



МИКРОСХЕМА МУЛЬТИСТАНДАРТНОЙ RFID МЕТКИ (функциональный аналог ATA5577 ф. Atmel)

Микросхемы IZ5577-4, IZ5577-5 – мультистандартная RFID метка, предназначенная для использования в системах радиочастотной идентификации и ограничения доступа, маркировки товаров и животных, и др.

Поставка микросхем осуществляется:

- IZ5577-4 – в пластинах (неразделенные);
- IZ5577-5 – в виде отдельных кристаллов.

Основные технические характеристики:

- бесконтактный режим работы (чтение, запись);
- диапазон рабочих частот RF от 100 кГц до 150 кГц;
- память EEPROM: 11 регистров по 33 бита;
- настройка скорости передачи данных: от RF/2 до RF/128;
- настройка размаха колебаний;
- настройка режима модуляции;
- возможность однократного программирования;
- допустимое значение потенциала статического электричества не менее 2000 В;
- диапазон рабочих температур от минус 40 до плюс 85°C.

Таблица 1 – Назначение контактных площадок кристалла

Номер контактной площадки	Обозначение	Назначение
01	COIL2	Выход промодулированного сигнала данных
02	GND	Общий вывод (тестовый)
03	V _{cc}	Вывод питания от источника напряжения (тестовый)
04	V _{EEP}	Выход тестовый, напряжение записи ячеек EEPROM
05	COIL1	Вход сигнала с катушки индуктивности
06	TEST	Перемычка 1
07	TEST	Перемычка 2
08	TEST	Общий вывод для перемычек
09	TEST	Перемычка 3
10	TEST	Перемычка 4
11	TEST	Перемычка 5

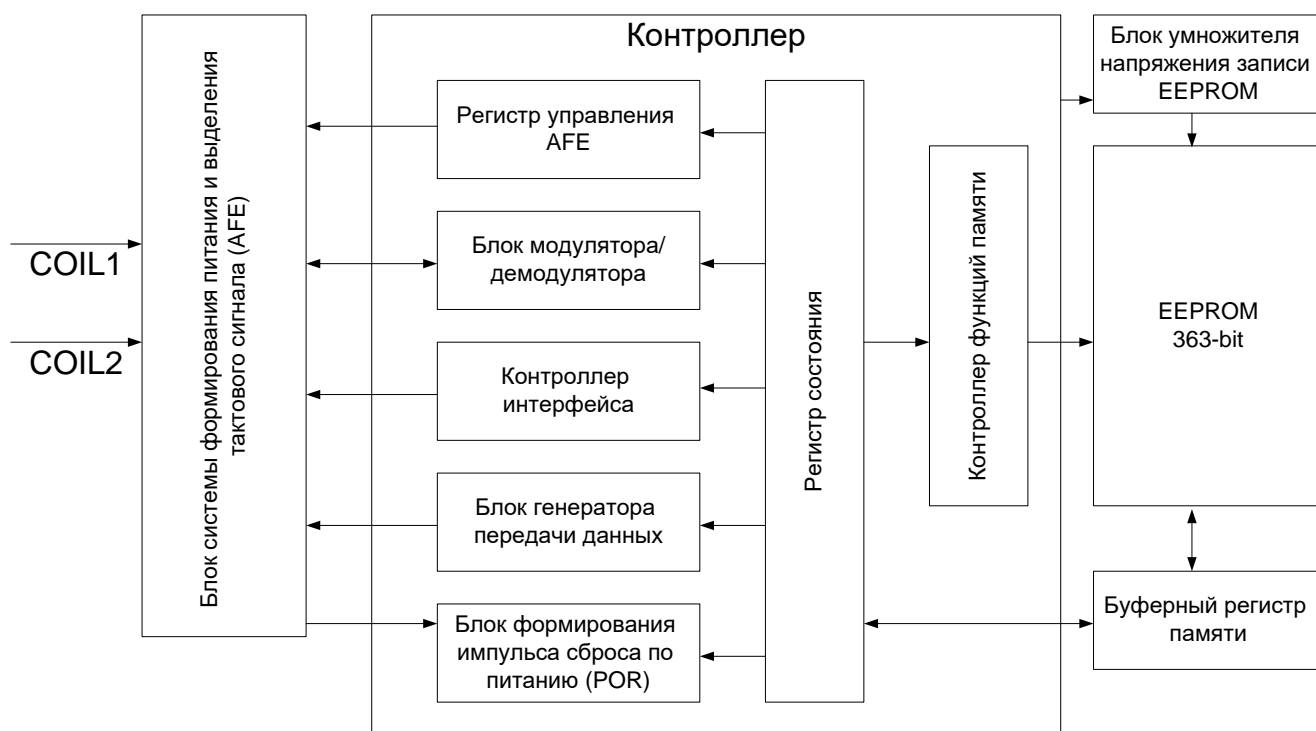


Рисунок 1 – Структурная схема микросхемы

Таблица 2 – Предельно допустимые режимы эксплуатации

Обозначение параметра	Наименование параметра	Норма		Единица измерения
		не менее	не более	
I_{COIL}	Ток Coil1/Coil2 постоянный	-	20	мА
I_{COIL_P}	Ток Coil1/Coil2 переменный	-	20	мА
F_{COIL}	Диапазон несущих частот	100	150	кГц
P_{tot}	Рассеиваемая мощность	-	100	мВт

Количество циклов записи/чтения EEPROM составляет не менее 100 000. После сборки необходимо обновление всей информации, хранящейся в памяти микросхемы.

Таблица 3 – Электрические параметры микросхемы

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение	Режим измерения	Норма параметра		Температура среды, °C
			не менее	не более	
Ток потребления в режиме чтения EEPROM ¹⁾ , мкА	I _{CC}	F _{COIL} = 125 кГц	-	<u>8,0</u> 10	25 ± 10 -40; 85
Размах напряжения на выводах COIL1-COIL2 режимах, В: - модуляция включена	U _{pp_mod}	I _{COIL_P} = 20 мА	<u>3,3</u> 3,0	<u>8,1</u> 9,0	
- модуляция выключена	U _{pp}	I _{COIL_P} = 20 мА,	<u>11,0</u> 10,0	<u>17,1</u> 18,0	
Резонансная емкость, пФ	C _{RES}	F _{COIL} = 125 кГц ± 20 %	320	340	25 ± 10
¹⁾ Состояние всех ячеек EEPROM соответствует 0.					

Таблица 4 – Динамические параметры микросхемы

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра	
		не менее	не более
Длительность фронта импульса COIL1, COIL2, нс	t _R	-	20
Длительность спада импульса COIL1, COIL2, нс	t _F	-	20
Период следования импульсов COIL1, COIL2, мкс	T _C ¹⁾	9,9 ¹⁾ 7,9 ²⁾ 6,6 ³⁾	10,1 ¹⁾ 8,1 ²⁾ 6,7 ³⁾
Длительность высокого уровня сигнала COIL1, COIL2, мкс	t _{WH}	(T _C /2)×0,98	(T _C /2)×1,02
Длительность низкого уровня сигнала COIL1, COIL2, мкс	t _{WL}	(T _C /2)×0,98	(T _C /2)×1,02
¹⁾ Частота следования импульсов COIL1, COIL2 равна 100 кГц. ²⁾ Частота следования импульсов COIL1, COIL2 равна 125 кГц. ³⁾ Частота следования импульсов COIL1, COIL2 равна 150 кГц.			



Описание работы микросхемы

1 Структура памяти и регистров настройки

В микросхеме используется 363 ячейки памяти EEPROM: 11 регистров по 33 бита. Каждый регистр состоит из бита блокировки и 32 бит данных. Структура памяти представлена на рисунке 2.

		0.....31	
Страница 1	Биты блокировки	Регистр настройки интерфейса CONF1	Блок 3
		Регистр хранения уникального ID	Блок 2
		Регистр хранения уникального ID	Блок 1
		Дублирование блока 0 страницы 0	Блок 0
Страница 0	Биты блокировки	Данные пользователя или пароль доступа	Блок 7
		Данные пользователя	Блок 6
		Данные пользователя	Блок 5
		Данные пользователя	Блок 4
		Данные пользователя	Блок 3
		Данные пользователя	Блок 2
		Данные пользователя	Блок 1
		Регистр настройки формата выгружаемых данных CONF0	Блок 0

Рисунок 2 – Структура памяти EEPROM

Структура регистра настройки формата выгружаемых данных CONF0 зависит от режима работы и представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Структура регистра настройки формата выгружаемых данных CONF0

Разряд	Назначение	Примечание
<i>Базовый режим</i>		
CONF0[0:3]	Режим работы	6 (hex) – отключение тестового режима Значения отличные от 6(hex) и 9 (hex) – блокировка расширенного режима и отключение опции начальной задержки
CONF0[4:10]	-	-
CONF0[11:13]	Скорость выгрузки	000 – RF/8 001 – RF/16 010 – RF/32 011 – RF/40 100 – RF/50 101 – RF/64 110 – RF/100 111 – RF/128
CONF0[14]	Расширенный режим	Для базового режима равен 0

Продолжение таблицы 5

Разряд	Назначение	Примечание
CONF0[15:19]	Режим модуляции	00000 – прямая выгрузка 00001 – фазовая модуляция тип 1 00010 – фазовая модуляция тип 2 00011 – фазовая модуляция тип 3 00100 – частотная модуляция тип 1 00101 – частотная модуляция тип 2 00110 – частотная модуляция тип 1а 00111 – частотная модуляция тип 2а 01000 – Манчестерский тип 10000 – бифазная модуляция
CONF0[20:21]	Частота фазовой модуляции	00 – RF/2 01 – RF/4 10 – RF/8
CONF0[22]	Ответ по запросу	0 – отключено 1 – включено
CONF0[23]	-	-
CONF0[24:26]	Размер пакета данных	Размер = TO_DEC(CONF0[24:26])
CONF0[27]	Пароль	0 – отключено 1 – включено
CONF0[28]	Разделитель пакетов	0 – отключено 1 – включено
CONF0[29:30]	-	-
CONF0[31]	Стартовая задержка	0 – отключено 1 – включено
<i>Расширенный режим</i>		
CONF0[0:3]	Режим работы	6 (hex) – отключение тестового режима Значения отличные от 6(hex) и 9 (hex) – блокировка расширенного режима и отключение опции начальной задержки
CONF0[4:7]	-	-
CONF0[8:13]	Скорость выгрузки	Скорость = RF/(2* TO_DEC(CONF0[8:13])+2)
CONF0[14]	Расширенный режим	Для расширенного режима равен 1
CONF0[15:19]	Режим модуляции	00000 – прямая выгрузка 00001 – фазовая модуляция тип 1 00010 – фазовая модуляция тип 2 00011 – фазовая модуляция тип 3 00100 – частотная модуляция тип 1 00101 – частотная модуляция тип 2 01000 – Манчестерский тип 10000 – бифазная модуляция 11000 – бифазная дифференцированная модуляция
CONF0[20:21]	Частота фазовой модуляции	00 – RF/2 01 – RF/4 10 – RF/8
CONF0[22]	Ответ по запросу	0 – отключено 1 – включено
CONF0[23]	Однократное программирование	0 – отключено 1 – включено
CONF0[24:26]	Размер пакета данных	Размер = TO_DECIMAL(CONF0[24:26])



Продолжение таблицы 5

Разряд	Назначение	Примечание
CONF0[27]	Пароль	0 – отключено 1 – включено
CONF0[28]	Разделитель пакетов	0 – отключено 1 – включено
CONF0[29]	Быстрая загрузка команд	0 – отключено 1 – включено
CONF0[30]	Инверсия данных	0 – отключено 1 – включено
CONF0[31]	Стартовая задержка	0 – отключено 1 – включено

Структура регистра настройки интерфейса CONF1 представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Структура регистра настройки интерфейса CONF1

Разряд	Назначение	Примечания
CONF1[0:3]	Режим работы	6 (hex) – блокировка перезаписи 9 (hex) – рабочий режим Другие значения – данные регистра игнорируются и берутся значения соответствующие набору из 0.
CONF1[4:6]	«Мягкая» модуляция	000 – отключена 010 – один слабый импульс 100 – один сильный импульс 110 – два импульса 111 – плавный переход
CONF1[7:8]	Размах колебаний напряжения (без модуляции)	00 – среднее значение 10 – низкое значение 11 – высокое значение
CONF1[9:10]	Размах колебаний напряжения (с модуляцией)	00 – среднее значение 10 – низкое значение 11 – высокое значение
CONF1[11:12]	Уровень детектирования CLK	00 – среднее значение 10 – низкое значение 11 – высокое значение
CONF1[13:14]	Уровень детектирования GAP	00 – среднее значение 10 – низкое значение 11 – высокое значение
CONF1[15:17]	Нагрузка во время команды	000 – нагрузка включена с слабым затуханием 001 – нагрузка включена с сильным затуханием 010 – слабое затухание 011 – сильное затухание 100 – нагрузка включена 101 – нагрузка отключена
CONF1[18:19]	Задержка модуляции	00 – отключена 01 – один импульс 10 – два импульса
CONF1[20:21]	Протокол подачи команд	00 – с фиксированной длиной бита 01 – первый опорный импульс 10 – первый нулевой импульс 11 – комбинированный протокол
CONF1[22:26]	-	-
CONF1[27:31]	-	Ячейки зарезервированы для будущих применений



2 Передача команд от считывающего устройства к микросхеме

Данные передаются к микросхеме путем прерывания радиочастотного поля короткими интервалами (интервалы GAP). Время между двумя прерываниями кодирует передаваемую информацию «0» либо «1». Предусмотрены четыре различных протокола передачи данных, которые можно выбрать посредством бита 20 и бита 21 регистра CONF1. По умолчанию установлен протокол с фиксированной длиной бита. Если прерывание отсутствует в течение более чем 64 тактов поля после предыдущего прерывания метка выполняет переданную команду, если получена верная последовательность, либо выходит из режима приема команды в противном случае. На рисунке 3 приведен пример начала передачи данных к микросхеме. В таблице 7 указаны длительности интервалов.

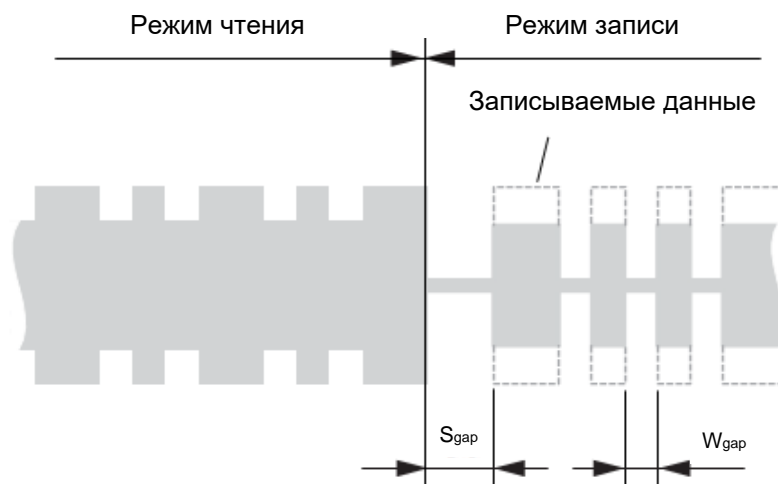


Рисунок 3 – Обмен данными между микросхемой и считывающим устройством

Таблица 7 – Длительность интервалов прерывания поля в режиме записи

Назначение	Обозначение	Мин.	Макс.	Ед. измер*
Стартовый прерыватель	S_{gap}	8	50	T_C
Прерыватель записи	W_{gap}	8	20	T_C

* Все абсолютные интервалы времени предполагают $T_C = 1 / f_C (T_C = 8 \text{ мкс при } f_C = 125\text{kHz})$

Последовательность записи данных в микросхему внешним устройством начинается со стартового прерывателя, затем следует одна из четырех команд (таблица 8), бит блокировки и данные для записи, после чего передается три бита адреса. Если подача команды производилась с целью записи данных в EEPROM, то после команды дается задержка на не менее чем 712 периодов радиочастотного поля. В случае успешной записи микросхема через некоторое время перейдет в режим чтения и начнется выдача кода, содержащегося в памяти. Формат команды записи в режиме работы без пароля по протоколу с фиксированной длиной бита приведен на рисунке 4. Длительность временных интервалов в режиме записи приведены в таблице 9.

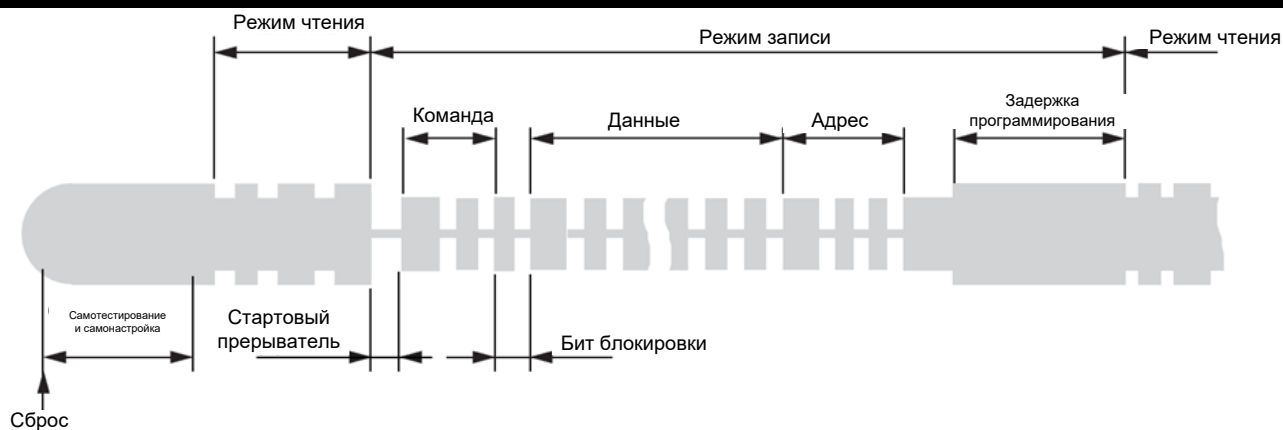


Рисунок 4 – Формат команды записи

Таблица 8 – Команды микросхемы

Код команды	Назначение	Описание
00	Сброс	Команда используется для принудительной перезагрузки микросхемы
01	Тестовая запись	Команда для организации тестирования микросхемы. После установки битов регистра конфигурации CONF0[0:3] в значение 0x6, команда недоступна
10	Доступ к странице 0	Команда используется для записи страницы 0, либо чтения данных страницы с паролем или по конкретному адресу
11	Доступ к странице 1	Команда используется для записи страницы 1, либо чтения данных страницы с паролем или по конкретному адресу

Формат команд в упрощенном виде для режимов записи данных с паролем, чтения данных по конкретному адресу, сброса и др. приведен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Формат команд записи и чтения

Таблица 9 - Длительность временных интервалов протокола с фиксированной длиной бита

Параметр	Значение		Примечание
	не менее	не более	
S_{gap}	$8 T_C$	$50 T_C$	Время стартового интервала
W_{gap}	$8 T_C$	$20 T_C$	Время между передачей соседних бит
T_1	$48 T_C$	$64 T_C$	Количество импульсов при подаче '1'
T_0	$16 T_C$	$32 T_C$	Количество импульсов при подаче '0'
T_{PROG}	$712 T_C$	-	Время программирования EEPROM

* Все абсолютные интервалы времени предполагают $T_C = 1 / f_C (T_C = 8 \text{ мкс при } f_C = 125\text{kHz})$

Помимо протокола с фиксированной длиной бита микросхема может работать с тремя дополнительными протоколами. Режим работы микросхемы с определенным протоколом определяется битами 20 и 21 регистра CONF1. Временные параметры и примеры использования дополнительных протоколов приведены в таблицах 10-12 и на рисунках 6 - 8.

Таблица 10 – Длительность временных интервалов протокола с длинным задающим импульсом

Параметры	Примечания	Обозначение	Значение для стандартного режима			Значение для ускоренного режима			Единица измерения*
			Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.	
Стартовый прерыватель	-	S_{gap}	8	15	50	8	15	50	T_C
Прерыватель записи	-	W_{gap}	8	10	20	8	10	20	T_C
Кодирование записи данных	Задающий импульс	d_{ref}	152	160	168	140	144	148	T_C
			136 импульсов + 0 бит данных			132 импульсов + 0 бит данных			T_C
	Данные «0»	d_0	$d_{ref} - 143$	$d_{ref} - 136$	$d_{ref} - 128$	$d_{ref} - 135$	$d_{ref} - 132$	$d_{ref} - 124$	T_C
Данные «1»	d_1	$d_{ref} - 111$	$d_{ref} - 104$	$d_{ref} - 96$	$d_{ref} - 119$	$d_{ref} - 116$	$d_{ref} - 112$	T_C	

* Все абсолютные интервалы времени предполагают $T_C = 1 / f_C (T_C = 8 \text{ мкс при } f_C = 125\text{kHz})$

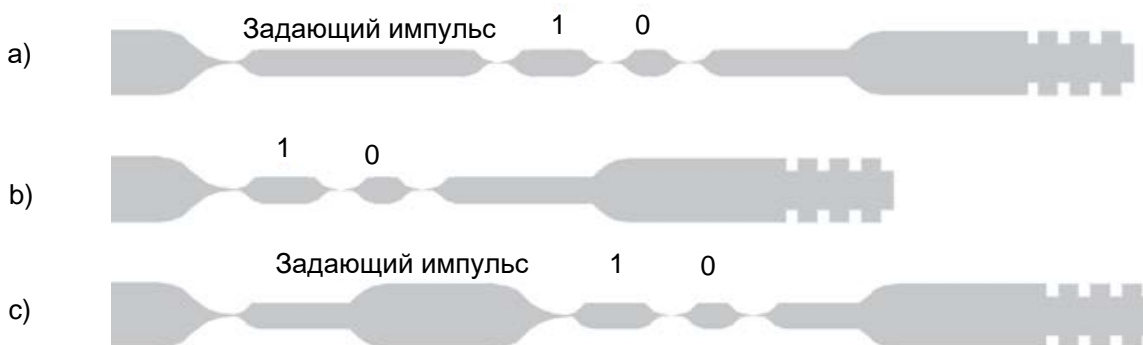


Рисунок 6 – Использование протокола с длинным задающим импульсом для передачи команд

На рисунке 6 приведено три возможных случая подачи команды различными внешними устройствами:

а) команда подается с длинным задающим импульсом, длина которого будет составлять 136 импульсов плюс длительность нулевого импульса (от 16 до 32 периодов). Микросхема получив данный импульс выполнит автосинхронизацию и рассчитает нужные длительности для приема данных;

б) если команда передается без задающего импульса, микросхема автоматически перейдет в режим работы с протоколом с фиксированной длиной бита;

с) если задающий импульс не соответствует вариантам а или б, то микросхема проигнорирует его и рассчитает длительность битов автоматически исходя из протокола фиксированной длины битов.

Таблица 11 - Длительности временных интервалов протокола с задающим импульсом нуля

Параметр	Примечание	Обозначение	Значение для стандартного режима			Значение для ускоренного режима			Единица измерения
			Мин.	Тип.	Макс.	Мин.	Тип.	Макс.	
Стартовый прерыватель	-	S _{gap}	8	15	50	8	15	50	T _c
Прерыватель записи	-	W _{gap}	8	10	20	8	10	20	T _c
Кодирование записи данных	Задающий импульс	d _{ref}	12	-	72	8	-	68	T _c
	Данные «0»	d ₀	d _{ref} - 7	d _{ref}	d _{ref} + 8	d _{ref} - 3	d _{ref}	d _{ref} + 4	T _c
	Данные «1»	d ₁	d _{ref} + 9	d _{ref} + 16	d _{ref} + 24	d _{ref} + 5	d _{ref} + 8	d _{ref} + 12	T _c

* Все абсолютные интервалы времени предполагают T_c = 1 / f_c (T_c = 8 мкс при f_c = 125kHz)

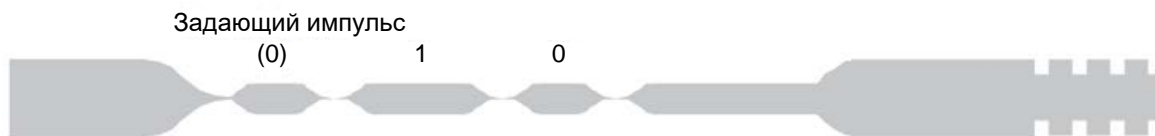


Рисунок 7 – Использование протокола с задающим импульсом нуля для передачи команд

Таблица 12 - Длительность временных интервалов протокола «один из четырех»

Параметр	Примечание	Обозначение	Значение для стандартного режима			Значение для ускоренного режима			Единица измерения
			Мин.	Тип.	макс.	мин.	Тип.	макс.	
Стартовый прерыватель		S _{gap}	8	15	50	8	15	50	T _c
Прерыватель записи		W _{gap}	8	10	20	8	10	20	T _c
Кодирование записи данных	Задающий Импульс ("00")	d _{ref}	12	-	72	8	-	68	T _c
	Данные «00»	d ₀₀	d _{ref} - 7	d _{ref}	d _{ref} + 8	d _{ref} - 3	d _{ref}	d _{ref} + 4	T _c
	Данные «01»	d ₀₁	d _{ref} + 9	d _{ref} + 16	d _{ref} + 24	d _{ref} + 5	d _{ref} + 8	d _{ref} + 12	T _c
	Данные «10»	d ₁₀	d _{ref} + 25	d _{ref} + 32	d _{ref} + 40	d _{ref} + 13	d _{ref} + 16	d _{ref} + 20	T _c
	Данные «11»	d ₁₁	d _{ref} + 41	d _{ref} + 48	d _{ref} + 56	d _{ref} + 21	d _{ref} + 24	d _{ref} + 28	T _c

* Все абсолютные интервалы времени предполагают T_c = 1 / f_c (T_c = 8 мкс при f_c = 125kHz)

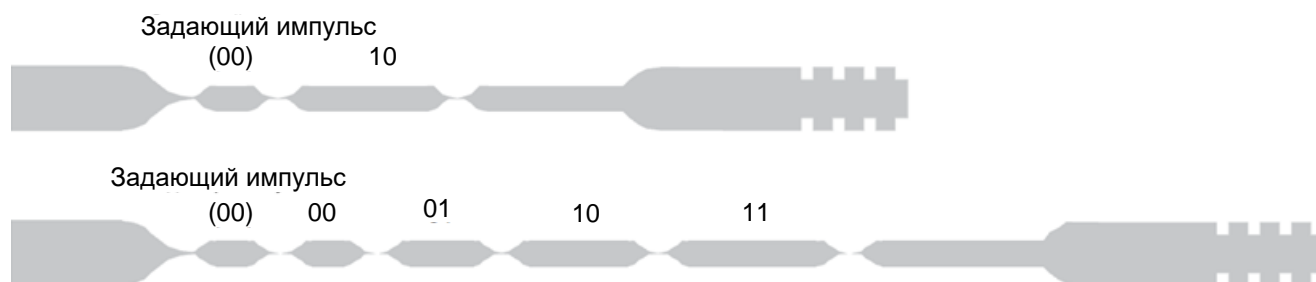


Рисунок 8 – Использование протокола «один из четырех» для передачи команд

3 Передача данных от микросхемы к считывающему устройству

По умолчанию микросхема при попадании в поле считывателя переходит в режим чтения и начинает передачу пользовательских данных, хранящихся в EEPROM. Данные передаются непрерывно и циклично путем подключения нагрузки между COIL1 и COIL2, которая может быть детектирована на считывающем устройстве.

В случае настройки ответа по запросу (бит 22 регистра CONF0), микросхема при попадании в поле считывателя будет ожидать команды для передачи данных.

Данные от микросхемы к считывающему устройству передаются посредством амплитудной модуляции несущей частоты с использованием одного из следующих типов кодирования: NRZ (прямое), манчестерское, бифазное, фазового (PSK1, PSK2, PSK3) и частотного (FSK1, FSK2, FSK1a, FSK2a). Описание особенностей каждого типа кодирования приведено в таблице 13.

Таблица 13 – Описание особенностей типов кодирования

Режим кодирования	Прямой выход данных		
FSK1a ⁽¹⁾	FSK/8 - FSK/5	0 = RF/8	1 = RF/5
FSK2a ⁽¹⁾	FSK/8 - FSK/10	0 = RF/8	1 = RF/10
FSK1 ⁽¹⁾	FSK/5 - FSK/8	0 = RF/5	1 = RF/8
FSK2 ⁽¹⁾	FSK/10 - FSK/8	0 = RF/10	1 = RF/8
PSK1 ⁽²⁾	Изменение фазы при изменении входа		
PSK2 ⁽²⁾	Изменение фазы на импульсе бита если вход высокий		
PSK3 ⁽²⁾	Изменение фазы на нарастающем фронте импульса на входе		
Manchester	0 = падающий фронт импульса, 1 = нарастающий фронт импульса		
Bi-phase	1 создает дополнительное изменение на половину бита		
NRZ	1 = включение амплитудной модуляции, 0 = отключение амплитудной модуляции		

¹⁾ Рекомендуется использовать общий множитель скорости битов и частоты FSK в регистре CONF0

²⁾ В режиме PSK выбранная скорость потока данных должна представлять собой целое кратное несущей частоты PSK.

Описание манчестерского кодирования с частотой выдачи данных RF/16 приведено на рисунке 9.

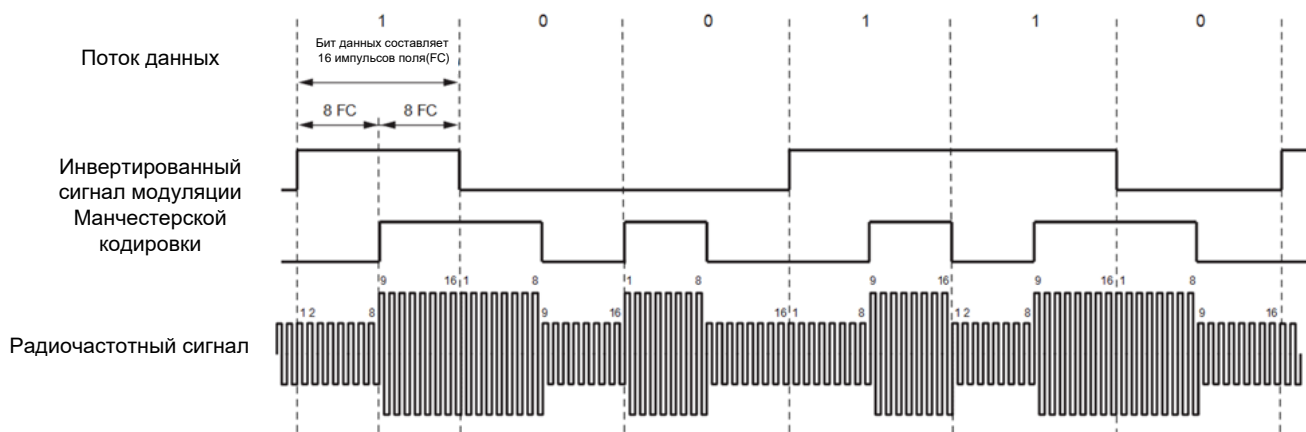


Рисунок 9 – Манчестерское кодирование

Описание бифазного кодирования с частотой выдачи данных RF/16 приведено на рисунке 10.

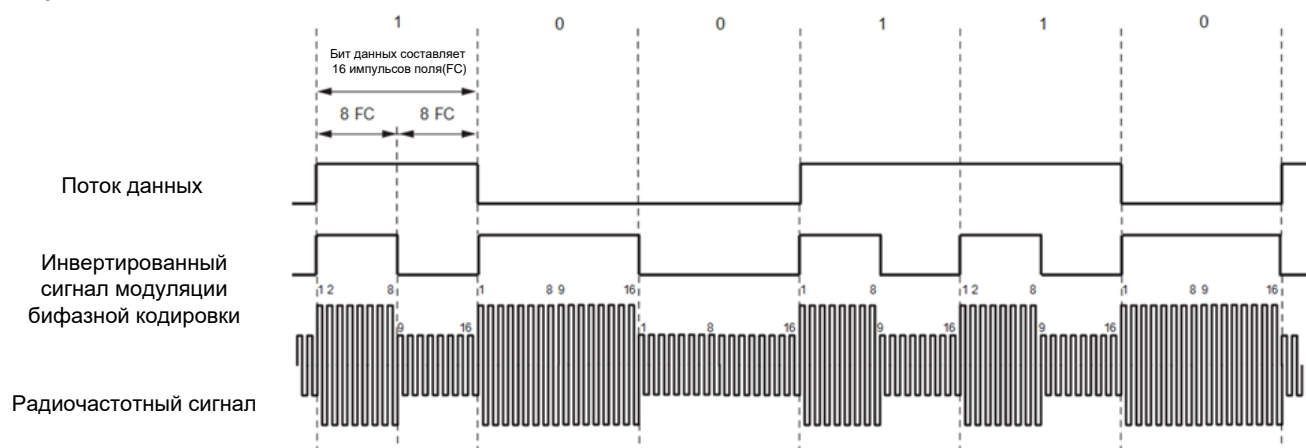


Рисунок 10 – Бифазное кодирование

Описание частотного кодирования FSK1 с частотой выдачи данных RF/40 и поднесущими $F_0 = RF/8$, $f_1 = RF/5$ приведено на рисунке 11.

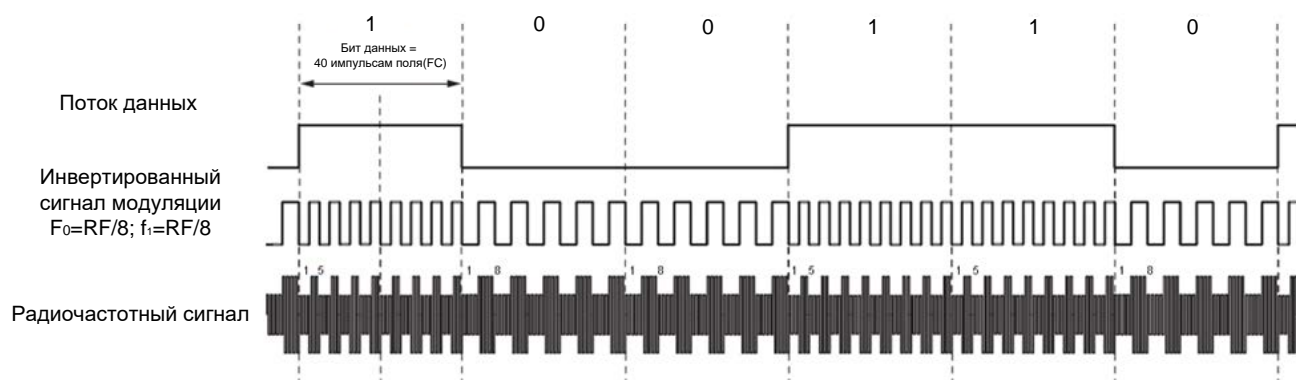


Рисунок 11 – Частотное кодирование FSK1

Описание фазового кодирования PSK1 с частотой выдачи данных RF/16 приведено на рисунке 12.

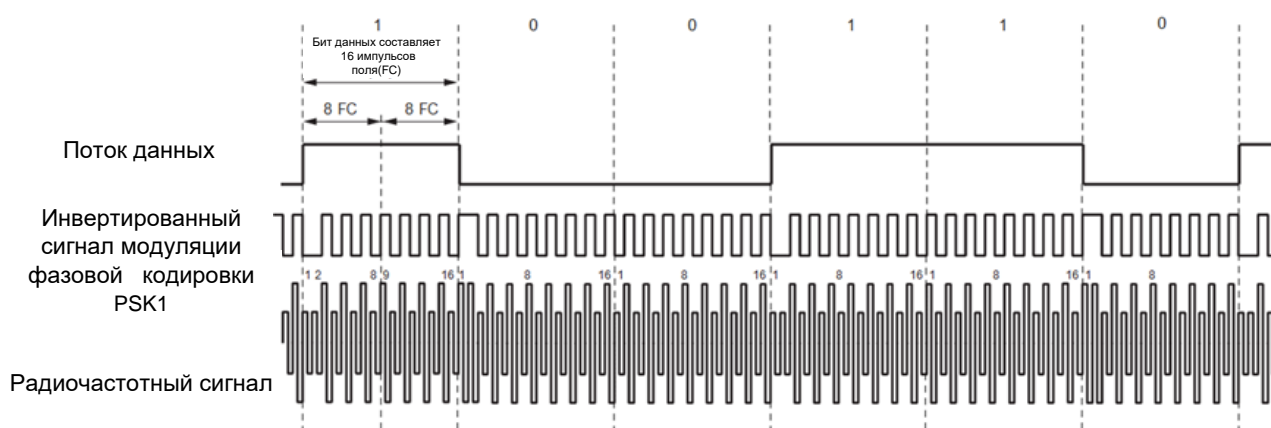


Рисунок 12 – Частотное кодирование PSK1

Описание фазового кодирования PSK2 с частотой выдачи данных RF/16 приведено на рисунке 13.

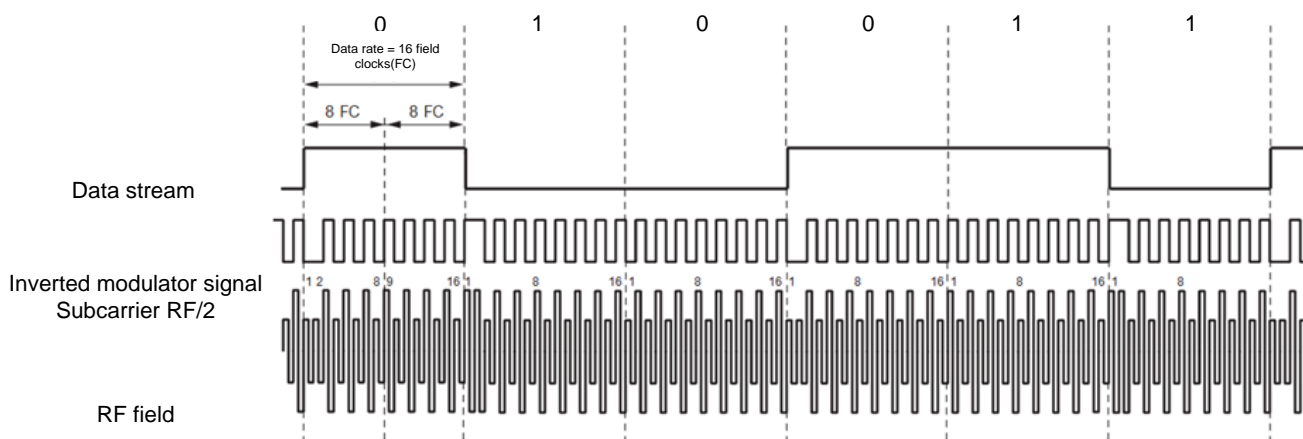


Рисунок 13 – Частотное кодирование PSK2

Описание фазового кодирования PSK3 с частотой выдачи данных RF/16 приведено на рисунке 14.

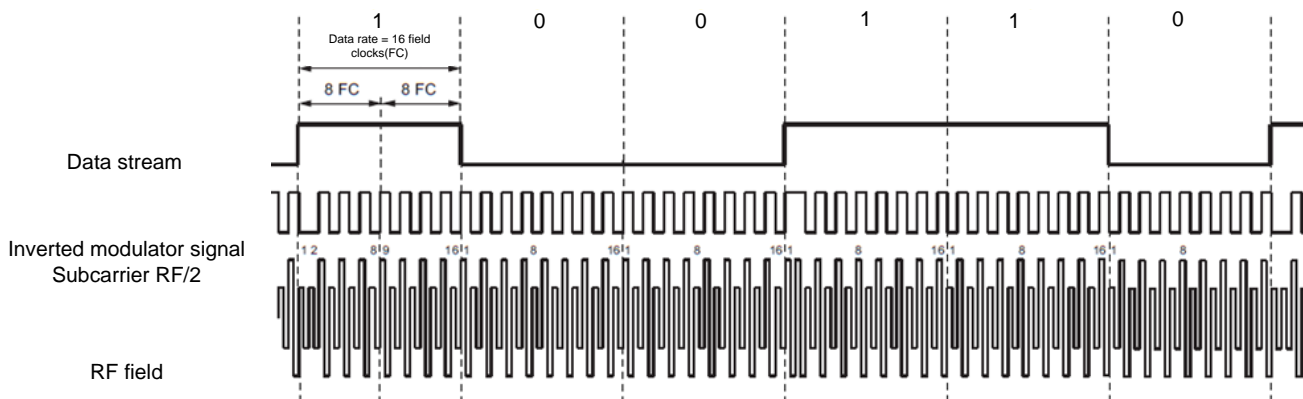


Рисунок 14 – Частотное кодирование PSK3

Стандартный режим чтения предусматривает циклическую выдачу микросхемой данных, хранящихся в нулевой странице памяти. Данные передаются последовательно начиная с блока 1 бита 0 и до последнего блока, определяемого значением битов CONF0[24:26] (MAXBLK) конфигурационного регистра. Примеры последовательности передачи данных при различных настройках параметра MAXBLK приведены на рисунке 15.

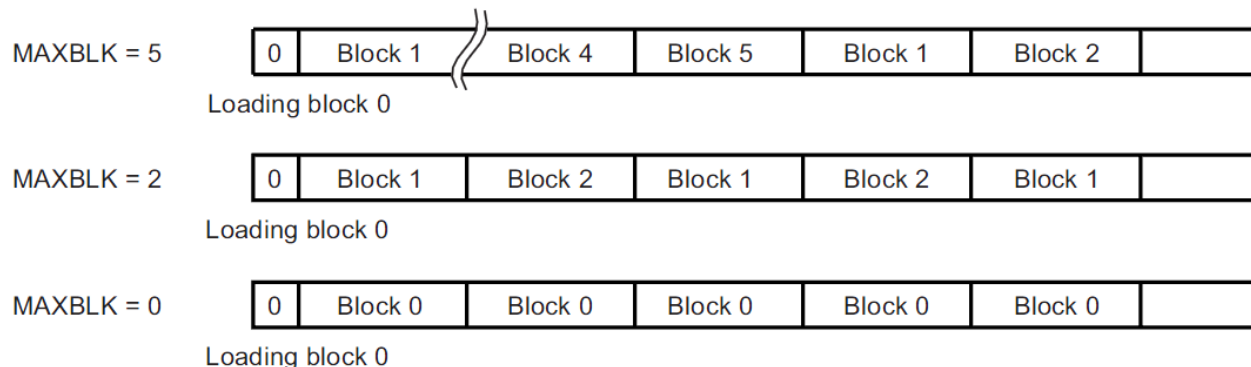


Рисунок 15 – Последовательность передачи данных при различных настройках MAXBLK

Считать данные конкретных блоков и страниц можно при помощи посылки команды чтения данных по адресу, команда описана выше (таблица 8 и рисунок 4).

Циклическая выдача данных микросхемой может осуществляться с формированием прерывателя последовательности данных (ST) – специальная последовательность модуляции несущего сигнала микросхемой для синхронизации данных. Выбор режима работы с прерывателем можно установить при помощи бита 28 регистра конфигурации. Различия в последовательности передачи данных в режиме с прерывателем и без него приведены на рисунке 16. Форма прерывателя для кодирования кодом Манчестера и FSK приведены на рисунке 17. Режим работы с прерывателем не совместим с бифазной кодировкой и фазовыми кодировками PSK.

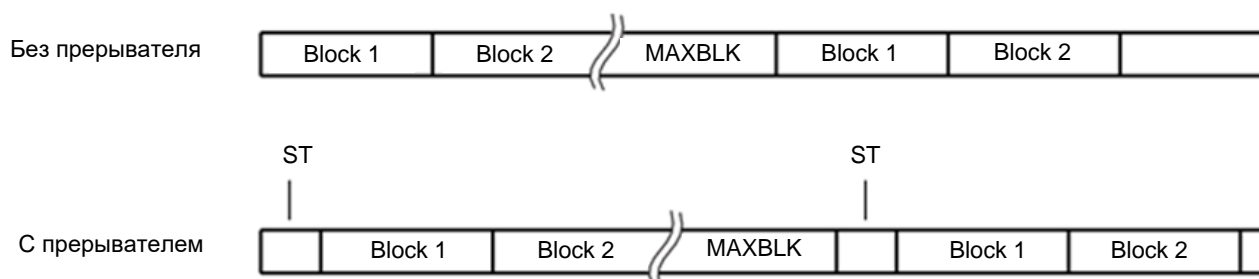


Рисунок 16 – Выдача данных без разделителя и с разделителем (ST)

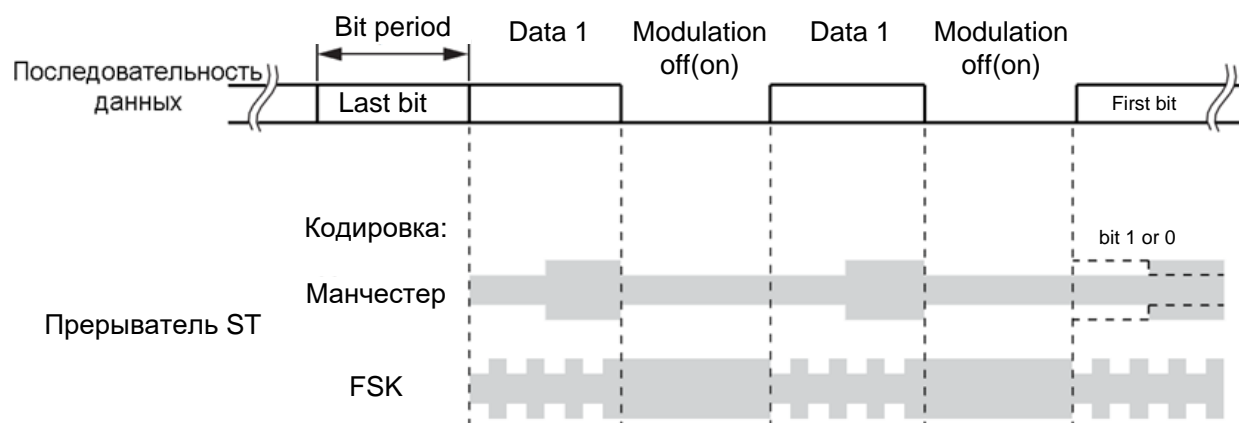
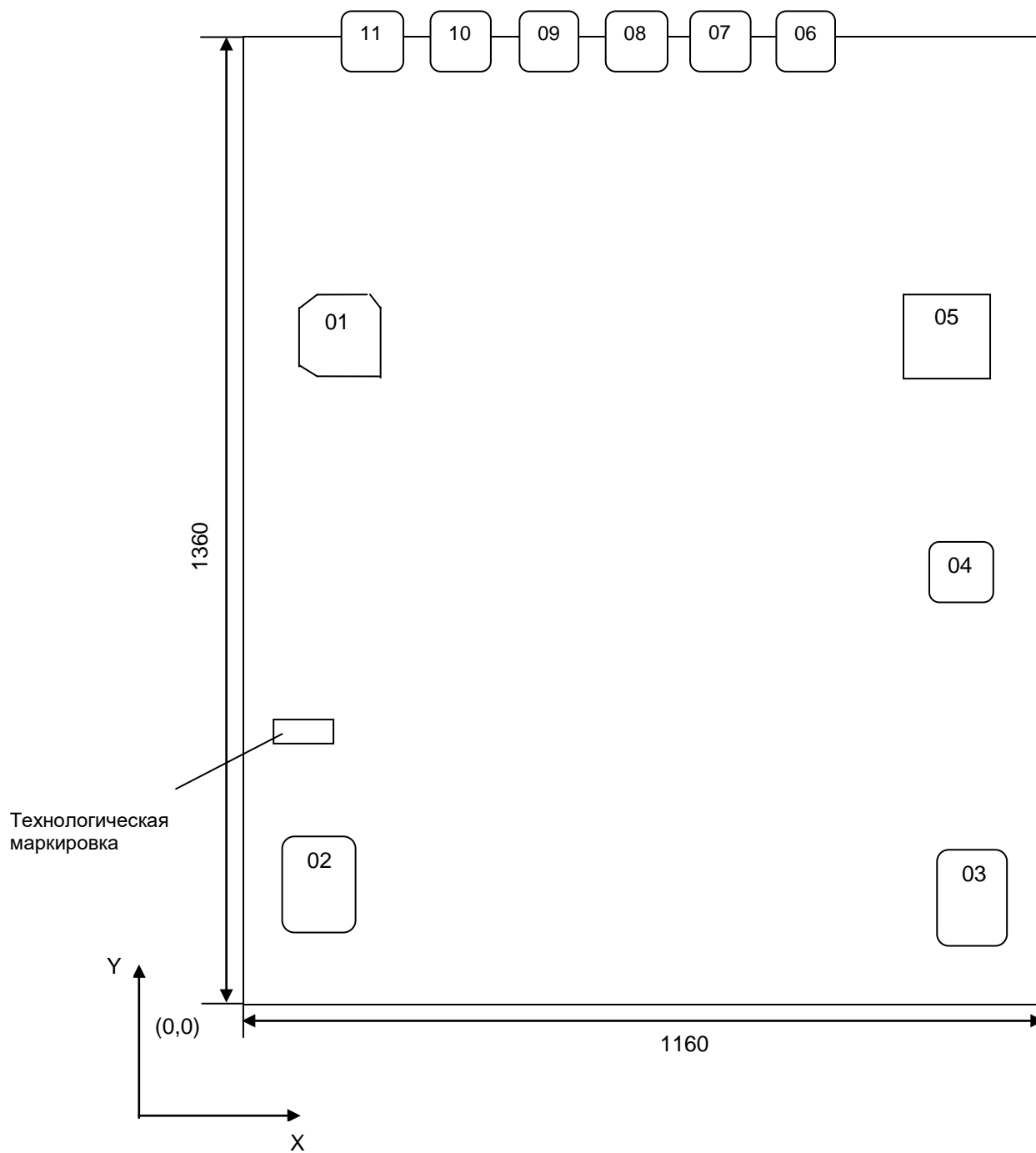


Рисунок 17 – Форма прерывателя ST для различных кодировок

Координаты технологической маркировки (мкм): относительно левого нижнего угла



x= 94,5, y= 417,5 мкм.

Толщина кристалла (460 ± 20) мкм.

Рисунок 18 – Внешний вид кристалла

Координаты контактных площадок указаны в таблице 14.

Состав и толщина слоев металлизации на планарной стороне указаны в таблице 15.

Таблица 14

Номер площадки	Координаты площадок по слою «Пассивация» (левый нижний угол)		Размер контактной площадки
	X, мкм	Y, мкм	
01	125,95	843,00	106 x 106
02	111,05	107,35	78 x 98
03	979,05	109,25	78 x 98
04	980,25	562,35	78 x 78
05	941,95	843,00	106 x 106
06	797,80	1321,00	78 x 78
07	672,80	1321,00	78 x 78
08	547,80	1321,00	78 x 78
09	422,80	1321,00	78 x 78
10	297,80	1321,00	78 x 78
11	172,80	1321,00	78 x 78

Таблица 15

Состав металла на планарной стороне		Толщина металла на планарной стороне, мкм
Металлизация 1	Ti	0,020±0,002
	AlCu	0,60±0,06
	Ti	0,020±0,002
	TiN	0,050±0,005
Металлизация 2	Ti	0,020±0,002
	AlCu	0,80±0,08
	TiN	0,050±0,005

