

SSD-накопитель 970 EVO с форм-фактором M.2 (2280) и интерфейсом PCIe, NVMe

(твердотельный накопитель на основе
флеш-памяти NAND)

спецификация

SAMSUNG ELECTRONICS ОСТАВЛЯЕТ ЗА СОБОЙ ПРАВО БЕЗ УВЕДОМЛЕНИЯ
ВНОСИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОДУКТЫ, ИНФОРМАЦИЮ И СПЕЦИФИКАЦИИ.

Продукты и спецификации, рассмотренные ниже, представлены исключительно в информационных целях. Вся информация, содержащаяся в настоящем документе, предоставляется «КАК ЕСТЬ», без каких-либо гарантий.

Настоящий документ и вся представленная в нем информация являются единоличной и исключительной собственностью Samsung Electronics. Никакая сторона не предоставляет настоящим документом лицензии на патенты, авторские права, промышленные образцы, товарные знаки и другие права интеллектуальной собственности другим сторонам косвенно, в силу правовой презумпции или иным образом.

Продукты Samsung не предназначены для использования в составе систем жизнеобеспечения, интенсивной терапии, медицинского оборудования, средств защиты и иных систем, где их сбой может привести к гибели людей, травмам или физическому ущербу, для военных и оборонительных целей, а также для снабжения государственных органов, где могут действовать особые условия и положения.

Для получения новой информации о продуктах Samsung обратитесь в ближайший офис Samsung. Все торговые марки, товарные знаки и зарегистрированные товарные знаки являются собственностью их владельцев.

(c) Samsung Electronics Co., Ltd., 2015. Все права защищены.

1.1 Общее описание

Модель	Объем	Модель	Объем	Модель	Объем
MZ-V7E250BW	250 млрд байт	MZ-V7E250E	250 млрд байт	MZ-V7E250	250 млрд байт
MZ-V7E500BW	500 млрд байт	MZ-V7E500E	500 млрд байт	MZ-V7E500	500 млрд байт
MZ-V7E1T0BW	1 трлн байт	MZ-V7E1T0E	1 трлн байт	MZ-V7E1T0	1 трлн байт
MZ-V7E2T0BW	2 трлн байт	MZ-V7E2T0E	2 трлн байт	MZ-V7E2T0	2 трлн байт

1.2 Технические характеристики

Samsung SSD 970 EVO						
Интерфейс	PCIe Gen 3.0 x4, NVMe 1.3					
Аппаратные средства	Емкость		250 млрд байт†	500 млрд байт†	1 трлн байт	2 трлн байт
	Контроллер		Samsung Phoenix			
	Флеш-память NAND		V-NAND 3-bit MLC			
	Кэш-память DRAM		LP DDR4 512 Мбайт		LP DDR4 1 Гбайт	LP DDR4 2 Гбайт
	Размеры		Макс. 80,15 x макс. 22,15 x макс. 2,38 (мм)			
	Форм-фактор		M.2(2280)*††			
Производительность* (Макс.)	Последовательное чтение		3400 Мбайт/с	3400 Мбайт/с	3400 Мбайт/с	3500 Мбайт/с
	Последовательная запись		1500 Мбайт/с	2300 Мбайт/с	2500 Мбайт/с	
	Глубина очереди 1 1 поток	Случайн. чтение	15 000 IOPS			
		Случайн. запись	50 000 IOPS			
	Глубина очереди 32 4 поток	Случайн. чтение	200 000 IOPS	370 000 IOPS	500 000 IOPS	
		Случайн. запись	350 000 IOPS	4500 Мбайт/с	4500 Мбайт/с	480 000 IOPS
Энергопотребление**	Режим простоя		Типичн. 30 мВт			
	Активный режим (средн.)	Чтение	Типичн. 5,4 Вт	Типичн. 5,7 Вт	Типичн. 6 Вт	
		Запись	Типичн. 4,2 Вт	Типичн. 5,8 Вт	Типичн. 6 Вт	
	DEVSLP	Режим L1.2	Типичн. 5 мВт			
Безопасность данных	256-разрядное шифрование с использованием алгоритма AES					
Вспомогательные функции	TRIM (требуется поддержка ОС), сбор мусора, S.M.A.R.T					
Температура	В режиме работы		От 0 до +70 °C (Измеряется с использованием средств SMART. Рекомендуется организовывать достаточный обдув.)			
	В режиме хранения		От -45°C до +85°C			
Влажность	От 5 до 95 %, без конденсации					
Ударостойкость	В режиме хранения		1500 g, продолжительность: 0,5 мс			
Вибрация	В режиме хранения		20–2000 Гц, 20 g			
Надежность	Средняя наработка на отказ		1,5 млн часов			
Масса	Модель		Макс. 7,7 г	Макс. 8 г		
Гарантии	Общее число записанных байтов		150 трлн байт	300 трлн байт	600 трлн байт	1200 трлн байт
	Срок		5 лет			

* Измерение производительности при последовательных операциях выполнялось с помощью приложения CrystalDiskMark 5.1.2, а измерение производительности при случайных операциях — с помощью приложения IOMeter 1.1.0. Производительность может колебаться в зависимости от версии микропрограммного обеспечения SSD, оборудования и конфигурации системы.

** Энергопотребление измерялось при помощи приложения IOMeter 1.1.0.

† Часть места на диске может использоваться для размещения системных файлов и обеспечения функционирования, поэтому фактическая емкость может отличаться от указанной на продукте.

†† M.2 — это спецификация форм-фактора для сверхтонких ПК, стандарт M.2 предусматривает ширину 12, 16, 22 и 30 мм и длину 16, 26, 30, 38, 42, 69, 80 и 110 мм. Наиболее востребованы изделия в форм-факторе M.2 шириной 22 мм и длиной 30, 42, 60, 80 и 110 мм. Samsung поставляет свою модель в самом популярном форм-факторе 22 x 80 мм (т. е. 2280) для максимального удобства пользователей.

2.0 Механические характеристики

Таблица 1. Габариты и вес

Модель	Высота (мм)	Ширина (мм)	Длина (мм)	Вес (г)
250 млрд байт	2,38	22,0 ± 0,15	80,0 ± 0,15	7,7
500 млрд байт	2,38	22,0 ± 0,15	80,0 ± 0,15	8,0
1 трлн байт	2,38	22,0 ± 0,15	80,0 ± 0,15	8,0
2 трлн байт	2,38	22,0 ± 0,15	80,0 ± 0,15	8,0

[Вид сверху]

[Вид снизу]

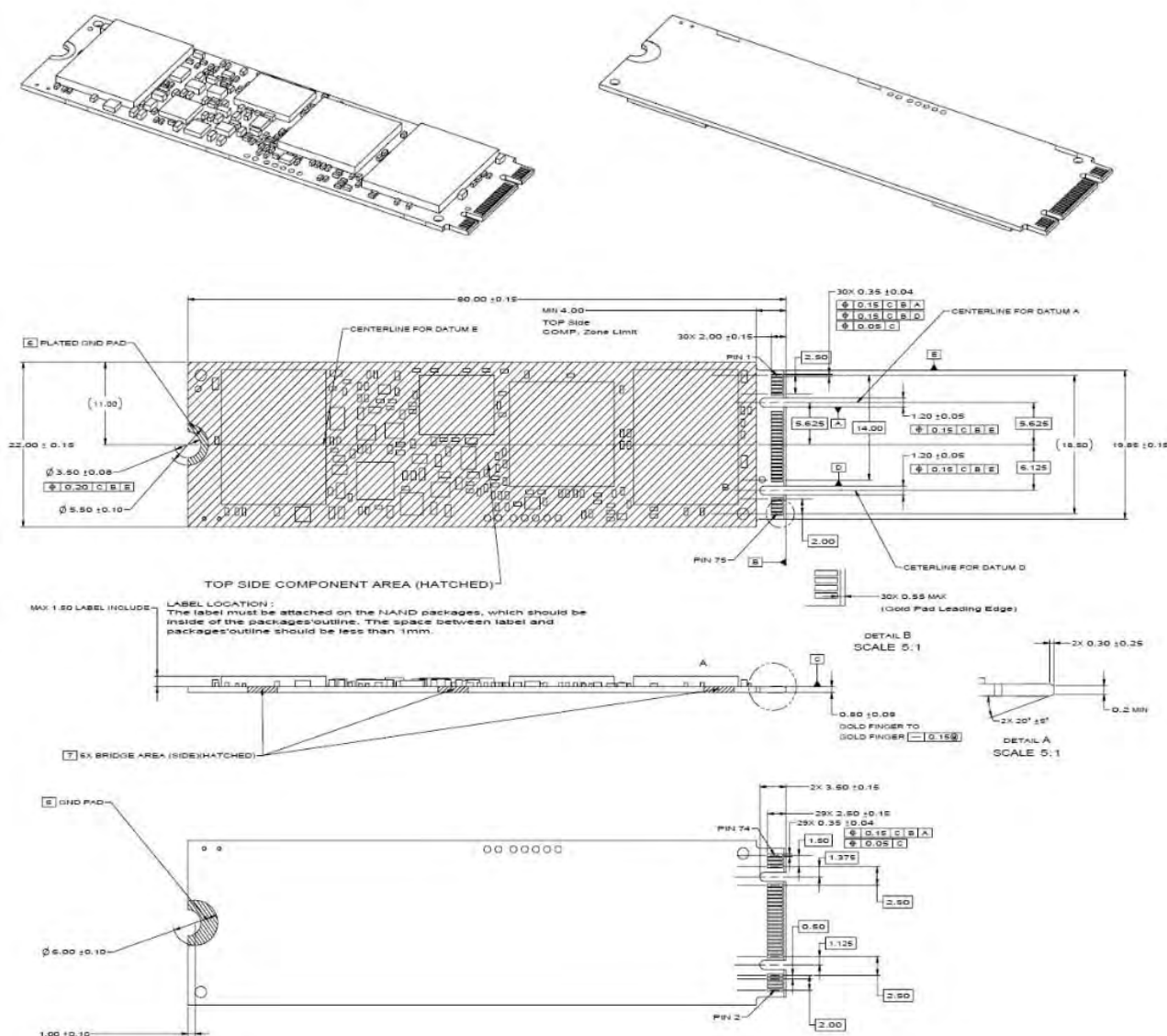


Рисунок 1. Габариты

3.0 Характеристики электрического интерфейса

3.1 Разъем накопителя: расположение контактов

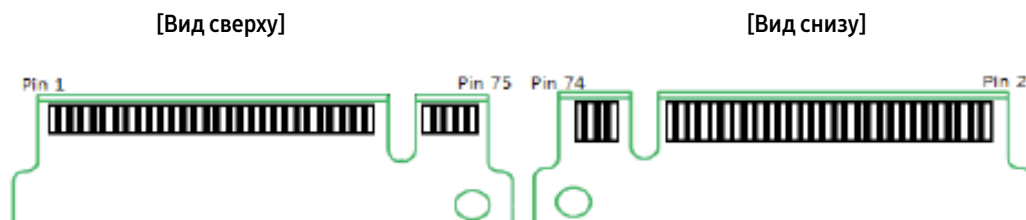


Рисунок 2. Схема разъема накопителя

3.2 Назначение и определение контактов

Таблица 2. Назначение сигнальных контактов

№ контакта	Назначение	Описание
1	Заземление	Контур обратного тока
3	Заземление	Контур обратного тока
5	PETn3	PCIe TX
7	PETp3	PCIe TX
9	Заземление	Контур обратного тока
11	PERn3	PCIe Rx
13	PERp3	PCIe Rx
15	Заземление	Контур обратного тока
17	PETn2	PCIe TX
19	PETp2	PCIe TX
21	Заземление	Контур обратного тока
23	PERn2	PCIe Rx
25	PERp2	PCIe Rx
27	Заземление	Контур обратного тока
29	PETn1	PCIe TX
31	PETp1	PCIe TX
33	Заземление	Контур обратного тока
35	PERn1	PCIe Rx
37	PERp1	PCIe Rx
39	Заземление	Контур обратного тока
41	PETn0	PCIe TX
43	PETp0	PCIe TX
45	Заземление	Контур обратного тока
47	PERn0	PCIe Rx
49	PERp0	PCIe Rx
51	Заземление	Контур обратного тока
53	REFCLKN	Опорный тактовый генератор PCIe
55	REFCLKP	Опорный тактовый генератор PCIe
57	Заземление	Контур обратного тока
67	Не исп.	Не исп.
69	PEDET	Не исп.
71	Заземление	Контур обратного тока
73	Заземление	Контур обратного тока
75	Заземление	Контур обратного тока

№ контакта	Назначение	Описание
2	3,3V	Питание 3,3 В
4	3,3V	Питание 3,3 В
6	Не исп.	Не исп.
8	Не исп.	Не исп.
10	LED1	Сигнал активности устройства (см. [таблицу 2])
12	3,3V	Питание 3,3 В
14	3,3V	Питание 3,3 В
16	3,3V	Питание 3,3 В
18	3,3V	Питание 3,3 В
20	Не исп.	Не исп.
22	Не исп.	Не исп.
24	Не исп.	Не исп.
26	Не исп.	Не исп.
28	Не исп.	Не исп.
30	Не исп.	Не исп.
32	Не исп.	Не исп.
34	Не исп.	Не исп.
36	Не исп.	Не исп.
38	Не исп.	Не исп.
40	Не исп.	Не исп.
42	Не исп.	Не исп.
44	Не исп.	Не исп.
46	Не исп.	Не исп.
48	Не исп.	Не исп.
50	PERST#	Инициализация PCIe
52	CLKREQ#	Запрос тактового генератора устройства PCIe
54	PEWake#	Не исп.
56	Зарезервировано для MFG_Data	Не исп.
58	Зарезервировано для MFG_CLOCK	Не исп.
68	SUSCLK	Не исп.
70	3,3V	Питание 3,3 В
72	3,3V	Питание 3,3 В
74	3,3V	Питание 3,3 В

4.0. Регистры PCI Express и NVM Express

4.1 Регистры PCI Express

4.1.1 Регистры PCI по функциональным группам

Таблица 3. Регистры PCI по функциональным группам

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
00h	3Fh	Заголовок PCI	Функциональность PCI
40h	47h	Функциональность управления питанием PCI	Функциональность PCI
50h	67h	Функциональность MSI	Функциональность PCI
70h	A3h	Функциональность PCI Express	Функциональность PCI
B0h	BBh	Функциональность MSI-X	Функциональность PCI
100h	12Bh	Расширенная функциональность сообщений об ошибках	Функциональность PCI
148h	153h	Функциональность «Серийный номер устройства»	Функциональность PCI
158h	167h	Функциональность «Распределение мощности»	Функциональность PCI
168h	17Bh	Заголовок вторичной шины PCI Express	Функциональность PCI
188h	18Fh	Сообщения о допустимой задержке (Latency Tolerance Reporting, LTR)	Функциональность PCI
190h	19Fh	Регистры функциональности «Подсостояние L1»	Функциональность PCI

4.1.2 Регистры заголовка PCI

Таблица 4. Сводка регистров заголовка PCI

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
00h	03h	ID	Идентификаторы (Identifiers)
04h	05h	CMD	Регистр команд (Command Register)
06h	07h	STS	Состояние устройства (Device Status)
08h	08h	RID	Идентификатор версии (Revision ID)
09h	0Bh	CC	Коды классов (Class Codes)
0Ch	0Ch	CLS	Размер кэш-линии (Cache Line Size)
0Dh	0Dh	MLT	Основной таймер задержки (Master Latency Timer)
0Eh	0Eh	HTYPE	Тип заголовка (Header Type)
0Fh	0Fh	BIST	Самотестирование (Built in Self Test)
10h	13h	MLBAR (BAR0)	Базовый адрес регистров памяти (младшие 32 бита)
14h	17h	MUBAR (BAR1)	Базовый адрес регистров памяти (старшие 32 бита)
18h	1Bh	IDBAR (BAR2)	Базовый адрес регистра пар индекс/данные (Index/Data Pair Register Base Address)
1Ch	1Fh	BAR3	Зарезервировано
20h	23h	BAR4	Зарезервировано
24h	27h	BAR5	Зарезервировано
28h	2Bh	CCPTR	Указатель структуры CardBus платы CIS (CardBus CIS Pointer)
2Ch	2Fh	SS	Идентификаторы подсистем (Subsystem Identifiers)
30h	33h	EROM	Базовый адрес дополнительной флэш-памяти (Expansion ROM Base Address)
34h	34h	CAP	Указатель возможностей (Capabilities Pointer)
35h	3Bh	R	Зарезервировано
3Ch	3Dh	INTR	Информация о прерывании (Interrupt Information)
3Eh	3Eh	MGNT	Минимальные права на доступ к шине (Minimum Grant)
3Fh	3Fh	MLAT	Максимальная задержка (Maximum Latency)

Таблица 5. Регистр идентификаторов (Identifier Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–16	RO	A804h	Идентификатор устройства (Device ID)
0–15	RO	144Dh	Идентификатор производителя (Vendor ID)

Таблица 6. Регистр команд (Command Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:11	RO	0	Зарезервировано
10	RW	0	Отключение прерываний (Interrupt Disable)
9	RO	0	Активация быстрых транзакций Back-to-Back (Fast Back-to-Back Enable) (не исп.)
8	RW	0	Активация SERR# (SERR# Enable) (не исп.)
7	RO	0	Управление пошаговым режимом IDSEL / циклом ожидания (IDSEL Stepping/Wait Cycle Control) (не исп.)
6	RW	0	Активация отклика на искаженные пакеты уровня транзакций (Parity Error Response Enable)
5	RO	0	Активация отслеживания палитры VGA (VGA Palette Snooping Enable) (не исп.)
4	RO	0	Разрешение на использование команды «Memory Write and Invalidate» (Memory Write and Invalidate Enable) (не исп.)
3	RO	0	Активация специального цикла (Special Cycle Enable) (не исп.)
2	RW	0	Разрешение устройству действовать как мастер на шине PCI (Bus Master Enable)
1	RW	0	Разрешение устройству отвечать на доступы в пространство памяти (Memory Space Enable)
0	RW	0	Разрешение устройству отвечать на доступы в пространство ввода-вывода (I/O Space Enable)

Таблица 7. Регистр состояния устройства (Device Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW1C	0	Обнаружена ошибка четности (Detected Parity Error)
14	RW1C	0	Установлен сигнал SERR# (Signaled System Error) (не исп.)
13	RW1C	0	Транзакция мастера завершена с типом «Master-Abort» (Received Master Abort)
12	RW1C	0	Транзакция мастера завершена с типом «Target-Abort» (Received Target Abort)
11	RW1C	0	Завершена транзакция с типом «Target-Abort» (Signaled Target Abort) (не исп.)
10-9	RO	0	Время установки сигнала DEVSEL# (DEVSEL Timing) (не исп.)
8	RW1C	0	Мастером шины обнаружена ошибка четности (Master Data Parity Error Detected)
7	RO	0	Возможность быстрых транзакций Fast Back-to-Back (Fast Back-to-Back Transaction Capable) (не исп.)
6	RO	0	Зарезервировано
5	RO	0	Способность устройства работать на частоте 66 МГц (66MHz Capable) (не исп.)
4	RO	1	Указатель на связанный список новых возможностей (Capabilities List)
3	RO	0	Состояние прерывания устройства или функции (INTx Status)
2-0	RO	0	Зарезервировано

Таблица 8. Регистр идентификатора версии (Revision ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7-0	RO	00h	Идентификатор версии аппаратуры контроллера (Controller Hardware Revision ID)

Таблица 9. Регистр кодов классов (Class Code Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
23-16	RO	1h	Код базового класса (Base Class Code)
15-8	RO	8h	Код подкласса (Sub Class Code)
7-0	RO	2h	Интерфейс программирования (Programming Interface)

Таблица 10. Регистр размера кэш-линии (Cache Line Size Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7-0	RW	0h	Не исп.

Таблица 11. Регистр основного таймера задержки (Master Latency Timer Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7-0	RO	0	Не исп.

Таблица 12. Регистр типа заголовка (Header Type Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7-0	RO	0	Не исп.

Таблица 13. Регистр самотестирования (Built In Self -test Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7-0	RO	0	Не исп.

Таблица 14. Регистр младших 32 битов базового адреса регистров памяти (BAR0) (Memory Register Base Address Lower 32-bits (BAR0) Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-14	RW	0	Базовый адрес (Base Address)
13-4	RO	0	
2-1	RO	2	Тип адреса (64 бита) (Address Type (64-bit))
0	RO	0	Индикатор пространства памяти (Memory Space Indicator (MEMSI))

Таблица 15. Старшие 32 бита базового адреса регистров памяти (Memory Register Base Address Upper 32-bits) (BAR1)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-0	RW	0	Базовый адрес (Base Address)

Таблица 16. Регистр базового адреса регистра пар индекс/данные (BAR2) (Index/Data Pair Register Base Address (BAR2) Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-0	RO	0	Не исп.

Таблица 17. Регистр BAR3 (BAR3 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-0	RO	0	Не исп.

Таблица 18. Специальный регистр производителя BAR4 (Vendor Specific BAR4 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-0	RO	0	Не исп.

Таблица 19. Специальный регистр производителя BAR5 (Vendor Specific BAR5 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-0	RO	0	Не исп.

Таблица 20. Регистр указателя структуры Cardbus платы CIS (Cardbus CIS Pointer Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-0	RO	0	Не исп.

Таблица 21. Регистр идентификатора подсистемы (Subsystem Identifier Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31-16	RO	A801	Идентификатор подсистемы (Subsystem ID)
15-0	RO	144D	Идентификатор производителя подсистемы (Subsystem Vendor ID)

Таблица 22. Регистр дополнительной флэш-памяти (Expansion ROM Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–17	RW	0	Базовый адрес дополнительной флэш-памяти (Expansion ROM Base Address)
16–1	RO	0	
0	RW	0	Активация/отключение дополнительной флэш-памяти (Expansion ROM Enable/Disable)

Таблица 23. Регистр указателя списка функциональностей (Capabilities Pointer Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7–0	RO	40h	Указатель функциональности (указывает смещение функциональности «Управление питанием PCI») (Capability Pointer (Points to PCI Power Management Capability Offset))

Таблица 24. Регистр информации о прерывании (Interrupt Information Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–8	RO	01	Контакт прерывания (Interrupt Pin)
7–0	RW	0	Линия прерывания (Interrupt Line)

Таблица 25. Регистр минимальных прав на доступ к шине (Minimum Grant Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7–0	RO	0	Минимальные права на доступ к шине (Minimum Grant)

Таблица 26. Регистр максимальной задержки (Maximum Latency Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
71–0	RO	0	Максимальная задержка (Maximum Latency)

4.1.3 Регистры управления питанием PCI

Таблица 27. Сводка регистров функциональностей «Управление питанием PCI»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
40h	40h	PID	Идентификатор функциональности «Управление питанием PCI»
41h	41h	Next cap ptr	Указатель следующей функциональности
42h	43h	PMC	Функциональности управления питанием PCI
44h	45h	PMCS	Состояние и управление питанием PCI
46h	46h	PMCSR_BSE	Расширения моста PMCSR_BSE (PMCSR_BSE Bridge Extensions)
47h	47h	Data	Данные

Таблица 28. Регистр идентификатора функциональности «Управление питанием PCI» (PCI Power Management Capability ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–8	RO	50h	Следующая функциональность (Next Capability)
7–0	RO	1h	Идентификатор функциональности (Capability ID)

Таблица 29. Регистр идентификатора функциональности «Управление питанием PCI» (PCI Power Management Capability ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:11	RO	0	Поддержка PME (PME Support) (не исп.)
10	RO	0	Поддержка D2 (D2 support)
9	RO	0	Поддержка D1 (D1 support)
8:6	RO	0	Ток AUX (AUX Current) (не исп.)
5	RO	0	Специальная инициализация устройства (Device Specific Initialization)
4	RsvdP	0	Зарезервировано
3	RO	0	Тактовый генератор PME (PME Clock)
2:0	RO	3h	Версия (поддержка для обновления 1.2) (Version (Support for revision 1.2))

Таблица 30. Регистр состояния и управления питанием PCI (PCI Power Management Control and Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–24	RsvdP	0	Регистр данных (Data register)
23	RO	0	Активация питания шины / тактового генератора (Bus power/Clock enable)
22	RO	0	Поддержка B2, B3 (B2, B3 support)
21–16	RsvdP	0	Зарезервировано
15	RO	0	Состояние PME (PME_Status) (не исп.)
14–13	RO	0	Масштаб данных (Data Scale) (не исп.)
12–9	RO	0	Выбор данных (Data Select) (не исп.)
8	RWS	0	Активация PME (PME enable) (не исп.)
7–4	RsvdP	0	Зарезервировано
3	RO	1	Без программной инициализации (No Soft Reset)
2	RsvdP	0	Зарезервировано
1–0	RW	0	Состояние питания (Power State)

4.1.4 Регистры сообщения, сигнализирующего о прерывании

Таблица 31. Сводка регистров функциональностей «Сообщение, сигнализирующее о прерывании»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
50h	51h	MID	Идентификатор функциональности «Сообщение, сигнализирующее о прерывании»
52h	53h	MC	Управление сообщением, сигнализирующем о прерывании
54h	57h	MA	Адрес сообщения, сигнализирующего о прерывании
58h	5Bh	MUA	Старшая часть адреса сообщения, сигнализирующего о прерывании
5Ch	5Dh	MD	Данные сообщения, сигнализирующего о прерывании
60h	63h	MMASK	Биты масок сообщений, сигнализирующих о прерывании
64h	67h	MPEND	Биты незавершенных сообщений, сигнализирующих о прерывании

Таблица 32. Регистр идентификатора функциональности «Сообщение, сигнализирующее о прерывании» (Message Signaled Interrupt Capability ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–8	RO	50h	Следующая функциональность (Next Capability)
7–0	RO	1h	Идентификатор функциональности (Capability ID)

Таблица 33. Регистр адреса сообщения, сигнализирующего о прерывании (Message Signaled Interrupt Address Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:9	RsvdP	0	Зарезервировано
8	RO	0	Возможность маскирования векторов (Per Vector Masking Capable)
7	RO	1h	Возможность 64-битного адреса (64-bit Address Capable)
6:4	RW	0h	Активация нескольких сообщений (Multiple Message Enable)
3:1	RO	5h	Возможность нескольких сообщений (Multiple Message Capable)
0	RW	0h	Активация MSI (MSI Enable)

Таблица 34. Регистр адреса сообщения, сигнализирующего о прерывании (Message Signaled Interrupt Address Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–2	RW	0	Адрес
1–0	RO	0	Зарезервировано

Таблица 35. Регистр старшей части адреса сообщения, сигнализирующего о прерывании (Message Signaled Interrupt Upper Address Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–0	RW	0	Старшая часть адреса (Upper Address)

Таблица 36. Регистр данных сообщения, сигнализирующего о прерывании (Message Signaled Interrupt Message Data Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
0–15	RW	0	Данные
31:16	RsvdP	0	Зарезервировано

Таблица 37. Регистр битов масок сообщений, сигнализирующих о прерывании (Message Signaled Interrupt Mask Bits Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–0	RW	0	Биты масок (Mask Bits)

Таблица 38. Регистр битов незавершенных сообщений, сигнализирующих о прерывании (Message Signaled Interrupt Pending Bits Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–0	RO	0	Биты незавершенных сообщений (Pending Bits)

4.1.5 Регистры MSI-X (MSI-X Registers)

Таблица 39. Сводка регистров функциональностей MSI-X

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
B0h	B1h	MXID	Идентификатор функциональности MSI-X
B2h	B3h	MXC	Управление сообщениями MSI-X
B4h	B7h	MTAB	Регистр BIR для адреса таблицы MSI-X и смещения в ней (MSI-X Table Offset and Table BIR)
B8h	BBh	MPBA	Регистр BIR для массива битов незавершенных транзакций MSI-X и смещения в нем

Таблица 40. Регистр идентификатора MSI-X (MSI-X Identifier Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–8	RO	00h	Следующая функциональность (Next Capability)
7–0	RO	11h	Идентификатор функциональности (Capability ID)

Таблица 41. Регистр управления MSI-X (MSI-X Control Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW	0	Активация MSI-X (MSI-X Enable)
14	RW	0	Маска функции (Function Mask) 13–11
13–11	RsvdP	0	Зарезервировано
10–0	RO	7h	Размер таблицы (Table Size)

Таблица 42. Регистр смещения таблицы MSI-X (MSI-X Table Offset Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–3	RO	600h	Смещение таблицы (Table Offset)
2–0	RO	0	Регистр BIR для таблицы (Table BIR)

Таблица 43. Регистр смещения массива битов незавершенных транзакций MSI-X (MSI-X Pending Bit Array Offset Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–3	RO	400h	Смещение массива битов незавершенных транзакций (Pending Bit Array Offset)
2–0	RO	0	Регистр BIR для массива битов незавершенных операций (Pending Bit Array BIR)

4.1.6 Регистры функциональностей PCI Express (PCI Express Capability Register)

Таблица 44. Сводка регистров функциональностей PCI Express (PCI Express Capability Register Summary)

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
70h	71h	PXID	Идентификатор функциональности PCI Express (PCI Express Capability ID)
72h	73h	PXCAP	Функциональности PCI Express (PCI Express Capabilities)
74h	77h	PXDCAP	Функциональности устройства PCI Express (PCI Express Device Capabilities)
78h	79h	PXDC	Управление устройством PCI Express (PCI Express Device Control)
7Ah	7Bh	PXDS	Состояние устройства PCI Express (PCI Express Device Status)
7Ch	7Fh	PXLCAP	Функциональности канала PCI Express (PCI Express Link Capabilities)
80h	81h	PXLC	Управление каналом PCI Express (PCI Express Link Control)
82h	83h	PXLS	Состояние канала PCI Express (PCI Express Link Status)
94h	97h	PXDCAP2	Функциональности 2 устройства PCI Express (PCI Express Device Capabilities 2)
98h	99h	PXDC2	Управление 2 устройством PCI Express (PCI Express Device Control 2)
9Ah	9Bh	PXDS2	Состояние 2 устройства PCI Express (PCI Express Device Status 2)
9Ch	9Fh	PXLCAP2	Функциональности 2 канала PCI Express (PCI Express Link Capabilities 2)
A0h	A1h	PXLC2	Управление 2 каналом PCI Express (PCI Express Link Control 2)
A2h	A3h	PXLS2	Состояние 2 канала PCI Express (PCI Express Link Status 2)

Таблица 45. Регистр идентификатора функциональности PCI Express (PCI Express Capability ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–8	RO	B0h	Следующий указатель (функциональность MSI-X) (Next Pointer (MSI-X Capability))
7–0	RO	10h	Идентификатор функциональности (Capability ID)

Таблица 46. Регистр идентификатора функциональности PCI Express (PCI Express Capabilities ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–14	RsvdP	0	Зарезервировано
13:9	RO	0	Номер сообщения прерывания (Interrupt Message Number)
8	HwInit	0	Реализация слота (Slot Implementation) (не исп.)
7:4	RO	0	Тип устройства/порта (Device/Port Type)
3:0	RO	2h	Версия функциональности (Capability Version)

Таблица 47. Регистр функциональностей устройства PCI Express (PCI Express Device Capabilities Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–29	RsvdP	0	Зарезервировано
28	RO	1	Функциональность инициализации уровня функции (Function Level Reset Capability)
27–26	RO	0	Масштаб ограничения питания для занятого слота (Captured Slot Power Limit Scale)
25–18	RO	0	Значение ограничения питания для занятого слота (Captured Slot Power Limit Value)
17–16	RsvdP	0	Зарезервировано
15	RO	1	Сообщения об ошибках на основе ролей (Role-based Error Reporting)
14–12	RO	0	Зарезервировано
11–9	RO	7h	Допустимая задержка в конечной точке L1 (Endpoint L1 Acceptable Latency)
8–6	RO	7h	Допустимая задержка в конечной точке L0 (Endpoint L0 Acceptable Latency)
5	RO	0	Поддержка расширенного поля тега (Extended Tag Field Supported)
4–3	RO	0	Поддержка фантомных функций (Phantom Functions Supported)
2–0	RO	1h	Макс. поддерживаемый размер полезных данных (256 байт полезных данных) (Max Payload Size Supported (256 byte payload))

Таблица 48. Регистр управления устройством PCI Express (PCI Express Device Control Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW	0	Сброс уровня функции (Initiate Function Level Reset)
14–12	RW	2h	Макс. размер запроса на чтение (Max Read Request Size)
11	RW	1	Активация отмены отслеживания (Enable No Snoop)
10	RWS	0	Активация вспомогательного питания (Aux Power PM Enable) (не исп.)
9	RW	0	Активация фантомных функций (Phantom Functions Enable) (не исп.)
8	RW	0	Активация расширенного поля тега (Extended Tag Enable)
7–5	RW	0	Макс. размер полезных данных (Max Payload Size)
4	RW	1	Активация нестрогого упорядочения (Enable Relaxed Ordering) (не исп.)
3	RW	0	Активация сообщений о неподдерживаемых запросах (Unsupported Request Reporting Enable)
2	RW	0	Активация сообщений о критических ошибках (Fatal Error Reporting Enable)
1	RW	0	Активация сообщений о некритических ошибках (Non-Fatal Error Reporting Enable)
0	RW	0	Активация сообщений об исправимых ошибках (Correctable Error Reporting Enable)

Таблица 49. Регистр состояния устройства PCI Express (PCI Express Device Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–6	RsvdZ	0	Зарезервировано
5	RO	0	Незавершенные транзакции (Transactions Pending)
4	RO	1	Обнаружено вспомогательное питание (Aux Power Detected)
3	RW1C	0	Обнаружен неподдерживаемый запрос (Unsupported Request Detected)
2	RW1C	0	Обнаружена критическая ошибка (Fatal Error Detected)
1	RW1C	0	Обнаружена некритическая ошибка (Non-Fatal Error Detected)
0	RW1C	0	Обнаружена исправимая ошибка (Correctable Error Detected)

Таблица 50. Регистр функциональностей канала PCI Express (PCI Express Link Capabilities Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–24	HwInit	0 (порт 0)	Номер порта (Port Number)
23	RsvdP	0	Зарезервировано
22	HwInit	1h	Необязательное соответствие ASPM (ASPM Optionality Compliance)
21	RO	0	Функциональность уведомления о пропускной способности канала (Link Bandwidth Notification Capability) (не исп.)
20	RO	0	Функциональность сообщений об активных соединениях уровня канала данных (Data Link Layer Link Active Reporting Capable) (не исп.)
19	RO	0	Функциональность сообщений об ошибках внезапного выключения (Surprise Down Error Reporting Capable) (не исп.)
18	RO	1	Управление питанием тактового генератора (Clock Power Management)
17–15	RO	6	Задержка при выходе L1 (L1 Exit Latency)
14–12	RO	7h	Задержка при выходе L0s (L0s Exit Latency)
11–10	RO	2	Поддержка управления питанием в активном состоянии (Active State Power Management Support)
9–4	RO	4h (4 канала)	Максимальная ширина канала (Maximum Link Width)
3–0	RO	3h	Поддерживаемые значения скорости канала (Supported Link Speeds)

Таблица 51. Регистр управления каналом PCI Express (PCI Express Link Control Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:14	RW/RsvdP	0	Зарезервировано
13:12	RsvdP	0	Зарезервировано
11	RsvdP	0	Активация прерывания автономной пропускной способности канала (Link Autonomous Bandwidth Interrupt Enable)
10	RsvdP	0	Активация прерывания управления пропускной способностью канала (Link Bandwidth Management Interrupt Enable)
9	RsvdP	0	Отключение автономного изменения ширины канала (Hardware Autonomous Width Disable)
8	RW	0	Активация управления питанием тактового генератора (Enable Clock Power Management)
7	RW	0	Расширенная синхронизация (Extended Sync)
6	RW	0	Конфигурация общего тактового генератора (Common Clock Configuration)
5	RsvdP	0	Переобучение канала (Retrain Link)
4	RsvdP	0	Отключение канала (Link Disable)
3	RW	0	Граница выравнивания адресов запросов чтения для исполнения (Read Completion Boundary) (не исп.)
2	RsvdP	0	Зарезервировано
1–0	RW	0	Управление питанием в активном состоянии (Active State Power Management Control)

Таблица 52. Регистр состояния канала PCI Express (PCI Express Link Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW1C	0	Состояние автономной пропускной способности канала (Link Autonomous Bandwidth Status)
14	RW1C	0	Состояние управления пропускной способностью канала (Link Bandwidth Management Status)
13	RO	0	Активное соединение уровня канала данных (Data Link Layer Link Active)
12	HwInit	1	Конфигурация тактового генератора слота (Slot Clock Configuration)
11	RO	0	Обучение канала (Link Training) (1 — обучение канала выполняется; 0 — обучение канала не выполняется) (не по стандарту)
10	RO	0	Зарезервировано
9–4	RO	1	Не исп.
3–0	RO	1	Не исп.

спецификация

Таблица 53. Регистр 2 функциональностей устройства PCI Express (PCI Express Device Capabilities 2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31	HwInit	0	Поддержка FRS (FRS Supported) (не исп.)
30–24	RsvdP	0	Зарезервировано
23–22	HwInit	0	Максимальное число префиксов сквозных пакетов уровня транзакций (Max End-End TLP Prefixes) (не исп.)
21	HwInit	0	Поддерживаемый префикс сквозных пакетов уровня транзакций (End-End TLP Prefix Supported) (не исп.)
20	RO	0	Поддерживаемый расширенный формат поля (Extended Format Field Supported) (не исп.)
19–18	HwInit	0	Поддержка OBFF (OBFF Supported) (не исп.)
17–16	RsvdP	0	Зарезервировано
15–14	HwInit	0	Системный размер кэш-строки LN (LN System CLS) (не исп.)
13–12	RO	0	Поддержка исполнителя запросов TPH (TPH Completer Supported) (не исп.)
11	RO	1	Поддержка сообщений о допустимой задержке (Latency Tolerance Reporting Supported)
10	HwInit	0	Без передачи одноканального трафика при активированном нестрогом упорядочении (No RO-enabled PR-PR Passing) (не исп.)
9	RO	0	Поддержка 128-битного исполнителя CAS (128-bit CAS Completer Supported) (не исп.)
8	RO	0	Поддержка 64-битного исполнителя атомарных операций (64-bit Atomic Op Completer Supported) (не исп.)
7	RO	0	Поддержка 32-битного исполнителя атомарных операций (64-bit Atomic Op Completer Supported) (не исп.)
6	RO	0	Поддержка маршрутизации атомарных операций (Atomic Op Routing Supported) (не исп.)
5	RO	0	Поддержка перенаправления ARI (ARI Forwarding Supported) (не исп.)
4	RO	1	Поддержка отключения ограничения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Disable Supported)
3–0	HwInit	Fh	Поддержка диапазонов ограничения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Ranges Supported)

Таблица 54. Регистр 2 управления устройством PCI Express (PCI Express Device Control 2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Блокировка префикса сквозных пакетов уровня транзакций (End-to-end TLP Prefix Blocking) (не исп.)
14–13	RW/RsvdP	0	Активация OBFF (OBFF Enable) (не исп.)
12:11	RsvdP	0	Зарезервировано
10	RW	0	Активация механизма сообщений о допустимой задержке (Latency Tolerance Reporting Mechanism Enable)
9	RW	0	Разрешение установки бита IDO исполнений (IDO Completion Enable) (не исп.)
8	RW	0	Активация запроса IDO (IDO Request Enable) (не исп.)
7	RW	0	Блокировка исходящих атомарных операций (AtomicOp Egress Blocking) (не исп.)
6	RW	0	Активация инициатора атомарных операций (AtomicOp Requester Enable) (не исп.)
5	RW	0	Активация перенаправления ARI (ARI Forwarding Enable)
4	RW	0	Отключение ограничения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Disable)
3:0	RW	0	Значение ограничения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Value)

Таблица 55. Регистр 2 состояния устройства PCI Express (PCI Express Device Status 2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–0	RsvdZ	0	Зарезервировано

Таблица 56. Регистр 2 функциональностей канала PCI Express (PCI Express Link Capabilities 2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31	RO	0	Зарезервировано
30:24	RsvdP	0h	Зарезервировано
23	HwInit	0	Зарезервировано
22:16	HwInit	0h	Вектор поддерживаемой скорости приема SKP OS, не исп.
15:9	HwInit	0h	Вектор поддерживаемой скорости передачи SKP OS, не исп.
8	RO	0	Поддержка Cross-Link (не исп.)
7:1	RO	7h	Вектор поддерживаемой скорости
0	RsvdP	0	Зарезервировано

Таблица 57. Регистр 2 управления каналом PCI Express (PCI Express Link Control 2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–12	RWS/RsvdP	0	Соответствие: коррекция поднесущей (Compliance De-emphasis)
11	RWS/RsvdP	0	Соответствие: SOS-бит (Compliance SOS)
10	RWS/RsvdP	0	Передача шаблона «Modified Compliance» (Enter Modified Compliance)
9–7	RWS/RsvdP	0	Уровень напряжения разъемов трансмиттера (Transmit Margin)
6	HwInit	0	Выбор коррекции поднесущей (Selectable De-Emphasis)
5	RWS/RsvdP	0	Отключение автономной скорости оборудования (Hardware Autonomous Speed Disable)
4	RWS/RsvdP	0	Ввод соответствия (Enter Compliance)
3–0	RWS/RsvdP	3h	Целевая скорость канала (Target Link Speed) 1h: 2,5 ГТ/с (1-е поколение) 2h: 5,0 ГТ/с (2-е поколение) 3h: 8 ГТ/с (3-е поколение)

Таблица 58. Регистр 2 состояния канала PCI Express (PCI Express Link Status 2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–6	RsvdZ	0	Зарезервировано
5	RW1CS	0	Запрос на выравнивание канала (Link Equalization Request)
4	ROS	0	3-й этап выравнивания успешно выполнен (Equalization Phase 3 Successful)
3	ROS	0	2-й этап выравнивания успешно выполнен (Equalization Phase 3 Successful)
2	ROS	0	1-й этап выравнивания успешно выполнен (Equalization Phase 3 Successful)
1	ROS	0	Выравнивание выполнено (Equalization Complete)
0	RO	1	Текущая коррекция поднесущей (Current De-Emphasis)

4.1.7 Регистры расширенной функциональности сообщений об ошибках

Таблица 59. Сводка регистров расширенной функциональности сообщений об ошибках

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
100h	103h	AERID	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: идентификатор функциональности
104h	107h	AERUCES	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: состояние неисправимой ошибки
108h	10Bh	AERUCEM	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: маски неисправимых ошибок
10Ch	10Fh	AERUCESEV	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: уровень серьезности неисправимой ошибки
110h	113h	AERCES	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: состояние исправимой ошибки
114h	117h	AERCEM	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: маски исправимых ошибок
118h	11Bh	AERCC	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: возможности и управление
11Ch	12Bh	AERHL	Расширенная функциональность сообщений об ошибках: журнал заголовков

Таблица 60. Регистр идентификатора расширенной функциональности сообщений об ошибках (AER Capability ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–20	RO	148h	Следующий указатель (Next Pointer) (Указывает на смещение заголовка расширенной функциональности «Вторичная шина PCI Express»)
19–16	RO	2h	Версия функциональности (Capability Version)
15–0	RO	1h	Идентификатор функциональности (Capability ID)

Таблица 61. Регистр состояния неисправимых ошибок расширенной функциональности сообщений об ошибках
(AER Uncorrectable Error Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:27	RsvdZ	0	Зарезервировано
26	RW1CS	0	Состояние блокировки исходящих недействительных пакетов уровня транзакций (Poisoned TLP Egress Blocked Status) (не исп.)
25	RW1CS	0	Состояние ошибки: блокировка префикса пакетов уровня транзакций (TLP Prefix Blocked Error Status) (не исп.)
24	RW1CS	0	Состояние блокировки исходящих атомарных операций (Atomic Op Egress Blocked Status) (не исп.)
23	RW1CS	0	Состояние блокировки многоадресных пакетов уровня транзакций (MC Blocked TLP Status) (не исп.)
22	RW1CS	0	Состояние неисправимой внутренней ошибки (Uncorrectable Internal Error Status) (не исп.)
21	RW1CS	0	Управление доступом: состояние нарушения (ACS Violation Status) (не исп.)
20	RW1CS	0	Состояние ошибки неподдерживаемого запроса (Unsupported Request Error Status)
19	RW1CS	0	Состояние ошибки сквозной контрольной суммы (ECRC Error Status)
18	RW1CS	0	Состояние недопустимого пакета уровня транзакций (Malformed TLP Status)
17	RW1CS	0	Состояние перегрузки приемника (Receiver Overflow Status)
16	RW1CS	0	Непредвиденное состояние исполнения (Unexpected Completion Status)
15	RW1CS	0	Состояние прерывания исполнителя (Completer Abort Status)
14	RW1CS	0	Состояние превышения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Status)
13	RW1CS	0	Состояние ошибки протокола управления потоком (Flow Control Protocol Error Status)
12	RW1CS	0	Состояние недействительного пакета уровня транзакций (Poisoned TLP Status)
11:6	RsvdZ	0	Зарезервировано
5	RW1CS	0	Состояние ошибки внезапного выключения (Surprise Down Error Status) (не исп.)
4	RW1CS	0	Состояние ошибки протокола канала данных (Data Link Protocol Error Status)
3:1	RsvdZ	0	Зарезервировано
0	Не определено	0	Не определено

Таблица 62. Регистр масок неисправимых ошибок расширенной функциональности сообщений об ошибках
(AER Uncorrectable Error Mask Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:27	RsvdZ	0	Зарезервировано
26	RWS	0	Маска блокировки исходящих недействительных пакетов уровня транзакций (Poisoned TLP Egress Blocked Mask) (не исп.)
25	RWS	0	Маска ошибки блокировки префикса пакетов уровня транзакций (TLP Prefix Blocked Error Mask) (не исп.)
24	RWS	0	Маска блокировки исходящих атомарных операций (Atomic Op Egress Blocked Mask) (не исп.)
23	RWS	0	Маска блокировки многоадресных пакетов уровня транзакций (MC Blocked TLP Mask) (не исп.)
22	RWS	1	Маска неисправимой внутренней ошибки (Uncorrectable Internal Error Mask) (не исп.)
21	RWS	0	Управление доступом: маска нарушения (ACS Violation Mask) (не исп.)
20	RWS	0	Маска ошибки неподдерживаемого запроса (Unsupported Request Error Mask)
19	RWS	0	Маска ошибки сквозной контрольной суммы (ECRC Error Mask)
18	RWS	0	Маска недопустимого пакета уровня транзакций (Malformed TLP Mask)
17	RWS	0	Маска перегрузки приемника (Receiver Overflow Mask)
16	RWS	0	Маска непредвиденного исполнения (Unexpected Completion Mask)
15	RWS	0	Маска прерывания исполнителя (Completer Abort Mask)
14	RWS	0	Маска превышения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Mask)
13	RWS	0	Маска ошибки протокола управления потоком (Flow Control Protocol Error Mask) (не исп.)
12	RWS	0	Маска недействительного пакета уровня транзакций (Poisoned TLP Mask)
11:6	RsvdZ	0	Зарезервировано
5	RWS	0	Маска ошибки внезапного выключения (Surprise Down Error Mask) (не исп.)
4	RWS	0	Маска ошибки протокола канала данных (Data Link Protocol Error Mask)
3:1	RsvdZ	0	Зарезервировано
0	Не определено	0	Не определено

Таблица 63. Регистр уровня серьезности неисправимых ошибок расширенной функциональности сообщений об ошибках (AER Uncorrectable Error Severity Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:27	RsvdP	0	Зарезервировано
26	RWS	0	Уровень серьезности блокировки исходящих недействительных пакетов уровня транзакций (Poisoned TLP Egress Blocked Severity) (не исп.)
25	RWS	0	Уровень серьезности ошибки блокировки префикса пакетов TLP (TLP Prefix Blocked Error Severity) (не исп.)
24	RWS	0	Уровень серьезности блокировки исходящих атомарных операций (Atomic Op Egress Blocked Severity) (не исп.)
23	RWS	0	Уровень серьезности блокировки многоадресных пакетов TLP (MC Blocked TLP Severity) (не исп.)
22	RWS	1	Уровень серьезности неисправимой внутренней ошибки (Uncorrectable Internal Error Severity) (не исп.)
21	RWS	0	Уровень серьезности нарушения управления доступом (ACS Violation Severity) (не исп.)
20	RWS	0	Уровень серьезности ошибки неподдерживаемого запроса (Unsupported Request Error Severity)
19	RWS	0	Уровень серьезности ошибки сквозной контрольной суммы (ECRC Error Severity)
18	RWS	1	Уровень серьезности недопустимого пакета уровня транзакций (Malformed TLP Severity)
17	RWS	1	Уровень серьезности перегрузки приемника (Receiver Overflow Severity)
16	RWS	0	Уровень серьезности непредвиденного исполнения (Unexpected Completion Severity)
15	RWS	0	Уровень серьезности прерывания исполнителя (Completer Abort Severity)
14	RWS	0	Уровень серьезности превышения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Severity)
13	RWS	1	Уровень серьезности ошибки протокола управления потоком (Flow Control Protocol Error Severity)
12	RWS	0	Уровень серьезности недействительных пакетов уровня транзакций (Poisoned TLP Severity)
11:6	RsvdP	0	Зарезервировано
5	RWS	1	Уровень серьезности ошибки внезапного выключения (Surprise Down Error Severity) (не исп.)
4	RWS	1	Уровень серьезности ошибки протокола канала данных (Data Link Protocol Error Severity)
3:1	RsvdP	0	Зарезервировано
0	Не определено	0	Не определено

Таблица 64. Регистр состояния исправимой ошибки расширенной функциональности сообщений об ошибках (AER Correctable Error Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–16	RsvdZ	0	Зарезервировано
15	RW1CS	0	Состояние переполнения журнала заголовков (Header Log Overflow Status) (не исп.)
14	RW1CS	0	Состояние исправленной внутренней ошибки (Corrected Internal Error Status) (не исп.)
13	RW1CS	0	Состояние некритической ошибки-указания (Advisory Non-Fatal Error Status)
12	RW1CS	0	Состояние превышения времени ожидания таймера повтора (Replay Timer Timeout Status)
11–9	RsvdZ	0	Зарезервировано
8	RW1CS	0	Состояние превышения количества повторов (Replay Number Rollover Status)
7	RW1CS	0	Состояние недопустимого пакета канального уровня (Bad DLLP Status)
6	RW1CS	0	Состояние недопустимого пакета уровня транзакций (Bad TLP Status)
5–1	RsvdZ	0	Зарезервировано
0	RW1CS	0	Состояние полученной ошибки (Received Error Status)

Таблица 65. Регистр масок исправимых ошибок расширенной функциональности сообщений об ошибках (AER Correctable Error Mask Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–16	RsvdP	0	Зарезервировано
15	RWS	0	Маска переполнения журнала заголовков (Header Log Overflow Mask) (не исп.)
14	RWS	1	Маска исправленной внутренней ошибки (Corrected Internal Error Mask) (не исп.)
13	RWS	1	Маска некритической ошибки-указания (Advisory Non-Fatal Error Mask)
12	RWS	0	Маска превышения времени ожидания таймера повтора (Replay Timer Timeout Mask)
11–9	RsvdP	0	Зарезервировано
8	RWS	0	Маска превышения количества повторов (Replay Number Rollover Mask)
7	RWS	0	Маска недопустимого пакета канального уровня (Bad DLLP Mask)
6	RWS	0	Маска недопустимого пакета уровня транзакций (Bad TLP Mask)
5–1	RsvdP	0	Зарезервировано
0	RWS	0	Маска полученной ошибки (Received Error Mask)

Таблица 66. Регистр расширенных функциональностей сообщений об ошибках и управления ими (AER Capabilities and Control Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–13	RsvdP	0	Зарезервировано
12	RO	0	Возможность ведения журнала префиксов/заголовков превышения времени ожидания исполнения (Completion Timeout Prefix/Header Log Capable) (не исп.)
11	ROS	0	Наличие журнала префиксов пакетов уровня транзакций (TLP Prefix Log Present) (не исп.)
10	RWS	0	Активация записи нескольких заголовков (Multiple Header Recording Enable) (не исп.)
9	RO	0	Возможность записи нескольких заголовков (Multiple Header Recording Capable) (не исп.)
8	RWS	0	Активация проверки сквозной контрольной суммы (ECRC Check Enable)
7	RO	1	Возможность проверки сквозной контрольной суммы (ECRC Check Capable)
6	RWS	0	Активация создания сквозной контрольной суммы (ECRC Generation Enable)
5	RO	1	Возможность создания сквозной контрольной суммы (ECRC Generation Capable)
4–0	ROS	0	Указатель первой ошибки (First Error Pointer)

Таблица 67. Регистр журнала заголовков расширенной функциональности сообщений об ошибках (AER Header Log Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
127:120	ROS	0	Байт заголовка 0
119–112	ROS	0	Байт заголовка 1
111:104	ROS	0	Байт заголовка 2
103–96	ROS	0	Байт заголовка 3
95–88	ROS	0	Байт заголовка 4
87–80	ROS	0	Байт заголовка 5
79:72	ROS	0	Байт заголовка 6
71–64	ROS	0	Байт заголовка 7
63:56	ROS	0	Байт заголовка 8
55:48	ROS	0	Байт заголовка 9
47–40	ROS	0	Байт заголовка 10
39:32	ROS	0	Байт заголовка 11
31:24	ROS	0	Байт заголовка 12
23–16	ROS	0	Байт заголовка 13
15:8	ROS	0	Байт заголовка 14
7:0	ROS	0	Байт заголовка 15

Таблица 68. Сводка регистров функциональностей вторичной шины PCI Express

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
168h	16Bh	SPXID	Функциональность вторичной шины PCI Express
16Ch	16Fh	PXLC3	Управление 3 каналом PCI Express (PCI Express Link Control 2)
170h	173h	PXLE	Состояние ошибки линии PCI Express
174h	175h	PXL0EC	Управление выравниванием линии 0 PCI Express
176h	177h	PXL1EC	Управление выравниванием линии 1 PCI Express
178h	179h	PXL2EC	Управление выравниванием линии 2 PCI Express
17Ah	17Bh	PXL3EC	Управление выравниванием линии 3 PCI Express

Таблица 69. Регистр идентификаторов функциональностей вторичной шины PCI Express (Secondary PCI Express Capability ID Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–20	RO	188h	Следующий указатель (специальная функциональность производителя Samsung) (Next Pointer(Samsung Vendor Specific Capability))
19–16	RO	1h	Версия функциональности (Capability Version)
15–0	RO	0019h	Идентификатор функциональности (расширенная функциональность «Вторичная шина PCI Express») (Capability ID (Secondary PCI Express Extended capability))

Таблица 70. Регистр 3 управления каналом PCI Express (PCI Express Link Control 3 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RsvdP	0h	Зарезервировано
15:9	RW	0h	Включение производителя передачи Lower SKP OS (не исп.)
8:2	RsvdP	0h	Зарезервировано
1	RW	0	Включение прерывания запроса компенсации связи (не исп.)
0	RW	0	Выполнение компенсации (не исп.)

Таблица 71. Регистр состояния ошибки линии PCI Express (PCI Express Lane Error Status Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–4	RsvdP	0	Зарезервировано
3–0	RW1CS	0	Биты состояния ошибки линии (Lane Error Status Bits)

Таблица 72. Регистр выравнивания линии 0 PCI Express (PCI Express Lane 0 Equalization Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14–12	HwInit/RO	0	Подсказка преднастройки приемника Upstream-порта (Upstream Port Receiver Preset Hint)
11:8	HwInit/RO	0	Преднастройка передатчика Upstream-порта (Upstream Port Transmitter Preset)
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6:4	HwInit/RsvdP	0	Подсказка преднастройки приемника Downstream-порта (Downstream Port Receiver Preset Hint) (не исп.)
3:0	HwInit/RsvdP	0	Преднастройка передатчика Downstream-порта (Downstream Port Transmitter Preset) (не исп.)

Таблица 73. Регистр выравнивания линии 1 PCI Express (PCI Express Lane 1 Equalization Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14–12	HwInit/RO	0	Подсказка преднастройки приемника Upstream-порта (Upstream Port Receiver Preset Hint)
11–8	HwInit/RO	0	Преднастройка передатчика Upstream-порта (Upstream Port Transmitter Preset)
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6–4	HwInit/RsvdP	0	Подсказка преднастройки приемника Downstream-порта (Downstream Port Receiver Preset Hint) (не исп.)
3–0	HwInit/RsvdP	0	Преднастройка передатчика Downstream-порта (Downstream Port Transmitter Preset) (не исп.)

Таблица 74. Регистр выравнивания линии 2 PCI Express (PCI Express Lane 1 Equalization Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14–12	HwInit/RO	0	Подсказка преднастройки приемника Upstream-порта (Upstream Port Receiver Preset Hint)
11–8	HwInit/RO	0	Преднастройка передатчика Upstream-порта (Upstream Port Transmitter Preset)
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6–4	HwInit/RsvdP	0	Подсказка преднастройки приемника Downstream-порта (Downstream Port Receiver Preset Hint) (не исп.)
3–0	HwInit/RsvdP	0	Преднастройка передатчика Downstream-порта (Downstream Port Transmitter Preset) (не исп.)

4.1.8 Регистр функциональности «Серийный номер устройства»

Таблица 75. Регистр выравнивания линии 3 PCI Express (PCI Express Lane 1 Equalization Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14–12	HwInit/RO	0	Подсказка преднастройки приемника Upstream-порта (Upstream Port Receiver Preset Hint)
11–8	HwInit/RO	0	Преднастройка передатчика Upstream-порта (Upstream Port Transmitter Preset)
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6–4	HwInit/RsvdP	0	Подсказка преднастройки приемника Downstream-порта (Downstream Port Receiver Preset Hint) (не исп.)
3–0	HwInit/RsvdP	0	Преднастройка передатчика Downstream-порта (Downstream Port Transmitter Preset) (не исп.)

Таблица 76. Сводка регистров функциональности «Серийный номер устройства»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
148h	14Bh	DSNID	Идентификатор функциональности «Серийный номер устройства»
14Ch	14Fh	SNRL	Регистр серийного номера (младшая часть двойного слова)
150h	153h	SNRU	Регистр серийного номера (старшая часть двойного слова)

Таблица 77. Заголовок регистра функциональности «Серийный номер устройства» (Device Serial Number Capability Register Header)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–20	RO	158h	Смещение следующей функциональности (Next Capability Offset)
19–16	HwInit	1h	Версия функциональности (Capability Version)
15–0	HwInit	3h	Идентификатор расширенной функциональности PCI Express (PCI Express Extended Capability ID)

Таблица 78. Заголовок регистра серийного номера (младшая часть двойного слова) (Serial Number Register Header (Lower DW))

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–0	RO	0	Регистр серийного номера (младшая часть двойного слова) (Serial Number register (Lower DW)) (не исп.)

Таблица 79. Заголовок регистра серийного номера (старшая часть двойного слова) (Serial Number Register Header (Upper DW))

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–0	RO	0	Регистр серийного номера (старшая часть двойного слова) (Serial Number register (Upper DW)) (не исп.)

4.1.9 Расширенная функциональность «Распределение мощности»

Таблица 80. Сводка регистров расширенной функциональности «Распределение мощности»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
158h	15Bh	PBXID	Идентификатор расширенной функциональности «Распределение мощности»
15Ch	15Fh	DSR	Регистр выбора данных
160h	163h	DR	Регистр данных
164h	167h	PBCR	Регистр функциональности «Распределение мощности»

Таблица 81. Заголовок расширенной функциональности «Распределение мощности» (Power Budgeting)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–20	RO	168h	Смещение следующей функциональности (Next Capability Offset)
19–16	RO	1h	Версия функциональности (Capability Version)
15–00	RO	4h	Идентификатор расширенной функциональности PCI Express (PCI Express Extended Capability ID)

Таблица 82. Регистр выбора данных (Data Select Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–8	RsvdP	0	Зарезервировано
7–0	RW	0	Выбор данных (Data Select) (не исп.)

Таблица 83. Регистр данных (Data Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:21	RsvdP	0	Зарезервировано
20:18	RO	0	Цепь питания (Power Rail) (не исп.)
17–15	RO	0	Тип (Type) (не исп.)
14–13	RO	0	Состояние управления питанием (PM State) (не исп.)
12–10	RO	0	Подсостояние управления питанием (PM Sub State) (не исп.)
9:8	RO	0	Масштаб данных (Data Scale) (не исп.)
7:0	RO	0	Базовое питание (Base Power) (не исп.)

Таблица 84. Регистр функциональности «Распределение мощности» (Power Budget Capability Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7–1	RsvdP	0	Зарезервировано
0	Hw/Init	1h	Выделено системой (System Allocated) (не исп.)

4.1.10 Регистры функциональности сообщений о допустимой задержке

Таблица 85. Сводка регистров функциональности сообщений о допустимой задержке

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
188h	18Bh	LTRID	Идентификатор функциональности сообщений о допустимой задержке (LTR)
18Ch	18Dh	LTRMNSLR	Регистр максимальной задержки LTR без отслеживания
18Eh	18Fh	LTRMSLR	Регистр максимальной задержки LTR с отслеживанием

Таблица 86. Заголовок расширенной функциональности LTR (LTR Extended Capability Header)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–20	RO	190h	Смещение следующей функциональности (Next Capability Offset)
19–16	RO	1h	Версия функциональности (Capability Version)
15–00	RO	18h	Идентификатор расширенной функциональности PCI Express (PCI Express Extended Capability ID)

Таблица 87. Регистр максимальной задержки LTR с отслеживанием (LTR Max Snoop latency Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–13	RsvdP	0	Зарезервировано
12–10	RW	0	Масштаб максимальной задержки с отслеживанием (Max Snoop Latency Scale)
9–0	RW	0	Значение максимальной задержки с отслеживанием (Max Snoop Latency Value)

Таблица 88. Регистр максимальной задержки LTR без отслеживания (Max Snoop Latency Value)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15–13	RsvdP	0	Зарезервировано
12–10	RW	0	Масштаб максимальной задержки без отслеживания (Max No Snoop Latency Scale)
9–0	RW	0	Значение максимальной задержки без отслеживания (Max No Snoop Latency Value)

4.1.11 Регистры функциональности «Подсостояния L1» (L1 Substates Capability Registers)

Таблица 89. Сводка регистров функциональности «Подсостояния L1»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
190h	193h	L1SCID	Идентификатор функциональности «Подсостояния L1»
194h	197h	L1SCR	Регистр функциональности «Подсостояния L1»
198h 19Ch	19Bh 19Fh	L1SC1R L1SC2R	1-й регистр управления подсостояниями L1 2-й регистр управления подсостояниями L1

Таблица 90. Заголовок расширенной функциональности «Подсостояния L1» (L1 Substates Extended Capability Header)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–20	RO	0	Смещение следующей функциональности (Next Capability Offset)
19–16	RO	1h	Версия функциональности (Capability Version)
15–00	RO	1Eh	Идентификатор расширенной функциональности PCI Express (PCI Express Extended Capability ID)

Таблица 91. Регистр функциональности «Подсостояния L1» (L1 Substates Capability Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–24	RsvdP	0	Зарезервировано
23–19	HwInit	5h	Значение включения питания порта (Port Power on value)
18	RsvdP	0	Зарезервировано
17–16	HwInit	0	Масштаб значения T_POWER_ON порта (Port T_POWER_ON scale)
15–8	HwInit	Ah	Время восстановления общего режима порта (Port Common_mode_restore_time)
7–5	RsvdP	0	Зарезервировано
4	HwInit	1	Поддерживаемые подсостояния управления питанием L1 (L1 PM Substates Supported)
3	HwInit	1	Поддержка управления питанием ASPM L1.1 (ASPM PM L1.1 Supported)
2	HwInit	1	Поддержка управления питанием ASPM L1.1 (ASPM PM L1.2 Supported)
1	HwInit	1	Поддержка управления питанием PCI L1.1 (PCI PM L1.1 Supported)
0	HwInit	1	Поддержка управления питанием PCI L1.2 (PCI PM L1.2 Supported)

Таблица 92. 1-й регистр управления подсостояниями L1 (L1 Substates Control1 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31–29	RW	0	Масштаб порога LTR L1.2 (LTR L1.2 Threshold Scale)
28–26	RsvdP	0	Зарезервировано
25–16	RW	0	Значение порога LTR L1.2 (LTR L1.2 Threshold value)
15–8	RsvdP	0	Время восстановления общего режима (Common_mode_restore_time)
7–4	RsvdP	0	Зарезервировано
3	RW	0	Поддержка управления питанием ASPM L1.1 (ASPM PM L1.1 Supported)
2	RW	0	Поддержка управления питанием ASPM L1.2 (ASPM PM L1.2 Supported)
1	RW	0	Поддержка управления питанием PCI L1.1 (PCI PM L1.1 Supported)
0	RW	0	Поддержка управления питанием PCI L1.2 (PCI PM L1.2 Supported)

Таблица 93. 2-й регистр управления подсостояниями L1 (L1 Substates Control2 Register)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:8	RsvdP	0	Зарезервировано
7:3	RW	5	Значение T_POWER_ON (T_POWER_ON Value)
2	RsvdP	0	Зарезервировано
1:0	RW	0	Масштаб T_POWER_ON (T_POWER_ON Scale)

4.2 Регистры NVMe Express

4.2.1 Сводка регистров

Таблица 94. Сводка регистров

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
00h	07h	CAP	Возможности контроллера
08h	0Bh	VS	Версия
0Ch	0Fh	INTMS	Установка масок прерываний
10h	13h	INTMC	Отмена масок прерываний
14h	17h	CC	Конфигурирование контроллера
18h	1Bh	Зарезервировано	Зарезервировано
1Ch	1Fh	CSTS	Состояние контроллера
20h	23h	NSSR	Инициализация подсистемы NVM
24h	27h	AQA	Атрибуты очереди команд администрирования
28h	2Fh	ASQ	Базовый адрес очереди передачи команд администрирования
30h	37h	ACQ	Базовый адрес очереди исполнения команд администрирования
38h	EFh	Зарезервировано	Зарезервировано
F00h	FFFh	Зарезервировано	Специальный набор команд
1000h	1003h	SQ0TDBL	Хвост очереди передачи 0 (администрирование)
1000h + (1 * (4 << CAP.DSTRD))	1003h + (1 * (4 << CAP.DSTRD))	CQ0HDBL	Голова очереди исполнения 0 (администрирование)
...			
1000h + (2y * (4 << CAP.DSTRD))	1003h + (2y * (4 << CAP.DSTRD))	SQyTDBL	Хвост очереди передачи «у»
1000h + ((2y + 1) * (4 << CAP.DSTRD))	1003h + ((2y + 1) * (4 << CAP.DSTRD))	CQyHDBL	Голова очереди исполнения «у»

4.2.2 Регистры функциональности «Подсостояния L1» (L1 Substates Capability Registers)

Таблица 95. Возможности контроллера (Controller Capabilities)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
63:56	RO		0h	Зарезервировано
55:52	RO	MPSMAX	Fh	Максимальный размер страницы памяти (Memory Page Size Maximum) (макс. 128 МБ)
51:48	RO	MPSMIN	0	Минимальный размер страницы памяти (Memory Page Size Minimum) (мин. 4 КБ)
47:45	RO		0	Зарезервировано
44:37	RO	CSS	1h	Поддерживаемые наборы команд (Command Sets Supported) 1h — набор команд NVM
36	RO	NSSRS	0h	Поддержка инициализации подсистемы NVM (NVM Subsystem Reset Supported)
35:32	RO	DSTRD	0	Шаг между регистрами-указателями (Doorbell Stride) 0 — шаг 4 байта
31:24	RO	TO	3Ch	Превышение времени ожидания (Timeout) 3Ch — 30 секунд
23–19	RO		0	Зарезервировано
18:17	RO	AMS	1	Поддержка механизма арбитража (Arbitration Mechanism Supported) (циклический взвешенный алгоритм с поддержкой приоритетов)
16	RO	CQR	1	Требование смежных очередей (Contiguous Queues Required)
15–00	RO	MQES	3FFFh	Максимальное число поддерживаемых записей очереди (Maximum Queue Entries Supported) (поддерживается до 16384 записей)

Таблица 96. Версия (Version)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RO	MJR	1h	Старшая часть номера версии (Major Version Number)
15–08	RO	MNR	2h	Младшая часть номера версии (Minor Version Number)
7–00	RO	Зарезервировано	0	Зарезервировано

ПРИМЕЧАНИЕ. Накопитель PM961 поддерживает NVM Express версии 1.2 (частично).

Таблица 97. Установка масок прерываний (Interrupt Mask Set)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31–00	RW1S	IVMS	0	Установка масок векторов прерываний (Interrupt Vector Mask Set)

Таблица 98. Отмена масок прерываний (Interrupt Mask Clear)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31–00	RW1C	IVMC	0	Отмена масок векторов прерываний (Interrupt Vector Mask Clear)

Таблица 99. Конфигурирование контроллера (Controller Configuration)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:24	RO		0	Зарезервировано
23:20	RW	IOCQES	0	Размер записи очереди выполнения команд ввода/вывода (I/O Completion Queue Entry Size) (для настройки используются степени двойки) (для размера записи 16 байта следует задать 4)
19–16	RW	IOCQES	0	Размер записи очереди передачи команд ввода/вывода (I/O Submission Queue Entry Size) (для настройки используются степени двойки) (для размера записи 64 байта следует задать 6)
15–14	RW	SHN	0	Уведомление о выключении (Shutdown Notification) 0h: без уведомления. 1h — Уведомление о нормальном отключении 2h: Уведомление о внезапном отключении 3h: Зарезервировано Поле CSTS.SHST указывает состояние выключения.
13:11	RW	AMS	0	Выбранный механизм арбитража (Arbitration Mechanism Selected) 0h: циклический алгоритм. Другие значения не поддерживаются.
10:7	RW	MPS	0	Размер страницы памяти (Memory Page Size) MPS is $2^{(12+MPS)}$ Значение должно быть в диапазоне между CAP.MPSMAX и CAP.MPSMIN.
6:4	RW	CSS	0	Выбранный набор команд (Command Set Selected) 0h: набор команд NVM. Другие значения не поддерживаются
3:1	RO		0	Зарезервировано
0	RW	EN	0	Включить (Enable) Если значение 1, контроллер выполняет обработку команд. Если значение 0, контроллер не выполняет обработку команд. Для этого поля должны учитываться ограничения CSTS.RDY и CAP.TO.

Таблица 100. Состояние контроллера (Controller Status)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:6	RO		0	Зарезервировано
4	RW1C	NSSRO	0	Выполнена инициализация подсистемы NVM (NVM Subsystem Reset Occurred)
3:2	RO	SHST	0	Состояние выключения (Shutdown Status) 0h — нормальная работа, выключение не запрашивалось. 1h: выполняется обработка выключения. 2h — обработка выключения завершена. 3h — Зарезервировано
1	RO	CFS	0	Критическое состояние контроллера (Controller Fatal Status)
0	RO	RDY	0	1h — контроллер готов к обработке команд. 0h: контроллер не готов к обработке команд.

Таблица 101. Инициализация подсистемы NVM (NVM Subsystem Reset)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31–0	RW	NSSRC	0	Управление инициализацией подсистемы NVM (NVM Subsystem Reset Control)

Таблица 102. Атрибуты очереди команд администрирования (Admin Queue Attributes)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:28	RO		0	Зарезервировано
27:16	RW	ACQS	0	Размер очереди исполнения команд администрирования (Admin Completion Queue Size) Макс.: 4096 (от 0 до 4095)
15–12	RO		0	Зарезервировано
7:0	RW	ASQS	0	Размер очереди передачи команд администрирования Макс.: 4096 (от 0 до 4095)

Таблица 103. Базовый адрес очереди передачи команд администрирования (Admin Submission Queue Base Address)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
63–12	RW	ASQB	0	Базовый адрес очереди передачи команд администрирования
11–0	RO	-	0	Зарезервировано

спецификация

Таблица 104. Базовый адрес очереди исполнения команд администрирования (Admin Completion Queue Base Address)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
63–12	RW	ACQB	0	Базовый адрес очереди передачи команд администрирования
11–0	RO	0	0	Зарезервировано

Таблица 105. Хвост очереди передачи «у» (Submission Queue Tail y Doorbell)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31–16	RO		0	Зарезервировано
15–0	RW	SQT	0	Хвост очереди передачи (Submission Queue Tail)

Таблица 106. Голова очереди исполнения «у» (Completion Queue Head y Doorbell)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31–16	RO		0	Зарезервировано
15–0	RW	CQH	0	Голова очереди исполнения (Completion Queue Head)

6.0 Поддерживаемый набор команд

Наборы команд администрирования и наборы команд ввода/вывода NVMe накопителя Samsung SSD 960 EVO определены в соответствии со спецификацией NVMe Express версии 1.2

6.1 Набор команд администрирования

Набор команд администрирования — это команды, поступающие в очереди передачи команд администрирования. Детали приведены в спецификации NVMe Express.

Таблица 107. Коды операций для команд администрирования

Код операции (шестнадцатеричный)	Команда
00h	Удалить очередь передачи команд ввода/вывода (Delete I/O Submission Queue)
01h	Создать очередь передачи команд ввода/вывода (Create I/O Submission Queue)
02h	Получить страницу журнала (Get Log Page)
04h	Удалить очередь выполнения команд ввода/вывода (Delete I/O Completion Queue)
05h	Создать очередь выполнения команд ввода/вывода (Create I/O Completion Queue)
06h	Идентифицировать (Identify)
08h	Прервать (Abort)
09h	Установить функции (Set Features)
0Ah	Получить функции (Get Features)
0Ch	Запрос асинхронного события (Asynchronous Event Request)
10h	Активация микро-Про (Firmware Commit)
11h	Скачать образ микро-Про (Firmware Image Download)
80h – BFh	Специальный набор команд ввода/вывода (I/O Command Set Specific)
C0h – FFh	Указывается производителем (Vendor Specific)

Таблица 108. Коды операций для команд администрирования — специальный набор команд NVMe

Код операции (шестнадцатеричный)	Команда
80h	Форматировать носитель NVMe (Format NVMe)
81h	Отправка данных безопасности (Security Send)
82h	Получение данных безопасности (Security Receive)

6.1.1 Команда «Идентифицировать»

Команда «Идентифицировать» (Identify) возвращает данные, описанные ниже.

Таблица 109. Структура идентификационных данных контроллера.

Байты	О/М	Значение по умолчанию	Описание
1:0	M	144Dh	Идентификатор производителя PCI
3:2	M	144Dh	Идентификатор производителя подсистемы PCI
23:4	M	S####N#####	Серийный номер (ASCII), # — переменные
63:24	M	250 млрд байт: MZVLB250NAHQ-00000 500 млрд байт: MZVLB500NAJQ-00000 1 трлн байт: MZVLB1T0HALR-00000 2 трлн байт: MZVLB2T0HMLB-00000	Номер модели (ASCII)
71–64	M	1BXXXXXX	Версия микро-ПО, # — переменные
72	M	2h	Рекомендуемый размер пакета арбитража (Recommended Arbitration Burst)
75–73	M	002538h	Уникальный идентификатор организации IEEE (IEEE OUI)
76	O	0	Возможности контроллера по многоконтурному вводу/выводу и совместному использованию пространства имен (Controller Multi-Path I/O and Namespace Sharing Capabilities). Бит 2: 1h — контроллер связан с виртуальной функцией SR-IOV, 0h — контроллер связан с функцией PCI. Бит 1: 1h — устройство имеет два или более контроллеров, 0h — устройство имеет один контроллер. Бит 0: 1h — устройство имеет два или более физических портов PCI Express, 0h — устройство имеет один порт PCI Express.
77	M	9h	Максимальный размер данных для передачи (Maximum Data Transfer Size). 0h — без ограничения на размер передачи 9h — 2MB
79–78	M	2h	Идентификатор контроллера (Controller ID , CNTLID)
83–80	M	00010200h	Версия
87–84	M	0007A120h	Задержка возобновления после режима выполнения D3 (RTD3 Resume Latency)
91–88	M	004C4B40h	Задержка входа в режим выполнения D3 (RTD3 Entry Latency)
95–92	M	0h	Поддержка необязательных асинхронных событий (Optional Asynchronous Events Supported)
255–96		0h	Зарезервировано
257–256	M	07h	Поддержка необязательных команд администрирования (Optional Admin Command Support) Биты 15–5 — зарезервировано. Бит 4: 1h — самотестирование устройства. Бит 3: 0h — команды «Namespace Management» и «Namespace Attachment» не поддерживаются. Бит 2: 1h — команды «Firmware Activate» и «Firmware Download» поддерживаются. Бит 1: 1h — команда «Format NVM» поддерживается. Бит 0: 1h — команды «Security Send» и «Security Receive» поддерживаются.
258	M	7h	Предел команд прерывания (Abort Command Limit) (максимальное число команд прерывания, одновременно ожидающих выполнения) (отсчет от 0)
259	M	3h	Предел запросов асинхронных событий (Asynchronous Event Request Limit) (максимальное число команд прерывания, одновременно ожидающих выполнения) (отсчет от 0)
260	M	16h	Обновления микро-ПО (Firmware Updates). Биты 7–5 — зарезервировано. Бит 4: 1h — поддержка активации микро-ПО без перезапуска. Биты 3–1 — количество слотов микро-ПО. Бит 0: значение «1» указывает, что слот 1 доступен только для чтения
261	M	3h	Атрибуты страниц журнала (Log Page Attributes). Биты 7–2 — зарезервировано. Бит 1: 1h — поддерживается страница журнала, описывающая результаты использования команд. Бит 0: 1h — данные SMART используются глобально для всех пространств имен.
262	M	3Fh	Записей на странице журнала ошибок (Error Log Page Entries) (количество записей сведений об ошибках, сохраняемых контроллером) (отсчет от 0)
263	M	4h	Количество поддерживаемых состояний питания (Number of Power States Support) (отсчет от 0)
264	M	1h	Настройка специальных команд администрирования производителя (Admin Vendor Specific Command Configuration). Биты 7–1 — зарезервировано. Бит 0 — указывает, что для специальных команд администрирования производителя используется формат, определенный в NVM Express 1.0c, рис. 8.
265	O	1h	Атрибуты переходов в автономные состояния питания (Autonomous Power State Transition Attributes, APSTA)
267:266	M	015Eh	Порог предупреждения о температуре композита (Warning Composite Temperature Threshold)
269:268	M	0160h	Критический порог температуры композита (Critical Composite Temperature Threshold)
271:270	O	0h	Максимальное время активации микро-ПО (Maximum Time for Firmware Activation)
275:272	O	0h	Рекомендуемый размер буфера памяти хоста (Host Memory Buffer Preferred Size)
279:276	O	0h	Минимальный размер буфера памяти хоста (Host Memory Buffer Minimum Size)
295:280	O	2 трлн байт: 1DCEE56000h 1 трлн байт: EE77A56000h 500 млрд байт: 773C256000h 250 млрд байт: 3B9E656000h	Общая емкость носителя NVM (Total NVM Capacity)
311:296	O	0h	Нераспределенная емкость носителя NVM (Unallocated NVM Capacity)
315:312	O	0h	Поддержка блоков памяти Replay Protected (Replay Protected Memory Block Support)

спецификация

Байты	O/M	Значение по умолчанию	Описание
315:312	O	0h	Поддержка блоков памяти Replay Protected (Replay Protected Memory Block Support)
317:316	O	0h	Время расширенного самотестирования устройства (Extended Device Self-Test Time)
318	O	0h	Параметры самотестирования устройства (Device Self-Test Options)
511:316	-	-	Зарезервировано
512	M	66h	Размер записи очереди исполнения. Биты 7–4: 6h — максимальный размер (64 байт). Биты 3–0: 6h — требуемый размер (64 байт)
513	M	44h	Размер записи очереди исполнения. Биты 7–4: 4h — максимальный размер (16 байт). Биты 3–0: 4h — требуемый размер (16 байт)
515:514		0	Зарезервировано
519:516	M	1h	Количество пространств имен (Number of Namespaces)
521:520	M	1Fh	Поддержка необязательных команд NVM (Optional NVM Command Support). Биты 15–6 — зарезервировано. Бит 5: 1h — команды резервирования поддерживаются, 0h — команды резервирования не поддерживаются. Бит 4: 1h — поле Save в команде «Set Features» и поле Select в команде «Get Features» поддерживаются, 0h — эти поля не поддерживаются. Бит 3: 1h — команда «Write Zeroes» поддерживается, 0h — команда «Write Zeroes» не поддерживается. Бит 2: 1h — команда «Dataset Management» поддерживается, 0h — команда «Dataset Management» не поддерживается. Бит 1: 1h — команда «Write Uncorrectable» поддерживается, 0h — команда «Write Uncorrectable» не поддерживается. Бит 0: 1h — команда «Compare» поддерживается, 0h — команда «Compare» не поддерживается.
523:522	M	0h	Поддержка объединенных операций (Fused Operation Support). Биты 15–1 — зарезервировано. Бит 0: 0h — не поддерживаются объединенные операции Compare/Write.
524	M	5h	Атрибуты команды «Format NVM» (Format NVM Attributes). Биты 7–3 — зарезервировано. Бит 2: 1h — криптографическая очистка поддерживается, 0h — криптографическая очистка не поддерживается. Бит 1: криптографическая очистка применяется ко всем пространствам имен (1) или только к конкретному (0). Бит 0: операция форматирования применяется ко всем пространствам имен (1) или только к конкретному (0).
525	M	1h	Кэш временной записи (Volatile Write Cache). Биты 7–1 — зарезервировано. Бит 0: 1h — кэш временной записи присутствует, 0h — кэш временной записи отсутствует.
527–526	M	FFh	Размер единичного блока записи в норме (Atomic Write Unit Normal) (отсчет от 0)
529–528	M	0h	Размер единичного блока записи при сбое питания (Atomic Write Unit Power Fail) (отсчет от 0)
530	M	1h	Конфигурирование специальных команд производителя NVM (NVM Vendor Specific Command Configuration). Биты 7–1 — зарезервировано. Бит 0 — указывает, что для специальных команд производителя носителя NVM используется формат, определенный в спецификации NVM Express.
531	M	0h	Зарезервировано
533–532	O	0h	Размер единичного блока для объединенной операции записи и сравнения (Atomic Compare & Write Unit, ACWU)
534–533	M	0h	Зарезервировано
539–536	O	0h	Без поддержки SGL (No SGL support)
703–540	-	0h	Зарезервировано
Атрибуты набора команд ввода/вывода			
2047–704	-	0h	Зарезервировано
Дескрипторы состояний питания			
2079–2048	M	См. [таблицу 110] структуры идентификации дескрипторов состояний питания	Дескриптор состояния питания 0
2111–2080	O	См. [таблицу 110] структуры идентификации дескрипторов состояний питания	Дескриптор состояния питания 1
2143–2112	O	См. [таблицу 110] структуры идентификации дескрипторов состояний питания	Дескриптор состояния питания 2
2175–2144	O	См. [таблицу 110] структуру идентификационных данных дескрипторов состояний питания	Дескриптор состояния питания 3
2207–2176	O	См. [таблицу 110] структуру идентификационных данных дескрипторов состояний питания	Дескриптор состояния питания 4
...	-	0h	(Не исп.)
3071–3040	O	0h	Дескриптор состояния питания 31
Указывается производителем			
3278–3072	-	Данные Samsung	Зарезервировано Samsung
3279	O	5h (-00000) 7h (-00007)	Набор свойств безопасности. Бит 2: 1h — поддерживается TCG. Бит 1: 1h — поддерживается SED. Бит 0: 1h — поддерживается ATA Security.
4095–3280	-	0h	Зарезервировано Samsung

Таблица 110. Структура идентификационных данных дескрипторов состояний питания

Байты	Описание	Режим питания 0 Дескриптор	Режим питания 1 Дескриптор	Режим питания 2 Дескриптор	Режим питания 3 Дескриптор	Режим питания 4 Дескриптор
255:184	Зарезервировано					
183:182	Активное питание Масштаб +(APS)	0h	0h	0h	0h	0h
181:179	Зарезервировано					
178:176	Активное питание Рабочая нагрузка (APW)	0h	0h	0h	0h	0h
175:160	Рабочая нагрузка (ACTP)	0h	0h	0h	0h	0h
159:152	Зарезервировано					
151:150	Масштаб питания в режиме ожидания (IPS)	0h	0h	0h	0h	0h
149:144	Зарезервировано					
143:128	Питание в режиме ожидания (IDL P)	0h	0h	0h	0h	0h
127:125	Зарезервировано					
124:120	Задержка относительной записи	0h	1h	2h	3h	4h
119:117	Зарезервировано					
116:112	Производительность относительной записи	0h	1h	2h	3h	4h
111:109	Зарезервировано					
108:104	Задержка относительного чтения	0h	1h	2h	3h	4h
103:101	Зарезервировано					
100:96	Производительность относительного чтения	0h	1h	2h	3h	4h
95:64	Задержка на выходе	0h	0h	0h	4B0h	1F40h
63:32	Задержка на входе	0h	0h	0h	D2h	7D0h
31:26	Зарезервировано					
25	Нерабочий режим	0h	0h	0h	1h	1h
24	Макс. масштаб питания	0h	0h	0h	1h	1h
23:16	Зарезервировано					
15:00	Максимальная мощность	26Ch	1AE	D2h	190h	32h

Таблица 111. Структура идентификационных данных пространства имен

Байты	О/М	Значение по умолчанию		Описание
7:0	M	2 трлн байт	E8E088B0h	Размер пространства имен (Namespace Size)
		1 трлн байт	74706DB0h	
		500 млрд байт	3A386030h	
		250 млрд байт	1D1C5970h	
15:8	M	2 трлн байт	E8E088B0h	Емкость пространства имен (Namespace Capacity)
		1 трлн байт	74706DB0h	
		500 млрд байт	3A386030h	
		250 млрд байт	1D1C5970h	
23–16	M	2 трлн байт	0	Использование пространства имен (Namespace Utilization)
		1 трлн байт	0	
		500 млрд байт	0	
		250 млрд байт	0	
24	M	0h		Свойства пространства имен (Namespace Features). Биты 7–1 — зарезервировано. Бит 0 — тонкое резервирование (thin provisioning) не поддерживается.
25	M	0h		Количество форматов LBA (Number of LBA Formats)
26	M	0h		Биты 7–5 — зарезервировано. Бит:4 метаданные чередующиеся ли отдельные (в зависимости от формата LBA). Бит 3: 0 — указывает формат LBA.
27	M	0h		Характеристики метаданных (Metadata Capabilities). Биты 7–2 — зарезервировано. Бит 1 — поддерживает метаданные как отдельный буфер. Бит 0 — поддерживает метаданные как расширенный адрес LBA.
28	M	0h		Возможности сквозной защиты данных (м). Биты 7:5 — зарезервировано. Бит 4 — поддерживает информацию о защите в последних 8 байтах метаданных. Бит 3 — поддерживает информацию о защите в первых 8 байтах метаданных. Бит 2 — поддерживает информацию о защите типа 3. Бит 1 — поддерживает информацию о защите типа 2. Бит 0 — поддерживает информацию о защите типа 1.

спецификация

Байты	O/M	Значение по умолчанию		Описание
29	M	0h		Настройки типа сквозной защиты данных (End-to-End Data Protection Type Settings). Биты 7:4 — зарезервировано. Бит 3: 1 — информация о защите передается в первых 8 байтах метаданных. Бит 3: 0 — информация о защите передается в последних 8 байтах метаданных. Биты 2–0: 000b — информация о защите отключена, 1h — активирован тип защиты 1, 2h — активирован тип защиты 2, 3h — активирован тип защиты 3.
30	O	0h		Возможности многокантурного ввода/вывода для пространства имен и совместного использования пространства имен (Namespace Multi-path I/O and Namespace sharing Capabilities, NMIC). Биты 7–1 — зарезервировано. Бит 0: 1 — доступ для одного или нескольких контроллеров, 0 — частное пространство имен
31	O	0h		Функциональности резервирования (Reservation Capabilities, RESCAP). Бит 7 — зарезервировано. Бит 6: 1 — пространство имен поддерживает исключительный доступ (тип резервирования для всех зарегистрированных участников). Бит 5: 1 — пространство имен поддерживает исключительную запись (тип резервирования для всех зарегистрированных участников). Бит 4: 1 — пространство имен поддерживает исключительный доступ (тип резервирования только для зарегистрированных участников). Бит 3: 1 — пространство имен поддерживает исключительную запись (тип резервирования только для зарегистрированных участников). Бит 2: 1 — пространство имен поддерживает тип резервирования с исключительным доступом. Бит 1:1 — пространство имен поддерживает тип резервирования с исключительной записью. Бит 0: 1 — пространство имен поддерживает функциональность сохранения после отключения питания.
32	O	80h		Бит 7: 1 — индикатор процесса форматирования
33				Зарезервировано
35–34	O	0h		Размер единичного блока записи пространства имен в норме (Namespace Atomic Write Unit Normal)
37–36	O	0h		Размер единичного блока записи пространства имен при сбое питания (Namespace Atomic Write Unit Power Fail)
39–38	O	0h		Размер единичного блока сравнения и записи пространства имен для объединенной операции записи и сравнения (Namespace Atomic Compare & Write Unit)
41–40	O	0h		Предельный размер единичного блока пространства имен в норме (Namespace Atomic Boundary Size Normal)
43–42	O	0h		
45–44	O	0h		
47–46	O			Зарезервировано
63:48	O	2 трлн байт	1DCEEA56000h	Емкость накопителя NVM (NVM Capacity)
		1 трлн байт	EE77A56000h	
		500 млрд байт	773C256000h	
		250 млрд байт	3B9E656000h	
103–64	O	-		Зарезервировано
119:32	-	#####002538##### h (подлежит определению)		Глобальный уникальный идентификатор пространства имен (Namespace Globally Unique Identifier, NGUID), # — переменные. (В идентификаторе формата EUI-64 используется порядок следования байтов, начиная со старшего.)
127:120	O	0h (подлежит определению)		Расширенный уникальный идентификатор IEEE (IEEE Extended Unique Identifier, EUI64), # — переменные. (В идентификаторе формата EUI-64 используется порядок следования байтов, начиная со старшего.)
131–128	M	См. «Структура данных формата LBA 0»		Поддержка формата LBA 0 (LBA Format 0 Support)
135:132	O	0h		Поддержка формата LBA 1 (LBA Format 0 Support) (не исп.)
139:136	O	0h		Поддержка формата LBA 2 (LBA Format 0 Support) (не исп.)
143:140	O	0h		Поддержка формата LBA 3 (LBA Format 3 Support) (не исп.)
147–144	O	0h		Поддержка формата LBA 4 (LBA Format 4 Support) (не исп.)
...				
191:188	O	0h		Поддержка формата LBA 15 (LBA Format 15 Support) (не исп.)
383–192	-	0h		Зарезервировано
Указывается производителем (Vendor Specific)				
4005–384	-	0h		Зарезервировано Samsung

Таблица 112. Структура данных формата LBA 0 (LBA Format 0 Data Structure)

Биты	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31-26	-	0	Зарезервировано
25-24	RP	0	Относительная производительность (Relative Performance)
23-16	LBADS	9h	Размер данных LBA (LBA Data Size)
15-00	MS	0	Размер метаданных (Metadata Size)

6.1.2 Набор команд ввода/вывода NVM Express (NVM Express I/O Command Set)

Таблица 113. Коды операций для команд ввода/вывода NVM Express (Opcodes for NVM Commands)

Код операции (шестнадцатеричный)	Команда
00h	Сохранение (Flush)
01h	Запись (Write)
02h	Чтение (Read)
04h	Пометка блоков недопустимыми (Write Uncorrectable)
05h	Сравнение (Compare)
08h	Запись нулями (Write Zeroes)
09h	Управление набором данных (Dataset Management)

ПРИМЕЧАНИЕ.

1) Функция освобождения логических блоков в команде управления набором данных поддерживается только для Samsung SSD 960EVO.

6.1.3 SMART-информация о работоспособности

Таблица 114. Журнал SMART-информации о работоспособности

Байты	Значение по умолчанию	Описание атрибута
0	0	Критическое предупреждение (Critical Warning). Биты 7–5 — зарезервировано. Бит 4: 1h — сбой устройства резервного копирования с энергонезависимой памятью (действительно, только если контроллер имеет решение резервного копирования с энергонезависимой памятью). Бит 3: 1h — носитель находится в режиме «только чтение». Бит 2: 1h — надежность подсистемы NVM снижена из-за существенных ошибок носителя или внутренней ошибки, влияющей на надежность подсистемы NVM. Бит 1: 1h — температура выходит за пределы установленного диапазона. Бит 0: 1h — объем доступного свободного места ниже установленного порога.
2–1	Текущая температура памяти NAND	Температура композита (Composite Temperature)
3	100	Доступное свободное пространство (Available Spare)
4	10	Пороговое значение доступного свободного пространства (Available Spare Threshold)
5	0	Процент использованного пространства (Percentage Used)
31–06	-	Зарезервировано
47–32	0	Считанных единиц данных (Data Units Read)
63–48	0	Записанных единиц данных (Data Units Written)
79–64	0	Команд чтения хостом (Host Read Commands)
95–80	0	Команд записи хостом (Host Write Commands)
111–96	0	Время работы контроллера (Controller Busy Time)
127–112	0	Циклов включения-отключения питания (Power Cycles)
143–128	0	Количество часов во включенном состоянии (Power On Hours)
159–144	0	Небезопасных отключений (Unsafe Shutdowns)
175–160	0	Ошибок целостности носителя и данных (Media and Data Integrity Errors)
191–176	0	Количество записей в журнале сведений об ошибках (Number of Error Information Log Entries)
195–192		Время работы при температуре композита выше порога предупреждения (Warning Composite Temperature Time)
99–196		Время работы при критической температуре композита (Critical Composite Temperature Time)
201–200	Температура памяти NAND	Температурный датчик 1 (Temperature Sensor 1)
203–202	Температура контроллера	Температурный датчик 2
205–204		Температурный датчик 3
207–206		Температурный датчик 4
209–208		Температурный датчик 5
211–210		Температурный датчик 6
213–212		Температурный датчик 7
215–213		Температурный датчик 8
511–216	-	Зарезервировано

7.0 Функция шифрования данных

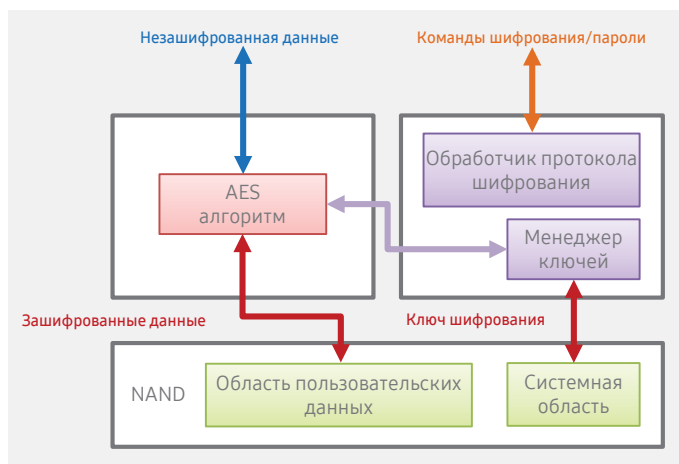


Таблица 115. Шифровальные алгоритмы

Алгоритм	Длина ключа, бит	Назначение
AES-XTS	256	Шифрование пользовательских данных
AES-CCM	256	Шифрование ключа шифрования
PBKDF2	256	Генерация ключа из пользовательского пароля
ECDSA	224	Проверка подлинности микропрограммы

Алгоритм шифрования: AES-XTS, функция: шифрование информации, записываемой на диск, длина ключа: 256 бит

Модуль шифрования является отдельным блоком контроллера. Ключ шифрования, используемый для шифрования пользовательских данных хранится в системном разделе SSD (System Area). Он не доступен для чтения и/или изменения пользователю или операционной системе. Данный ключ является уникальным для каждого экземпляра диска.

Алгоритм шифрования: AES-CCM, функция: шифрование пользовательского пароля, длина ключа: 256 бит

Используется для шифрования пользовательского ключа при активации функции "HDD Password" в BIOS материнской платы.

Так же используются алгоритмы:

Алгоритм: PBKDF2, функция: генерация пользовательского ключа из введенного пароля, длина 256 бит

Используется для получения ключа фиксированной длины из пользовательского пароля.

Алгоритм цифровой подписи ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm), функция проверки подлинности и целостности микропрограммы. Длина цифровой подписи 224 бита.