности. Для расширения функциональных возможностей ряд буферов имеет парафазные выходы.

Для организации внутренних шин данных в состав библиотеки введены буферы, позволяющие формировать на их выходе высокоимпедансное состояние.

Указанные буферы для управления состоянием выхода имеют дополнительный вход управления.

Обозначение буфера включает в себя обозначение функции и номер модификации.



Обозначение функции может принимать следующие значения:

BUF – буфер с одним прямым выходом;

BUFP – буфер с парафазным выходом;

BUFE – буфер с тремя выходными состояниями с разрешением высоким уровнем;

BUFT – буфер с тремя выходными состояниями с разрешением низким уровнем.

Номер модификации определяет нагрузочную способность выходного сигнала буфера и соответствует количеству параллельно включенных инверторов выходного каскада, принимает значения 2, 3. Для одиночного буфера номер модификации отсутствует.

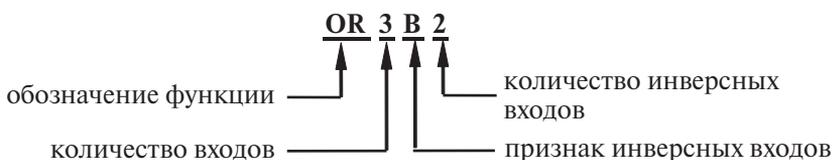
Имя	Функция	Страница
BUF	Буфер	2-7
BUF2	Буфер со сдвоенным выходным каскадом	2-7
BUF3	Буфер со строенным выходным каскадом	2-7
BUFP	Буфер с парафазным выходом	2-7
BUF2P	Буфер с парафазным выходом со сдвоенным выходным каскадом	2-7
BUF3P	Буфер с парафазным выходом со строенным выходным каскадом	2-7
BUFE	Буфер с тремя выходными состояниями и разрешением высоким уровнем	3-22
BUFG	Буфер для организации глобальной синхронизации	2-8
BUFT	Буфер с тремя выходными состояниями и разрешением низким уровнем	3-22

Логические функциональные ячейки

При реализации схем требуются самые разнообразные логические ячейки. В библиотеке реализованы полные с точки зрения состава прямых и инверсных входов наборы логических функциональных ячеек от двух и трех переменных (кроме ячеек **XOR3** и **XNOR3**, реализованных в виде макроячеек). Функциональные ячейки от четырех до девяти переменных также реализованы в виде макроячеек. При этом макроячейки от четырех и пяти переменных имеют полный набор прямых и инверсных входов, макроячейки от шести до девяти переменных – только прямые входы.

Библиотека содержит функциональные ячейки, выполняющие типовую логическую функцию, и составные логические ячейки.

Обозначение логической функциональной ячейки, выполняющей типовую логическую функцию, включает в себя обозначение функции, общее количество входов, признак и количество инверсных входов.



Обозначение функции может принимать следующие значения:

- AND** — функция И;
- MAJ** — функция мажорирования;
- NAN** — функция И-НЕ;
- NOR** — функция ИЛИ-НЕ;
- OR** — функция ИЛИ;
- XOR** — функция сложения по модулю 2;
- XNOR** — функция сложения по модулю 2 с инверсией.

Признак наличия инверсных входов не указывается в случае отсутствия инверсных входов. Для ячеек, выполняющих функцию мажорирования, не указывается количество входов.

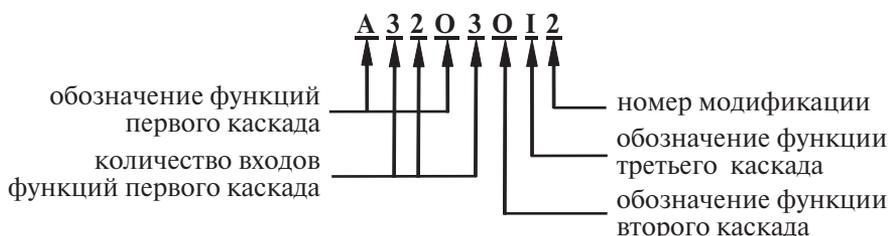
Имя	Функция	Страница
1	2	3
AND2	2-И	2-5
AND2B1	2-И с инверсным входом	2-5
AND2B2	2-И с двумя инверсными входами	2-5
AND3	3-И	2-6
AND3B1	3-И с одним инверсным входом	2-6
AND3B2	3-И с двумя инверсными входами	2-6
AND3B3	3-И с тремя инверсными входами	2-6
AND4	4-И	2-6
MAJ	3-входовая мажоритарная ячейка с прямым выходом	2-151
MAJB	3-входовая мажоритарная ячейка с инверсным выходом	2-152
NAN2	2-И-НЕ	2-155
NAN2B1	2-И-НЕ с одним инверсным входом	2-155
NAN2B2	2-И-НЕ с двумя инверсными входами	2-155
NAN3	3-И-НЕ	2-155
NAN3B1	3-И-НЕ с одним инверсным входом	2-155
NAN3B2	3-И-НЕ с двумя инверсными входами	2-155
NAN3B3	3-И-НЕ с тремя инверсными входами	2-155
NOR2	2-ИЛИ-НЕ	2-156
NOR2B1	2-ИЛИ-НЕ с одним инверсным входом	2-156
NOR2B2	2-ИЛИ-НЕ с двумя инверсными входами	2-156
NOR3	3-ИЛИ-НЕ	2-156
NOR3B1	3-ИЛИ-НЕ с одним инверсным входом	2-156
NOR3B2	3-ИЛИ-НЕ с двумя инверсными входами	2-156
NOR3B3	3-ИЛИ-НЕ с тремя инверсными входами	2-156
OR2	2-ИЛИ	2-162
OR2B1	2-ИЛИ с одним инверсным входом	2-162
OR2B2	2-ИЛИ с двумя инверсными входами	2-162

Имя	Функция	Страница
1	2	3
OR3	3-ИЛИ	2-162
OR3B1	3-ИЛИ с одним инверсным входом	2-162
OR3B2	3-ИЛИ с двумя инверсными входами	2-162
OR3B3	3-ИЛИ с тремя инверсными входами	2-162
OR4	4-ИЛИ	2-162
XOR2	2-входная ячейка сложения по модулю 2	2-201
XNOR2	2-входная ячейка сложения по модулю 2 с инверсией	2-200

Состав логических функциональных ячеек, реализованных в виде макроячеек, приведен ниже.

Имя	Функция
AND4B1, AND4B2, AND4B3, AND4B4	группа ячеек 4-И с полным перебором количества инверсных входов
AND5, AND5B1, AND5B2, AND5B3, AND5B4, AND5B5	группа ячеек 5-И с полным перебором количества инверсных входов
AND6, AND7, AND8, AND9	группа ячеек функции И с количеством входов от 6 до 9
NAN4, NAN4B1, NAN4B2, NAN4B3, NAN4B4	группа ячеек 4-И-НЕ с полным перебором количества инверсных входов
NAN5, NAN5B1, NAN5B2, NAN5B3, NAN5B4, NAN5B5	группа ячеек 5-И-НЕ с полным перебором количества инверсных входов
NAN6, NAN7, NAN8, NAN9	группа ячеек функции И-НЕ с количеством входов от 6 до 9
NOR4, NOR4B1, NOR4B2, NOR4B3, NOR4B4	группа ячеек 4-ИЛИ-НЕ с полным перебором количества инверсных входов
NOR5, NOR5B1, NOR5B2, NOR5B3, NOR5B4, NOR5B5	группа ячеек 5-ИЛИ-НЕ с полным перебором количества инверсных входов
NOR6, NOR7, NOR8, NOR9	группа ячеек функции ИЛИ-НЕ с количеством входов от 6 до 9
OR4B1, OR4B2, OR4B3, OR4B4	группа ячеек 4-ИЛИ с полным перебором количества инверсных входов
OR5, OR5B1, OR5B2, OR5B3, OR5B4, OR5B5	группа ячеек 5-ИЛИ с полным перебором количества инверсных входов
OR6, OR7, OR8, OR9	группа ячеек функции ИЛИ с количеством входов от 6 до 9
XNOR3, XNOR4, XNOR5, XNOR6, XNOR7, XNOR8, XNOR9	группа ячеек сложения по модулю 2 с инверсией с количеством входов от 3 до 9 разрядов
XOR3, XOR4, XOR5, XOR6, XOR7, XOR8, XOR9	группа ячеек сложения по модулю 2 с количеством входов от 3 до 9

Обозначение составной логической функциональной ячейки включает в себя обозначение функций, выполняемых ячейкой в соответствии с их последовательностью, количество входов элементов первого каскада, номер модификации данной ячейки.



Обозначение функций может принимать следующие значения:

- A – функция И;
- O – функция ИЛИ;
- I – функция инверсии.

Библиотечная функциональная ячейка может содержать два или три каскада. В начале имени функциональной ячейки указывается обозначение функции первого каскада, который может содержать несколько элементов данной функции, и количество входов каждого из этих элементов данной функции. Затем указывается обозначение функции первого каскада, содержащей только один элемент. После этого указывается обозначение функций второго и третьего каскадов. Модификацией функциональной ячейки является ячейка, выполняющая ту же функцию и имеющая то же количество входов, но содержащая инверсные входы. Номер модификации может отсутствовать.

Ниже приведен состав базовых логических ячеек библиотеки 5503, выполняющих сложную функцию. Реализуемая функция описана в виде формул, инверсные входы в конце имени обозначены буквой **B**.

Имя	Функция	Страница
1	2	3
A21O	$I0 \cdot I1 + I2$	2-2
A21O1	$I0 \cdot I1B + I2$	2-2
A21O2	$I0B \cdot I1B + I2$	2-2
A21O3	$I0 \cdot I1 + I2B$	2-2
A21O4	$I0 \cdot I1B + I2B$	2-2
A21O5	$I0B \cdot I1B + I2B$	2-2
A21OI	$(I0 \cdot I1 + I2)B$	2-2
A21OI1	$(I0 \cdot I1B + I2)B$	2-2
A21OI2	$(I0B \cdot I1B + I2)B$	2-2
A21OI3	$(I0 \cdot I1 + I2B)B$	2-2
A21OI4	$(I0 \cdot I1B + I2B)B$	2-2

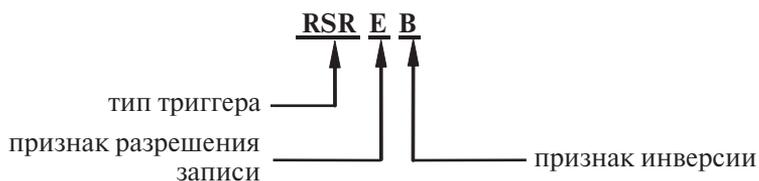
Имя	Функция	Страница
1	2	3
A21O15	$(I0 \cdot I1B + I2B)B$	2-2
O21A	$(I0 + I1) \cdot I2$	2-157
O21A1	$(I0 + I1)B \cdot I2$	2-157
O21A2	$(I0B + I1B) \cdot I2$	2-157
O21A3	$(I0 + I1) \cdot I2B$	2-157
O21A4	$(I0 + I1B) \cdot I2B$	2-157
O21A5	$(I0B + I1B) \cdot I2B$	2-157
O21AI	$((I0 + I1) \cdot I2)B$	2-157
O21AI1	$((I0 + I1B) \cdot I2)B$	2-157
O21AI2	$((I0B + I1B) \cdot I2)B$	2-157
O21AI3	$((I0 + I1) \cdot I2B)B$	2-157
O21AI4	$((I0 + I1B) \cdot I2B)B$	2-157
O21AI5	$((I0B + I1B) \cdot I2B)B$	2-157
A22O	$(I0 \cdot I1) + (I2 \cdot I3)$	2-2
A22OI	$((I0 \cdot I1) + (I2 \cdot I3))B$	2-3
O22A	$(I0 + I1) \cdot (I2 + I3)$	2-158
O22AI	$((I0 + I1) \cdot (I2 + I3))B$	2-158
A31O	$(I0 \cdot I1 \cdot I2) + I3$	2-3
A31OI	$((I0 \cdot I1 \cdot I2) + I3)B$	2-3
O31A	$(I0 + I1 + I2) \cdot I3$	2-158
O31AI	$((I0 + I1 + I2) \cdot I3)B$	2-158

Триггеры RS-типа

Триггер RS-типа — это функциональная ячейка памяти, имеющая два устойчивых состояния, которые определяются сигналами управления.

Как известно, триггеры RS-типа при наличии активных сигналов на входах R и S имеют запрещенную комбинацию, при которой прямой и инверсный выходы триггера находятся в одном и том же логическом состоянии. Библиотека функциональных ячеек содержит модификации RS-триггера, не имеющие запрещенных комбинаций за счет реализации приоритета одного из входов. Это RSS-триггер с приоритетом сигнала S, RSR-триггер с приоритетом сигнала R и RSK-триггер, обеспечивающий хранение информации при запрещенной ситуации на входах. В состав библиотеки входят также триггеры, синхронизируемые по активному уровню сигнала управления, с приоритетом сигнала R и приоритетом сигнала S. Все указанные триггеры реализованы в базисе активных входных сигналов высокого и низкого уровня.

Обозначение триггера RS-типа включает в себя обозначение типа триггера, признак разрешения записи и признак инверсии входных сигналов.



Тип RS-триггера может принимать следующие значения:

RS – триггер RS-типа с запрещенной комбинацией;

RSS – триггер с приоритетом установки SET (S-типа);

RSR – триггер с приоритетом сброса RESET (R-типа);

RSK – триггер с приоритетом хранения (K-типа), обеспечивающий хранение информации при запрещенной ситуации на входах.

Признак **E** указывает на наличие сигнала разрешения записи (вход **E**).

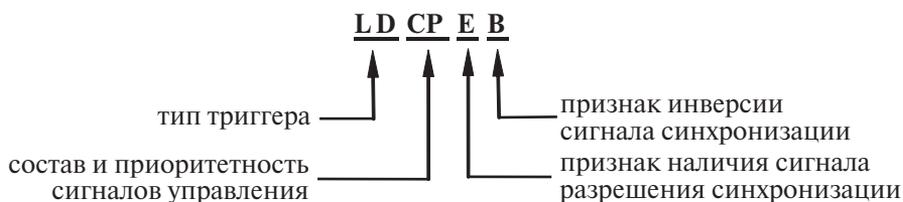
Признак **B** означает, что сигналы управления (входы **R**, **S** и **E**) имеют активный низкий уровень.

Имя	Функция	Страница
RS	триггер RS-типа с управлением высоким уровнем	2-163
RSB	триггер RS-типа с управлением низким уровнем	2-164
RSK	триггер RS-типа с приоритетом хранения и управлением высоким уровнем	2-165
RSKB	триггер RS-типа с приоритетом хранения и управлением низким уровнем	2-166
RSR	триггер RS-типа с приоритетом сброса и управлением высоким уровнем	2-167
RSRB	триггер RS-типа с приоритетом сброса и управлением низким уровнем	2-168
RSS	триггер RS-типа с приоритетом установки и управлением высоким уровнем	2-171
RSSB	триггер RS-типа с приоритетом установки и управлением низким уровнем	2-172
RSRE	триггер RS-типа с приоритетом сброса, управлением и разрешением записи высоким уровнем	2-169
RSREB	триггер RS-типа с приоритетом сброса, управлением и разрешением записи низким уровнем	2-170
RSSE	триггер RS-типа с приоритетом установки, управлением и разрешением записи высоким уровнем	2-173
RSSEB	триггер RS-типа с приоритетом установки, управлением и разрешением записи низким уровнем	2-174

Триггеры D-типа с разрешением записи по уровню

Триггер D-типа с разрешением записи по уровню – это функциональная ячейка памяти, имеющая два устойчивых состояния, которые изменяются при наличии активного уровня сигнала синхронизации в зависимости от данных на входе **D**.

Обозначение триггера включает в себя тип триггера (**LD**), состав и приоритетность сигналов управления, признак наличия сигнала разрешения синхронизации и признак инверсии сигнала синхронизации.



В обозначении триггера указывается состав управляющих сигналов установки и сброса, причем первым указывается тот сигнал, который имеет более высокий приоритет. В качестве управляющих могут использоваться следующие сигналы:

С – асинхронный сброс (вход **CLR**);

P – асинхронная установка (вход **PRE**).

Признак **E** указывает на наличие сигнала разрешения записи (вход **CE**).

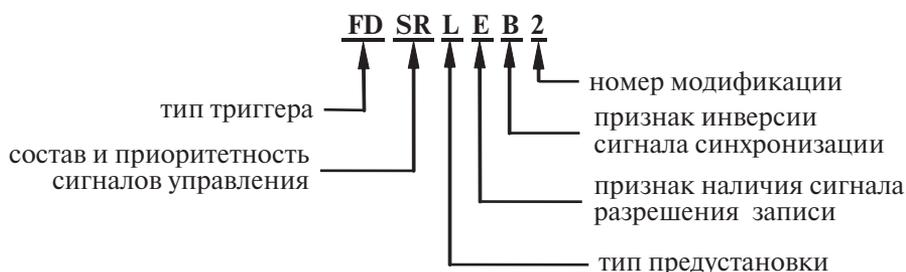
Признак **B** означает, что активным является низкий уровень сигнала синхронизации (вход **C**).

Имя	Функция	Страница
LD	триггер-защелка D-типа с синхронизацией высоким уровнем	2-140
LDB	триггер-защелка D-типа с синхронизацией низким уровнем	2-140
LDC	триггер-защелка D-типа с асинхронным сбросом с синхронизацией высоким уровнем	2-141
LDCB	триггер-защелка D-типа с асинхронным сбросом с синхронизацией низким уровнем	2-142
LDCE	триггер-защелка D-типа с асинхронным сбросом и разрешением записи с синхронизацией высоким уровнем	2-143
LDCEB	триггер-защелка D-типа с асинхронным сбросом и разрешением записи с синхронизацией низким уровнем	2-144
LDCP	триггер-защелка D-типа с асинхронными сбросом и установкой с синхронизацией высоким уровнем	2-145
LDCPB	триггер-защелка D-типа с асинхронными сбросом и установкой с синхронизацией низким уровнем	2-146
LDCPE	триггер-защелка D-типа с асинхронными сбросом и установкой и разрешением записи с синхронизацией высоким уровнем	2-147
LDCPEB	триггер-защелка D-типа с асинхронными сбросом и установкой и разрешением записи с синхронизацией низким уровнем	2-148
LDP	триггер-защелка D-типа с асинхронной установкой с синхронизацией высоким уровнем	2-149
LDPB	триггер-защелка D-типа с асинхронной установкой с синхронизацией низким уровнем	2-150

Триггеры с записью по фронту

Триггер с записью по фронту – это функциональная ячейка памяти, имеющая два устойчивых состояния, которые изменяются при появлении активного фронта сигнала синхронизации в зависимости от состояния сигналов управления и текущего состояния триггера.

Обозначение триггера включает в себя обозначение типа триггера, состав и приоритетность сигналов управления, тип предустановки, признаки сигналов и номер модификации.



В библиотеке реализованы следующие типы триггеров:

- FC** – детектор фронта;
- FD** – триггер D-типа;
- FJK** – триггер JK-типа;
- FT** – счетный триггер T-типа.

В обозначении триггера указываются состав и приоритетность сигналов управления. Первым указывается тот сигнал, который имеет высший приоритет. В качестве управляющих могут использоваться следующие сигналы:

- C** – асинхронный сброс (вход **CLR**);
- P** – асинхронная установка (вход **PRE**);
- R** – синхронный сброс (вход **R**);
- S** – синхронная установка (вход **S**).

Тип предустановки может отсутствовать или принимать следующие значения:

- L** – синхронная предустановка (вход **L**);
- I** – асинхронная предустановка (вход **I**).

Присутствие признака **E** наличия сигнала разрешения записи указывает на то, что в триггере есть вход разрешения сигнала синхронизации (вход **CE**).

Признак инверсии **B** означает, что активным для триггера является задний фронт сигнала синхронизации.

Модификациями считаются триггеры, имеющие дополнительные входные сигналы, номер модификации может отсутствовать.

Имя	Функция	Страница
1	2	3
FCC	детектор переднего фронта с асинхронным сбросом	2-27
FCC2	детектор переднего фронта с двумя входами асинхронного сброса	2-28
FCCB	детектор заднего фронта с асинхронным сбросом	2-29
FCCB2	детекторы заднего фронта с двумя входами асинхронного сброса	2-30
FD	триггер D-типа с записью по переднему фронту	2-31
FDB	триггер D-типа с записью по заднему фронту	2-31
FDC	триггер D-типа с асинхронным сбросом с записью по переднему фронту	2-32
FDCB	триггер D-типа с асинхронным сбросом с записью по заднему фронту	2-33
FDCE	триггер D-типа с асинхронным сбросом и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-34
FDCEB	триггер D-типа с асинхронным сбросом и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-35
FDCI	триггер D-типа с асинхронным сбросом и асинхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-36
FDCIB	триггер D-типа с асинхронным сбросом и асинхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-37

Имя	Функция	Страница
1	2	3
FDCL	триггер D-типа с асинхронным сбросом и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-38
FDCLB	триггер D-типа с асинхронным сбросом и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-39
FDCLE	триггер D-типа с асинхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-40
FDCLEB	триггер D-типа с асинхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-41
FDCP	триггер D-типа с записью по переднему фронту с асинхронными сбросом и установкой	2-42
FDCPB	триггер D-типа с асинхронными сбросом и установкой с записью по заднему фронту	2-43
FDCPE	триггер D-типа, с асинхронными сбросом и установкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-44
FDCPEB	триггер D-типа с асинхронными сбросом и установкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-45
FDCPI	триггер D-типа с асинхронными сбросом и установкой и асинхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-46
FDCPIB	триггер D-типа с асинхронными сбросом и установкой и асинхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-47
FDCPL	триггер D-типа с асинхронными сбросом и установкой и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-48
FDCPLB	триггер D-типа с асинхронными сбросом и установкой и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-49
FDE	триггер D-типа с разрешением записи с записью по переднему фронту	2-50
FDEB	триггер D-типа с разрешением записи с записью по заднему фронту	2-51
FDL	триггер D-типа с синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-52
FDLB	триггер D-типа с синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-53
FDLE	триггер D-типа с синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-54
FDLEB	триггер D-типа с синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-55
FDP	триггер D-типа с асинхронной установкой с записью по переднему фронту	2-56
FDPB	триггер D-типа с асинхронной установкой с записью по заднему фронту	2-57
FDPE	триггер D-типа с асинхронной установкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-58
FDPEB	триггер D-типа с асинхронной установкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-59
FDPI	триггер D-типа с асинхронной установкой и асинхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-60
FDPIB	триггер D-типа с асинхронной установкой и асинхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-61
FDPL	триггер D-типа с асинхронной установкой и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-62
FDPLB	триггер D-типа с асинхронной установкой и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-63
FDPLE	триггер D-типа с асинхронной установкой, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-64
FDPLEB	триггер D-типа с асинхронной установкой, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-65

Имя	Функция	Страница
1	2	3
FDR	триггер D-типа с синхронным сбросом с записью по переднему фронту	2-66
FDRB	триггер D-типа с синхронным сбросом с записью по заднему фронту	2-67
FDRE	триггер D-типа синхронным сбросом и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-68
FDREB	триггер D-типа с синхронным сбросом и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-69
FDRL	триггер D-типа с синхронным сбросом и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-70
FDRLB	триггер D-типа с синхронным сбросом и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-71
FDRLE	триггер D-типа синхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-72
FDRLEB	триггер D-типа с синхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-73
FDRS	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой с записью по переднему фронту	2-74
FDRSB	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой с записью по заднему фронту	2-75
FDRSE	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-76
FDRSEB	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-77
FDRSL	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-78
FDRSLB	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-79
FDRSLE	триггер D-типа с синхронными сбросом и установкой, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-80
FDS	триггер D-типа с синхронной установкой с записью по переднему фронту	2-81
FDSB	триггер D-типа с синхронной установкой с записью по заднему фронту	2-82
FDSE	триггер D-типа с синхронной установкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-83
FDSEB	триггер D-типа с синхронной установкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-84
FDSL	триггер D-типа с синхронной установкой и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-85
FDSLБ	триггер D-типа с синхронной установкой и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-86
FDSLE	триггер D-типа с синхронной установкой, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-87
FDSLEB	триггер D-типа с синхронной установкой, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-88
FDSR	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом с записью по переднему фронту	2-89
FDSRB	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом с записью по заднему фронту	2-90
FDSRE	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-91
FDSREB	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-92

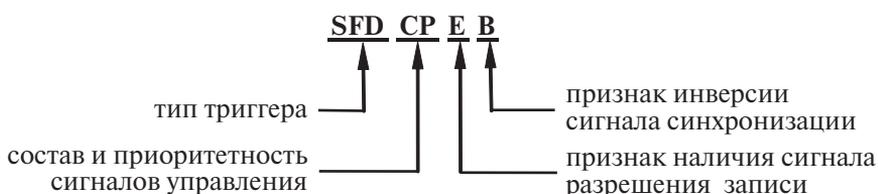
Имя	Функция	Страница
1	2	3
FDSRL	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом и синхронной загрузкой с записью по переднему фронту	2-93
FDSRLB	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом и синхронной загрузкой с записью по заднему фронту	2-94
FDSRLE	триггер D-типа с синхронными установкой и сбросом, синхронной загрузкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-95
FJKCP	триггер JK-типа с асинхронными сбросом и установкой с записью по переднему фронту	2-96
FJKCPB	триггер JK-типа с асинхронными сбросом и установкой с записью по заднему фронту	2-97
FTC	счетный триггер с асинхронным сбросом с синхронизацией по переднему фронту	2-98
FTCB	счетный триггер с асинхронным сбросом с синхронизацией по заднему фронту	2-99
FTCE	счетный триггер с асинхронным сбросом и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-100
FTCEB	счетный триггер с асинхронным сбросом и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-101
FTCL	счетный триггер с асинхронным сбросом и синхронной загрузкой с синхронизацией по переднему фронту	2-102
FTCLB	счетный триггер с асинхронным сбросом и синхронной загрузкой с синхронизацией по заднему фронту	2-103
FTCLE	счетный триггер с асинхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-104
FTCLEB	счетный триггер с асинхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-105
FTCP	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой с синхронизацией по переднему фронту	2-106
FTCPB	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой с синхронизацией по заднему фронту	2-107
FTCPE	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-108
FTCPB	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-109
FTCPL	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой и синхронной загрузкой с синхронизацией по переднему фронту	2-110
FTCPLB	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой и синхронной загрузкой с синхронизацией по заднему фронту	2-111
FTCPLE	счетный триггер с асинхронными сбросом и установкой, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-112
FTP	счетный триггер с асинхронной установкой с синхронизацией по переднему фронту	2-113
FTPВ	счетный триггер с асинхронной установкой с синхронизацией по заднему фронту	2-114
FTPE	счетный триггер с асинхронной установкой и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-115
FTPEB	счетный триггер с асинхронной установкой и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-116
FTPL	счетный триггер с асинхронной установкой и синхронной загрузкой с синхронизацией по переднему фронту	2-117

Имя	Функция	Страница
1	2	3
FTRLB	счетный триггер с асинхронной установкой и синхронной загрузкой с синхронизацией по заднему фронту	2-118
FTRPLE	счетный триггер с асинхронной установкой, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-119
FTRPLEB	счетный триггер с асинхронной установкой, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-120
FTR	счетный триггер с синхронным сбросом с синхронизацией по переднему фронту	2-121
FTRB	счетный триггер с синхронным сбросом с синхронизацией по заднему фронту	2-122
FTRE	счетный триггер с синхронным сбросом и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-123
FTREB	счетный триггер с синхронным сбросом и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-124
FTRLE	счетный триггер с синхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по переднему фронту	2-125
FTRLEB	счетный триггер с синхронным сбросом, синхронной загрузкой и разрешением счета с синхронизацией по заднему фронту	2-126

Триггеры сканирования для организации тестирования

Триггер сканирования – это функциональная ячейка памяти, имеющая два устойчивых состояния, которые изменяются при появлении активного фронта сигнала синхронизации либо через вход данных, либо через вход сканирования в зависимости от состояния сигналов управления.

Обозначение триггера включает в себя обозначение типа триггера, состав и приоритетность сигналов управления и признаки сигналов.



В обозначении триггера указываются состав и приоритетность сигналов управления. Первым указывается тот сигнал, который имеет высший приоритет. В качестве управляющих могут использоваться следующие сигналы:

- С** – асинхронный сброс (вход **CLR**);
- Р** – асинхронная установка (вход **PRE**).

Присутствие признака наличия сигнала разрешения записи **Е** указывает на то, что в триггере есть вход разрешения сигнала синхронизации (вход **CE**).

Признак инверсии **В** означает, что активным для триггера является задний фронт сигнала синхронизации.

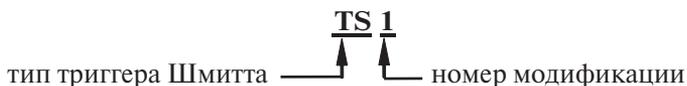
Имя	Функция	Страница
SFD	триггер сканирования с записью по переднему фронту	2-175
SFDB	триггер сканирования с записью по заднему фронту	2-176
SFDC	триггер сканирования с асинхронным сбросом с записью по переднему фронту	2-177
SFDCB	триггер сканирования с асинхронным сбросом с записью по заднему фронту	2-178
SFDCE	триггер сканирования с асинхронным сбросом и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-179
SFDCEB	триггер сканирования с асинхронным сбросом и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-180
SFDCP	триггер сканирования с асинхронными сбросом и установкой с записью по переднему фронту	2-181
SFDCPB	триггер сканирования с асинхронными сбросом и установкой с записью по заднему фронту	2-182
SFDE	триггер сканирования с разрешением записи с записью по переднему фронту	2-183
SFDEB	триггер сканирования с разрешением записи с записью по заднему фронту	2-184
SFDP	триггер сканирования с асинхронной установкой с записью по переднему фронту	2-185
SFDPB	триггер сканирования с асинхронной установкой с записью по заднему фронту	2-186
SFDPE	триггер сканирования с асинхронной установкой и разрешением записи с записью по переднему фронту	2-187
SFDPEB	триггер сканирования с асинхронной установкой и разрешением записи с записью по заднему фронту	2-188

Триггеры Шмитта

Триггер Шмитта – это функциональная ячейка, предназначенная для преобразования непрерывно меняющегося сигнала в набор прямоугольных импульсов.

Особенность вольт-амперной характеристики триггера Шмитта – наличие петли гистерезиса – позволяет использовать данную ячейку в качестве формирователя прямоугольных импульсов из входного напряжения произвольной формы.

Обозначение триггера Шмитта включает в себя тип ячейки и номер модификации.



Тип триггера Шмитта может принимать следующие значения:

TS – триггер Шмитта КМОП-уровня;

TSTTL – триггер Шмитта TTL-уровня.

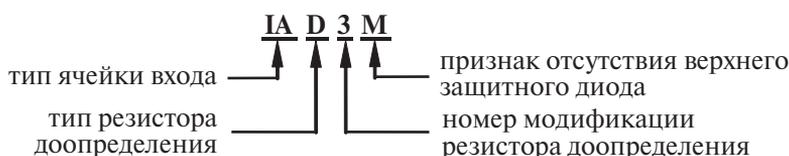
Модификациями являются триггеры Шмитта, имеющие различные значения гистерезиса.

Имя	Функция	Страница
TS1, TS2, TS3, TS4	триггеры Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса	2-198
TSTTL1, TSTTL2	триггеры Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса	2-199

Периферийные ячейки входа

Ячейка входа – это функциональная ячейка, обеспечивающая передачу цифрового или аналогового сигнала с внешнего вывода БИС внутрь поля БМК.

Обозначение ячейки входа включает тип ячейки, номер модификации внутреннего резистора доопределения и признак отсутствия верхнего защитного диода.



Тип ячейки входа может принимать следующие значения:

- IA** – вход аналоговый;
- IDBL** – вход цифровой с инверсным маломощным выходом (используется для реализации RC- и кварцевых генераторов);
- IDP** – вход цифровой с парафазным выходом;
- ITL** – вход цифровой с триггером Шмитта ТТЛ-уровня и парафазным выходом;
- ITS** – вход цифровой с триггером Шмитта и парафазным выходом.

Тип резистора доопределения может принимать следующие значения:

- D** – резистор доопределения до низкого уровня;
- U** – резистор доопределения до высокого уровня.

Буква **M** обозначает отсутствие в ячейке диода электростатической защиты, подключенного к шине «Питание», что позволяет применять ячейку в системах с «холодным» резервом.

Имя	Функция	Страница
1	2	3
IA	вход аналоговый	2-127
IAD1	вход аналоговый с доопределением до низкого уровня внутренним резистором малого номинала	3-24
IAD2, IAD3, IAD4	входы аналоговые с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-127
IAD1M, IAD2M, IAD3M, IAD4M	входы аналоговые с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала для микросхем «холодного» резерва	3-25
IAM	вход аналоговый для микросхем «холодного» резерва	3-27
IAU1, IAU2, IAU3, IAU4	входы аналоговые с доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-134

Имя	Функция	Страница
1	2	3
IDBL	вход цифровой с инверсным маломощным выходом	3-36
IDP	вход цифровой с парафазным выходом	2-134
IDPD1	вход цифровой с парафазным выходом и доопределением до низкого уровня внутренними резисторам малого номинала	3-39
IDPD2, IDPD3, IDPD4	входы цифровые с парафазным выходом и доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-135
IDPD1M, IDPD2M, IDPD3M, IDPD4M	входы цифровые с парафазным выходом, с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала для микросхем «холодного» резерва	3-40
IDPM	вход цифровой с парафазным выходом для микросхем «холодного» резерва	3-42
IDPU1, IDPU2, IDPU3, IDPU4	входы цифровые с парафазным выходом и доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-136

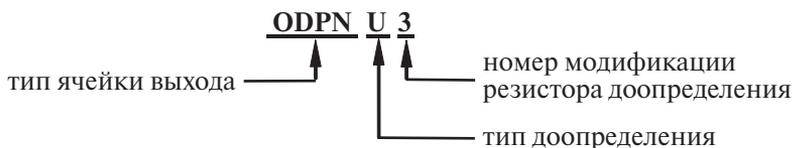
Входные ячейки с триггерами Шмитта с различными номиналами гистерезиса и доопределением до низкого или высокого уровня внутренними резисторами различного номинала реализованы в виде макрочеек.

Имя	Функция
ITL1, ITL2	входы цифровые с триггером Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса с парафазным выходом
ITL1D2, ITL1D3, ITL1D4, ITL2D2, ITL2D3, ITL2D4	входы цифровые с триггером Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса с парафазным выходом и доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала
ITL1U1, ITL1U2, ITL1U3, ITL1U4, ITL2U1, ITL2U2, ITL2U3, ITL2U4	входы цифровые с триггером Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса с парафазным выходом и доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала
ITS1, ITS2, ITS3, ITS4	входы цифровые с триггером Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса с парафазным выходом
ITS1D2, ITS1D3, ITS1D4, ITS2D2, ITS2D3, ITS2D4, ITS3D2, ITS3D3, ITS3D4, ITS4D2, ITS4D3, ITS4D4	входы цифровые с триггером Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса с парафазным выходом и доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала
ITS1U1, ITS1U2, ITS1U3, ITS1U4, ITS2U1, ITS2U2, ITS2U3, ITS2U4, ITS3U1, ITS3U2, ITS3U3, ITS3U4, ITS4U1, ITS4U2, ITS4U3, ITS4U4	входы цифровые с триггером Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса с парафазным выходом и доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала

Периферийные ячейки выхода

Ячейка выхода – это функциональная ячейка, обеспечивающая передачу сигналов из поля БМК на внешний вывод БИС.

Обозначение ячейки выхода включает тип ячейки, тип доопределения и номер модификации внутреннего резистора доопределения.



Тип ячейки выхода может принимать следующие значения:

- OA** — аналоговый выход;
- OD** — цифровой выход с двумя состояниями;
- ODPN** — цифровой выход с отдельным управлением выходными транзисторами;
- ODE** — цифровой выход с тремя состояниями.

Тип доопределения может отсутствовать или принимать значения:

- D** — доопределение до низкого уровня;
- U** — доопределение до высокого уровня.

Имя	Функция	Страница
1	2	3
OA	выход аналоговый	2-158
OD1, OD2, OD3	выходы цифровые с различной нагрузочной способностью	3-44
ODPN	выход цифровой	2-159
ODPN2	выход цифровой с низкой нагрузочной способностью	3-45
ODPND1	выход цифровой с доопределением до низкого уровня внутренним резистором малого номинала	3-46
ODPND2, ODPND3, ODPND4	выход цифровой с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-160
ODPNU1, ODPNU2, ODPNU3, ODPNU4	выход цифровой с доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-161

Выходные ячейки **ODE**, **ODEDi**, **ODEUi** реализованы в виде макроячеек.

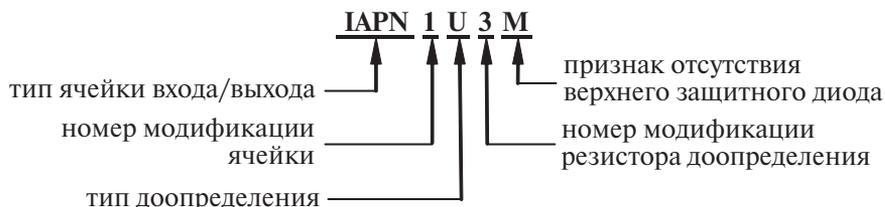
Имя	Функция
ODE	цифровой выход с тремя состояниями
ODED2, ODED3, ODED4	цифровой выход с тремя состояниями и доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала
ODEU1, ODEU2, ODEU3, ODEU4	цифровой выход с тремя состояниями и доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала

1

Периферийные ячейки входа/выхода

Ячейка входа/выхода – это функциональная ячейка, обеспечивающая передачу сигналов как с внешнего вывода БИС внутрь поля БМК, так и из поля БМК на внешний вывод БИС.

Обозначение ячейки входа/выхода включает тип ячейки и номер модификации ячейки, тип доопределения, номер модификации внутреннего резистора доопределения и признак отсутствия верхнего защитного диода.



Тип ячейки входа/выхода может принимать следующие значения:

- IAOINV** – вход аналоговый / выход цифровой для реализации RC-генераторов;
- IAON** – вход аналоговый / выход цифровой с открытым стоком n-транзистора;
- IAPN** – вход аналоговый / выход цифровой с отдельным управлением выходными транзисторами;
- IOD** – вход/выход цифровой;
- ION** – вход/выход цифровой с открытым стоком n-транзистора;
- IOP** – вход/выход цифровой с открытым стоком p-транзистора;
- IOPN** – вход/выход цифровой с отдельным управлением выходными транзисторами;
- IOTL** – вход цифровой с триггером Шмитта ТТЛ-уровня / выход цифровой;
- IOTS** – вход цифровой с триггером Шмитта / выход цифровой.

Тип доопределения может отсутствовать или принимать следующие значения:

- D** – доопределение до низкого уровня;
- U** – доопределение до высокого уровня.

Имя	Функция	Страница
1	2	3
IAOINV	вход аналоговый / выход цифровой для реализации RC-генераторов	3-28
IAON1, IAON2, IAON3, IAON4, IAON5	вход аналоговый / выход цифровой с открытым стоком p-транзистора, с различной нагрузочной способностью	3-29
IAON1M, IAON2M, IAON3M, IAON4M, IAON5M	вход аналоговый / выход цифровой с открытым стоком p-транзистора, с различной нагрузочной способностью для микросхем «холодного» резерва	3-30
IAON1U, IAON2U, IAON3U, IAON4U, IAON5U	вход аналоговый / выход цифровой с открытым стоком p-транзистора, с различной нагрузочной способностью и доопределением до высокого уровня	3-32
IAPN	вход аналоговый / выход цифровой	2-128
IAPN2	вход аналоговый / выход цифровой и низкой нагрузочной способностью	3-33
IAPND1	вход аналоговый / выход цифровой и доопределением до низкого уровня внутренним резистором малого номинала	3-34
IAPND2, IAPND3, IAPND4	вход аналоговый / выход цифровой с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-129
IAPNU1, IAPNU2, IAPNU3, IAPNU4	вход аналоговый / выход цифровой с доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала	2-131
ION	вход цифровой парафазный / выход цифровой с открытым стоком p-транзистора	2-137
IOP	вход цифровой парафазный / выход цифровой с открытым стоком p-транзистора	2-138
IOPN	вход цифровой парафазный / выход цифровой	2-139

Ячейки вход/выхода **IOD**, **IODDi**, **IODUi**, **IOTL**, **IOTLDi**, **ITLUi**, **IOTS**, **IOTSDi**, **IOTSUi** реализованы в виде макроячеек.

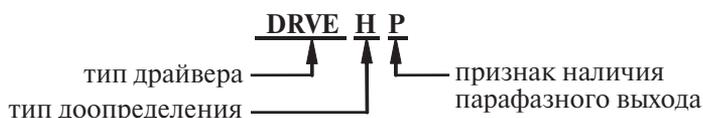
Имя	Функция
IOD	вход/выход цифровой
IODD2,IODD3, IODD4	входы/выходы цифровые с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала
IODU1, IODU2, IODU3, IODU4	входы/выходы цифровые с доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала
IOTL1, IOTL2	входы цифровые с триггером Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса / выходы цифровые
IOTL1D2, IOTL1D3, IOTL1D4, IOTL2D2, IOTL2D3, IOTL2D4	входы цифровые с триггером Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса / выходы цифровые с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала
ITL1U1, ITL1U2, ITL1U3, ITL1U4, ITL2U1, ITL2U2, ITL2U3, ITL2U4	входы цифровые с триггером Шмитта ТТЛ-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса / выходы цифровые с доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала

Имя	Функция
IOTS1, IOTS2, IOTS3, IOTS4	входы цифровые с триггером Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса / выходы цифровые
IOTS1D2, IOTS1D3, IOTS1D4, IOTS2D2, IOTS2D3, IOTS2D4, IOTS3D2, IOTS3D3, IOTS3D4, IOTS4D2, IOTS4D3, IOTS4D4	входы цифровые с триггером Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса / выходы цифровые с доопределением до низкого уровня внутренними резисторами различного номинала
IOTS1U1, IOTS1U2, IOTS1U3, IOTS1U4, IOTS2U1, IOTS2U2, IOTS2U3, IOTS2U4, IOTS3U1, IOTS3U2, IOTS3U3, IOTS3U4, IOTS4U1, IOTS4U2, IOTS4U3, IOTS4U4	входы цифровые с триггером Шмитта КМОП-уровня с различными номинальными значениями гистерезиса / выходы цифровые с доопределением до высокого уровня внутренними резисторами различного номинала

Драйверы периферийных ячеек

Драйвер периферийной ячейки – это функциональная ячейка, обеспечивающая формирование сигналов управления периферийной ячейкой для реализации ее функции выхода или входа/выхода.

Обозначение драйвера включает тип драйвера, тип доопределения высокоимпедансного состояния периферийной ячейки и признак наличия в драйвере парафазного выхода.



Тип драйвера может принимать следующие значения:

- DRV** – драйвер для организации выхода;
- DRVE** – драйвер для организации входа/выхода.

Тип доопределения указывает, каким образом высокоимпедансное состояние на внешнем выводе БИС доопределяется до логически определенного уровня, и может принимать следующие значения:

- D** – в периферийной ячейке включается резистор доопределения до низкого уровня;
- U** – в периферийной ячейке включается резистор доопределения до высокого уровня;
- H** – в периферийной ячейке кратковременно включается мощный выходной транзистор р-типа, обеспечивающий быстрое переключение сигнала на внешнем выводе микросхемы из состояния низкого уровня в состояние высокого уровня (формирование «подброса») с последующим удержанием высокого уровня резистором доопределения.

Признак **P** обозначает наличие в драйвере парафазного выхода для усиления и передачи в поле БМК логических сигналов с внешнего вывода БИС (может отсутствовать).

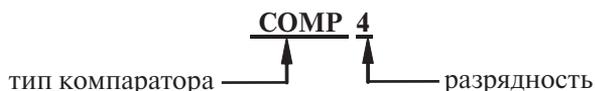
Различные типы драйверов предназначены для управления теми или иными периферийными ячейками. Варианты подключения периферийных ячеек и драйверов указаны в рекомендациях по применению в описаниях соответствующих периферийных ячеек и драйверов.

Имя	Функция	Страница
DRV	драйвер периферийной ячейки для организации выхода	2-12
DRVE	драйвер периферийной ячейки для организации входа/выхода	2-13
DRVED	драйвер периферийной ячейки для организации входа/выхода с доопределением до низкого уровня	2-15
DRVEDP	драйвер периферийной ячейки для организации входа/выхода с доопределением до низкого уровня и парафазным выходом	2-17
DRVENP	драйвер периферийной ячейки для организации входа/выхода с формированием «подброса», доопределением до высокого уровня и парафазным выходом	2-19
DRVEU	драйвер периферийной ячейки для организации входа/выхода с доопределением до высокого уровня	2-21
DRVEUP	драйвер периферийной ячейки для организации входа/выхода с доопределением до высокого уровня и парафазным выходом	2-23
DRVHP	драйвер периферийной ячейки для организации выхода с формированием «подброса», доопределением до высокого уровня и парафазным выходом	2-25

Компараторы цифровые

Цифровой компаратор – это функциональная ячейка, выполняющая логическую функцию сравнения двух бинарных чисел. В состав библиотеки входят компараторы, формирующие сигнал эквивалентности, и компараторы, формирующие сигналы сравнения «больше» и «меньше».

Обозначение компаратора включает в себя тип компаратора и разрядность сравниваемых бинарных чисел.



Тип компаратора может принимать следующие значения:

COMP – сравнение двух чисел с формированием сигнала эквивалентности (выход EQ);

COMPМ – сравнение двух чисел с формированием сигналов сравнения «больше» (выход GT) и «меньше» (выход LT).

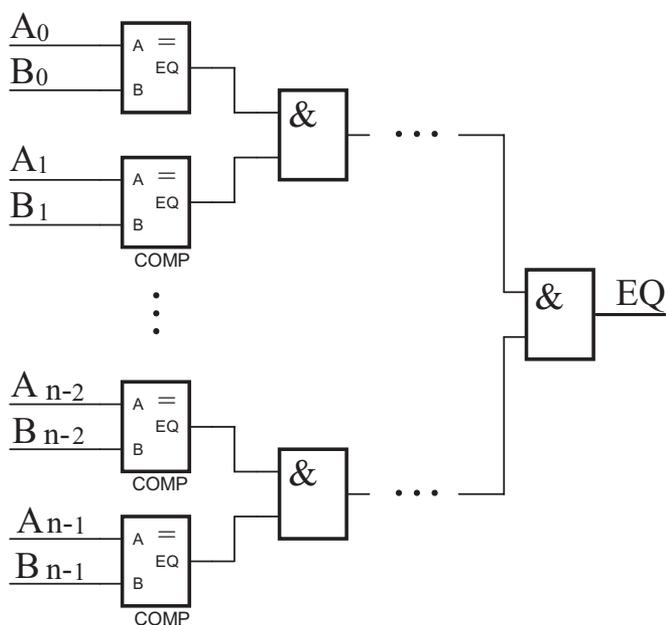
Разрядность сравниваемых бинарных чисел может принимать значения 2, 4, 8, 16. Для одноразрядных компараторов разрядность не указывается.

Имя	Функция	Страница
COMP	компаратор одноразрядный с выработкой сигнала эквивалентности	2-8
COMP2	компаратор двухразрядный с выработкой сигнала эквивалентности	2-9
COMPМ	компаратор одноразрядный с выработкой сигналов сравнения	2-10
COMPМ2	компаратор двухразрядный с выработкой сигналов сравнения	2-11

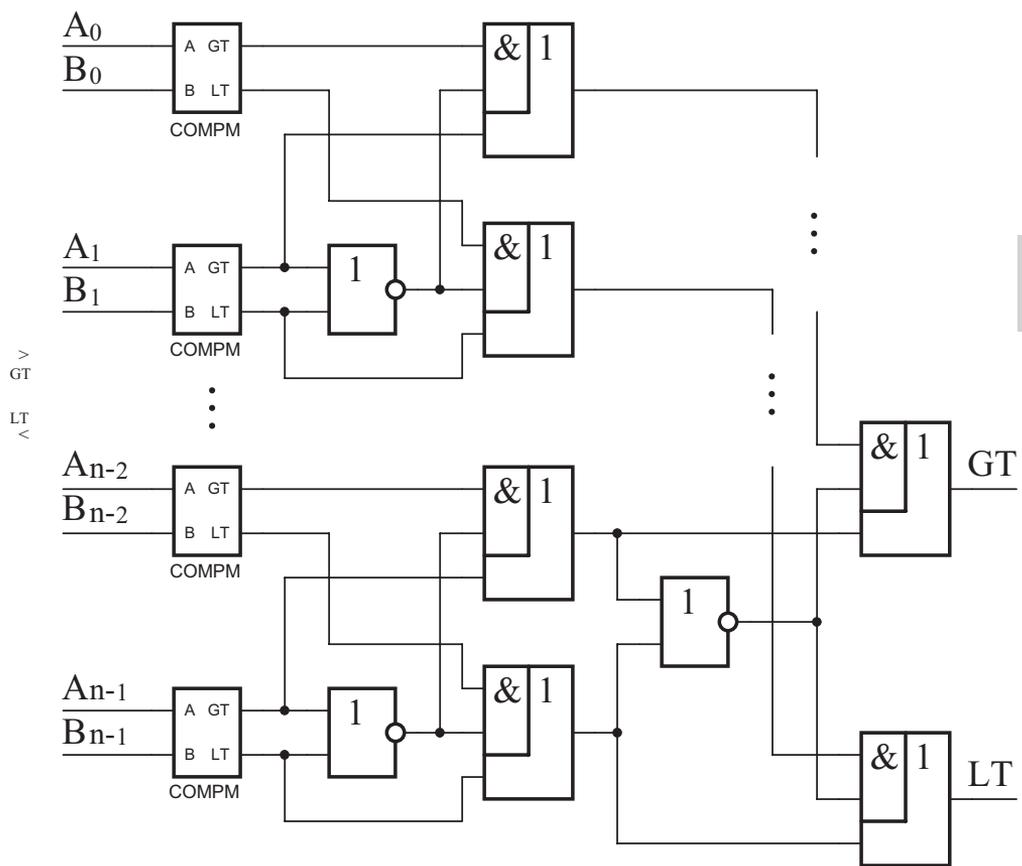
Цифровые компараторы сравнения 4-, 8- и 16-разрядных бинарных чисел реализованы в виде макроячеек. Их функциональные схемы приведены ниже.

Имя	Функция
COMP4, COMP8, COMP16	компараторы 4-, 8- и 16-разрядные с выработкой сигнала эквивалентности
COMP4M, COMP8M, COMP16M	компараторы 4-, 8- и 16-разрядные с выработкой сигнала сравнения

Функциональная схема компаратора **COMP_n** с формированием сигнала эквивалентности



Функциональная схема компаратора **COMP_n** с формированием сигналов сравнения

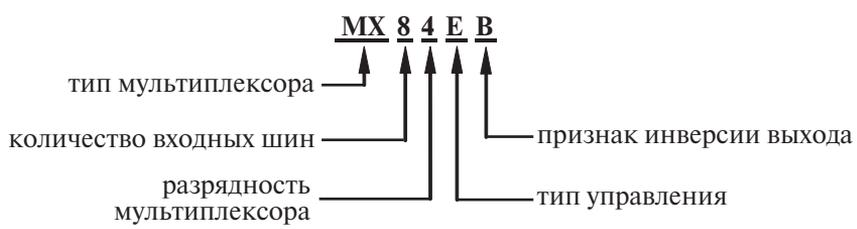


1

Мультиплексоры

Мультиплексор – это функциональная ячейка, выполняющая функцию передачи одного из нескольких входных сигналов на выход в зависимости от значения управляющих сигналов.

Обозначение мультиплексора включает в себя тип мультиплексора, количество входных шин, разрядность шин, тип управления и признак инверсии выхода.



В библиотеке реализованы мультиплексоры двух типов:

МХ — мультиплексор цифровых сигналов;

МХА — мультиплексор аналоговых сигналов.

Тип управления определяет схемотехническую реализацию мультиплексора. Для мультиплексоров параллельного типа с управлением двоичным кодом тип управления не указывается, а для мультиплексоров последовательного типа с управлением набором независимых сигналов указывается тип **Е**.

Одноразрядные мультиплексоры реализованы в виде базовых ячеек. Тип управления в них не указывается.

1

Имя	Функция	Страница
МХ21	мультиплексор цифровой 2-входовый одноразрядный	2-152
МХ21В	мультиплексор цифровой 2-входовый одноразрядный с инверсией	2-153
МХА21	мультиплексор аналоговый 2-входовый одноразрядный	3-43
МХ41	мультиплексор цифровой 4-входовый одноразрядный	2-153
МХ41В	мультиплексор цифровой 4-входовый одноразрядный с инверсией	2-154

В виде макроячеек в библиотеке реализованы последовательные мультиплексоры без инверсии выходного сигнала с количеством входных шин 2, 4, 8 и разрядностью шин 2, 4, 8 бит и параллельные мультиплексоры без инверсии выходного сигнала с количеством входных шин 2, 4, 8 и разрядностью шин 2, 4, 8 бит.

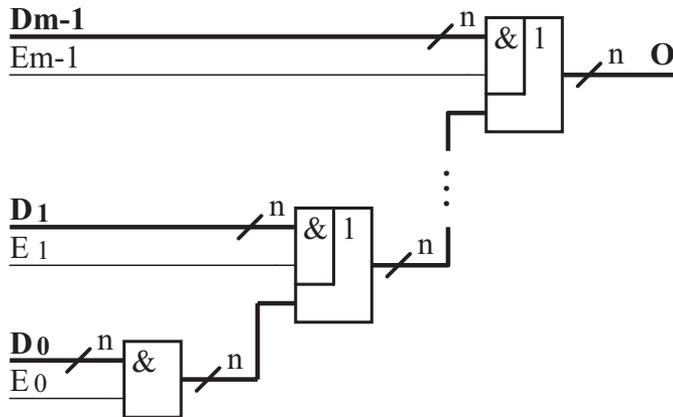
Имя	Функция
МХ22, МХ24, МХ28	параллельные мультиплексоры с двумя входными шинами и разрядностью шин 2, 4, 8 бит
МХ22Е, МХ24Е, МХ28Е	последовательные мультиплексоры с двумя входными шинами и разрядностью шин 2, 4, 8 бит
МХ42, МХ44, МХ48	параллельные мультиплексоры с четырьмя входными шинами и разрядностью шин 2, 4, 8 бит
МХ42Е, МХ44Е, МХ48Е	последовательные мультиплексоры с четырьмя входными шинами и разрядностью шин 2, 4, 8 бит
МХ82, МХ84, МХ88	параллельные мультиплексоры с восьмью входными шинами и разрядностью шин 2, 4, 8 бит
МХ82Е, МХ84Е, МХ88Е	последовательные мультиплексоры с восьмью входными шинами и разрядностью шин 2, 4, 8 бит

Последовательные мультиплексоры могут иметь большую собственную задержку, т.к. количество каскадов мультиплексора равно количеству входных шин, причем задержка передачи сигнала каждой входной шины на выход различна и определяется местоположением шины в мультиплексоре. Наименьшую задержку имеют каскады, расположенные ближе к выходу мультиплексора.

Последовательные мультиплексоры требуют небольших ресурсов при разводке топологии, если они размещаются покаскадно в непосредственной близости от источников входных сигналов. В этом случае разводка между каскадами мультиплексора занимает одну трассу канала трассировки на один разряд мультиплексора, т.к. каждый последующий каскад связан с предыдущим только

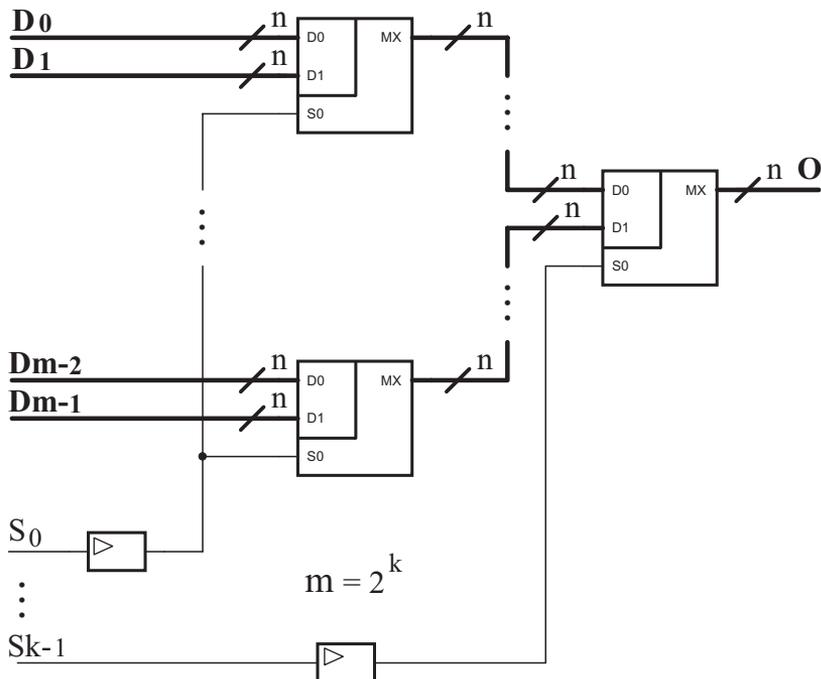
одной связью. Таким образом, последовательные мультиплексоры оптимально реализуются в топологии БИС и имеют малую задержку для каскадов, расположенных ближе к выходу мультиплексора.

Функциональная схема последовательного мультиплексора $MX_{m,n}E$



1

Функциональная схема параллельного мультиплексора $MX_{m,n}$



Параллельные мультиплексоры имеют пирамидальную структуру, реализуются на 2-входных мультиплексорах и для всех входных разрядов имеют примерно одинаковую задержку до выхода.

Каждый 2-входовой мультиплексор связан с предыдущим каскадом тремя связями, что создает значительную нагрузку на ресурсы трассировки БМК при синтезе топологии БИС. Поэтому параллельные мультиплексоры удобно применять для схем, в которых источники сигналов могут быть попарно сгруппированы и размещены поразрядно группами. В этом случае источники сигналов размещаются так, чтобы мультиплексоры каждого разряда могли быть расположены вертикальными столбцами, а результирующие сигналы каскадов мультиплексора объединялись в центре каждого столбца.

1

Демультимплексоры

Демультимплексор — функциональная ячейка, выполняющая функцию передачи входного сигнала на одно из нескольких направлений, определяемых входным адресом.

Обозначение демультимплексора включает в себя тип демультимплексора и количество выходов.



В библиотеке реализованы демультимплексоры двух типов:

DMX — демультимплексор цифровых сигналов;

DMXA — демультимплексор аналоговых сигналов.

Имя	Функция	Страница
DMXA	демультимплексор аналоговый в два направления	3-23

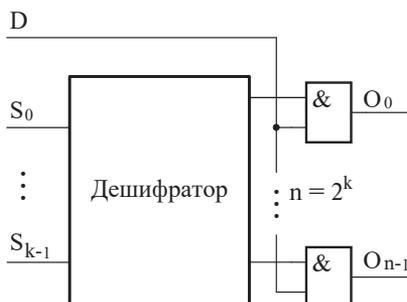
Для 2-разрядного демультимплексора количество выходов не указывается.

Демультимплексоры цифровых и аналоговых сигналов с количеством выходов 2, 4 и 8 реализованы в виде макроячеек.

Имя	Функция
DMX, DMX4, DMX8	демультимплексоры цифровых сигналов с количеством выходов 2, 4 и 8
DMXA4, DMXA8	демультимплексоры аналоговых сигналов с количеством выходов 4 и 8

Функциональная схема цифрового демультимплексора представлена ниже.

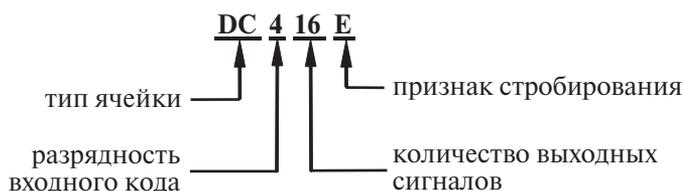
Функциональная схема цифрового демультимплексора **DMX_n**



Дешифраторы

Дешифратор – функциональная ячейка, обеспечивающая преобразование бинарного кода в набор цифровых сигналов.

Обозначение дешифратора включает в себя тип ячейки, разрядность входного бинарного кода, количество выходных сигналов и признак наличия сигнала стробирования.



Дешифраторы обозначаются **DC** и реализованы в виде макроячеек. В состав библиотеки входят нестробируемые и стробируемые полные дешифраторы 2-, 3- и 4-разрядного кода, дешифратор 4-разрядного кода в 10 выходных сигналов и дешифратор 7-сегментного индикатора. Признак стробирования в обозначении нестробируемых дешифраторов отсутствует.

Имя	Функция
DC24	дешифратор 2-разрядного кода нестробируемый
DC24E	дешифратор 2-разрядного кода стробируемый
DC38	дешифратор 3-разрядного кода нестробируемый
DC38E	дешифратор 3-разрядного кода стробируемый
DC410	дешифратор 4-разрядного кода в 10 выходных сигналах нестробируемый
DC410E	дешифратор 4-разрядного кода в 10 выходных сигналах стробируемый
DC416	дешифратор 4-разрядного кода нестробируемый
DC416E	дешифратор 4-разрядного кода стробируемый
DC47	дешифратор 7-сегментного индикатора нестробируемый
DC47E	дешифратор 7-сегментного индикатора стробируемый

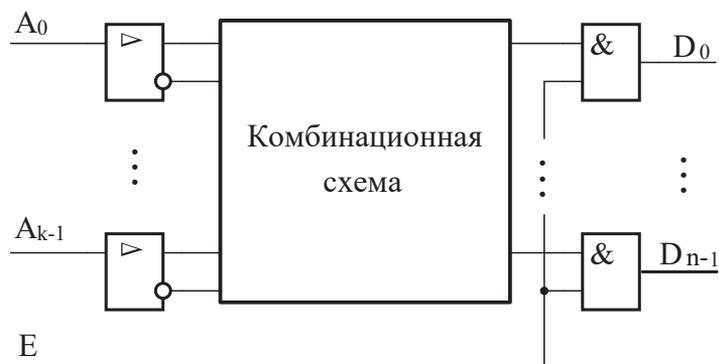
Следует также отметить, что на выходах нестробируемых дешифраторов при изменении входного кода за счет разброса задержек в комбинационной схеме кратковременно возникает многократное функционально необоснованное изменение сигнала (дребезг), что необходимо учитывать при разработке схем. Поэтому целесообразнее использовать стробируемые дешифраторы, в которых дребезг можно устранить сигналом стробирования.

Функциональные схемы нестробируемых и стробируемых дешифраторов представлены ниже.

Функциональная схема нестробируемого дешифратора $DCkn$



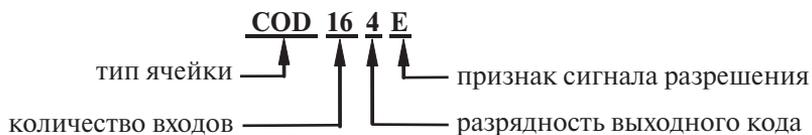
Функциональная схема стробируемого дешифратора $DCknE$



Шифраторы

Шифратор – это функциональная ячейка, выполняющая функцию преобразования набора цифровых сигналов в бинарный код.

Обозначение шифратора включает в себя тип ячейки, количество входных сигналов, разрядность выходного бинарного кода и признак сигнала разрешения.



Шифраторы обозначаются COD и реализованы в виде макроячеек. В состав библиотеки входят нестробируемые и стробируемые шифраторы на 4, 8, 10 и 16 входов. Входы шифраторов имеют обозначения $I_0 \dots I_{n-1}$, выходы кодированного сигнала – $COD_0 \dots COD_{k-1}$ и выход признака отсутствия данных на входе – **ZERO**. Сигнал разрешения **E** обеспечивает стробирование выходного кода. Признак **E** сигнала разрешения стробирования в обозначении нестробируемых шифраторов отсутствует.

Имя	Функция
COD42	шифратор нестробируемый из 4 входов в 2 выхода
COD42E	шифратор стробируемый из 4 входов в 2 выхода
COD83	шифратор нестробируемый из 8 входов в 3 выхода
COD83E	шифратор стробируемый из 8 входов в 3 выхода
COD104	шифратор нестробируемый из 10 входов в 4 выхода
COD104E	шифратор стробируемый из 10 входов в 4 выхода
COD164	шифратор нестробируемый из 16 входов в 4 выхода
COD164E	шифратор стробируемый из 16 входов в 4 выхода

Функциональные схемы нестробируемых и стробируемых шифраторов представлены ниже.

1

Функциональная схема нестробируемого шифратора **COD n k**



Функциональная схема стробируемого шифратора **COD n kE**

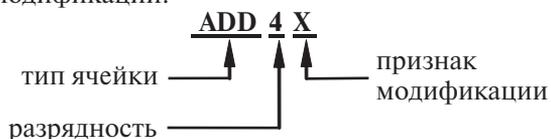


При разработке схем необходимо учитывать, что на выходах нестробируемых шифраторов при изменении входного кода из-за разброса задержек могут возникать функционально необоснованные изменения сигналов (дребезг), что необходимо учитывать при разработке схем.

Сумматоры

Сумматор – это функциональная ячейка, выполняющая функцию логического сложения двух чисел.

Обозначение сумматора включает в себя тип ячейки, разрядность суммируемых чисел и признак модификации.



Полные сумматоры обозначаются **ADD**. Сумматоры без входа переноса в младшем разряде являются модификациями полных сумматоров и обозначаются буквой **X** в позиции признака модификации.

Имя	Функция	Страница
ADD1	сумматор одноразрядный полный	2-4
ADD1X	сумматор одноразрядный без входа переноса	2-5

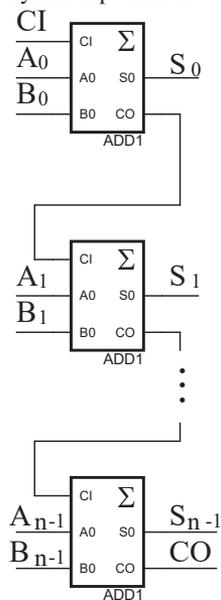
В библиотеке 5503 в виде макроячеек реализованы 2-, 4- и 8-разрядные сумматоры.

Имя	Функция
ADD2, ADD4, ADD8	сумматоры 2-, 4- и 8-разрядные полные
ADD2X, ADD4X, ADD8X	сумматоры 2-, 4- и 8-разрядные без входа переноса

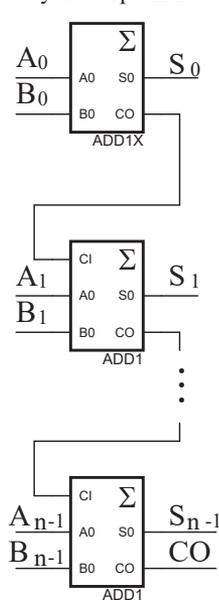
Функциональные схемы этих сумматоров приведены ниже.

Функциональные схемы сумматоров

Сумматор ADDn



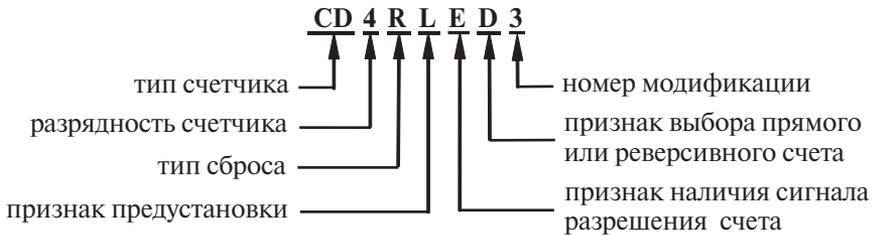
Сумматор ADDnX



Счетчики

Счетчик — это функциональная ячейка, формирующая код, определяемый числом поступивших входных тактовых импульсов.

Обозначение счетчика включает в себя тип счетчика, разрядность, признаки управляющих сигналов и номер модификации.



Тип счетчика может принимать следующие значения:

CB — двоичный синхронный счетчик;

CR — двоичный последовательный счетчик;

CV — двоичный последовательный счетчик с переменным коэффициентом счета;

CD — десятичный синхронный счетчик;

CJ — счетчик Джонсона.

Тип сброса принимает значение **R** в случае наличия в счетчике синхронного сброса и значение **C** в случае наличия асинхронного сброса.

Наличие признака предустановки указывает на возможность параллельной записи данных в счетчик (предустановка счетчика). Признак может отсутствовать или принимать значения:

L — синхронная предустановка с синхронизацией по входу **C**;

I — асинхронная предустановка.

Признак наличия сигнала разрешения счета **E** указывает на то, что синхронный счетчик реализован на основе триггеров с разрешением записи (вход **CE**).

Признак выбора прямого или реверсивного счета **D** указывается для счетчиков, в которых имеется возможность выбора направления счета.

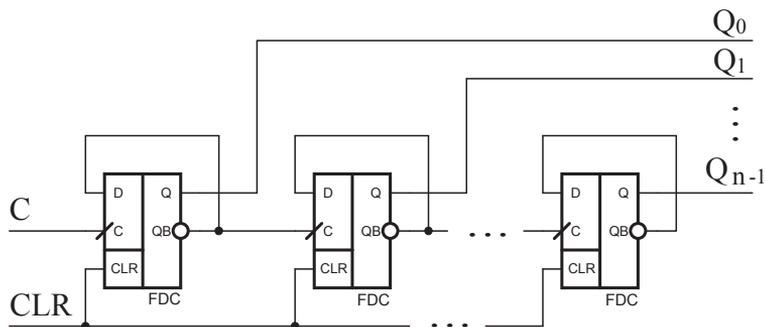
Для счетчиков одного типа, имеющих различия, например инверсию входов или разные коэффициенты счета, в последней позиции обозначения указывается номер модификации. В случае отличия коэффициентов счета от 2 или 10 номер модификации совпадает с коэффициентом счета.

В библиотеке реализованы синхронные и асинхронные счетчики с различным коэффициентом счета.

В асинхронных счетчиках тактовая частота поступает только на младший разряд, каждый последующий разряд тактируется изменением выходного сигнала предыдущего разряда, т.е. тактирование разрядов осуществляется асинхронно. Недостатком таких счетчиков является значительная зависящая от состояния счетчика задержка и асинхронность изменения разрядов при формировании выходного кода. Максимальная задержка счетчика равна суммарной задержке всех его разрядов.

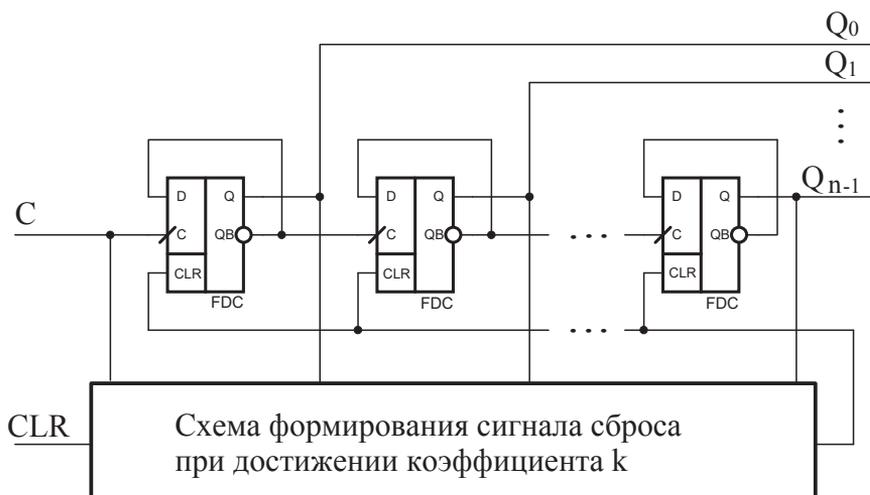
Обычно асинхронные счетчики являются двоичными. Для реализации на их

Функциональная схема асинхронного двоичного счетчика **CRnC**

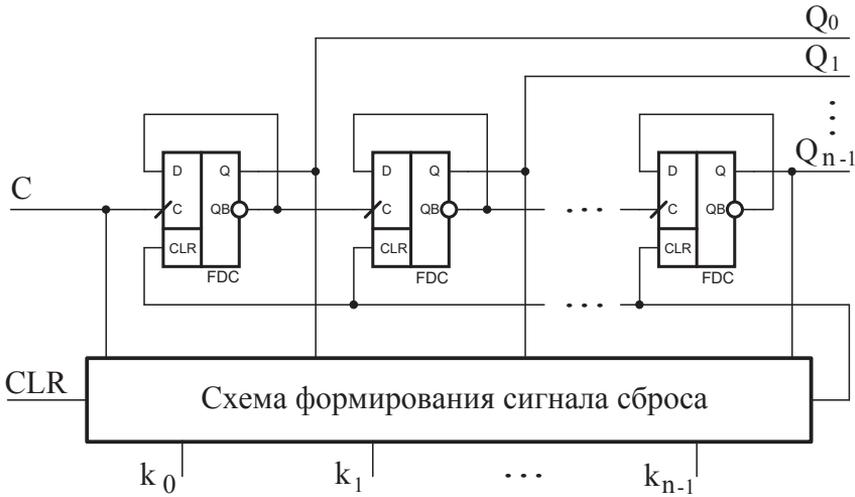


основе счетчиков с определенным коэффициентом счета в их структуру вводится схема формирования сигнала сброса, которая и обеспечивает требуемый коэффициент счета. Для асинхронных счетчиков с переменным коэффициентом счета в схему формирования сигнала сброса дополнительно вводится двоичный код, определяющий коэффициент счета. Значение кода может изменяться в процессе работы счетчика.

Функциональная схема асинхронного счетчика с определенным коэффициентом счета **CRnC_k**



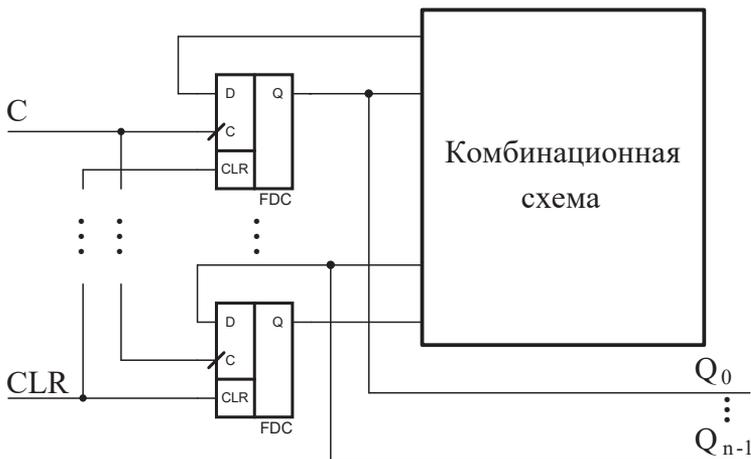
Функциональная схема асинхронного счетчика с переменным коэффициентом счета $CVnC$



В отличие от асинхронного, все разряды синхронного счетчика имеют общую тактовую частоту, а данные для каждого разряда формируются соответствующей комбинационной схемой переноса.

Выходной код формируется синхронно, задержка счетчика соответствует задержке триггера, на базе которого он реализован. Недостатком синхронных счетчиков является дополнительное требование к топологии по обеспечению одновременного прихода сигнала синхронизации на все разряды счетчика. Несоблюдение данного требования может привести к сбоям в работе. Количество ячеек, необходимых для реализации синхронных счетчиков, может быть существенно больше, чем для аналогичных асинхронных счетчиков.

Функциональная схема синхронного счетчика $CBnC$



Разновидностью синхронных счетчиков являются счетчики с разрешением записи, асинхронной и синхронной предустановкой, синхронным сбросом. Их отличием от приведенной функциональной схемы синхронного счетчика является применение других типов фронтových триггеров. В синхронных счетчиках с управляемым выбором направления счета, кроме этого, имеется дополнительный вход DIR, влияющий на комбинационную схему и позволяющий задать прямой или реверсивный порядок счета.

Все счетчики реализованы в виде макроячеек. В состав библиотеки входят следующие счетчики:

- двоичные счетчики, которые обеспечивают формирование бинарного кода:
 - синхронные 2-, 3-, 4- и 8-разрядные счетчики **CBnC**, **CBnCD**, **CBnCE**, **CBnCED**, **CBnCI**, **CBnCID**, **CBnCLE**, **CBnCLED**, **CBnRE**, **CBnRED**, **CBnRLE**, **CBnRLED**;
 - асинхронные счетчики **CRnC**, **CRnCI** с разрядностью 2, 3, 4, 8 разрядов;
- двоичные счетчики с заданным коэффициентом счета:
 - асинхронный счетчик на 24 состояния **CR6C24** (часовой) и асинхронный счетчик на 60 состояний **CR7C60** (минутный);
- двоичные асинхронные счетчики с переменным коэффициентом счета **CVnC** с разрядностью 2, 3, 4, 8 разрядов;
- десятичные счетчики, которые обеспечивают формирование 4-разрядного двоично-десятичного кода **CD4C**, **CD4CE**, **CD4CI**, **CD4CLE**, **CD4RE**, **CD4RLE**;
- счетчики Джонсона, которые формируют код, соответствующий сдвигу предыдущего разряда на последующий и сдвигу инверсии старшего разряда на младший разряд, **CJnCE**, **CJnCI**, **CJnRE** с разрядностью 4, 5 и 8 разрядов.

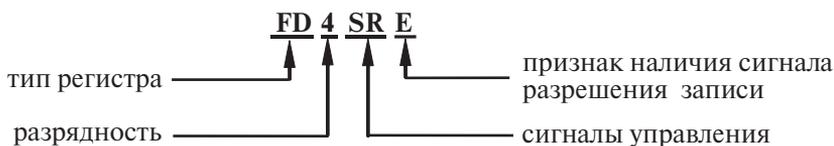
Имя	Функция
CB2C , CB3C , CB4C , CB8C	двоичные синхронные 2-, 3-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом
CB2CD , CB4CD , CB8CD	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом и возможностью выбора направления счета
CB2CE , CB3CE , CB4CE , CB8CE	двоичные синхронные 2-, 3-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом и разрешением счета
CB2CED , CB4CED , CB8CED	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом, разрешением счета и возможностью выбора направления счета
CB2CI , CB4CI , CB8CI	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом и асинхронной предустановкой
CB2CLE , CB3CLE , CB4CLE , CB8CLE	двоичные синхронные 2-, 3-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением счета
CB2CLED , CB4CLED , CB8CLED	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с асинхронным сбросом, синхронной предустановкой, разрешением счета и возможностью выбора направления счета
CB2RD , CB4RD , CB8RD	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с синхронным сбросом и возможностью выбора направления счета

Имя	Функция
CB2RE, CB3RE, CB4RE, CB8RE	двоичные синхронные 2-, 3-, 4- и 8-разрядные счетчики с синхронным сбросом и разрешением счета
CB2RED, CB4RED, CB8RED	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с синхронным сбросом, разрешением счета и возможностью выбора направления счета
CB2RLE, CB3RLE, CB4RLE, CB8RLE	двоичные синхронные 2-, 3-, 4- и 8-разрядные счетчики с синхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением счета
CB2RLED, CB4RLED, CB8RLED	двоичные синхронные 2-, 4- и 8-разрядные счетчики с синхронным сбросом, синхронной предустановкой, разрешением счета и возможностью выбора направления счета
CR2C, CR4C, CR6C, CR8C, CR10C	двоичные асинхронные 2-, 4-, 6-, 8- и 10-разрядные счетчики с асинхронным сбросом
CR2CI, CR4CI, CR6CI, CR8CI, CR10CI	двоичные асинхронные 2-, 4-, 6-, 8- и 10-разрядные счетчики с асинхронным сбросом и асинхронной предустановкой
CR6C24	асинхронный счетчик на 24 состояния с асинхронным сбросом
CR7C60	асинхронный счетчик на 60 состояний с асинхронным сбросом
CD4C	десятичный счетчик с асинхронным сбросом
CD4CE	десятичный счетчик с асинхронным сбросом и разрешением счета
CD4CI	десятичный счетчик с асинхронным сбросом и асинхронной предустановкой
CD4CLE	десятичный счетчик с асинхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением счета
CD4RE	десятичный счетчик с синхронным сбросом и разрешением счета
CD4RLE	десятичный счетчик с синхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением счета
CV2C, CV4C, CV8C	двоичные асинхронные счетчики с переменным коэффициентом счета с разрядностью 2, 4, 8 разрядов с асинхронным сбросом
CJ4C, CJ5C, CJ8C	счетчики Джонсона 4-, 5- и 8-разрядные с асинхронным сбросом
CJ4CE, CJ5CE, CJ8CE	счетчики Джонсона 4-, 5- и 8-разрядные с асинхронным сбросом и разрешением счета
CJ4CI, CJ5CI, CJ8CI	счетчики Джонсона 4-, 5- и 8-разрядные с асинхронным сбросом и асинхронной предустановкой
CJ4CLE, CJ5CLE, CJ8CLE	счетчики Джонсона 4-, 5- и 8-разрядные с асинхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением счета
CJ4RE, CJ5RE, CJ8RE	счетчики Джонсона 4-, 5- и 8-разрядные с синхронным сбросом и разрешением счета
CJ4RLE, CJ5RLE, CJ8RLE	счетчики Джонсона 4-, 5- и 8-разрядные с синхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением счета

Регистры данных

Регистр данных – это функциональная ячейка, обеспечивающая запись цифровых данных и их хранение. Запись данных производится либо с приходом фронта сигнала синхронизации для регистров с записью по фронту, либо при подаче высокого уровня сигнала синхронизации для регистров с записью по уровню.

Обозначение регистра данных включает в себя тип регистра, количество разрядов, состав и приоритетность сигналов управления, признак наличия сигнала разрешения записи.



В библиотеке реализованы регистры следующих типов:

FD – регистры с записью по переднему фронту сигнала синхронизации;

LD – регистры с записью по высокому уровню сигнала синхронизации.

В обозначении могут присутствовать следующие сигналы управления, причем первым указывается сигнал, имеющий более высокий приоритет:

S – синхронная установка (вход **S**);

R – синхронный сброс (вход **R**);

P – асинхронная установка (вход **PRE**);

C – асинхронный сброс (вход **CLR**).

Признак **E** наличия сигнала разрешения записи указывает на то, что регистр реализован на основе триггеров с разрешением записи. Признак может отсутствовать.

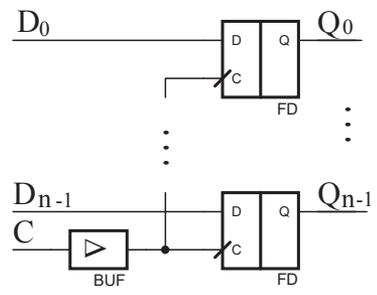
Регистры данных реализованы в виде макроячеек, в состав библиотеки входят 2-, 4-, 8- и 16-разрядные регистры **FDn**, **FDnC**, **FDnCE**, **FDnCP**, **FDnRE** с записью по переднему фронту сигнала синхронизации и регистры **LDn**, **LDnC**, **LDnCE** с записью по высокому уровню сигнала синхронизации.

Имя	Функция
LD2, LD4, LD8, LD16	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по высокому уровню сигнала синхронизации
LD2C, LD4C, LD8C, LD16C	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по высокому уровню сигнала синхронизации с асинхронным сбросом
LD2CE, LD4CE, LD8CE, LD16CE	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по высокому уровню сигнала синхронизации с асинхронным сбросом и разрешением записи
FD2, FD4, FD8, FD16	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по переднему фронту сигнала синхронизации
FD2C, FD4C, FD8C, FD16C	регистры данных 2, 4, 8, 16 разрядные с записью по переднему фронту сигнала синхронизации с асинхронным сбросом
FD2CE, FD4CE, FD8CE, FD16CE	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по переднему фронту сигнала синхронизации с асинхронным сбросом и разрешением записи

Имя	Функция
FD2CP, FD4CP, FD8CP, FD16CP	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по переднему фронту сигнала синхронизации с асинхронными сбросом и установкой
FD2RE, FD4RE, FD8RE, FD16RE	регистры данных 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с записью по переднему фронту сигнала синхронизации с синхронным сбросом и разрешением записи

Функциональная схема регистра данных приведена ниже.

Функциональная схема регистра данных **FDn**



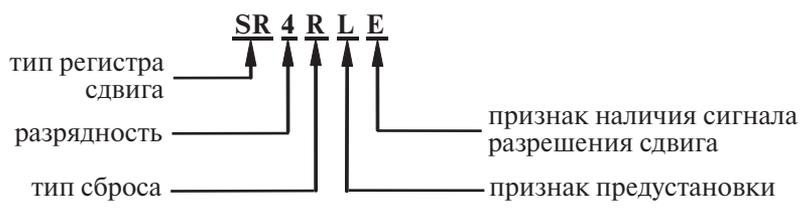
Наиболее оптимальным для БМК серий 5503 и 5507 с точки зрения минимизации разброса задержек в цепи синхронизации является вертикальное расположение регистров вдоль канала трассировки. Возможно и горизонтальное расположение регистра, если не предъявляется жестких требований по синхронности срабатывания разрядов регистра. При этом буфер усиления сигнала синхронизации желательно располагать в середине регистра, чтобы задержка распространения сигнала синхронизации была в целом минимальна.

Расположение регистров на поле БМК определяет структуру микросхемы, задает направление распространения данных в топологии. Поэтому регистры и связанные с ними блоки должны располагаться строго в соответствии с расположением разрядов шин данных.

Регистры сдвига

Регистр сдвига – это функциональная ячейка, обеспечивающая хранение и поразрядный сдвиг хранящейся информации.

Обозначение регистра сдвига включает тип регистра сдвига (для всех регистров сдвига принимает значение **SR**), его разрядность, управляющие сигналы.



Тип сброса может отсутствовать или принимать значения:

C – асинхронный сброс (вход **CLR**);

CP – асинхронный сброс и установка с приоритетом сброса (вход **CLR** и вход **PRE**);

R – синхронный сброс (вход **R**).

Наличие признака предустановки указывает на возможность параллельной записи данных в регистр. Признак может отсутствовать или принимать значения:

L – синхронная предустановка с синхронизацией по входу **C**;

I – асинхронная предустановка.

Признак наличия сигнала разрешения сдвига **E** указывает на реализацию регистра сдвига на основе триггеров с разрешением записи (вход **CE**). Признак может отсутствовать.

Одноразрядные регистры реализованы в виде базовых ячеек и представлены в таблице, многоразрядные – в виде макроячеек. Для одноразрядных регистров разрядность не указывается.

Имя	Функция	Страница
SR	разряд сдвигового регистра	2-189
SRC	разряд сдвигового регистра с асинхронным сбросом	2-190
SRCE	разряд сдвигового регистра с асинхронным сбросом и разрешением сдвига	2-191
SRCI	разряд сдвигового регистра с асинхронными сбросом и асинхронной предустановкой	2-192
SRCL	разряд сдвигового регистра с асинхронными сбросом и синхронной предустановкой	2-193
SRCLE	разряд сдвигового регистра с асинхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением сдвига	2-194
SRCP	разряд сдвигового регистра с асинхронными сбросом и установкой	2-195
SRRE	разряд сдвигового регистра с синхронным сбросом и разрешением сдвига	2-196
SRRLE	разряд сдвигового регистра с синхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением сдвига	2-197

В библиотеке в виде макроячеек реализованы 2-, 4-, 8- и 16-разрядные регистры сдвига следующих типов: **SRn**, **SRnC**, **SRnCE**, **SRnCI**, **SRnCLe**, **SRnRE**, **SRnRLE**.

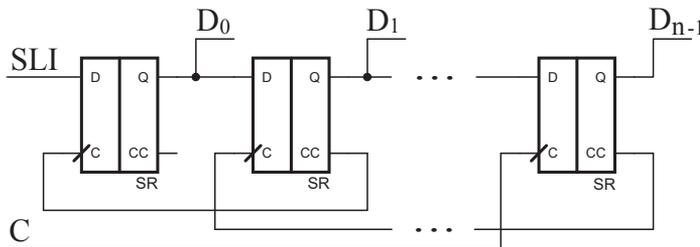
Имя	Функция
SR2, SR4, SR8, SR16	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные
SR2C, SR4C, SR8C, SR16C	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с асинхронным сбросом
SR2CE, SR4CE, SR8CE, SR16CE,	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с асинхронным сбросом и разрешением сдвига
SR2CI, SR4CI, SR8CI, SR16CI	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с асинхронным сбросом и асинхронной предустановкой

Имя	Функция
SR2CLE, SR4CLE, SR8CLE, SR16CLE	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с асинхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением сдвига
SR2RE, SR4RE, SR8RE, SR16RE	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с синхронным сбросом и разрешением сдвига
SR2RLE, SR4RLE, SR8RLE, SR16RLE	регистры сдвиговые 2-, 4-, 8-, 16-разрядные с синхронным сбросом, синхронной предустановкой и разрешением сдвига

Реализации многоразрядных сдвиговых регистров могут различаться между собой системами синхронизации. Традиционно в сдвиговых регистрах синхронизация поступает на все разряды регистра параллельно, а данные распространяются от входа к выходу. В этом случае в зависимости от топологической реализации регистра могут возникать гонки при распространении сигналов данных и синхронизации.

Схемотехническая реализация сдвиговых регистров в библиотеке 5503 обеспечивает распространение синхронизации от выходного разряда к входному, а данных — от входного к выходному. Это гарантирует бесспорную работу регистров независимо от их топологической реализации.

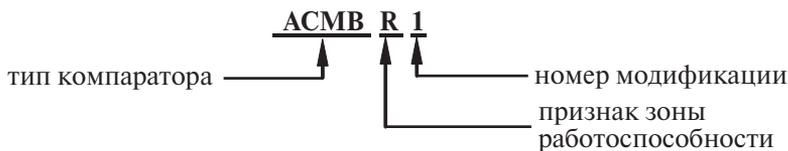
Функциональная схема сдвигового регистра **SRn**



Компараторы аналого-цифровые

Аналого-цифровой компаратор — это функциональная ячейка, выполняющая функцию сравнения двух аналоговых потенциальных сигналов с выработкой цифрового сигнала результата сравнения.

Обозначение компаратора включает в себя тип ячейки, признак зоны работоспособности и номер модификации.



В состав библиотеки входят аналого-цифровые компараторы следующих типов:
ACMB — компаратор со встроенным гистерезисом;

В библиотеке 5503+ ячеек специального назначения содержатся также функциональные ячейки – отдельные каскады операционного усилителя и блок опорного напряжения.

Имя	Функция	Страница
OPAR2D	дифференциальный каскад операционного усилителя с внешним источником тока	3-54
OPAR2O	оконечный каскад операционного усилителя	3-58
VREF	блок опорного напряжения с внешним источником тока	3-59

Ключи аналоговые

Ключ аналоговый – это функциональная ячейка, выполняющая функцию коммутации аналогового сигнала. Имя аналогового ключа совпадает с обозначением его типа.

Имя	Функция	Страница
SWE	ключ с управлением высоким уровнем	3-53
SWT	ключ с управлением низким уровнем	3-54

Ячейки доопределения

Ячейка доопределения – это функциональная ячейка, обеспечивающая доопределение вывода какой-либо библиотечной ячейки до высокого или низкого логического уровня.

Имя	Функция	Страница
DOWN	ячейка доопределения до низкого логического уровня	2-11
UP	ячейка доопределения до высокого логического уровня	2-200

Специальные функциональные ячейки

Библиотека базовых функциональных ячеек БМК серий 5503 и 5507 содержит две специальные функциональные ячейки, предназначенные для организации на внешних выводах БИС дополнительных контактов «Общий» и «Питание».

Имя	Функция	Страница
PINGND	периферийная ячейка для создания дополнительного контакта «Общий»	3-53
PINUCC	периферийная ячейка для создания дополнительного контакта «Питание»	3-53