

SSD-накопитель 983 ZET с форм-фактором M.2 и интерфейсом PCIe

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.

© Samsung Electronics Co., Ltd., 2018. Все права защищены.

Модель	Объем	Модель	Объем
MZ-PZA480BW	480 млрд байт	MZ-PZA480	480 млрд байт
MZ-PZA960BW	960 млрд байт	MZ-PZA960	960 млрд байт

NAND

- Флеш-память Z-NAND

ВОЗМОЖНОСТИ

- PCI Express Gen3
 - Один порт, 4 шины
- Усовершенствованная защита данных при отключении питания
- LDPC ECC
- Сквозная защита данных
- Поддержка до 32 очередей ввода-вывода на порт
- Поддержка команды Deallocate (TRIM)
- Поддержка SSD Enhanced SMART Набор функций
- Статическое и динамическое выравнивание износа

КОНФИГУРАЦИЯ НАКОПИТЕЛЯ

- Форм-фактор Половинной высоты
- Интерфейс Половинной длины
- Размер сектора PCI Express Gen3 x4
512 байт

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ¹

- Скорость передачи данных¹ (блоки по 128 KB)
 - Последовательное чтение²: до 3400 Мбайт/с
 - Последовательная запись²: до 3000 Мбайт/с
- Скорость ввода-вывода¹ данных (блоки по 4 KB, в установившемся режиме)
 - Произвольное чтение: до 750 000 IOPS
 - Произвольная запись: до 75 000 IOPS
- Задержка (установившаяся рабочая нагрузка)
 - Произвольное чтение/запись (типично)³: 20/16 мкс
 - Произвольное чтение/запись (минимально)³: 12 мкс
 - Последовательное чтение/запись (типично)⁴: до 15 мкс
 - Последовательная запись: 15/15 мкс
 - Время готовности привода (типично) 2 с
- Качество обслуживания
 - Чтение/запись (99 %): 20/20 мс
- Стабильность технических характеристик
 - Чтение/запись (99,9 %): До 98/95 %

СООТВЕТСТВИЕ СТАНДАРТАМ

- PCI Express Base Specification Rev. 3.0
- NVMe Express Specification Rev. 1.2
- Enterprise SSD Form Factor Ver. 1.0a

СЕРТИФИКАЦИИ И ДЕКЛАРАЦИИ СООТВЕТСТВИЯ СТАНДАРТАМ

- c-UL-us, TUV-GS, CB, CE, BSMI, KC, Morocco, VCCI, RCM, FCC, IC

СООТВЕТСТВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СТАНДАРТАМ

- RoHS (правила ограничения содержания вредных веществ)

ЗАЩИТА ДАННЫХ

- 256-разрядное шифрование с использованием алгоритма AES

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ

- Невосстановимая ошибка чтения 1 сектор на 10¹⁷ считанных бит
- Средняя наработка на отказ 2 000 000 часов
- Расчетный срок службы компонентов 5 лет
- Рабочий ресурс
 - 480 млрд байт 8,5 полных перезаписей в день
 - 960 млрд байт 10 полных перезаписей в день
- Общий объем записываемых данных (произвольная запись блоками по 4 KB)
 - 480 млрд байт 7,44 × 10¹⁵ байт
 - 960 млрд байт 17,52 × 10¹⁵ байт
- Сохранность данных 3 месяца

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Температура, внешняя (Твн.⁵)
 - При эксплуатации от 0 до 55 °C
 - При хранении от -40 до 85 °C
- Влажность (при хранении) 5–95 %
- Ударостойкость (полусинусоидальная волна на протяжении 0,5 мс)
 - При хранении 1500 G
- Вибрация
 - При хранении (синусоидальная, 10–2000 Гц) 20 G

ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОПИТАНИЮ

- Напряжение питания/допуск 12 В ±10 %
- Работа⁶ (макс. среднев. значение) 9,0 Вт
- Ожидание (типичное значение) 5,5 Вт

ГАБАРИТЫ

- Ширина — макс. 69,9 мм
- Длина — макс. 167,65 мм
- Высота — макс. 18,84 мм
- Вес — до 330 г

1. Производительность при произвольном доступе была измерена с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 в системе с шиной PCI Express Gen3 x4 и глубиной очереди 32 четырьмя специалистами, а производительность при последовательном доступе в системе той же конфигурации — одним специалистом. Фактическая производительность может зависеть от условий эксплуатации и рабочей среды.
2. При измерении производительности последовательного чтения и записи принималось, что 1 Мбайт/с = 1 000 000 байт/с.
3. Задержка чтения измерялась с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 с размером блоков передаваемых данных 4 KB и глубиной очереди 1 при случайной рабочей нагрузке в установившемся режиме и при отсутствии непроизводительной загрузки хост-системы.
4. Задержка записи измерялась с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 с последовательной рабочей нагрузкой в виде блоков данных по 4 KB и глубиной очереди 1 в установившемся режиме.
5. Твн. — это внешняя температура при достаточном воздушном потоке охлаждения (со скоростью 0,762 м/с и выше).
6. Мощность в режиме работы измерялась с помощью IOMeter2006 на базе Windows Server 2012 R2.

1 Введение

1.1 Общее описание

В этом документе описаны характеристики накопителя Samsung SSD 983 ZET, который является PCIe SSD-накопителем для производственных систем.

SSD-накопитель Samsung 983 ZET обеспечивает отличную производительность с мгновенной реакцией на команды хост-системы благодаря реализации стандарта интерфейса PCI Express (PCIe) 3.0 и высокоэффективного протокола энергонезависимой памяти Non-Volatile Memory Express (NVMe).

SSD-накопитель Samsung 983 ZET предоставляет широкую полосу пропускания: последовательное чтение со скоростью до 3400 Мбайт/с и последовательная запись со скоростью до 3000 Мбайт/с при энергопотреблении до 9 Вт. С интерфейсом Toggle 2.0 NAND Flash SSD-накопитель Samsung 983 ZET гарантирует качество обслуживания (99 %) в установленном режиме для произвольного чтения блоками по 4 КВ: задержка 60 мкс, 750 000 IOPS, и для произвольной записи блоками по 4 КВ: задержка 300 мкс, 75 000 IOPS.

Сочетая повышенную надежность кремниевой флеш-памяти Samsung NAND с технологиями управления NAND Flash, SSD-накопитель Samsung 983 ZET обеспечивает повышенный рабочий ресурс при нагрузке до 10 полных перезаписей в день в течение 5 лет, что подходит для производственных систем. SSD-накопитель имеет форм-фактор HHL и предлагается в двух модификациях: 480 и 960 млрд байт.

Кроме того, SSD-накопитель Samsung 983 ZET поддерживает функцию защиты данных при отключении питания (PLP). Это решение гарантирует, что в случае отключения или сбоя электроснабжения данные, переданные хост-системой, будут записаны на носитель без каких-либо потерь.

1.2 Список продуктов

Таблица 1. Список продуктов

Модель	Объем	Модель	Объем
MZ-PZA480BW	480 млрд байт	MZ-PZA480	480 млрд байт
MZ-PZA960BW	960 млрд байт	MZ-PZA960	960 млрд байт

2.0 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТОВ

2.1 Емкость

Таблица 2. Доступная пользователю емкость и число адресуемых секторов

Емкость ²	Макс. секторов в режиме LBA ³
480 млрд байт	937 703 088
960 млрд байт	1 875 385 008

Примечание

1. Емкость, указанная в таблице 2, представляет полную доступную для использования емкость SSD-накопителя, которая может быть меньше общей физической емкости. Часть физической памяти может быть скрыта и использоваться для управления флеш-памятью NAND.
2. Значение «Макс. секторов в режиме LBA», указанное в таблице 2, отражает число секторов, доступных для пользовательской адресации в режиме LBA и рассчитанное по правилу IDEMA.

2.2 Производительность

Таблица 3. Производительность произвольного чтения/записи в установившемся режиме (IOPS)

Максимальная производительность ¹	Ед. изм.	480 млрд байт	960 млрд байт
Произвольное чтение блоками по 4 KB	IOPS	750 000	750 000
Произвольная запись блоками по 4 KB	IOPS	60 000	75 000

Примечание

1. Указанная в таблице 3 производительность произвольного чтения и записи была измерена с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 с глубиной очереди 32 четырьмя специалистами. Измерения выполнялись во всем диапазоне логических адресов блоков (LBA) накопителя в установившемся режиме. Фактическая производительность может зависеть от условий эксплуатации и рабочей среды.

Таблица 4. Производительность при последовательном чтении и записи

Максимальная производительность ¹	Ед. изм.	480/960 млрд байт	960 млрд байт
Последовательное чтение блоками по 128 KB ²	Мбайт/с	3400	400 000
Последовательная запись блоками по 128 KB ²	Мбайт/с	3000	40 000

Примечание

1. Указанная в таблице 4 производительность последовательного чтения и записи была измерена с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 с глубиной очереди 32 одним специалистом. Фактическая производительность может зависеть от условий эксплуатации и рабочей среды.
2. При измерении производительности последовательного чтения и записи принималось, что 1 Мбайт/с = 1 000 000 байт/с.

2.3 Задержка

Таблица 5. Задержка¹ (в установившемся режиме)

Глубина очереди = 1	Ед. изм.	480 и 960 млрд байт
Произвольное чтение/запись ²	мкс	20/16
Последовательное чтение/запись ³	мкс	15/15
Время готовности накопителя ⁴	сек.	2

Примечание

1. Типичные значения.
2. Задержка произвольного чтения и записи измерялась с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 в установившемся режиме при произвольной рабочей нагрузке блоками по 4 KB и глубиной очереди 1.
3. Задержка последовательного чтения и записи измерялась с помощью приложения FIO в CentOS 7.0 в установившемся режиме при последовательной рабочей нагрузке блоками по 4 KB и глубиной очереди 1.
4. Максимальное время ожидания готовности для приема команд после включения питания (CSTS.Ready=1). Ожидается, что команды ввода/вывода могут не завершиться на этом этапе.

2.4 Качество обслуживания (QoS)

Таблица 6. Качество обслуживания (QoS)

Качество обслуживания (99 %)	Ед. изм.	480 млрд байт	960 млрд байт
Чтение (4 KB, QD1/QD16)	мкс	20/60	20/60
Запись (4 KB, QD1/QD16)	мкс	20/350	20/300

Качество обслуживания (99,99 %)	Ед. изм.	480 млрд байт	960 млрд байт
Чтение (4 KB, QD1/QD16)	мкс	30/100	30/100
Запись (4 KB, QD1/QD16)	мкс	30/450	30/400

Примечание

1. Качество обслуживания измерялось с помощью приложения FIO (99/99,99 %) для произвольного чтения и записи блоками по 4 KB с глубиной очередей 1 и 16.
2. Качество обслуживания измерялось как максимальное время на передачу и подтверждение приема 99 % команд, направленных хост-системе.
3. Качество обслуживания измерялось как максимальное время на передачу и подтверждение приема 99,99 % команд, направленных хост-системе.

2.5 Стабильность IOPS

Таблица 7. Стабильность IOPS

Стабильность IOPS 1, 2	Ед. изм.	480 и 960 млрд байт
Произвольное чтение (4 KB)	%	98
Произвольная запись (4 KB)	%	95
Произвольное чтение (8 KB)	%	98
Произвольная запись (8 KB)	%	95

Примечание

1. Измерение стабильности IOPS выполнялось с помощью приложения IOMeter 2006 с глубиной очереди 128.
2. Стабильность IOPS (%) = (значение IOPS, которое меньше других 99,9 % значений IOPS)/(среднее значение IOPS во время теста).

2.6 Питание

SSD-накопитель Samsung 983 ZET поставляется в корпусе форм-фактора HHHL. На него от хост-системы подается основное питание 12 В и дополнительное 3,3 В через следующие контакты: питание 12 В через контакты 1, 2, 3 со стороны В и контакты 2, 3 со стороны А, а питание 3,3 В через контакт 10 со стороны В. Требования по допустимым отклонениям напряжения в линиях 12 В и 3,3 В и уровень шума в SSD описаны в разделе 2.6.1, а характеристики энергопотребления — в разделе 2.6.2.

2.6.1 Допустимые отклонения напряжений (линии 12 В и 3,3 В AUX)

Таблица 8. Допустимые отклонения напряжений¹

Рабочее напряжение	480 и 960 млрд байт
В линии 12 В ²	±10 %
Время нарастания напряжения в линии 12 В (макс./мин.)	50 мс/1 мс
Время спада напряжения в линии 12 В (макс./мин.) ⁴	5 с/1 мс
Уровень шумов в линии 12 В	300 мВ (пиковое значение) от 10 Гц до 100 кГц 50 мВ (пиковое значение) от 100 кГц до 20 МГц
В линии 3,3 В AUX ³	±10 %
Время нарастания напряжения в линии 3,3 В AUX (макс./мин.)	50 мс/1 мс
Время спада напряжения в линии 3,3 В AUX (макс./мин.) ⁴	5 с/1 мс
Уровень шумов в линии 3,3 В AUX	300 мВ (пиковое значение) от 10 Гц до 100 кГц 50 мВ (пиковое значение) от 100 кГц до 20 МГц

Примечание

1. Компоненты SSD-накопителя рассчитаны на нормальную работу в диапазонах колебаний напряжения от хост-системы, представленных в таблице 8.
2. В линии основного питания 12 В минимально допустимое значение составляет 10,8 В, а максимально допустимое — 13,2 В.
3. В линии дополнительно питания 3,3 В AUX минимально допустимое значение составляет 2,97 В, а максимально допустимое — 3,63 В.
4. Напряжение на интервале заднего фронта должно быть равно минимальному значению или превышать его, чтобы обеспечить полную работоспособность функции защиты данных при отключении питания.

2.6.2 Допустимые отклонения напряжений (линии 12 В и 3,3 В AUX)

SSD-накопитель Samsung 983 ZET спроектирован для использования в серверах и системах хранения, то есть для непрерывной эксплуатации. Таким образом, SSD-накопитель Samsung 983 ZET не предназначен для работы в режимах малого энергопотребления, но только в режимах работа/ожидание.

Таблица 9. Энергопотребление (напряжение питания 12 В)¹

Режим электропитания	480 и 960 млрд байт	
Работа ²	Чтение	8,5 Вт
	Запись	9,0 Вт
Ожидание ³		5,5 Вт
Выключен		0 Вт

Примечание

1. Потребляемая мощность была измерена на контактах линий питания 12 В (контактах 1, 2, 3 со стороны В и контактах 2, 3 со стороны А) разъема для вставки SSD-накопителя. Энергопотребление в режиме работы и режиме ожидания вычислялось как наибольшая средняя мощность (максимальное среднеквадратичное значение) за интервал 100 мс.
2. При измерении мощности в режиме работы использовалась 100 % рабочая нагрузка в виде последовательного чтения или записи.
3. Состояние ожидания — это режим ожидания SSD-накопителем любых команд от хост-системы.

2.7 Надежность

Характеристики надежности SSD-накопителя Samsung 983 ZET отвечают стандартам JEDEC JESD218A и JESD219A.

2.7.1 Средняя наработка на отказ

Средняя наработка на отказ — это оценочное время между отказами в работе SSD-накопителя.

Таблица 10. Средняя наработка на отказ

Параметр	480 и 960 млрд байт
Средняя наработка на отказ	2 000 000 часов

2.7.2 Частота появления некорректируемых ошибок по битам

Частота появления некорректируемых ошибок по битам — это частота возникновения ошибок чтения битов, как определено в стандарте JEDEC JESD218.

Таблица 11. Общий объем записываемых данных

Параметр	480 и 960 млрд байт
Частота появления некорректируемых ошибок по битам	1 сектор на 10^{17} считанных бит

Примечание

1. В стандарте JEDEC рекомендуется, чтобы для производственных систем значение данного параметра не превышало 10–16.

2.7.3 Сохранность данных

Сохранность данных — это ожидаемая продолжительность сохранения данных в SSD-накопителе неизменными без питания при максимальном номинальном значении рабочего ресурса, как определено в стандарте JEDEC JESD218.

Таблица 12. Технические характеристики по сохранности данных

Параметр	480 и 960 млрд байт
Сохранность данных ¹	3 месяца

Примечание

1. Сохранность данных измерялась при условии, что рабочий ресурс SSD исчерпан, накопитель находится в выключенном состоянии при температуре 40 °C.

2.7.4 Рабочий ресурс

Рабочий ресурс SSD-накопителя в производственной системе — это максимальное количество полных перезаписей диска в день, произведенных в соответствии с требованиями стандарта JEDEC JESD218.

Таблица 13. Количество полных перезаписей диска в день (DWPD)

Параметр	480 млрд байт	960 млрд байт
Полных перезаписей диска в день	8,5 полных перезаписей диска в день в течение 5 лет	10 полных перезаписей диска в день в течение 5 лет

Таблица 14. Количество записанных петабайт (PBW)

Параметр	Ед. изм.	480 млрд байт	960 млрд байт
PBW	10^{15} байт	7,44	17,52

Примечание

1. Ниже приведена формула зависимости количества полных перезаписей диска в день от количества записанных петабайт: количество записанных петабайт (PBW) = количество полных перезаписей диска в день (DWPD) x 365 x 5 x пользовательская емкость.

2.8 Поддержка горячей замены

2.8.1 Защита данных при отключении питания

Благодаря технологии внутреннего резервного питания SSD-накопитель Samsung 983 ZET обеспечивает функцию защиты данных при отключении питания, гарантируя надежность данных, запрашиваемых хост-системой. В случае непредвиденного отключения питания SSD-накопитель во время любых операций автоматически обнаруживает эту аномальную ситуацию и переносит все пользовательские данные и метаданные, хранящиеся в оперативной памяти, во флеш-память.

Таблица 15. Стартовый ток при включении питания

Ток включения	960 млрд байт
12 В	1,5 А ^{1,2}

Примечание

- Измеренное значение тока включения соответствует спецификациям стандарта Enterprise SSD Form Factor Version 1.0a, выпущенного рабочей группой SSD Form Factor Working Group.
- Условия измерения тока включения: крутизна сигнала 12–12 000 В/с.

2.9 Характеристики окружающей среды

2.9.1 Температура

Таблица 16. Температура

		480 и 960 млрд байт
Температура ¹	Работа	от 0 до 55 °С
	Хранение ²	от -40 до 85 °С

Примечание

- Внешняя температура при достаточном воздушном потоке охлаждения (со скоростью 0,762 м/с в минуту и выше).
- Измерение температур без использования смещения.

2.9.2 Влажность

Таблица 17. Влажность

		480 и 960 млрд байт
Влажность ¹	Хранение	5–95 %

Примечание

- Влажность измерялась в условиях, исключающих образование конденсата.

2.9.3 Ударные и вибрационные воздействия

Таблица 18. Ударные и вибрационные воздействия

		480 и 960 млрд байт
Ударостойкость ¹	Хранение	1500 G
Вибрация ²	Хранение	20 G (пиковое значение)

Примечание

- Условия измерения ударостойкости: полусинусоидальная волна продолжительностью 0,5 мс.
- Условия измерения вибрации: от 10 Гц до 2 кГц.

3.0 Физические характеристики

3.1 Физические параметры

Габариты SSD-накопителя 983 ZET соответствуют форм-фактору M.2, определенному спецификацией PCI Express M.2.

Таблица 19. Габариты и вес

Параметр	Ед. изм.	480 и 960 млрд байт
Ширина	мм	Макс. 69,9
Длина	мм	Макс. 167,65
Толщина	мм	Макс. 18,84
Вес	г	До 330 г

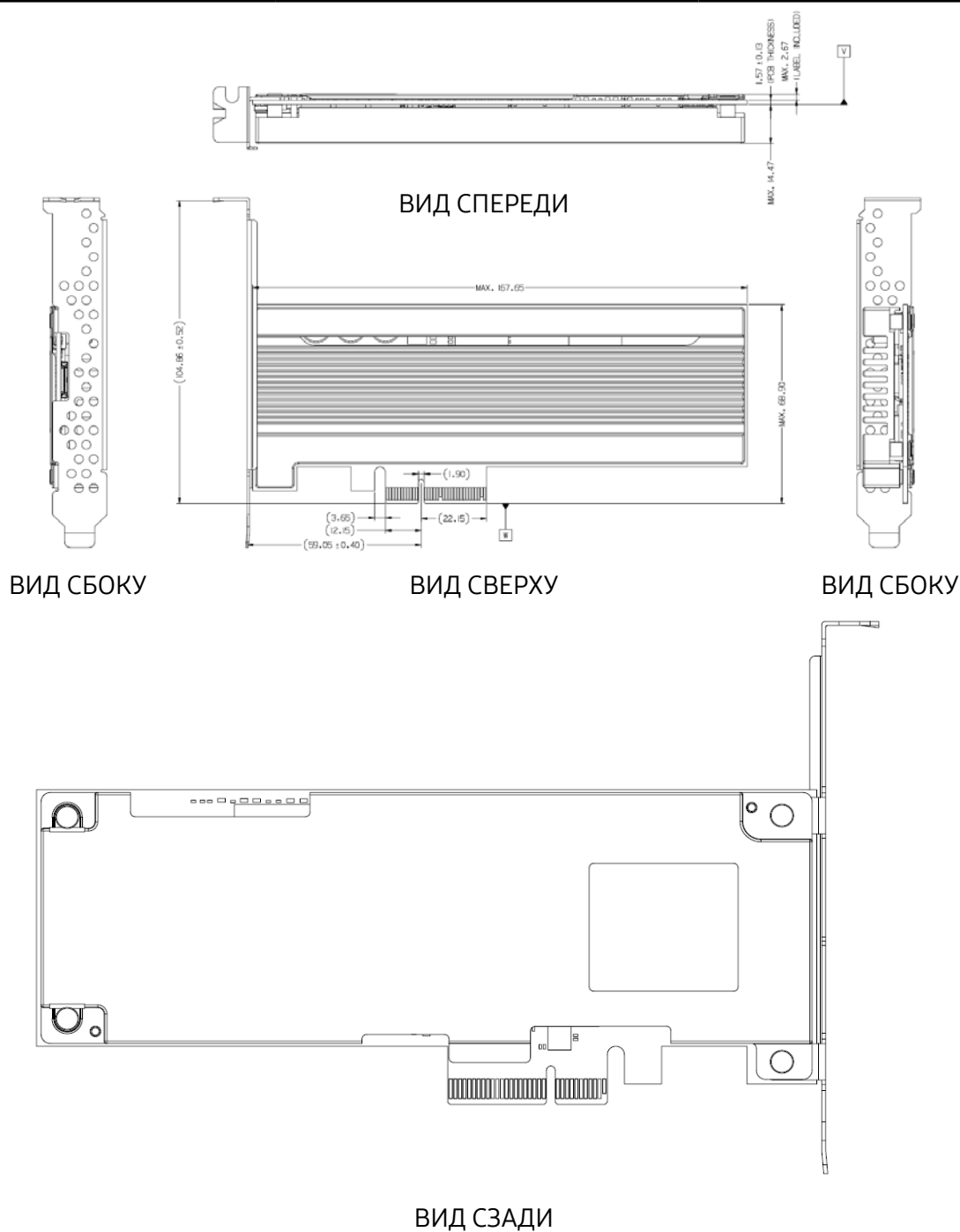


Рисунок 1. Габаритный чертеж

4.0 Характеристики электрического интерфейса

Для подключения SSD-накопителя 983 ZET на материнской плате должен быть разъем, соответствующий спецификации PCIe-CEM.

4.1 Размеры разъема

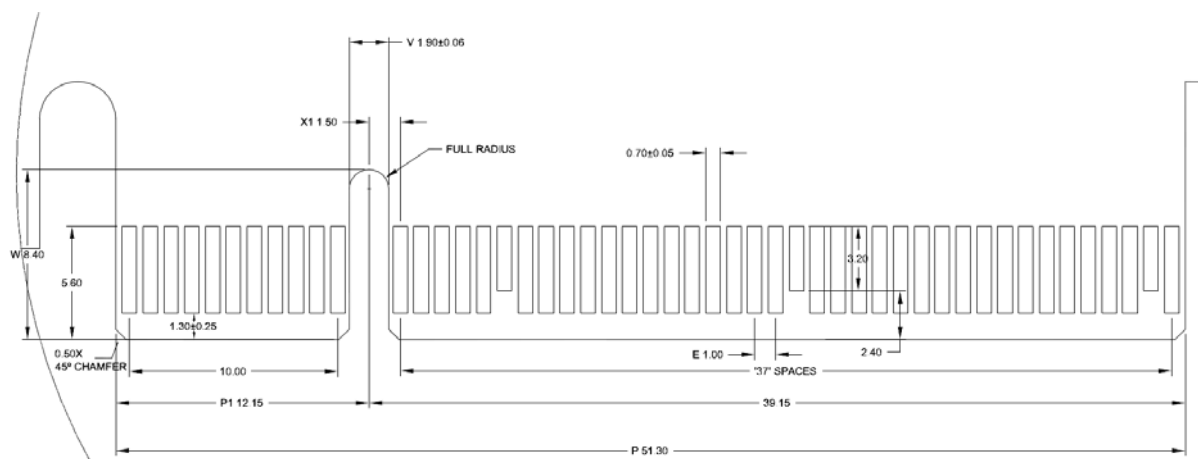


Рисунок 2. Схема разъема форм-фактора HNNL

4.2 Назначение контактов разъема

Таблица 20. Контакты разъема

№ контакта	Сторона		№ контакта	Сторона	
	Имя	Описание		Имя	Описание
1	+12 В	Питание 12 В	1	PRSNT1#	Обнаружение горячего подключения
2	+12 В	Питание 12 В	2	+12 В	Питание 12 В
3	+12 В	Питание 12 В	3	+12 В	Питание 12 В
4	GND	Заземление	4	GND	Заземление
5	SMCLK	Тактовые импульсы шины SMBus	5	JTAG2	Не подключен
6	SMDAT	Данные шины SMBus	6	JTAG3	Не подключен
7	GND	Заземление	7	JTAG4	Не подключен
8	+3,3 В	Не подключен	8	JTAG5	Не подключен
9	JTAG1	Не подключен	9	+3,3 В	Не подключен
10	3,3 В AUX	Дополнительное питание 3,3 В	10	+3,3 В	Не подключен
11	WAKE#	3,3 В нагрузочн.	11	PERST#	Основной сброс
12	RSVD	Зарезервировано	12	GND	Заземление
13	GND	Заземление	13	REFCLK+	Опорная частота (дифференциальная пара)
14	PETp0	Дифференциальная пара передатчика, линия 0	14	REFCLK-	
15	PETn0		15	GND	Заземление
16	GND	Заземление	16	PERp0	Дифференциальная пара приемника, линия 0
17	PRSNT2#	Не подключен	17	PERn0	
18	GND	Заземление	18	GND	Заземление

Конец разъема PCI Express x1

№ контакта	Сторона		№ контакта	Сторона	
	Имя	Описание		Имя	Описание
19	PETp1	Дифференциальная пара передатчика, линия 1	19	RSVD	Зарезервировано
20	PETn1		20	GND	Заземление
21	GND	Заземление	21	PERp1	Дифференциальная пара приемника, линия 1
22	GND	Заземление	22	PERn1	
23	PETp2	Дифференциальная пара передатчика, линия 2	23	GND	Заземление
24	PETn2		24	GND	Заземление
25	GND	Заземление	25	PERp2	Дифференциальная пара приемника, линия 2
26	GND	Заземление	26	PERn2	
27	PETp3	Дифференциальная пара передатчика, линия 3	27	GND	Заземление
28	PETn3		28	GND	Заземление
29	GND	Заземление	29	PERp3	Дифференциальная пара приемника, линия 3
30	RSVD	Зарезервировано	30	PERn3	
31	PRSNT2#	Подключен к A1	31	GND	Заземление
32	GND	Заземление	32	RSVD	Зарезервировано

Конец разъема PCI Express x4

5.0 Регистры PCI и NVMe Express

5.1 Регистры PCI Express

5.1.1 Сводка по регистрам PCI

Таблица 21. Сводка по регистрам PCI

Начальный адрес	Конечный адрес	Имя	Тип
00h	3Fh	Заголовок PCI	Заголовок конфигурации PCI
40h	47h	Возможность «Управление питанием PCI»	Возможность PCI
50h	67h	Возможность MSI	Возможность PCI
70h	A3h	Возможность PCI Express	Возможность PCI
80h	BBh	Возможность MSI-X	Возможность PCI
100h	12Bh	Возможность «Расширенное информирование об ошибках»	Расширенная возможность PCI
148h	153h	Возможность «Серийный номер устройства»	Расширенная возможность PCI
158h	167h	Возможность «Бюджетирование мощности»	Расширенная возможность PCI
168h	17Bh	Вспомогательная возможность PCI Express	Расширенная возможность PCI
188h	18Fh	Возможность «Информирование о допустимой задержке»	Расширенная возможность PCI
190h	19Fh	Возможность «Вложенные состояния L1»	Расширенная возможность PCI

5.1.2 Подробные сведения о регистрах заголовка конфигурации PCI

5.1.2.1 Регистры заголовка конфигурации PCI

Таблица 22. Сводка по регистрам заголовка PCI

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
00h	03h	IDTF	Идентификаторы
04h	05h	CMD	Регистр команд
06h	07h	STS	Регистр состояния
08h	08h	REVID	Идентификатор версии
09h	0Bh	CC	Коды классов
0Ch	0Ch	CLS	Размер строки кэш-памяти
0Dh	0Dh	MLT	Таймер основной задержки
0Eh	0Eh	HTYPE	Тип заголовка
0Fh	0Fh	BIST	Встроенная самодиагностика
10h	13h	MLBAR (BAR0)	Базовый адрес регистра памяти (младшие 32 разряда)
14h	17h	MUBAR (BAR1)	Базовый адрес регистра памяти (старшие 32 разряда)
18h	1Bh	IDBAR (BAR2)	Зарезервировано
1Ch	1Fh	BAR3	Зарезервировано

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
20h	23h	BAR4	Зарезервировано
24h	27h	BAR5	Зарезервировано
28h	2Bh	CCPTR	Указатель CIS CardBus
2Ch	2Fh	SS	Идентификаторы подсистемы
30h	33h	EXPROM	Базовый адрес расширенного ПЗУ
34h	34h	CAP	Указатель возможностей
35h	3Bh	R	Зарезервировано
3Ch	3Dh	INTR	Информация о прерывании
3Eh	3Eh	MGNT	Минимальное разрешение
3Fh	3Fh	MLAT	Максимальная задержка

Таблица 23. Регистр идентификатора

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RO	A808h	Идентификатор устройства
0:15	RO	144Dh	Идентификатор поставщика

Таблица 24. Регистр команд

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:11	RO	0h	Зарезервировано
10	RW	0	Запрет прерывания
9	RO	0	Разрешение быстрой обратной связи (не исп.)
8	RW	0	Разрешение SERR#
7	RO	0	Управление циклом ожидания/пошагового выполнения IDSEL (не исп.)
6	RW	0	Разрешение ответа на ошибку четности
5	RO	0	Разрешение трансляции операций записи в регистр палитры VGA (не исп.)
4	RO	0	Разрешение записи в память и объявления недействительной (не исп.)
3	RO	0	Разрешение специального цикла (не исп.)
2	RW	0	Разрешение устройства управления шиной
1	RW	0	Разрешение области памяти
0	RW	0	Разрешение области ввода-вывода

Таблица 25. Регистр состояния

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW1C	0	Обнаруженная ошибка четности
14	RW1C	0	Ошибка сигнальной системы
13	RW1C	0	Принятый сигнал отмены для основного устройства
12	RW1C	0	Принятый сигнал отмены для целевого устройства
11	RW1C	0	Переданный сигнал отмены для целевого устройства (не исп.)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
10:9	RO	0h	Синхронизация DEVSEL (не исп.)
8	RW1C	0	Обнаружение ошибки четности для основных данных
7	RO	0	Возможность «Быстрая обратная транзакция» (не исп.)
6	RO	0	Зарезервировано
5	RO	0	Возможность «Частота 66 МГц» (не исп.)
4	RO	1	Список возможностей
3	RO	0	Состояние прерывания
2:1	RO	0h	Зарезервировано
0	RO	0	Зарезервировано

Таблица 26. Регистр идентификаторов изменений

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RO	00h	Идентификатор версии оборудования контроллера

Таблица 27. Регистр кода класса

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
23:16	RO	01h	Код базового класса
15:8	RO	08h	Код подкласса
7:0	RO	02h	Интерфейс программирования

Таблица 28. Регистр размера строки кэш-памяти

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RW	0h	Размер строки кэш-памяти (не исп.)

Таблица 29. Регистратор таймера основной задержки

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RO	0h	Таймер задержки основного устройства (не исп.)

Таблица 30. Регистр типа заголовка

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7	RO	0	Многофункциональное устройство (не исп.)
6:0	RO	0h	Зарезервировано

Таблица 31. Регистр встроенной самодиагностики

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RO	0h	Встроенная самодиагностика (не исп.)

Таблица 32. Базовый адрес регистра памяти, нижний 32-разрядный (BAR0)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:14	RW	0h	Базовый адрес
13:4	RO	0h	Зарезервировано
3	RO	0	Предварительное извлечение из памяти
2:1	RO	2h	Тип адреса (64-разрядный)
0	RO	0	Индикатор области памяти (MEMSI)

Таблица 33. Базовый адрес регистра памяти, старшие 32 бита (BAR1)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:0	RO	0h	Базовый адрес

Таблица 34. Регистр базового адреса регистров пары указателя/данных (BAR2)

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

Таблица 35. Регистр BAR3

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

Таблица 36. Сертификат BAR4, специфичный для поставщиков

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

Таблица 37. Сертификат BAR5, специфичный для поставщиков

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

Таблица 38. Регистратор указателей CIS Cardbus

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

Таблица 39. Регистр идентификатора подсистемы

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RO	A801h	Идентификатор подсистемы
15:0	RO	144Dh	Идентификатор поставщика подсистемы

Таблица 40. Регистр ПЗУ расширения

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:17	RW	0h	Базовый адрес расширенного ПЗУ
16:1	RO	0h	Зарезервировано
0	RW	0	ПЗУ расширения, разрешить/запретить

Таблица 41. Регистр указателей возможностей

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RO	40h	Указатель возможностей

Таблица 42. Регистр информации о прерываниях

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:8	RO	01h	Контакт прерывания
7:0	RW	FFh	Линия прерывания

Таблица 43. Регистр минимального разрешения

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RO	0h	Минимальное разрешение

Таблица 44. Регистр максимальной задержки

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:0	RO	0h	Максимальная задержка

5.1.3 Сведения о регистрах возможностей PCI

5.1.3.1 Возможность «Управление питанием PCI»

Таблица 45. Сводка по регистрам возможности «Управление питанием PCI»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
40h	40h	PCIPM_ID	Идентификатор возможности «Управление питанием PCI»
41h	41h	NEXTCAP	Указатель следующей возможности
42h	43h	PCIPM_CAP	Возможности «Управление питанием PCI»
44h	45h	PCIPM_CS	Контроль и состояние управления питанием PCI
46h	46h	PCIPM_CSR_BSE	Расширения моста PMCSR_BSE
47h	47h	PCIEPM_DATA	Данные

Таблица 46. Регистр идентификаторов возможностей «Управление питанием PCI»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:8	RO	50h	Следующая возможность
7:0	RO	1h	Идентификатор возможности

Таблица 47. Регистр возможностей «Управление питанием PCI»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:11	RO	0h	Поддержка PME (не исп.)
10	RO	0	Поддержка D2 (не исп.)
9	RO	0	Поддержка D1 (не исп.)
8:6	RO	0h	Ток AUX (не исп.)
5	RO	0	Инициализация в зависимости от устройства (не исп.)
4	RsvdP	0	Зарезервировано
3	RO	0	Тактовые импульсы PME (не исп.)
2:0	RO	3h	Версия (поддержка спецификации PCI Bus Power Management Interface R1.2)

Таблица 48. Регистр контроля и состояния управления питанием PCI

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:24	RsvdP	0h	Регистр данных (не исп.)
23	RO	0	Разрешение питания шины/тактовых импульсов (не исп.)
22	RO	0	Поддержка B2, B3 (не исп.)
21:16	RsvdP	0h	Зарезервировано
15	RO	0	Состояние PME (не исп.)
14:13	RO	0h	Масштабирование данных (не исп.)
12:9	RO	0h	Выбор данных (не исп.)
8	RWS	0	Разрешение PME (не исп.)
7:4	RsvdP	0h	Зарезервировано
3	RO	1	Нет программного сброса
2	RsvdP	0	Зарезервировано
1:0	RW	0h	Состояние энергопотребления

5.1.3.2 Возможность «Прерывание, инициируемое сообщением» (MSI)

Таблица 49. Сводка по регистрам возможности «Прерывание, инициируемое сообщением»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
50h	51h	MSI_ID	MSI: идентификатор возможности
52h	53h	MSI_MC	MSI: управление сообщением
54h	57h	MSI_MA	MSI: адрес сообщения
58h	5Bh	MSI_MUA	MSI: старшая часть адреса
5Ch	5Dh	MSI_MDATA	MSI: данные сообщения
60h	63h	MSI_MMASK	MSI: биты маски
64h	67h	MSI_MPEND	MSI: биты ожидания

Таблица 50. Регистр идентификаторов возможностей «Прерывание, инициируемое сообщением»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:8	RO	70h	Следующая возможность
7:0	RO	05h	Идентификатор возможности

Таблица 51. Регистр управления прерываниями, инициируемыми сообщением

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:9	RsvdP	0h	Зарезервировано
8	RO	0	Возможность «Повекторное маскирование» (не исп.)
7	RO	1h	Возможность использования 64-разрядного адреса
6:4	RW	0h	Разрешение нескольких сообщений
3:1	RO	5h	Возможность передачи нескольких сообщений
0	RW	0	Разрешение MSI

Таблица 52. Регистр адресов прерываний, инициируемых сообщением

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

Таблица 53. Регистр старшей части адреса прерывания, инициируемого сообщением

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:0	RW	0h	Старшая часть адреса

Таблица 54. Регистр данных сообщения MSI

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

Таблица 55. Регистр бит маски MSI

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:0	RW	0h	Биты маски (не исп.)

Таблица 56. Регистр бит ожидания MSI

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:0	RO	0h	Ожидающие биты

5.1.3.3 Возможность PCI Express

Таблица 57. Сводка по регистрам возможности PCI Express

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
70h	71h	PCIE_ID	Идентификатор возможности PCI Express
72h	73h	PCIE_CAP	Возможности PCI Express
74h	77h	PCIE_DCAP	Возможности устройства PCI Express
78h	79h	PCIE_DC	Управление устройством PCI Express
7Ah	7Bh	PCIE_DS	Состояние устройства PCI Express
7Ch	7Fh	PCIE_LCAP	Возможности шины PCI Express
80h	81h	PCIE_LC	Управление шиной PCI Express
82h	83h	PCIE_LS	Состояние шины PCI Express
94h	97h	PCIE_DCAP2	Возможности устройства PCI Express 2
98h	99h	PCIE_DC2	Управление устройством PCI Express 2
9Ah	9Bh	PCIE_DS2	Состояние устройства PCI Express 2
9Ch	9Fh	PCIE_LCAP2	Возможности шины PCI Express 2
A0h	A1h	PCIE_LC2	Управление шиной PCI Express 2
A2h	A3h	PCIE_LS2	Состояние шины PCI Express 2

Таблица 58. Регистр идентификаторов возможности PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:8	RO	B0h	Следующий указатель
7:0	RO	10h	Идентификатор возможности

Таблица 59. Регистр возможностей PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:14	RsvdP	0h	Зарезервировано
13:9	RO	0h	Номер сообщения прерывания
8	Hwlnit	0	Реализация слота (не исп.)
7:4	RO	0h	Тип устройства/порта
3:0	RO	2h	Версия возможности

Таблица 60. Регистр возможностей устройства PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:29	RsvdP	0h	Зарезервировано
28	RO	1	Возможность «Сброс на уровне функции»
27:26	RO	0h	Масштаб предела мощности зарегистрированного слота
25:18	RO	0h	Значение предела мощности зарегистрированного слота
17:16	RsvdP	0h	Зарезервировано
15	RO	1	Информирование об ошибках на основе ролей

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
14:12	RO	0h	Зарезервировано
11:9	RO	7h	Допустимая задержка в конечной точке L1
8:6	RO	7h	Допустимая задержка в конечной точке L0
5	RO	0	Поддержка расширенного поля тегов
4:3	RO	0h	Поддержка фантомных функций
2:0	RO	1h	Максимальный поддерживаемый размер полезной нагрузки

Таблица 61. Регистр управления устройством PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW	0	Инициирование сброса на уровне функции
14:12	RW	2h	Максимальный размер запроса на чтение
11	RW	1	Разрешение режима без трансляции
10	RWS	0	Разрешение PM вспомогательного питания (не исп.)
9	RW	0	Разрешение фантомных функций (не исп.)
8	RW	0	Разрешение расширенного тега
7:5	RW	0h	Максимальный размер полезной нагрузки
4	RW	1	Разрешение гибкого порядка следования байтов
3	RW	0	Разрешение информирования о неподдерживаемых запросах
2	RW	0	Разрешение информирования о критических ошибках
1	RW	0	Разрешение информирования о некритических ошибках
0	RW	0	Разрешение информирования об исправимых ошибках

Таблица 62. Регистр состояния устройства PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:6	RsvdZ	0h	Зарезервировано
5	RO	0	Ожидание транзакции
4	RO	0	Обнаружено вспомогательное питание
3	RW1C	0	Обнаружен неподдерживаемый запрос
2	RW1C	0	Обнаружена критическая ошибка
1	RW1C	0	Обнаружена некритическая ошибка
0	RW1C	0	Обнаружена исправляемая ошибка

Таблица 63. Регистр возможностей шины PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:24	Hwlnit	0h (порт 0)	Номер порта
23	RsvdP	0	Зарезервировано
22	Hwlnit	1	Соответствие требованиям ASPM

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
21	RO	0	Возможность «Уведомление о полосе пропускания шины» (не исп.)
20	RO	0	Возможность «Информирование об активной шине — уровень шины данных» (не исп.)
19	RO	0	Возможность «Информирование об ошибке неожиданного отключения» (не исп.)
18	RO	0	Управление питанием тактового генератора
17:15	RO	6h	Задержка на выходе L1
14:12	RO	7h	Задержка на выходе L0s
11:10	RO	0	Поддержка управления питанием в активном состоянии
9:4	RO	4h (шина x4)	Максимальная ширина шины
3:0	RO	3h	Макс. скорость шины

Таблица 64. Регистр управления шиной PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:14	RW/ RsvdP	0h	Зарезервировано
13:12	RsvdP	0h	Зарезервировано
11	RsvdP	0	Разрешение прерывания полосы пропускания автономной шины (не исп.)
10	RsvdP	0	Разрешение прерывания управления полосой пропускания шины (не исп.)
9	RW	0	Запрет полосы пропускания автономного оборудования
8	RW	0	Разрешение управления питанием тактового генератора
7	RW	0	Расширенная синхронизация
6	RW	0	Конфигурация общего тактового сигнала
5	RsvdP	0	Повторная настройка шины (не исп.)
4	RsvdP	0	Запрет шины (не исп.)
3	RW	0	Граница завершения чтения (не исп.)
2	RsvdP	0	Зарезервировано
1:0	RW	0h	Управление питанием в активном состоянии

Таблица 65. Регистр состояния шины PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW1C	0h	Состояние прерывания полосы пропускания автономной шины (не исп.)
14	RW1C	0	Состояние управления полосой пропускания шины (не исп.)
13	RO	0	Активная шина — уровень шины данных
12	HwInit	1	Конфигурация тактового сигнала слота
11	RO	0	Обучение шины (не исп.)
10	RO	0	Зарезервировано
9:4	RO	1h	Ширина согласованной шины
3:0	RO	1h	Текущая скорость шины

Таблица 66. Регистр 2 возможностей устройства PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31	HwInit	0	Зарезервировано
30:24	RsvdP	0h	Зарезервировано
23:22	HwInit	0h	Макс. префиксы сквозной передачи TLP (не исп.)
21	HwInit	0	Поддержка префикса сквозной передачи TLP (не исп.)
20	RO	0	Поддержка расширенного поля формата (не исп.)
19:18	HwInit	0h	Поддержка OBFF (не исп.)
17:16	RsvdP	0h	Зарезервировано
15:14	HwInit	0h	Система LN CLS (не исп.)
13:12	RO	0h	Поддержка завершителя TPH (не исп.)
11	RO	1	Поддержка информирования о допустимой задержке
10	HwInit	0	Отсутствие передачи PR-PR с включением RO (не исп.)
9	RO	0	Поддержка завершителя 128-битного CAS (не исп.)
8	RO	0	Поддержка завершителя 64-битной атомарной операции (не исп.)
7	RO	0	Поддержка завершителя 32-битной атомарной операции (не исп.)
6	RO	0	Поддержка маршрутизации атомарной операции (не исп.)
5	RO	0	Поддержка переадресации ARI (не исп.)
4	RO	1	Поддержка запрета таймаута завершения
3:0	HwInit	Fh	Поддержка диапазонов таймаута завершения

Таблица 67. Регистр 2 управления устройством PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Блокировка префикса сквозной передачи TLP (не исп.)
14:13	RW/ RsvdP	0h	Разрешение OBFF (не исп.)
12:11	RsvdP	0h	Зарезервировано
10	RW	0	Разрешение информирования о допустимой задержке
9	RW	0	Разрешение завершения IDO (не исп.)
8	RW	0	Разрешение запроса IDO (не исп.)
7	RW	0	Блокировка выхода для атомарной операции (не исп.)
6	RW	0	Разрешение запроса атомарной операции (не исп.)
5	RW	0	Разрешение переадресации ARI (не исп.)
4	RW	0	Запрет таймаута завершения
3:0	RW	0h	Значение таймаута завершения

Таблица 68. Регистр 2 состояния устройства PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:0	RsvdZ	0h	Зарезервировано

Таблица 69. Регистр 2 возможностей шины PCI Express

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 поддерживаемых скоростей
0	RsvdP	0	Зарезервировано

Таблица 70. Регистр 2 управления шиной PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:12	RWS/RsvdP	0h	Соответствие коррекции предсказаний
11	RWS/RsvdP	0	Соответствие SOS
10	RWS/RsvdP	0	Ввод изменений соответствия
9:7	RWS/RsvdP	0h	Граница передачи
6	Hwinit	0	Выбираемая коррекция предсказаний (не исп.)
5	RWS/RsvdP	0	Запрет скорости автономного оборудования
4	RWS/RsvdP	0	Ввод соответствия
3:0	RWS/RsvdP	3h	Целевая скорость передачи данных по шине

Таблица 71. Регистр 2 статуса шины PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:6	RsvdP	0h	Зарезервировано
5	RW1CS	0	Запрос на выравнивание шины 8,0 млрд транзакций в секунду
4	ROS	0	Успешное выравнивание 8,0 млрд транзакций в секунду, фаза 3
3	ROS	0	Успешное выравнивание 8,0 млрд транзакций в секунду, фаза 2
2	ROS	0	Успешное выравнивание 8,0 млрд транзакций в секунду, фаза 1
1	ROS	0	Выравнивание 8,0 млрд транзакций в секунду завершено
0	RO	1	Текущая коррекция предсказаний

5.1.3.4 Возможность MSI-X

Таблица 72. Сводка по регистрам возможности MSI-X

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
B0h	B1h	MSIX_ID	Идентификатор возможности MSI-X
B2h	B3h	MSIX_CAP	Управление сообщениями MSI-X
B4h	B7h	MSIX_TBL	Смещение таблицы MSI-X и таблицы BIR
B8h	BBh	MSIX_PBA	Смещение MSI-X PBA и PBA BIR

Таблица 73. Регистр идентификатора MSI-X

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:8	RO	00h	Следующая возможность
7:0	RO	11h	Идентификатор возможности

Таблица 74. Регистр управления MSI-X

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW	0	Разрешение MSI-X
14	RW	0	Маска функции
13:11	RsvdP	0h	Зарезервировано
10:0	RO	20h	Размер таблицы

Таблица 75. Регистр смещения таблицы MSI-X

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:3	RO	600h	Смещение таблицы
2:0	RO	0h	Таблица BIR

Таблица 76. Регистр смещения массива ожидающих бит MSI-X

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:3	RO	400h	Смещение массива ожидающих бит
2:0	RO	0h	BIR массива ожидающих бит

5.1.4 Подробные сведения о расширенных возможностях PCI

5.1.4.1 Регистры расширенного информирования об ошибках

Таблица 77. Сводка по регистрам возможности «Расширенное информирование об ошибках»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
100h	103h	AER_ID	Идентификатор возможности AER
104h	107h	AER_UCES	Состояние неустранимой ошибки AER
108h	10Bh	AER_UCEM	Маска неустранимой ошибки AER
10Ch	10Fh	AER_UCESEV	Серьезность неустранимой ошибки AER
110h	113h	AER_CES	Состояние устранимой ошибки AER
114h	117h	AER_CEM	Маска устранимой ошибки AER
118h	11Bh	AER_CC	Управление и возможности AER
11Ch	12Bh	AER_HL	Журнал заголовков AER

Таблица 78. Регистр идентификатора возможности AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:20	RO	148h	Следующий указатель (Указывает на смещение заголовка вспомогательной расширенной возможности PCI Express)
19:16	RO	2h	Версия возможности
15:0	RO	1h	Идентификатор возможности

Таблица 79. Регистр состояния неустранимых ошибок AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:27	RsvdZ	0h	Зарезервировано
26	RW1CS	0	Состояние блокировки выхода для поврежденного TLP (не исп.)
25	RW1CS	0	Состояние ошибки блокировки префикса TLP (не исп.)
24	RW1CS	0	Состояние блокировки выхода для атомарной операции (не исп.)
23	RW1CS	0	Состояние блокировки TLP для MC (не исп.)
22	RW1CS	0	Состояние неисправляемой внутренней ошибки
21	RW1CS	0	Состояние нарушения ACS (не исп.)
20	RW1CS	0	Состояние ошибки неподдерживаемого запроса
19	RW1CS	0	Состояние ошибки ECRC
18	RW1CS	0	Состояние искаженного TLP
17	RW1CS	0	Состояние переполнения приемника
16	RW1CS	0	Состояние неожиданного завершения
15	RW1CS	0	Состояние прерывания завершителя
14	RW1CS	0	Состояние таймаута завершения
13	RW1CS	0	Состояние ошибки протокола управления потоком
12	RW1CS	0	Состояние поврежденного TLP
11:6	RsvdZ	0h	Зарезервировано
5	RW1CS	0	Состояние ошибки неожиданного отключения (не исп.)
4	RW1CS	0	Состояние ошибки протокола шины
3:1	RsvdZ	0h	Зарезервировано
0	Не определено	0	Не определено

Таблица 80. Регистр маски неустранимых ошибок AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:27	RsvdZ	0h	Зарезервировано
26	RWS	0	Маска блокировки выхода для поврежденного TLP (не исп.)
25	RWS	0	Маска ошибки блокировки префикса TLP (не исп.)
24	RWS	0	Маска блокировки выхода для атомарной операции (не исп.)
23	RWS	0	Маска блокировки TLP для MC (не исп.)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
22	RWS	1	Маска неустранимой внутренней ошибки
21	RWS	0	Маска нарушения ACS (не исп.)
20	RWS	0	Маска ошибки неподдерживаемого запроса
19	RWS	0	Маска ошибок ECRC
18	RWS	0	Маска искаженного TLP
17	RWS	0	Маска переполнения приемника
16	RWS	0	Маска неожиданного завершения
15	RWS	0	Маска прерывания завершителя
14	RWS	0	Маска таймаута завершения
13	RWS	0	Маска ошибок протокола управления потоком
12	RWS	0	Маска поврежденного TLP
11:6	RsvdZ	0h	Зарезервировано
5	RWS	0	Маска ошибки неожиданного отключения (не исп.)
4	RWS	0	Маска ошибок протокола шины данных
3:1	RsvdZ	0h	Зарезервировано
0	Не определено	0	Не определено

Таблица 81. Регистр серьезности неустранимых ошибок AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:27	RsvdP	0h	Зарезервировано
26	RWS	0	Серьезность блокировки выхода для поврежденного TLP (не исп.)
25	RWS	0	Серьезность ошибки блокировки префикса TLP (не исп.)
24	RWS	0	Серьезность блокировки выхода для атомарной операции (не исп.)
23	RWS	0	Серьезность блокировки TLP для MC (не исп.)
22	RWS	1	Серьезность неустранимой внутренней ошибки
21	RWS	0	Серьезность нарушения ACS (не исп.)
20	RWS	0	Серьезность ошибки неподдерживаемого запроса
19	RWS	0	Серьезность ошибки ECRC
18	RWS	1	Серьезность искаженного TLP
17	RWS	1	Серьезность переполнения приемника
16	RWS	0	Серьезность непредвиденного завершения
15	RWS	0	Серьезность прерывания завершителя
14	RWS	0	Серьезность таймаута завершения
13	RWS	1	Серьезность ошибки протокола управления потоком
12	RWS	0	Серьезность поврежденного TLP
11:6	RsvdP	0h	Зарезервировано
5	RWS	1	Серьезность ошибки Surprise Down (не исп.)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
4	RWS	1	Серьезность ошибки протокола шины передачи
3:1	RsvdP	0h	Зарезервировано
0	Не определено	0	Не определено

Таблица 82. Регистр состояния исправляемых ошибок AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RsvdZ	0h	Зарезервировано
15	RW1CS	0	Состояние переполнения журнала заголовка
14	RW1CS	0	Состояние исправленной внутренней ошибки
13	RW1CS	0	Состояние информативной некритической ошибки
12	RW1CS	0	Статус ожидания таймера повтора воспроизведения
11:9	RsvdZ	0h	Зарезервировано
8	RW1CS	0	Состояние переключения числа воспроизведения
7	RW1CS	0	Ошибка состояния DLLP
6	RW1CS	0	Ошибка состояния TLP
5:1	RsvdZ	0h	Зарезервировано
0	RW1CS	0	Принятое состояние ошибки

Таблица 83. Регистр маски исправляемых ошибок AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RsvdP	0h	Зарезервировано
15	RWS	1	Маска переполнения журнала заголовка
14	RWS	1	Маска исправленной внутренней ошибки
13	RWS	1	Маска информативной некритической ошибки
12	RWS	0	Маска таймаута таймера повтора
11:9	RsvdP	0h	Зарезервировано
8	RWS	0	Маска переключения числа повторов
7	RWS	0	Ошибка маски DLLP
6	RWS	0	Ошибка маски TLP
5:1	RsvdP	0h	Зарезервировано
0	RWS	0	Маска принятой ошибки

Таблица 84. Регистр возможностей и управления AER

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:13	RsvdP	0h	Зарезервировано
12	RO	0	Возможность «Журнал префиксов/заголовков таймаута завершения» (не исп.)
11	ROS	0	Наличие журнала префикса TLP (не исп.)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
10	RWS	0	Разрешение регистрации нескольких заголовков
9	RO	1	Возможность «Регистрация нескольких заголовков»
8	RWS	0	Включена проверка ECRC
7	RO	1	Возможность «Проверка ECRC»
6	RWS	0	Разрешение генерации ECRC
5	RO	1	Возможность «Генерация ECRC»
4:0	ROS	0h	Указатель первой ошибки

Таблица 85. Регистр журнала заголовков AER

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

5.1.4.2 Возможность серийного номера устройства

Таблица 86. Сводка по регистру возможности «Серийный номер устройства»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
148h	14Bh	DSN_ID	Идентификатор возможности «Серийный номер устройства»
14Ch	14Fh	DSN_LR	Регистр серийного номера (младшее дв. слово)
150h	153h	DSN_UR	Регистр серийного номера (старшее дв. слово)

Таблица 87. Заголовок регистра возможности «Серийный номер устройства»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:20	RO	158h	Смещение следующей возможности
19:16	Hwlnit	1h	Версия возможности
15:0	Hwlnit	3h	Идентификатор расширенной возможности PCI Express

Таблица 88. Заголовок регистра серийного номера (младшее дв. слово)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:0	RO	0h	Регистр серийного номера (младшее дв. слово)

Таблица 89. Заголовок регистра серийного номера (старшее дв. слово)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:0	RO	0h	Регистр серийного номера (старшее дв. слово)

5.1.4.3 Возможность «Бюджетирование мощности»

Таблица 90. Сводка по возможности «Бюджетирование мощности»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
158h	15Bh	PB_ID	Идентификатор расширенной возможности «Бюджетирование мощности»
15Ch	15Fh	PB_SR	Регистр выбора данных
160h	163h	PB_DR	Регистр данных
164h	167h	PB_BCR	Регистр возможности «Бюджетирование мощности»

Таблица 91. Заголовок возможности «бюджетирования мощности»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:20	RO	168h	Смещение следующей возможности
19:16	RO	1h	Версия возможности
15:00	RO	4h	Идентификатор расширенной возможности PCI Express

Таблица 92. Регистр выбора данных

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:8	RsvdP	0h	Зарезервировано
7:0	RW	0h	Выбор данных

Таблица 93. Регистр данных

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:21	RsvdP	0h	Зарезервировано
20:18	RO	0h	Шина питания

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
17:15	RO	0h	Тип
14:13	RO	0h	Состояние PM
12:10	RO	0h	Состояние замены PM
9:8	RO	0h	Масштабирование данных
7:0	RO	0h	Базовая мощность

Таблица 94. Регистр возможности «Бюджетирование мощности»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
7:1	RsvdP	0h	Зарезервировано
0	Hwlnit	1h	Выделенная система

5.1.4.4 Вспомогательные возможности PCI Express

Таблица 95. Сводка по вспомогательным возможностям PCI Express

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
168h	16Bh	SPE_ID	Вспомогательная возможность PCI Express
16Ch	16Fh	PCIE_LC3	Регистр 3 управления шиной PCI Express
170h	173h	PCIE_LE	Состояние ошибки линии PCI Express
174h	175h	PCIE_L0EC	Управление выравниванием линии 0 PCI Express
176h	177h	PCIE_L1EC	Управление выравниванием линии 1 PCI Express
178h	179h	PCIE_L2EC	Управление выравниванием линии 2 PCI Express
17Ah	17Bh	PCIE_L3EC	Управление выравниванием линии 3 PCI Express

Таблица 96. Регистр идентификатора вспомогательной возможности PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:20	RO	188h	Следующий указатель
19:16	RO	1h	Версия возможности
15:0	RO	19h	Идентификатор возможности (вспомогательная расширенная возможность PCI Express)

Таблица 97. Регистр 3 управления шиной PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RsvdP	0h	Зарезервировано
15:9	RW	0h	Разрешение вектора генерации нижнего SKP OS (не исп.)
8:2	RsvdP	0h	Зарезервировано
1	RW	0	Включение прерывания запроса выравнивания шины (не исп.)
0	RW	0	Выполнение выравнивания (не исп.)

Таблица 98. Регистр состояния ошибки линии PCI Express

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:4	Rsvdp	0h	Зарезервировано
3:0	RW1CS	0h	Биты состояния ошибки линии

Таблица 99. Регистр управления выравниванием линии 0

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14:12	Hwlnit/RO	7h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
11:8	Hwlnit/RO	Fh	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6:4	Hwlnit/RsvdP	0h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)
3:0	Hwlnit/RsvdP	0h	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)

Таблица 100. Регистр управления выравниванием линии 1

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14:12	Hwlnit/RO	7h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
11:8	Hwlnit/RO	Fh	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6:4	Hwlnit/RsvdP	0h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)
3:0	Hwlnit/RsvdP	0h	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)

Таблица 101. Регистр управления выравниванием линии 2

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14:12	Hwlnit/RO	7h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
11:8	Hwlnit/RO	Fh	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6:4	Hwlnit/RsvdP	0h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)
3:0	Hwlnit/RsvdP	0h	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)

Таблица 102. Регистр управления выравниванием линии

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RsvdP	0	Зарезервировано
14:12	Hwlnit/RO	7h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
11:8	Hwlnit/RO	Fh	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду восходящего порта
7	RsvdP	0	Зарезервировано
6:4	Hwlnit/RsvdP	0h	Рекомендация по предустановке приемника 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)
3:0	Hwlnit/RsvdP	0h	Предустановка передатчика 8,0 млрд транзакций в секунду нисходящего порта (не исп.)

5.1.4.5 Регистры возможности «Информирование о допустимой задержке»

Таблица 103. Сводка по возможности «Информирование о допустимой задержке»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
188h	18Bh	LTR_ID	Идентификатор возможности «Информирование о допустимой задержке» (LTR)
18Ch	18Dh	LTR_SLR	Регистр максимальной задержки с трансляцией операций записи в регистр LTR
18Eh	18Fh	LTR_NSLR	Регистр максимальной задержки без трансляции операций записи в регистр LTR

Таблица 104. Заголовок расширенной возможности LTR

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:20	RO	190h	Смещение следующей возможности
19:16	RO	1h	Версия возможности
15:0	RO	18h	Идентификатор расширенной возможности PCI Express

Таблица 105. Регистр максимальной задержки с трансляцией в LTR

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:13	RsvdP	0h	Зарезервировано
12:10	RW	0h	Масштабирование максимальной задержки с трансляцией
9:0	RW	0h	Значение максимальной задержки с трансляцией

Таблица 106. Регистр максимальной задержки без трансляции в LTR

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:13	RsvdP	0h	Зарезервировано
12:10	RW	0h	Масштабирование максимальной задержки без трансляции
9:0	RW	0h	Значение максимальной задержки без трансляции

5.1.4.6 Расширенная возможность «Вложенные состояния L1»

Таблица 107. Сводка по возможности «Вложенное состояние L1»

Начальный адрес	Конечный адрес	Символ	Описание
190h	193h	L1S_CID	Идентификатор возможности «Вложенное состояние L1»
194h	197h	L1S_CR	Регистр возможности «Вложенное состояние L1»
198h	19Bh	L1S_C1R	Регистр 1 управления вложенным состоянием L1
19Ch	19Fh	L1S_C2R	Регистр 2 управления вложенным состоянием L1

Таблица 108. Заголовок расширенной возможности «Вложенные состояния L1»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:20	RO	0	Смещение следующей возможности
19:16	RO	1h	Версия возможности
15:0	RO	1Eh	Идентификатор расширенной возможности PCI Express

Таблица 109. Регистр возможности «Вложенное состояние L1»

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:24	RsvdP	0h	Зарезервировано
23:19	Hwlnit	5h	Значение включения питания порта
18	RsvdP	0	Зарезервировано
17:16	Hwlnit	0h	Масштабирование включения порта T
15:8	Hwlnit	Ah	Время восстановления общего режима порта
7:5	RsvdP	0h	Зарезервировано
4	Hwlnit	0	Поддержка вложенных состояний L1 PM
3	Hwlnit	0	Поддержка ASPM PM L1.1
2	Hwlnit	0	Поддержка ASPM PM L1.2
1	Hwlnit	0	Поддержка PCI PM L1.1
0	Hwlnit	0	Поддержка PCI PM L1.2

Таблица 110. Регистр 1 управления вложенным состоянием L1

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:29	RW	0h	Масштабирование порогового значения LTR L1.2
28:26	RsvdP	0h	Зарезервировано
25:16	RW	0h	Пороговое значение LTR L1.2
15:8	RsvdP	0h	Common_mode_restore_time (не исп.)
7:4	RsvdP	0h	Зарезервировано
3	RW	0	Поддержка ASPM PM L1.1
2	RW	0	Поддержка ASPM PM L1.2
1	RW	0	Поддержка PCI PM L1.1
0	RW	0	Поддержка PCI PM L1.2

Таблица 111. Регистр 2 управления вложенным состоянием L1

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
31:8	RsvdP	0h	Зарезервировано
7:3	RW	5h	Значение T_POWER_ON
2	RsvdP	0	Зарезервировано
1:0	RW	0h	Масштабирование T_POWER_ON

5.2 Регистры NVM Express

5.2.1 Сводка по регистрам

Таблица 112. Сводка по регистрам

Начальный адрес	Конечный адрес	Имя	Тип
00h	07h	CAP	Возможности контроллера
08h	0Bh	VS	Версия
0Ch	0Fh	INTMS	Установка маски прерываний
10h	13h	INTMC	Очистка маски прерываний
14h	17h	CC	Конфигурация контроллера
18h	1Bh	Зарезервировано	Зарезервировано
1Ch	1Fh	CSTS	Состояние контроллера
20h	23h	Зарезервировано	Зарезервировано
24h	27h	AQA	Атрибуты очереди команд администрирования
28h	2Fh	ASQ	Базовый адрес очереди передачи команд администрирования
30h	37h	ACQ	Базовый адрес очереди статусов выполнения команд администрирования
38h	EFh	Зарезервировано	Зарезервировано
F00h	FFFh	Зарезервировано	Специальный набор команд
1000h	1003h	SQ0TDBL	Сигнальный регистр конца очереди 0 передачи команд администрирования
1000h + (1 * (4 << CAP.DSTRD))	1003h + (1 * (4 << CAP.DSTRD))	CQ0HDBL	Сигнальный регистр начала очереди 0 статусов выполнения команд администрирования
...			
1000h + (2y * (4 << CAP.DSTRD))	1003h + (2y * (4 << CAP.DSTRD))	SQyTDBL	Сигнальный регистр «у» конца очереди передачи команд администрирования
1000h + ((2y + 1) * (4 << CAP.DSTRD))	1003h + ((2y + 1) * (4 << CAP.DSTRD))	CQyHDBL	Сигнальный регистр «у» начала очереди статусов выполнения команд администрирования

5.2.2 Регистры контроллера

Таблица 113. Возможности контроллера

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
63:56	RO	–	0h	Зарезервировано
55:52	RO	MPSMAX	0h	Максимальный размер страницы памяти ((2 ^ (12 + MPSMAX)).
51:48	RO	MPSMIN	0	Минимальный размер страницы памяти (2 ^ (12 + MPSMIN)).
47:41	RO	–	0	Зарезервировано
40:37	RO	CSS	1h	Поддерживаемые наборы команд 1h: набор команд NVM
36	RO	NSSRS	1	Поддержка сброса подсистемы NVM (NSSRS)
35:32	RO	DSTRD	0	Шаг сигнального регистра 0: шаг равен 4 байтам
31:24	RO	TO	28h	Таймаут (единица измерения значения этого поля — 500 мс)
23:19	RO	–	0	Зарезервировано
18:17	RO	AMS	1	Поддержка арбитражного механизма
16	RO	CQR	1	Требование непрерывных очередей
15:0	RO	MQES	3FFFh	Поддержка максимального количества записей в очереди

Таблица 114. Версия

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RO	MJR	1h	Старшая часть номера версии
15:0	RO	MNR	200h	Младшая часть номера версии

Примечание. Накопитель 983 ZET поддерживает NVMe Express версии 1.2.

Таблица 115. Набор маски прерываний

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:00	RW1S	IVMS	0h	Установка маски вектора прерывания

Таблица 116. Очистка маски прерываний

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:00	RW1C	IVMC	0h	Очистка маски векторов прерываний

Таблица 117. Конфигурация контроллера

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:24	RO	–	0	Зарезервировано
23:20	RW	IOCQES	0	Размер элемента очереди статусов выполнения команд ввода-вывода (конфигурируется как степень 2) (Для 16-байтового элемента должно быть установлено равным 4)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
19:16	RW	IOSQES	0	Размер элемента очереди передачи команд ввода-вывода (конфигурируется как степень 2) (Для 64-байтового элемента должно быть установлено равным 6)
15:14	RW	SHN	0	Уведомление о завершении работы 0h: без уведомления, 1h: уведомление о нормальном завершении работы 2h: уведомление об аварийном завершении работы, 3h: зарезервированно CSTS.SHST указывает состояние завершения работы.
13:11	RW	AMS	0	Выбран арбитражный механизм 0h: циклический перебор — другие значения не поддерживаются.
10:7	RW	MPS	0	Размер страницы памяти MPS равен $2^{(12+MPS)}$ Значение должно быть в диапазоне от CAP.MPSMAX до CAP.MPSMIN.
6:4	RW	CSS	0	Выбранный набор команд 0h: набор команд NVM — другие значения не поддерживаются
3:1	RO	–	0	Зарезервировано
0	RW	EN	0	Разрешено Если значение установлено равным 1, контроллер должен обрабатывать команды. При сбросе в 0 контроллер не должен обрабатывать команды. На данное поле наложены ограничения CSTS.RDY и CAP.TO.

Таблица 118. Состояние контроллера

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:6	RO	–	0	Зарезервировано
5	RO	PP	0	Обработка приостановлена
4	RW1C	NSSRO	0	Произошел сброс подсистемы NVM
3:2	RO	SHST	0	Состояние завершения работы 0h: нормальная работа, завершение работы не требуется 1h: происходит обработка для завершения работы 2h: обработка для завершения работы выполнена 3h: Зарезервировано
1	RO	CFS	0	Состояние критического сбоя контроллера
0	RO	RDY	0	1h: контроллер готов к обработке команд 0h: контроллер не должен обрабатывать команды.

Таблица 119. Атрибуты очереди команд администрирования

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:28	RO	–	0	Зарезервировано
27:16	RW	ACQS	0	Размер очереди статусов выполнения команд администрирования Макс.: 4096 (нумерация с 0)

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
15:12	RO	–	0	Зарезервировано
11:0	RW	ASQS	0	Размер очереди передачи команд администрирования Макс.: 4096 (нумерация с 0)

Таблица 120. Базовый адрес очереди передачи команд администрирования

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

Таблица 121. Базовый адрес очереди статусов выполнения команд администрирования

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

Таблица 122. Сигнальный регистр «у» конца очереди передачи

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RO	–	0	Зарезервировано
15:0	RW	SQT	0	Конец очереди передачи

Таблица 123. Сигнальный регистр «у» начала очереди статусов выполнения команд

Биты	Тип	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:16	RO	–	0	Зарезервировано
15:0	RW	CQH	0	Начало очереди статусов выполнения команд

6.0 Поддерживаемый набор команд

SSD-накопитель Samsung 983 ZET поддерживает наборы команд администрирования и ввода-вывода, определенные в спецификации NVMe Express версии 1.2b. Набор команд администрирования — это команды, которые помещаются в очереди передачи команд администрирования. Подробные характеристики описаны в спецификации NVMe Express.

6.1 Набор команд администрирования

Набор команд администрирования — это команды, которые помещаются в очереди передачи команд администрирования. Подробные характеристики описаны в спецификации NVMe Express.

Таблица 124. Код операции для команд администрирования

Код операции (шестн.)	Команда
00h	Delete I/O Submission Queue (Удаление очереди передачи команд ввода-вывода)
01h	Create I/O Submission Queue (Создание очереди передачи команд ввода-вывода)
02h	Get Log Page (Получение страницы журнала) - Информация об ошибке (01h) - Информация SMART/o работоспособности системы (02h) - Информация о слоте микропрограммы (03h, обязательно)
04h	Delete I/O Completion Queue (Удаление очереди статусов выполнения команд ввода-вывода)
05h	Create I/O Completion Queue (Создание очереди статусов выполнения команд ввода-вывода)
06h	Identify (Идентификация)
08h	Abort (Отмена)
09h	Set Features (Задать функции) - Арбитраж (01h) - Управление питанием (02h) - Тип диапазона LBA (03h) - Порог температуры (04h) - Восстановление после ошибки (05h) - Количество очередей (07h) - Объединение прерываний (08h) - Конфигурация вектора прерываний (09h) - Атомарность записи (0Ah) - Конфигурация асинхронных событий (0Bh) - Маркер выполнения программного кода (80h)
0Ah	Get Features (Получить функции) - Арбитраж (01h) - Тип диапазона LBA (03h) - Порог температуры (04h) - Восстановление после ошибки (05h) - Количество очередей (07h) - Объединение прерываний (08h) - Конфигурация вектора прерываний (09h) - Атомарность записи (0Ah) - Конфигурация асинхронных событий (0Bh) - Маркер выполнения программного кода (80h)
0Ch	Asynchronous Event Request (Запрос асинхронных событий)
10h	Firmware Activate (Активация микропрограммы)

Код операции (шестн.)	Команда
11h	Firmware Image Download (Загрузка образа микропрограммы)
80h	Format NVM (Форматирование NVM)
81h–BFh	I/O Command Set Specific (Специальный набор команд ввода/вывода)

6.1.1 Команда Identify (Идентификация)

Команда Identify возвращает данные, описанные ниже.

Таблица 125. Структуры данных команды Identify контроллера

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
1:0	О	144Dh	Идентификатор поставщика PCI
3:2	О	144Dh	Идентификатор поставщика подсистемы PCI
23:4	О	S###N#####	Серийный номер (ASCII), # — переменные
63:24	О	480 млрд байт: MZPJB480HMGC-0BW07 960 млрд байт: MZPJB960HMGC-0BW07	Номер модели (ASCII)
71:64	О	EDZ####Q	Версия микропрограммы, # — переменные
72	О	2h	Рекомендуемый арбитражный пакет
75:73	О	002538h	IEEE OUI
76	Н	0h	Мультиинтерфейсные возможности 0h: не поддерживаются (один порт) 1h: поддерживаются (сдвоенный порт — будущее значение)
77	О	7h	Максимальный размер передачи данных
79:78	О	4h	Идентификатор контроллера (CNTLID)
83:80	О	10200h	Версия (VER)
87:84	О	7A1200h	Задержка возобновления RTD3 (RTD3R)
91:88	О	7A1200h	Задержка входа RTD3 (RTD3E)
95:92	О	0h	Поддержка дополнительных асинхронных событий (OAES)

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
239:96	–	–	Зарезервировано
255:240		Спецификация интерфейса управления NVMe для определения	
257:256	О	ON TCP /IP / OPC OVER TCP /IP AND SHALL BE DECIDED DURING DETAIL ENGINEERING STAGE. Fh	<p>Поддержка дополнительных команд администрирования</p> <p>Биты 15:6 — зарезервировано</p> <p>Если бит 5 равен «1», контроллер поддерживает директивы. Если значение сброшено в «0», контроллер не поддерживает директивы. Контроллер, который поддерживает директивы, должен также поддерживать команды передачи и приема директив. См. раздел 9.</p> <p>Если бит 4 равен «1», контроллер поддерживает команду самодиагностики устройства. Если значение сброшено в «0», контроллер не поддерживает команду самодиагностики устройства.</p> <p>Бит 3: 1h — поддерживаются команды управления пространством имен и присоединения к пространству имен (PM963 условно поддерживает команду управления и присоединения к пространству имен (спецификация v1.2b NVMe) для перенастраиваемого увеличения резервной области)</p> <p>Бит 2: 1h — поддерживается активации/загрузки микропрограммы</p> <p>Бит 1: 1h — поддерживается форматирование NVM</p> <p>Бит 0: 0 — передача и прием команд безопасности не поддерживаются</p>
258	О	7h	Предел команды отмены (максимальное количество одновременно выдаваемых команд отмены, нумерация с 0)
259	О	3h	Предел запроса асинхронных событий (максимальное количество одновременно выдаваемых команд запроса асинхронных событий) (нумерация с 0)
260	О	17h	<p>Обновления микропрограммы</p> <p>Биты 7:5 — зарезервировано</p> <p>Бит 4: 1h — контроллер поддерживает активацию микропрограммы без сброса, 0h — контроллер требует сброса для запуска микропрограммы</p> <p>Биты 3:1 — количество слотов микропрограммы</p> <p>Бит 0: 1h — слот только для чтения</p>
261	О	3h	<p>Атрибуты страницы журнала</p> <p>Биты 7:4 — зарезервировано</p> <p>Бит 3: 1h — контроллер поддерживает страницы журнала с данными телеметрии, сбор которых инициирован хост-системой и контроллером.</p> <p>Бит 2: 1h — расширенные данные для команды Get Log Page</p> <p>Бит 1: 1h — страница журнала эффектов команд</p> <p>Бит 0: 0h — SMART-данные являются глобальными для всех пространств имен</p>

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
262	О	3Fh	Записи на странице журнала ошибок (количество записей журнала ошибок, сохраненных контроллером, нумерация с 0)
263	О	0h	Количество поддерживаемых состояний энергопотребления (нумерация с 0)
264	О	1h	Конфигурация команды администрирования, специфичной для поставщика Биты 7:1 — зарезервировано Бит 0 — указывает, что команды администрирования, специфичные для поставщика, используют формат, определенный в таблице «Command Format — Admin and NVM Vendor Specific Commands» спецификации NVMe Express.
265	Н	0h	Атрибуты перехода в состояние автономного питания (APSTA)
267:266	О	163h	Предупреждение о пороге температуры композита
269:268	О	16Ah	Критический порог температуры композита
271:270	Н	0h	Максимальное время активации микропрограммы
275:272	Н	0h	Предпочтительный размер буфера памяти хост-системы
279:276	Н	0h	Минимальный размер буфера памяти хост-системы
295:280	Н	37E436B0h * 512 (480 млрд байт) 6FC81AB0h * 512 (960 млрд байт)	Общая емкость NVMe
311:296	Н	0h	Нераспределенная емкость NVMe
315:312	Н	0h	Поддержка блоков памяти с защитой от чтения с воспроизведением (RPMBS)
511:316	–	–	Зарезервировано
512	О	66h	Размер элемента очереди передачи Биты 7:4: 6h — макс. SQES (64 байта) Биты 3:0: 6h — требуется SQES (64 байта)
513	О	44h	Размер элемента очереди статусов выполнения команд Биты 7:4: 4h — макс. SQES (16 байт) Биты 3:0: 4h — требуется SQES (16 байт)
515:514	–	–	Зарезервировано
519:516	О	1h	Количество пространств имен

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
521:520	О	1Fh	Поддержка дополнительных команд NVM Биты 15:7 — зарезервировано Бит 6: 1h — функция метки времени. Бит 5: 1h — поддерживаются резервирования 0h — резервирования не поддерживаются Бит 4: 1h — поддерживается поле Save в команде Set Features и поле Select в команде Get Features. 0h — эти поля не поддерживаются Бит 3: 1h — поддерживается команда Write Zeroes (Записать нули) 0h — команда Write Zeroes не поддерживается Бит 2: 1h — поддерживается команда Dataset Management (Управление набором данных) 0h — команда Dataset Management не поддерживается Бит 1: 1h — поддерживается команда Write Uncorrectable (Невосстановимая запись) 0h — команда Write Uncorrectable не поддерживается. Бит 0: 1h — поддерживается команда Compare (Сравнить) 0h — команда Compare не поддерживается
523:522	О	0h	Поддержка составных операций Биты 15:1 — зарезервировано Бит 0: 0h — составные операции сравнения/записи не поддерживаются
524	О	4h	Атрибуты форматирования памяти NVM Биты 7:3 — зарезервировано Бит 2: 1h — удаление по стандартам криптозащиты Бит 1: 1h — безопасное стирание отдельных пространств имен Бит 0: 0h — форматирование отдельных пространств имен
525	О	0h	Энергозависимая кэш-память записи 0h — отсутствует
527:526	О	3FFh	Размер блока атомарной записи в нормальном режиме
529:528	О	0h	Размер блока атомарной записи при сбое питания (нумерация с 0)
529:528	О	0h	Размер блока
530	О	1h	Конфигурация команды, специфичной для поставщика NVM, Биты 7:1 — зарезервировано Бит 0 — указывает, что команды, специфичные для поставщика NVM, используют формат, определенный в спецификации NVMe Express
531	О	–	Зарезервировано
533:532	Н	0h	Блок данных для атомарного сравнения и записи (ACWU)
534:533	О	–	Зарезервировано

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
539:536	Н	0h	Поддержка SGL (SGLS)
703:540	О	–	Зарезервировано
Атрибуты набора команд ввода/вывода			
2047:704	–	0h	Зарезервировано
Дескрипторы состояния энергопотребления			
2079:2048	О	см. таблицу 126	Структура данных дескриптора состояния энергопотребления Дескриптор 0 состояния энергопотребления
2111:2080	Н	–	Дескриптор 1 состояния энергопотребления (не исп.)
2143:2112	Н	–	Не исп.
...	–
3071:3040	Н	–	Дескриптор 31 состояния энергопотребления (не исп.)
Указывается производителем			
4095:3072	–	–	Зарезервировано Samsung

Таблица 126. Структура данных дескриптора состояния энергопотребления

Биты	Режим энергопотребления 0	Описание
255:184	0h	Зарезервировано
183:182	0h	Масштаб активной мощности (APS)
181:179	0h	Зарезервировано
178:176	0h	Рабочая нагрузка активной мощности (APW)
175:160	0h	Активная мощность (ACTP)
159:152	0h	Зарезервировано
151:150	0h	Масштаб мощности в режиме ожидания (IPS)
149:144	0h	Зарезервировано
143:128	0h	Мощность в режиме ожидания (IDL P)
127:125	0h	Зарезервировано
124:120	0h	Относительная задержка записи
119:117	0h	Зарезервировано
116:112	0h	Относительная полоса пропускания записи
111:109	0h	Зарезервировано
108:104	0h	Относительная задержка чтения
103:101	0h	Зарезервировано
100:96	0h	Относительная полоса пропускания чтения
95:64	0	Задержка на выходе
63:32	0	Задержка на входе
31:26	0h	Зарезервировано

Биты	Режим энергопотребления 0	Описание
25	0h	Нерабочее состояние
24	0h	Макс. масштаб питания
23:16	0h	Зарезервировано
15:00	320h	Максимальная мощность

Таблица 127. Структура данных пространства имен

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
7:00	О	480 млрд байт: 37E436B0h (512 байт) 960 млрд байт: 6FC81AB0h (512 байт)	Размер пространства имен
15:08	О	480 млрд байт: 37E436B0h (512 байт) 960 млрд байт: 6FC81AB0h (512 байт)	Емкость пространства имен
23:16	О	0h	Использование пространства имен Устройство может сообщать об уровне использования пространства имен, равном емкости пространства имен, в любое время, если изделие не предназначено для систем с тонким резервированием памяти
24	О	2h	Функции пространства имен Биты 7:1 — зарезервировано Бит 0: Тонкое резервирование не поддерживается
25	О	1h	Количество форматов LBA
26	О	0h	Размер отформатированного LBA Биты 7:5 — зарезервировано Бит 4: Метаданные чередуются или разделяются (на основе формата LBA) Бит 3: 0 — указывает формат LBA
27	О	0h	Возможности метаданных Биты 7:2 — зарезервировано Бит 1 — поддержка метаданных в виде отдельного буфера Бит 0 — поддержка метаданных в виде расширенного LBA
28	О	0h	Возможности сквозной защиты данных Биты 7:5 — зарезервировано Бит 4 — информация о защите передается в 8 последних байтах метаданных Бит 3 — информация о защите передается в 8 первых байтах метаданных. Бит 2 — поддержка информации о защите типа 3 Бит 1 — поддержка информации о защите типа 2. Бит 0 — поддержка информации о защите типа 1.

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
29	О	0h	<p>Параметры типа сквозной защиты данных</p> <p>Биты 7:4 — зарезервировано</p> <p>Бит 3: 1h — информация о защите, переданная в первых 8 байтах метаданных.</p> <p>Бит 3: 0 — информация о защите, переданная в последних 8 байтах метаданных.</p> <p>Бит 2: 0–000b — информация о защите отключена</p> <p>Бит 2: 0–1h — тип защиты 1 включен.</p> <p>Бит 2: 0–2h — тип защиты 2 включен.</p> <p>Бит 2: 0–3h — тип защиты 3 включен</p>
30	Н	0h	<p>Возможности многопутевого ввода-вывода и совместного использования пространства имен (NMIC)</p> <p>Биты 7:1 — зарезервировано</p> <p>Бит 0: 1 — доступность для двух или более контроллеров.</p> <p>Бит 0: 0 — частное пространство имен</p>
31	Н	0h	<p>Возможности резервирования (RESCAP)</p> <p>Бит 7 — зарезервировано</p> <p>Бит 6: 1 — пространство имен поддерживает эксклюзивный доступ (тип резервирования «Все инициаторы»)</p> <p>Бит 5: 1 — пространство имен поддерживает эксклюзивную запись (тип резервирования «Все инициаторы»)</p> <p>Бит 4: 1 — пространство имен поддерживает эксклюзивный доступ (тип резервирования «Только зарегистрированные инициаторы»)</p> <p>Бит 3: 1 — пространство имен поддерживает эксклюзивную запись (тип резервирования «Только зарегистрированные инициаторы»)</p> <p>Бит 2: 1 — пространство имен поддерживает тип резервирования «Эксклюзивный доступ»</p> <p>Бит 1: 1 — пространство имен поддерживает тип резервирования «Эксклюзивную запись»</p> <p>Бит 0: 1 — пространство имен поддерживает возможность защиты данных при отключении питания</p>
32	Н	80h	Индикатор прогресса форматирования (FPI)
33	–	Зарезервировано	
35:34	Н	3FFh	Нормальный размер блока при атомарной записи для пространства имен (NAWUN)
37:36	Н	7h	Размер блока при атомарной записи для пространства имен в случае сбоя питания (NAWUPF)
39:38	Н	0h	Блок данных для атомарного сравнения и записи в пространстве имен (NACWU)
41:40	Н	3FFh	Нормальный размер атомарной границы для пространства имен (NABSN)
43:42	Н	0h	Смещение атомарной границы для пространства имен (NABO)

Байты	Н (необязательно) / О (обязательно)	Значение по умолчанию	Описание
45:44	Н	7h	Размер атомарной границы пространства имен при сбое питания (NABSPF)
47:46	–	Зарезервировано	
63:48	Н	37E436B0h * 512 (480 млрд байт) 6FC81AB0h * 512 (960 млрд байт)	Емкость NVM (NVMCAP)
103:64	–	–	Зарезервировано
119:104	Н	##### 002538#####h	Глобально уникальный идентификатор пространства имен (NGUID) # — переменные * NGUID указывает данные в формате с обратным порядком следования байтов.
127:120	Н	0h	Расширенный уникальный идентификатор IEEE (EUI64) # — переменные * EUI64 указывает данные в формате с обратным порядком следования байтов.
131:128	О	см. таблицу 128 (Структура данных формата LBA 0)	Поддержка формата 0 LBA
135:132	Н	0h	Поддержка формата 1 LBA
139:136	Н	0h	Поддержка формата 2 LBA
143:140	Н	0h	Поддержка формата 3 LBA
147:144	Н	0h	Поддержка формата 4 LBA (не исп.)
...			
191:188	Н	0h	Поддержка формата 15 LBA (не исп.)
383:192	–	0h	Зарезервировано
Указывается производителем			
4095:384	–	–	Зарезервировано Samsung

Таблица 128. Структура данных формата 0 LBA

Биты	Имя	Значение по умолчанию	Описание
31:26		0	Зарезервировано
25:24	RP	0	Относительная производительность
23:16	LBADS	9h	Размер данных LBA
15:00	MS	0	Размер метаданных

6.2 Набор команд ввода/вывода NVMe Express

Таблица 129. Код операции для команд ввода/вывода NVMe Express

Код операции (шестн.)	Команда
00h	Сброс
01h	Запись
02h	Чтение
09h	Управление наборами данных

Примечание

1. Функция освобождения памяти в команде Dataset Management поддерживается только в SSD-накопителе Samsung 983 ZET.

7.0 Ресурсы SMBus

В этом разделе перечислены структуры данных и регистры, доступные через интерфейс SMBus.

Критические данные изделия (VPD) хранятся по адресу 0xA6 подчиненной SM-шины (биты 7–1 соответствуют 1010_011 на SM-шине). Датчик температуры хранится по адресу 0x36 подчиненной SM-шины (биты 7–1 соответствуют 0011_011).

7.1 Структура критических данных изделия (VPD)

VPD содержит специальную информацию, необходимую для обнаружения SSD-накопителя Enterprise PCIe и распределения мощности.

Байты	Имя	Значение по умолчанию	Описание
02:00	Код класса	010802h	Тип устройства и интерфейс программирования
04:03	ID	144Dh	Идентификатор поставщика PCI-SIG
24:05	ID	S#####	Серийный номер (уникальный поставщик, строка ASCII), # — переменные
64:25	ID	480 млрд байт: SAMSUNG MZPJB480HMGC-0BW07 960 млрд байт: SAMSUNG MZPJB960HMGC-0BW07	Номер модели (строка ASCII)
65:65	Возможности порта 0 PCIe	03h	Максимальная скорость шины (PCIe Gen3)
66:66	Возможности порта 0 PCIe	04h	Максимальная ширина шины (x4)
67:67	–	0h	–
68:68	–	0h	–
69:69	Начальные требования к питанию	06h	Требования к начальной мощности по шине питания 12 В (5,5 Вт)
71:70	Начальные требования к питанию	0h	Зарезервировано
72:72	Требования к максимальной мощности	0Ah	Требования к максимальной мощности по шине питания 12 В (9 Вт)
74:73	Требования к максимальной мощности	0h	Зарезервировано
76:75	Указатель списка емкостей	0050h	Начальный адрес указателя емкостей (0x50)
79:77	–	0h	–
81:80	–	00A2h	Идентификатор емкости VU
83:82	–	0h	–
84:84	Тип датчика	0h	Датчик температуры на линии питания 3,3 В AUX, соответствующий стандарту JC-42.4 TSE2004av
85:85	Адрес датчика	36h	–
87:86	–	0h	Зарезервировано

Байты	Имя	Значение по умолчанию	Описание
88:88	Предупреждение о пороге — LSB	20h	Температура срабатывания «Состояние терминала передачи данных» (см. примечание)
89:89	Предупреждение о пороге — MSB	05h	Температура срабатывания «Состояние терминала передачи данных» (см. примечание)
90:90	Порог превышения температуры — LSB	90h	Температура срабатывания «Критическое состояние» (см. примечание)
91:91	Порог превышения температуры — MSB	05h	Температура срабатывания «Критическое состояние» (см. примечание)
254:92	–	FFh	Зарезервировано
255:255	–	FFh	

Примечание:

Кодирование температуры по стандарту TSE2004av:

B15/B07	B14/B06	B13/B05	B12/B04	B11/B03	B10/B02	B09/B01	B08/B00
Не исп.	Не исп.	Не исп.	Знак	128	64	32	16
8	4	2	1	Не исп.	Не исп.	Не исп.	Не исп.

16-битное значение представляет собой дополнительный код температуры с битом 4, равным минимальному шагу 1 °C. Бит 12 является битом знака.
Пример:

1. значение 0190h представляет 25 °C,
2. значение 07C0h представляет 124 °C, а
3. значение 1E80h представляет -24 °C.

Выбирая начальный младший разряд, можно определить разрешение датчика температуры. Для поддержки возможности «Температура SMBus» термодатчик SSD-накопителя 983 ZET имеет разрешение 1 °C (8-разрядов).

7.2 Сводка по регистрам датчика температуры

7.2.1 Регистр возможностей

Смещение	Тип	Имя	Описание	По умолчанию
00	RO	Возможности	Регистр возможностей	0x00EF
01	RW	Конфигурация	Регистр конфигурации (CONFIG)	0x0000
02	RW	TUPPER	Регистр отключения по верхней границе события температуры	0x0000
03	RW	TLOWER	Регистр отключения по нижней границе события температуры	0x0000
04	RW	TCRIT	Регистр отключения при критической температуре	0x0000
05	RO	TA	Температура окружающей среды	0x0000
06	RO	Идентификатор производителя	Регистр идентификатора производителя	0x0054
07	RO	Зарезервировано	Зарезервировано	0x0601
08	RO	Устройство/версия	Регистр идентификатора устройства/версии	0x0601
09	RW	Регистр разрешения	Регистр разрешения	0x0001

7.2.2 Регистр конфигурации (CONFIG)

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:11	RW	0	Нереализованные: читаются как 0
10:09	RW	00	Гистерезис пределов TUPPER и TLOWER (THYST): 00 — 0 °C (значение по умолчанию при включении питания), 01 — 1,5 °C / 10 = 3,0 °C / 11 = 6,0 °C
8	RW	0	Режим выключения (SHDN): 0 — непрерывное преобразование (значение по умолчанию при включении питания), 1 — выключение (режим с низким энергопотреблением)
7	RW	0	Бит блокировки TCRIT (Crit. Lock): 0 — разблокировано. Возможна запись регистра TCRIT. 1 — заблокировано (значение по умолчанию при включении питания). Запись регистра TCRIT невозможна
6	RW	0	Бит блокировки окна TUPPER и TLOWER Win. Lock): 0 — разблокировано. Регистры TUPPER и TLOWER могут быть записаны. 1 — заблокировано (значение по умолчанию при включении питания). Запись в регистры TUPPER и TLOWER невозможна.
5	RW	0	Бит очистки прерывания (Int. Clear): 0 — эффект отсутствует (значение по умолчанию при включении питания), 1 — очистка результата прерывания. При считывании этот бит возвращает значение 0
4	RW	0	Состояние результата события (Event Stat.). Бит: 0 — результат события не активирован устройством (значение по умолчанию при включении питания) 1 — результат события заявлен в виде компаратора/прерывания или как результат по критической температуре
3	RW	0	Управление результатом события (Event Cnt.) Бит: 0 — результат события запрещен (значение по умолчанию при включении питания), 1 — результат события разрешен
2	RW	0	Выбор результата события (Event Sel.) Бит: 0 — результат события для TUPPER, TLOWER и TCRIT (значение по умолчанию при включении питания) 1 — только TA ≥ TCRIT. (Границы температуры TUPPER и TLOWER отключены.)
1	RW	0	Полярность результата события (Event Pol.). Бит: 0 — активный-низкий (значение по умолчанию при включении питания; требуется нагрузочный резистор), 1 — активный-высокий
0	RW	0	Режим результата события (Event Mod.) Бит: 0 — результат компаратора (значение по умолчанию для включения питания), 1 — результат прерывания

7.2.3 Событие температуры, регистр отключения при критической температуре

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание	Примечание
15:13	RW	0	Нереализованные: читаются как 0	
12	RW	0	Знак: 0 — Твн. ≥ 0 °C 1 — Твн. ≥ 0 °C	
11	RW	0	2^7 °C	TUPPER/TLOWER/TCRIT: температурные границы отключения в дополнительном коде
10	RW	0	2^6 °C	
09	RW	0	2^5 °C	
08	RW	0	2^4 °C	
07	RW	0	2^3 °C	
06	RW	0	2^2 °C	
05	RW	0	2^1 °C	
04	RW	0	2^0 °C	
03	RW	0	2^{-1} °C	
02	RW	0	2^{-2} °C	
1:0	RW	0	Нереализованные: читаются как 0	

7.2.4 Регистр температуры окружающей среды

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RO	0	Бит сравнения TA и TCRIT: 0 — Твн. < Ткрит. °C 1 — TA \geq TCRIT °C
14	RO	0	Бит сравнения TA и TUPPER: 0 — Твн. \leq Тверхн. °C 1 — Твн. > Тверхн. °C
13	RO	0	Бит сравнения TA и TLOWER: 0 — Твн. \geq Тнижн. °C 1 — Твн. < Тнижн. °C
12	RO	0	Знак: 0 — Твн. ≥ 0 °C 1 — Твн. ≥ 0 °C
11	RO	0	2^7 °C
10	RO	0	2^6 °C
09	RO	0	2^5 °C
08	RO	0	2^4 °C
07	RO	0	2^3 °C
06	RO	0	2^2 °C
05	RO	0	2^1 °C
04	RO	0	2^0 °C
03	RO	0	2^{-1} °C

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
2	RO	0	2^{-2}°C
1	RO	0	2^{-3}°C
0	RO	0	2^{-4}°C

7.2.5 Регистр идентификатора производителя

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:0	RO	0x0054	Идентификационный номер устройства у производителя

7.2.6 Регистр устройства/версии

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15:0	RO	0x0601	Регистр идентификатора устройства/версии

7.2.7 Регистр разрешения

Биты	Тип	Значение по умолчанию	Описание
15	RW	0	Нереализованные: читаются как 0
14:2	RO	0	Нереализованные: читаются как 0
1:0	RW	01	Разрешение: 00 (LSb) — 0,5 °C (tCONV = 30 мс, типично) 01 (LSb) — 0,25 °C (умолчание при включении питания, tCONV = 65 мс, типично) 10 (LSb) — 0,125 °C (tCONV = 130 мс, типично) 11 (LSb) — 0,0625°C (tCONV = 260 мс, типично)

8 Функция шифрования данных

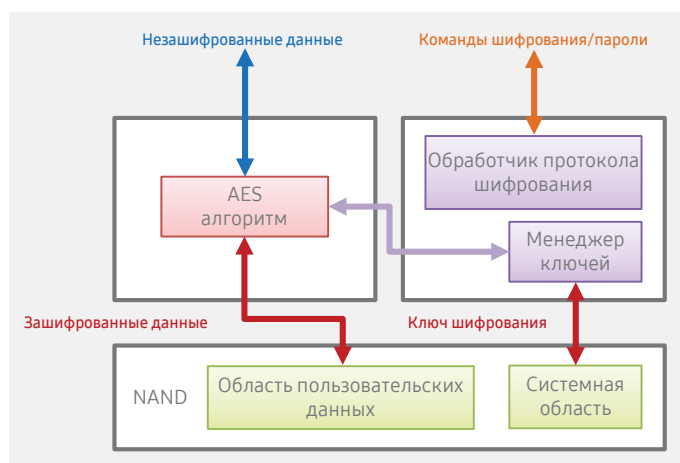


Таблица 17. Шифровальные алгоритмы

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 недоступен 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.

Также 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.