

Карта памяти microSDHC Флеш-устройство хранения

1. Введение

Карты памяти microSD промышленных температур разработаны, изготовлены и протестированы на устойчивость в экстремальных условиях окружающей среды. Они применяются в системах за пределами помещений, таких как терминалы, бензоколонки, банкоматы, медиашлюзы, а также в автотранспортных и судовых системах. Также они идеально подходят для систем Internet of Things (IoT), которые должны использоваться в современной промышленности.

Карта памяти High Capacity microSD функционально совместима со спецификацией памяти SD, но меньше по размерам. Эту карту памяти microSDHC также можно вставлять в адаптер карт памяти microSDHC и использовать как стандартную карту памяти Secure Digital.

2. Номера по каталогу

Класс SDHC	UHS	Емкость	Номер по каталогу
Class 10	U1	8ГБ	SDCIT/8GB
Class 10	U1	16ГБ	SDCIT/16GB
Class 10	U1	32ГБ	SDCIT/32GB

3. Характеристики карты памяти microSDHC

Таблица 1: Характеристики карты microSDHC

Конструкция	Стандартная	
Содержимое	Нет (возможна конструкция OEM)	Запрограммированы ID, МКВ
Функции защиты	Соответствие спецификации защиты SD (SD Security Specification) версии 3.00 (на основе CPRM) *CPRM: спецификация Contents Protection for Recording Media (Защита содержимого для записывающих носителей)	
Логический формат	Соответствие спецификации файловой системы SD (SD Files System Specification) версии 3.00 (форматирование на основе FAT32)	
Электрические характеристики	Рабочее напряжение: от 2,7 до 3,6 В (работа памяти) Интерфейсы: интерфейс карты SD, (SD : 4 или 1 бит) Совместимость с режимом SPI Соответствие спецификации физического слоя SD (SD Physical Layer Specification) версии 3.01	
Физические параметры	Д: 15, Ш: 11, Т: 1,0 (мм), масса: 0,5г (тип.) Соответствие спецификации карт памяти microSD (microSD Memory Card Specification) версии 3.00 (подробные размеры приведены в Приложении)	
Надежность	Соответствие спецификации физического слоя SD (SD Physical Layer Specification) версии 3.01 Соответствие спецификации карт памяти microSD (microSD Memory Card Specification) версии 3.00	
ROHS	Совместимость с ROHS.	

- Применяется статическое и динамическое выравнивание износа.
- Использование MLC NAND для надежности

4. Совместимость

Спецификации соответствия

Спецификации карт памяти SD

- Соответствие спецификации PHYSICAL LAYER SPECIFICATION версии 3.01. (часть 1)
- Соответствие спецификации FILE SYSTEM SPECIFICATION версии 3.00. (часть 2)
- Соответствие спецификации SECURITY SPECIFICATION версии 3.00. (часть 3)
- Соответствие спецификации карт памяти microSD (microSD Memory Card Specification) версии 3.00

5. Физические характеристики

5.1. Температура

1) Условия работы

Диапазон температур: T_a = от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$

2) Условия хранения

Диапазон температур: T_{stg} = от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$

5.2. Влажность (надежность)

1) Условия работы

Температура 25°C / отн. влажность 95%

2) Условия хранения

Температура 40°C / отн. влажность 95% /500 ч

5.3. Применение

1) "Горячее" подключение и извлечение

- а. Карту памяти microSDHC Kingston можно извлекать и/или вставлять, не отключая питание хост-системы.

2) Механический переключатель защиты от записи

- а. Карта памяти microSDHC не имеет механического переключателя защиты от записи.

5.4 Конфигурация

Контроллер: PS8210DF

NAND: Toshiba 15нм MLC 64Гбит

6. Схема электронного интерфейса

6.1. Контакты карты microSD

В Таблице 2 указано значение контактов карты microSD.

На Рис. 2 указано значение контактов карты microSD.

См. подробные описания в спецификации SD Card Physical Layer Specification.

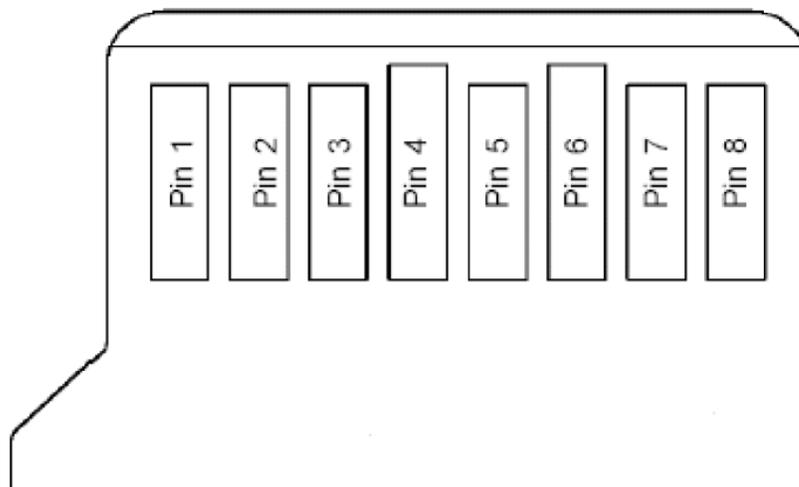


Рисунок 1: Значение контактов карты microSD (карта microSD, вид сзади)

Таблица 3: Значение контактов карты microSD

Pins	SD Mode			SPI Mode		
	Name	IO type ¹	Description	Name	IO Type	Description
1	DAT2	I/O /PP	Data Line[Bit2]	RSV		
2	CD/ DAT3	I/O/PP	Card Detect / Data Line[Bit3]	CS	I	Chip Select (neg true)
3	CMD	PP	Command/Response	DI	I	Data In
4	V _{dd}	S	Supply Voltage	V _{dd}	S	Supply Voltage
5	CLK	I	Clock	SCLK	I	Clock
6	V _{SS}	S	Supply voltage ground	V _{SS}	S	Supply voltage ground
7	DAT0	I/O /PP	Data Line[Bit0]	DO	O/PP	Data Out
8	DAT1	I/O /PP	Data Line[Bit1]	RSV	-	Reserved (*)

1) S: питание, I: ввод, O: вывод, I/O: двунаправленный, PP: ввод-вывод с использованием драйверов Push-Pull

(*) эти сигналы должны подтягиваться стороной хоста с помощью сопротивления 10-100 кОм в режиме SPI. Не использовать контакты NC.

6.2. Топология шины карты microSD

Карта памяти microSD поддерживает два альтернативных протокола связи: режим шины SD и SPI. Хост-система может выбрать один из режимов.

Одинаковые данные карты microSD могут считываться и записываться в обоих режимах.

Режим SD обеспечивает высокопроизводительную 4-битную передачу данных.

Режим SPI предоставляет простой и общий интерфейс для канала SPI.

Недостатком этого режима является потеря производительности по сравнению с режимом SD.

6.2.1. Протокол режима шины SD

Шина SD обеспечивает динамическую конфигурацию количества линий данных от 1 до 4 двунаправленных сигналов данных. После включения питания по умолчанию карта microSD использует только DAT0. После инициализации хост может изменить ширину шины.

Для хоста доступны параллельные соединения карт microSD. Общие сигнальные соединения Vdd, Vss и CLK доступны в параллельном соединении. Однако линии Command, Respond и Data (DAT0-DAT3) должны быть отделены для каждой карты от хоста.

Эта функция обеспечивает простой компромисс между стоимостью оборудования и производительностью системы. Связь по шине microSD основана на битовой передаче команд и данных, инициализируемой битом начала и прекращаемой битом останова.

Command:

Команды передаются последовательно по линии CMD. Команда - это пакет, запускающий операцию от хоста к карте.

Команды отправляются к определенной отдельной карте (адресная команда) или ко всем подключенным картам (циркулярная команда).

Response:

Ответы передаются последовательно по линии CMD.

Ответ - это пакет, отвечающий на предыдущую полученную команду. Ответы отправляются от одной определенной карты или от всех подключенных карт.

Data:

Данные могут передаваться от карты к хосту и наоборот.

Данные передаются по линиям передачи данных.

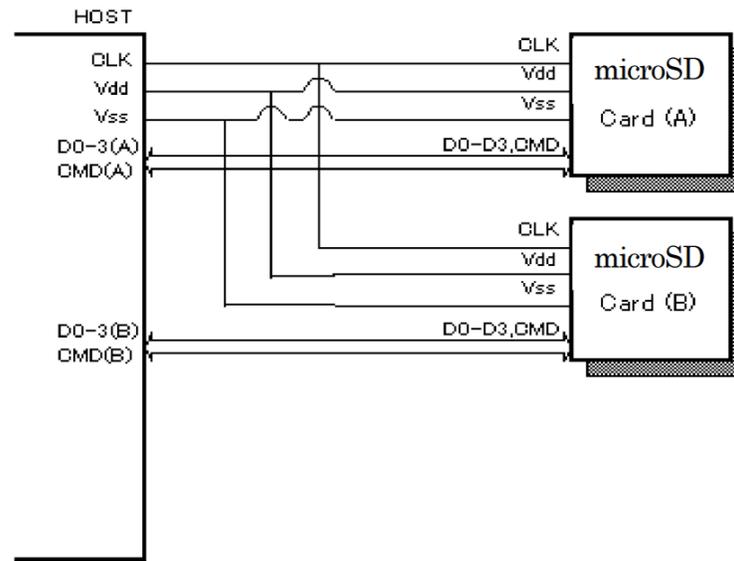


Рисунок 2: Схема подключения карты microSD (режим SD)

CLK: сигнал синхронизации хост-карта

CMD: двунаправленный сигнал Command/ Response

DAT0 - DAT3: 4 двунаправленных сигналов данных

V_{dd}: питание

V_{ss}: GND

Table 3: Набор команд режима SD
(+: используется, -: не используется)

Индекс CMD	Сокращение	Использование	Примечания
CMD0	GO_IDLE_STATE	+	
CMD2	ALL_SEND_CID	+	
CMD3	SEND_RELATIVE_ADDR	+	
CMD4	SET_DSR	-	Регистр DSR не используется
CMD6	SWITCH_FUNC	+	
CMD7	SELECT/DESELECT_CARD	+	
CMD8	SEND_IF_COND	+	
CMD9	SEND_CSD	+	
CMD10	SEND_CID	+	
CMD12	STOP_TRANSMISSION	+	
CMD13	SEND_STATUS	+	
CMD15	GO_INACTIVE_STATE	+	
CMD16	SET_BLOCKLEN	+	
CMD17	READ_SINGLE_BLOCK	+	
CMD18	READ_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD24	WRITE_BLOCK	+	
CMD25	WRITE_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD27	PROGRAM_CSD	+	
CMD28	SET_WRITE_PROT	-	Внутренняя защита от записи не используется.
CMD29	CLR_WRITE_PROT	-	Внутренняя защита от записи не используется.
CMD30	SEND_WRITE_PROT	-	Внутренняя защита от записи не используется.
CMD32	ERASE_WR_BLK_START	+	
CMD33	ERASE_WR_BLK_END	+	
CMD38	ERASE	+	
CMD42	LOCK_UNLOCK	+	
CMD55	APP_CMD	+	
CMD56	GEN_CMD	-	Эта команда не определена
ACMD6	SET_BUS_WIDTH	+	
ACMD13	SD_STATUS	+	
ACMD22	SEND_NUM_WR_BLOCKS	+	
ACMD23	SET_WR_BLK_ERASE_COUNT	+	
ACMD41	SD_APP_OP_COND	+	
ACMD42	SET_CLR_CARD_DETECT	+	
ACMD51	SEND_SCR	+	
ACMD18	SECURE_READ_MULTI_BLOCK	+	
ACMD25	SECURE_WRITE_MULTI_BLOCK	+	
ACMD26	SECURE_WRITE_MKB	+	
ACMD38	SECURE_ERASE	+	
ACMD43	GET_MKB	+	
ACMD44	GET_MID	+	
ACMD45	SET_CER_RN1	+	
ACMD46	SET_CER_RN2	+	
ACMD47	SET_CER_RES2	+	
ACMD48	SET_CER_RES1	+	
ACMD49	CHANGE_SECURE_AREA	+	

- CMD28, 29 и CMD30 являются вспомогательными командами.
- CMD4 не используется из-за регистра DSR (вспомогательный регистр)
- CMD56 используется для команды производителя. Она не определена в стандартной карте.

6.2.2. Протокол режима шины SPI

Шина SPI обеспечивает 1-битную линию передачи данных с двумя каналами (Data In и Out).

Режим совместимости SPI позволяет хост-системам MMC использовать с небольшими изменениями карту SD.

Протокол режима шины SPI передает байты.

Все пакеты данных являются множителями байтов (8-битных) и всегда байт-синхронизированы с сигналом CS.

Преимущество режима SPI заключается в уменьшении сложности конструкции хоста.

В частности, хост MMC может быть модифицирован с небольшими изменениями.

Недостатком режима SPI является потеря производительности по сравнению с режимом SD.

Внимание: пользуйтесь спецификацией карты SD. **НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ спецификацию MMC.**

Например, инициализация выполняется ACMD41; также будьте внимательны с Register. Определение Register отличается, в особенности для CSD Register.

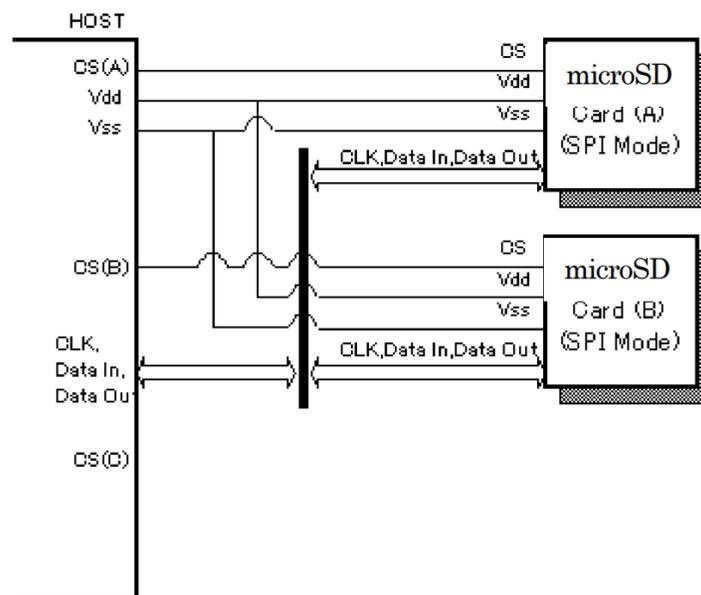


Рисунок 3: Схема подключения карты microSD (режим SPI)

CS: сигнал выбора карты

CLK: сигнал синхронизации хост-карта

Data in: линия передачи данных от хоста к карте

Data out: линия передачи данных от карты к хосту

V_{dd}: питание

V_{ss}: GND

Таблица 4: Набор команд режима SPI

(+: используется, -: не используется)

Индекс CMD	Сокращение	Использование	Примечания
CMD0	GO_IDLE_STATE	+	
CMD1	SEND_OP_CND	+	ПРИМЕЧАНИЕ: НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ (СМ. Рис.6 и 9.2)
CMD6	SWITCH_FUNC	+	
CMD8	SEND_IF_COND	+	
CMD9	SEND_CSD	+	
CMD10	SEND_CID	+	
CMD12	STOP_TRANSMISSION	+	
CMD13	SEND_STATUS	+	
CMD16	SET_BLOCKLEN	+	
CMD17	READ_SINGLE_BLOCK	+	
CMD18	READ_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD24	WRITE_BLOCK	+	
CMD25	WRITE_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD27	PROGRAM_CSD	+	
CMD28	SET_WRITE_PROT	-	Внутренняя защита от записи не используется.
CMD29	CLR_WRITE_PROT	-	Внутренняя защита от записи не используется.
CMD30	SEND_WRITE_PROT	-	Внутренняя защита от записи не используется.
CMD32	ERASE_WR_BLK_START_ADDR	+	
CMD33	ERASE_WR_BLK_END_ADDR	+	
CMD38	ERASE	+	
CMD42	LOCK_UNLOCK	+	
CMD55	APP_CMD	+	
CMD56	GEN_CMD	-	Эта команда не определена
CMD58	READ_OCR	+	
CMD59	CRC_ON_OFF	+	
ACMD6	SET_BUS_WIDTH	+	
ACMD13	SD_STATUS	+	
ACMD22	SEND_NUM_WR_BLOCKS	+	
ACMD23	SET_WR_BLK_ERASE_COUNT	+	
ACMD41	SD_APP_OP_COND	+	
ACMD42	SET_CLR_CARD_DETECT	+	
ACMD51	SEND_SCR	+	
ACMD18	SECURE_READ_MULTI_BLOCK	+	
ACMD25	SECURE_WRITE_MULTI_BLOCK	+	
ACMD26	SECURE_WRITE_MKB	+	
ACMD38	SECURE_ERASE	+	
ACMD43	GET_MKB	+	
ACMD44	GET_MID	+	
ACMD45	SET_CER_RN1	+	
ACMD46	SET_CER_RN2	+	
ACMD47	SET_CER_RES2	+	
ACMD48	SET_CER_RES1	+	
ACMD49	CHANGE_SECURE_AREA	+	

- CMD28, 29 и CMD30 являются вспомогательными командами.
- CMD56 используется для команды производителя. Она не определена в стандартной карте.

6.3. Инициализация карты microSD

На Рис. 4-1 показана схема инициализации для хостов UHS-I, а на Рис. 4-2 показана последовательность команд для выполнения переключения напряжения сигнала. Красное и желтое поле - это новая процедура для инициализации карты UHS-I.

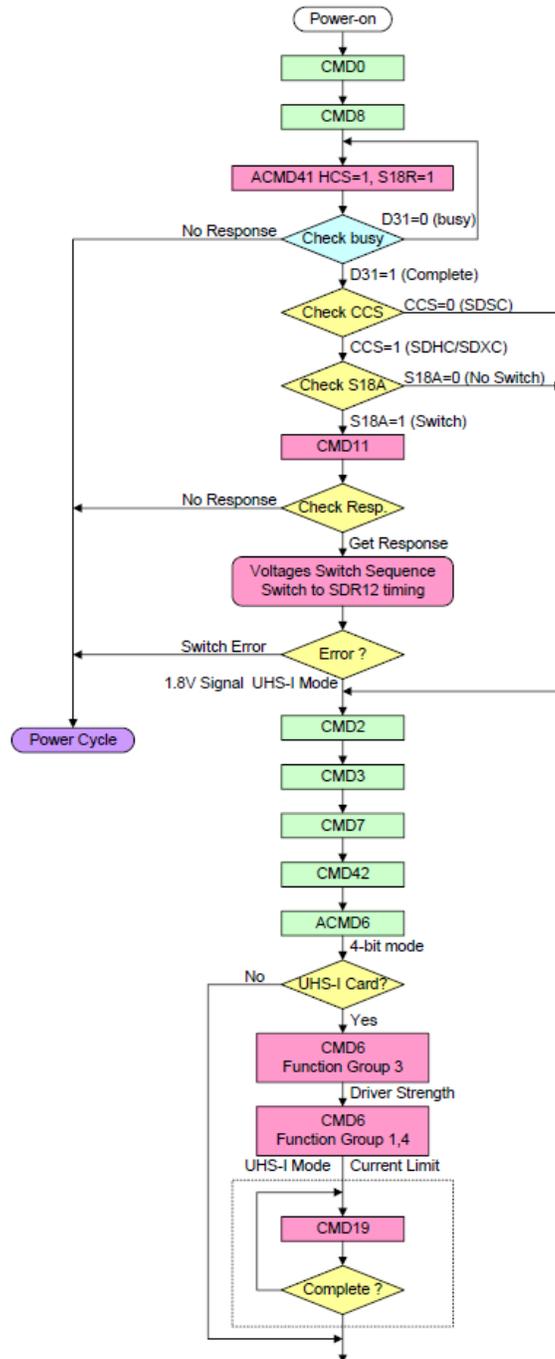


Рисунок 4-1: Схема инициализации хоста UHS-I

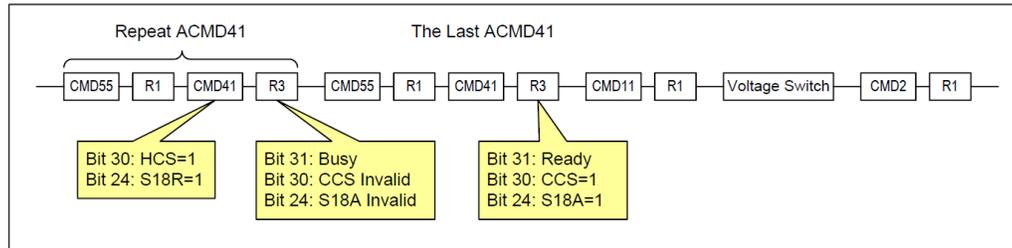


Рисунок 4-2: Задержка ACMD41 и последовательность переключения напряжения сигнала

1) POWER ON : напряжение питания для инициализации.

Хост-система подает на карту рабочее напряжение.

Применить более 74 циклов пустой синхронизации к карте microSD.

2) Выбор режима работы (режим SD или режим SPI)

В случае работы в режиме SPI хост должен перевести 1 контакт (CD/DAT3) I/F карты SD на уровень "Low". Затем он должен отдать команду CMD0.

В случае работы в режиме SD хост должен перевести или обнаружить 1 контакт I/F карты SD (нагрузочный резистор 1 контакта обычно подтягивается на "High").

Карта сохраняет выбранный режим работы за исключением случая повторной команды CMD0 или включение питания ниже - это процедура инициализации режима SD.

3) Отправка команды состояния интерфейса (CMD8).

Когда карта находится в режиме ожидания, хост должен отправить CMD8 перед ACMD41.

В аргументе "подаваемое напряжение" устанавливается равным напряжению питания хоста, а "шаблон проверки" устанавливается равным любому 8-битному шаблону.

Карта, получившая подаваемое напряжение, возвращает ответ R7.

В ответ карта возвращает обратно диапазон напряжений и шаблон проверки, установленный в аргументе.

Если карта не поддерживает напряжение питания хоста, она не должна возвращать ответ и остается в режиме ожидания.

4) Отправка команды инициализации (ACMD41).

Когда уровень сигнала равен 3,3 В, повторяет отправку команды ACMD41 с HCS=1 и S18R=1, пока ответ не укажет на готовность.

Применяется аргумент (HCS и S18R) первой ACMD41, но все последующие ACMD41 должны отправляться с тем же аргументом.

Если бит 31 указывает на готовность, хост должен проверить CCS и S18A.

Карта сообщает S18A=0, это означает, что переключение напряжения не допускается и хост должен использовать текущий уровень сигнала.

Таблица 5: Сочетания S18R и S18A

Current Signaling Level	18R	S18A	Comment
3.3V	0	0	1.8V signaling is not requested
	1	0	The card does not support 1.8V signaling
	1	1	Start signal voltage switch sequence
1.8V	X	0	Already switched to 1.8V

5) Отправка команды переключения напряжения (CMD11).

S18A=1 означает, что переключение напряжения допускается и хост отправляет CMD11, чтобы запустить последовательность переключения напряжения.

Получив CMD11, карта возвращает ответ R1 и начинает последовательность переключения напряжения.

Отсутствие ответа на CMD11 означает, что S18A было равно 0, и поэтому хост не должен был посылать CMD11.

Завершение последовательности переключения напряжения проверяется высоким уровнем DAT[3:0].

Может быть проверен любой бит DAT[3:0] в зависимости от возможностей хоста.

Карта переходит в режим UHS-I и задержки ввода и вывода карты изменяются (по умолчанию SDR12) после успешного завершения переключения напряжения.

6) Отправка команды ALL_SEND_CID (CMD2) и получение ID карты (CID).

7) Отправка SEND_RELATIVE_ADDR (CMD3) и получение RCA.

Значение RCA изменяется случайным образом при доступе, и не равно нулю.

8) Отправка команды SELECT / DESELECT_CARD (CMD7) и переход в состояние передачи.

При переходе к состоянию передачи необходимо проверить состояние CARD_IS_LOCKED в ответе R1 (оно указывается в ответе на CMD7).

Если состояние CARD_IS_LOCKED установлено на 1 в ответе на CMD7, перед тем, как ACMD6 разблокирует карту, необходима CMD42.

(Если карта заблокирована, для ее разблокировки требуется CMD42.)

Если карта разблокирована, то CMD42 можно пропустить.

9) Отправка команды SET_BUS_WIDTH (ACMD6).

UHS-I поддерживает только 4-битный режим. Хост должен выбрать 4-битный режим с помощью ACMD6.

Если карта заблокирована, хост должен разблокировать карту с помощью CMD42 в 1-битном режиме, а затем отправить ACMD6 для переключения в 4-битный режим шины. Работа в 1-битном режиме не гарантирована.

10) Установка мощности драйвера.

Режим 0 CMD6 используется для запроса функций, поддерживаемых картой, и для определения максимального потребления тока карты при выбранных функциях.

В случае карты UHS-I соответствующая мощность драйвера (по умолчанию это буфер Type-B) выбирается функциональной группой 3 CMD6.

11) Установка предела тока режима UHS-I.

Режимы UHS-I (режим скорости шины) выбираются функциональной группой 1 CMD6.

Предел тока выбирается функциональной группой 4 CMD6.

Параметры максимального доступа:

SDR50 = (функциональная группа 1 CMD6 = 2-h, функциональная группа 4 CMD6 = 1-h)

Примечание.

Функциональная группа 4 определяется как переключатель предела тока для SDR50. Предел тока не влияет на карту в режимах SDR12 и SDR25.

Значение предела тока по умолчанию - 200мА (минимальное значение).

Затем после выбора одного из режимов SDR50 функциональной группой 1, хосту необходимо изменить предел тока, чтобы позволить карте работать с повышенной производительностью.

Это значение определяется возможностью хоста подачи питания на карту, способом выделения тепла, полученного хостом и максимальным током разъема.

12) Настройка точки отбора

CMD19 отправляет хосту блок настройки для определения точки отбора.

В режимах SDR50 и SDR104, если требуется настройка точки отбора, CMD19 отправляется постоянно, пока настройка не будет завершена

После этого хост может получить доступ к данным карты SD как устройством хранения.

6.4. Электрические характеристики карты microSD

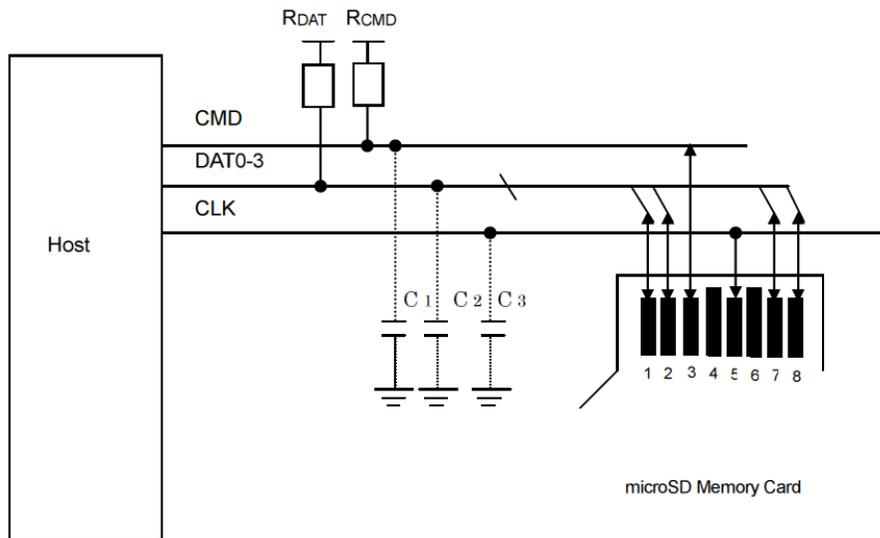


Рисунок 5: Схема подключения карты microSD.

6.4.1. Характеристики постоянного тока

Таблица 6-1: Характеристики постоянного тока
(пороговое значение для диапазона высокого напряжения)

Элемент	Символ	Состояние	Мин.	Тип.	Макс.	Единица	Примечание	
Напряжение питания	V_{DD}	-	2.7	-	3.6	В		
Входное напряжение	Высокий уровень	V_{IH}	-	$V_{DD} * 0,625$	-	-	В	
	Низкий уровень	V_{IL}	-	-	-	$V_{DD} * 0,25$	В	
Выходное напряжение	Высокий уровень	V_{OH}	$I_{OH} = -2\text{mA}$	$V_{DD} * 0,75$	-	-	В	
	Низкий уровень	V_{OL}	$I_{OL} = 2\text{mA}$	-	-	$V_{DD} * 0,125$	В	
Момент включения питания		-	-	-	250	мс	от 0 В до $V_{DD} \text{ min}$	

*) Максимум тока: среднеквадратичное значение через интервал 10 мкс

Таблица 6-2: Пиковое напряжение и ток утечки

Параметр	Символ	Мин.	Макс.	Единица	Примечание
Пиковое напряжение на всех линиях		-0.3	$V_{DD} + 0,3$	В	
Все входы					
Ток утечки входа		-10	10	мкА	
Все выходы					
Ток утечки выхода		-10	10	мкА	

Таблица 6-3: Характеристики постоянного тока (пороговое значение для сигнала 1,8 В)

Элемент	Символ	Мин.	Макс.	Единица	Состояние	
Напряжение питания	V_{DD}	2.7	3.6	В		
Напряжение регулятора	V_{DDIO}	1.7	1.95	В	Генерируется из V_{DD}	
Входное напряжение	Высокий уровень	V_{IH}	1.27	2.00	В	
	Низкий уровень	V_{IL}	$V_{SS} - 0,3$	0.58	В	
Выходное напряжение	Высокий уровень	V_{OH}	1.4	-	В	
	Низкий уровень	V_{OL}	-	0.45	В	

Таблица 6-4: Ток утечки входа для сигнала 1,8 В

Параметр	Символ	Мин.	Макс.	Единица	Примечание
Ток утечки входа		-2	2	мкА	Подтяжка DAT3 отключена

Таблица 6-5: Энергопотребление

Элемент	Символ	Состояние	Мин.	Тип.	Макс.	Единица	Примечание
Ток холостого хода	I_{CCS}	3,0 В Останов синхронизации	-	-	950	мкА	при 25°C
Рабочий ток (пиковый)	I_{CCOP1} *1)	Предел тока=400 мА $V_{DD}=3,6$ В	-	-	300	мА	при 25°C
		Предел тока=200 мА $V_{DD}=3,6$ В	-	-	300		
		(HS или DS) $V_{DD}=3,6$ В	-	-	300		
Рабочий ток (средний)	I_{CCOP2} *2)	Предел тока=400 мА $V_{DD}=3,6$ В	-	-	250	мА	при 25°C
		Предел тока=200 мА $V_{DD}=3,6$ В	-	-	200		
		(SDR25 или HS) $V_{DD}=3,6$ В	-	-	200		
		(SDR12.5 или DS) $V_{DD}=3,6$ В	-	-	100		

*1) Максимум тока: среднеквадратичное значение через интервал 10 мкс

*2) Средний ток: значение через интервал 1 с.

Таблица 6-6: Емкость сигнала

Общая емкость шины = $C_{HOST} + C_{BUS} + N \cdot C_{Card}$

Элемент	Символ	Мин.	Макс.	Единица	Примечание
Подтягивающее напряжение	R_{CMD} R_{DAT}	10	100	кОм	
Общая емкость шины для каждой линии сигнала	C_L	-	40	пФ	1 карта $C_{HOST}+C_{BUS}$ не должна превышать 30 пФ
Емкость карты для каждого контакта сигнала	C_{CARD}	-	10	пФ	
Максимальная индуктивность линии сигнала		-	16	нГн	
Подтягивающее напряжение внутри карты (контакт 1)	R_{DAT3}	10	90	кОм	Может использоваться для определения карты
Емкость, подключенная к линии питания	C_C	-	5	мкФ	Для защиты от броска тока

Примечание: значение подтягивающего сопротивления WP (R_{WP}) зависит от схемы запуска интерфейса хоста.

6.4.2. Характеристики переменного тока (по умолчанию)

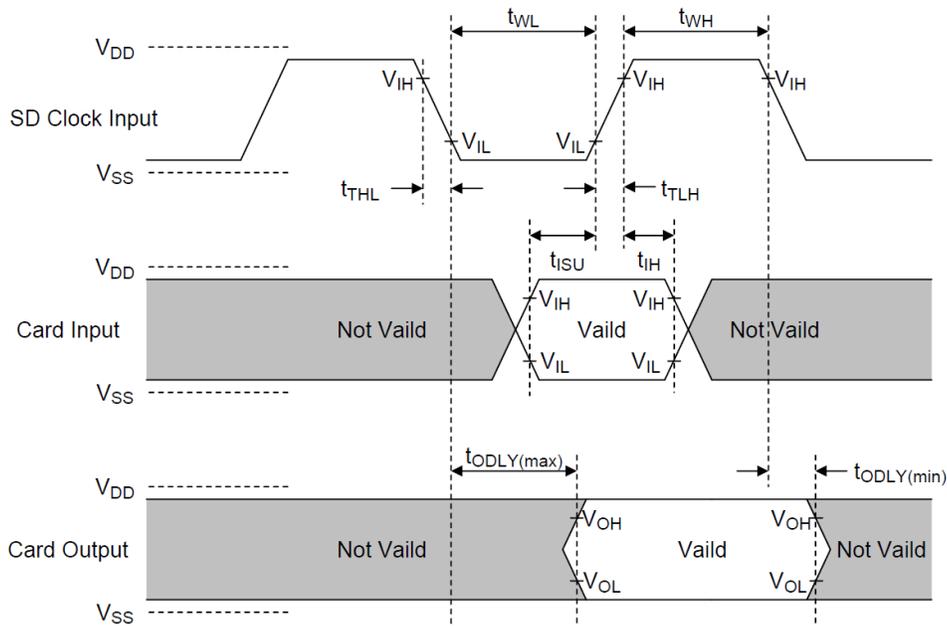


Рисунок 6-1: Схема выдержки переменного тока (по умолчанию)

Таблица 7-1: Характеристики переменного тока (по умолчанию)

Элемент	Символ	Мин.	Макс.	Единица	Примечание
Частота синхронизации (в любом состоянии)	f_{STP}	0	25	МГц	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Частота синхронизации (режим передачи данных)	f_{PP}	0	25	МГц	
Частота синхронизации (режим идентификации карты)	f_{OD}	0/100(*1)	400	кГц	
Нижнее время синхронизации	t_{WL}	10	-	нс	
Высокое время синхронизации	t_{WH}	10	-	нс	
Время нарастания синхронизации	t_{TLH}	-	10	нс	
Время спада синхронизации	t_{THL}	-	10	нс	
Время настройки ввода	t_{ISU}	5	-	нс	
Время блокировки ввода	t_{IH}	5	-	нс	
Время задержки вывода (режим передачи данных)	t_{ODLY}	0	14	нс	$C_L \leq 40$ пФ (1 карта)
Время задержки вывода (режим идентификации)	t_{ODLY}	0	50	нс	

(*1) 0 Гц означает, что синхронизацию нужно остановить. Указанный диапазон минимальных частот для случаев, когда требуется продолжение синхронизации.

6.4.3. Характеристики переменного тока (высокая скорость)

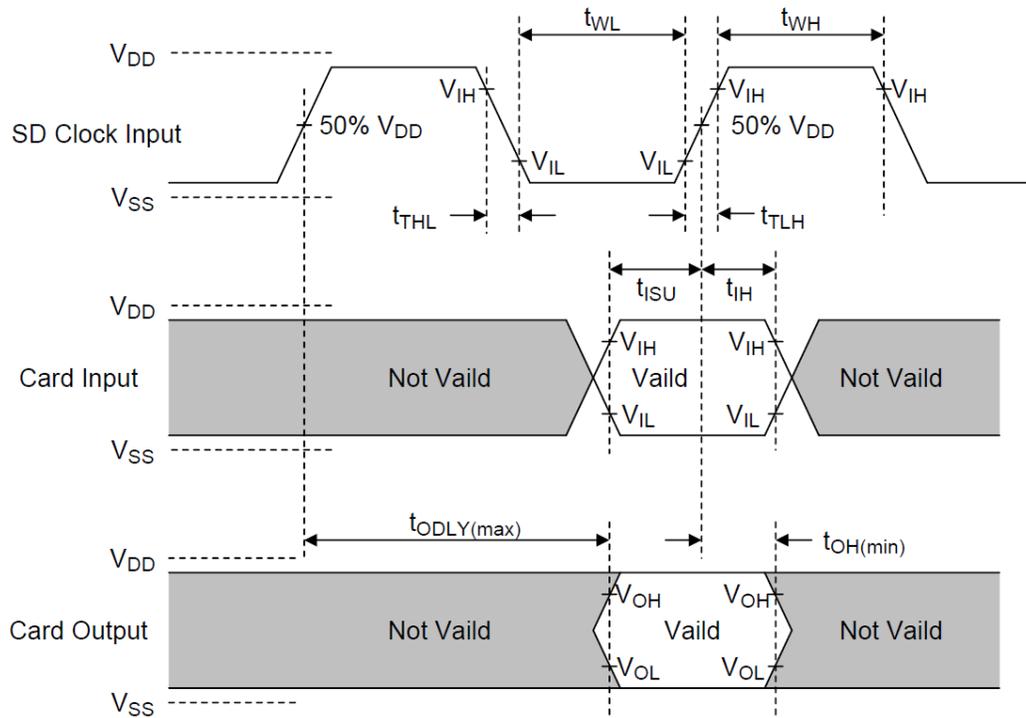


Рисунок 6-2: Схема выдержки переменного тока (высокая скорость)

Таблица 7-2: Характеристики переменного тока (высокая скорость)

Элемент	Символ	Мин.	Макс.	Единица	Примечание
Частота синхронизации (режим передачи данных)	f_{PP}	0	50	МГц	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Нижнее время синхронизации	t_{WL}	7	-	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Высокое время синхронизации	t_{WH}	7	-	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Время нарастания синхронизации	t_{TLH}	-	3	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Время спада синхронизации	t_{THL}	-	3	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Время настройки ввода	t_{ISU}	6	-	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Время блокировки ввода	t_{IH}	2	-	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Время задержки вывода (режим передачи данных)	t_{ODLY}	-	14	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Время блокировки вывода	T_{OH}	2.5	-	нс	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)
Общая емкость системы	C_L	-	40	пФ	$C_{CARD} \leq 10$ пФ (1 карта)

6.4.4 Характеристики переменного тока (режимы SDR12, SDR25, SDR50 и SDR104)

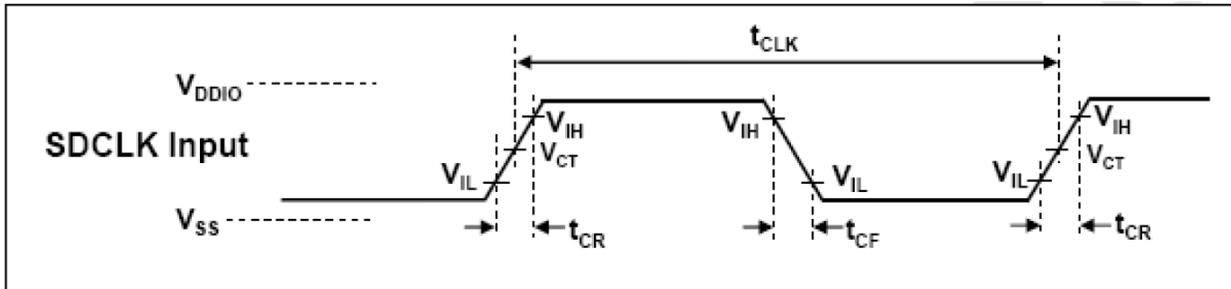


Рисунок 6-3: Схема выдержки переменного тока (ввод режимов SDR12, SDR25, SDR50 и SDR104)

Рисунок 7-3: Характеристики переменного тока (ввод режимов SDR12, SDR25, SDR50 и SDR104)

Символ	Мин.	Макс.	Единица	Замечание
t_{CLK}	4.80	-	нс	208МГц(макс.), между верхним краем, $V_{CT}=0,975$ В
t_{CR}, t_{CF}	-	$0,2*t_{CLK}$	нс	$t_{CR}, t_{CF} < 2,00$ нс (макс.) при 100МГц, $C_{CARD} = 10$ пФ
Эксплуатация синхронизации	30	70	%	

7. Внутренняя информация карты

7.1. Информация защиты

МКВ (Media Key Block) и Media ID являются стандартной информацией Kingston.

Эта информация соответствует CPRM.

Примечание: информация защиты НЕ является информацией разработки для оценки.

Хост-система должна соответствовать CPRM для использования этой функции защиты.

Эта информация хранится как конфиденциальная из соображений безопасности.

7.2. Регистры карты SD

Устройство имеет шесть регистров и две информации состояния: OCR, CID, CSD, RCA, DSR, SCR и Card Status, SD Status, аналогичный Card Status. DSR НЕ ПОДДЕРЖИВАЕТСЯ в этой карте.

Существует два типа групп регистров.

Совместимые с MMC регистры: OCR, CID, CSD, RCA, DSR и SCR Специфические для карты SD: SD Status и Card Status

Таблица 8: Регистры карты SD

Имя регистра	Битовая ширина (бит)	Описание
CID	128	Идентификация карты
RCA	16	Относительный адрес карты
DSR	16	Регистр уровня драйвера
CSD	128	Специфические данные карты
SCR	64	Регистр конфигурации SD
OCR	32	Регистр условий работы
SSR	512	Состояние SD
CSR	32	Регистр состояния карты

7.2.1 Регистр OCR

Этот 32-битный регистр описывает диапазон рабочих напряжений и бит состояния в подаче питания.

Таблица 9: Определение регистра OCR

Положение бита OCR	Определение полей OCR		Значение ответа			
			8ГБ	16ГБ	32ГБ	
0-3	Диапазон напряжений VDD	Зарезервировано	0	0	0	
4-6		Зарезервировано	0	0	0	
7		Зарезервировано для диапазона низкого напряжения	0	0	0	
8-14		Зарезервировано	0	0	0	
15		2.8 ~ 2.7	1	1	1	
16		2.9 ~ 2.8	1	1	1	
17		3.0 ~ 2.9	1	1	1	
18		3.1 ~ 3.0	1	1	1	
19		3.2 ~ 3.1	1	1	1	
20		3.3 ~ 3.2	1	1	1	
21		3.4 ~ 3.3	1	1	1	
22		3.5 ~ 3.4	1	1	1	
23		3.6 ~ 3.5	1	1	1	
24 ¹		Переключение на 1,8 В допускается (S18A)		1	1	1
25-29		Зарезервировано		0	0	0
30	Состояние емкости карты (CCS) ²		1	1 (SDHC)	1	
31	Бит состояния включения карты (занят) ³		"0" = занят "1" = готов			

(1) бит24: только карта UHS-I поддерживает этот бит.

(2) бит30 : этот бит действителен только когда установлен бит состояния включения карты.

(3) бит31: этот бит установлен на LOW, если карта не завершила процедуру включения.

бит 23-4: описывает напряжение карты SD

бит 31 указывает состояние включения карты. Значение "1" устанавливается после включения питания и завершения процедуры инициализации.

7.2.2 Регистр CID

Регистр CID (идентификация карты) имеет длину 128 бита. Он содержит информацию идентификации карты. Значение регистра CID устанавливается поставщиком.

Таблица 10: Регистр CID

Название	Поле	Ширина	Часть CID	Начальное значение		
				8ГБ	16ГБ	32ГБ
ID производителя	MID	8	[127:120]	41h		
ID OEM/применения	OID	16	[119:104]	3432h		
Название продукта	PNM	40	[103:64]	SDCIT		
Версия продукта	PRV	8	[63:56]	30h		
Серийный номер продукта	PSN	32	[55:24]	PSN ^A		
Зарезервировано	--	4	[23:20]	--		
Дата изготовления	MDT	12	[19:8]	MDT ^B		
Контрольная сумма CRC7	CRC	7	[7:1]	CRC ^C		
Не используется, всегда 1	-	1	[0:0]	1		

(A), (B): изменяется на производстве для каждой карты SD.

(C) Окончательная сумма для регистра CID

7.2.3 Регистр CSD

CSD - это регистр специфичной информации карты, предоставляющий информацию с шириной 128 бит.

Таблица 11: Регистр CSD

Название	Поле	Ширина	Тип ячейки	Часть CSD	Начальное значение		
					8ГБ	16ГБ	32ГБ
Структура CSD	CSD_STRUCTURE	2	R	[127:126]	0x01		
Зарезервировано	-	6	R	[125:120]	0x00		
Доступ для чтения данных-Время-1	TAAC	8	R	[119:112]	0x0E		
Доступ для чтения данных-Время-2 в циклах CLK (NSAC*100)	NSAC	8	R	[111:104]	0x00		
Макс. скорость передачи данных	TRAN_SPEED	8	R	[103:96]	0x5A		
Классы команд карты	CCC	12	R	[95:84]	0x5B5		
Макс. длина блока чтения данных	READ_BLK_LEN	4	R	[83:80]	0x09		
Разрешено чтение частичных блоков	READ_BLK_PARTIAL	1	R	[79:79]	0x00		
Несовпадение блоков записи	WRITE_BLK_MISALIGN	1	R	[78:78]	0x00		
Несовпадение блоков чтения	READ_BLK_MISALIGN	1	R	[77:77]	0x00		
Используется DSR	DSR_IMP	1	R	[76:76]	0x00		
Зарезервировано	-	6	R	[75:70]	0x00		
Размер устройства	C_SIZE	22	R	[69:48]	0x003A4F	0x00749F	0x00E93F
Зарезервировано	-	1	R	[47:47]	0x00		
Включено стирание одного блока	ERASE_BLK_EN	1	R	[46:46]	0x01		
Размер сектора стирания	SECTOR_SIZE	7	R	[45:39]	0x7F		
Размер группы защиты от записи	WP_GRP_SIZE	7	R	[38:32]	0x00		
Включить группы защиты от записи	WP_GRP_ENABLE	1	R	[31:31]	0x00		
Зарезервировано (не использовать)	-	2	R	[30:29]	0x00		
Коэффициент скорости записи	R2W_FACTOR	3	R	[28:26]	0x02		
Макс. длина блока записи данных	WRITE_BLK_LEN	4	R	[25:22]	0x09		
Разрешена запись частичных блоков	WRITE_BLK_LEN	1	R	[21:21]	0x00		
Зарезервировано	-	5	R	[20:16]	0x00		
Группа формата файлов	FILE_FORMAT_GRP	1	R	[15:15]	0x00		
Копировать флаг	COPY	1	R/W ⁽¹⁾	[14:14]	0x00		
Постоянная защита от записи	PERM_WRITE_PROTECT	1	R/W ⁽¹⁾	[13:13]	0x00		
Временная защита от записи	TMP_WRITE_PROTECT	1	R/W	[12:12]	0x00		
Файловая система	FILE_FORMAT	2	R	[11:10]	0x00		
Зарезервировано	-	2	R	[9:8]	0x00		
CRC	CRC	7	R/W	[7:1]	0x25	0x77	0x5A
Не используется, всегда 1	-	1	-	[0:0]	0x01		

Типы ячеек: R: только для чтения, R/W: для чтения и записи, R/W(1): однократное чтение/запись

Примечание: стирание одного блока данных не разрешено для этой карты. Эта информация отмечена как "ERASE_BLK_EN". Хост-система должна обратиться к этому значению перед стиранием одного блока данных.

7.2.4 Регистр RCA

Записываемый 16-битный регистр относительного адреса карты содержит адрес карты в режиме карты SD.

7.2.5 Регистр DSR

Этот регистр не поддерживается.

7.2.6 Регистр SCR

SCR (регистр конфигурации карты SD) предоставляет информацию о специальных функциях карты памяти SD. Размер регистра SCR составляет 64 бита.

Таблица 12: Регистр SCR

Описание	Поле	Ширина	Тип ячейки	Часть SCR	Значение		
					8ГБ	16ГБ	32ГБ
Структура SCR	SCR_STRUCTURE	4	R	[63:60]	0x00		
Версия спецификации карты памяти SD	SD_SPEC	4	R	[59:56]	0x02		
Состояние данных после стираний	DATA_STAT_AFTER_ERASE	1	R	[55:55]	0x00		
Поддержка защиты CPRM	SD_SECURITY	3	R	[54:52]	0x03		
Поддержка ширины шины DAT	SD_BUS_WIDTHS	4	R	[51:48]	0x05		
Версия спецификации 3.00 или выше	SD_SPEC3	1	R	[47:47]	0x01		
Расширенная поддержка защиты	EX_SECURITY	4	R	[46:43]	0x00		
Версия спецификации 4.00 или выше	SD_SPEC4	1	R	[42:42]	0x00		
Зарезервировано	-	6	R	[41:36]	0x00		
Биты поддержки команд	CMD_SUPPORT	4	R	[35:32]	0x02		
Зарезервировано для использования производителем	-	32	R	[31:0]	0x01 0x00 0x00 0x00		

7.2.7 Состояние карты

Таблица 13: Состояние карты

Поле	Ширина	Часть SCR	Тип	Значение		
				8ГБ	16ГБ	32ГБ
OUT_OF_RANGE	1	[31:31]	E R X	0		
ADDRESS_ERROR	1	[30:30]	E R X	0		
BLOCK_LEN_ERROR	1	[29:29]	E R X	0		
ERASE_SEQ_ERROR	1	[28:28]	E R	0		
ERASE_PARAM_ERROR	1	[27:27]	E R X	0		
WP_VIOLATION:PROTECTED	1	[26:26]	E R X	0		
CARD_IS_LOCKED	1	[25:25]	S X	0		
LOCK_UNLOCK_FAIL	1	[24:24]	E R X	0		
COM_ECC_ERROR	1	[23:23]	E R	0		
ILLEGAL_COMMAND	1	[22:22]	E R	0		
CARD_ECC_FAILED	1	[21:21]	E R X	0		
CC_ERROR	1	[20:20]	E R X	0		
Общая или неизвестная ошибка ERROR	1	[19:19]	E R X	0		
Зарезервировано	1	[18:18]	-	0		
Зарезервировано	1	[17:17]	-	0		
CSD_OVERWRITE	1	[16:16]	E R X	0		
WP_ERASE_SKIP:PROTECTED	1	[15:15]	E R X	0		
CARD_ECC_DISABLED	1	[14:14]	S X	0		
ERASE_RESET	1	[13:13]	S R	0		
CURRENT_STATE	4	[12:9]	S X	4		
READY_FOR_DATA	1	[8:8]	S X	1		
Зарезервировано	1	[7:7]	-	0		
FX_EVENT	1	[6:6]	S X	0		
APP_CMD	1	[5:5]	S	0		
Зарезервировано	1	[4:4]	R	0		
AKE_SEQ_ERROR	1	[3:3]	E R	0		
Зарезервировано	1	[2:2]	-	0		
Зарезервировано	1	[1:1]	-	0		
Зарезервировано	1	[0:0]	-	0		

E: бит ошибки, S: бит состояния, R: обнаружен и установлен для текущего ответа на команду.
X: обнаружен и установлен во время выполнения командыSD .

Приложение: Физические размеры карты microSD (единица измерения: мм)

