

SNES PAL

Практические признаки неисправности

Контрольные точки осциллографа для S-CPU, S-PPU1, S-PPU2, VRAM и APU

Область применения	Сервисное приложение для PAL-плат SNSP-CPU-01/02 с отдельными микросхемами U1 S-CPU (5A22), U2 S-PPU1 (5C77) и U3 S-PPU2 (5C78). На 1CHIP номера выводов не применимы. Таблица помогает выбрать направление поиска, но не заменяет подтверждение подменой заведомо исправного узла.
---------------------------	---

Настройка	Рекомендуемое значение	Комментарий
Щуп	x10; короткая пружинная земля	Обычный длинный ground clip создаёт ложный ringing на быстрых фронтах.
Логические сигналы	DC coupling; примерно 1-2 V/div	Триггер около 2,5 В; нормальные уровни приблизительно 0 и 5 В.
Пульсации +5 В	AC coupling; 20 MHz BW limit	Измерять непосредственно возле VCC/GND исследуемой микросхемы.
Быстрые clocks	не менее 200 MSa/s	Для XIN 21,28137 МГц предпочтительно 500 MSa/s и выше.
Периодические события	Normal; затем Single	Сначала найти событие длинной развёрткой, затем увеличить нужный пакет.

Безопасность измерений	Все земли BNC-входов осциллографа соединены между собой и с РЕ. Подключать их только к цифровой земле консоли. Не касаться одним щупом сразу двух соседних выводов QFP.
-------------------------------	---

1. Практические признаки неисправности

Симптом	Основной подозреваемый	Почему	Что проверить осциллографом
Burn-In: MPY 8x8 FAIL и DIV 16/8 FAIL	U1 S-CPU, внутренние умножитель и делитель.	Регистры \$4202-\$4217 находятся внутри 5A22. Совместный повторяемый отказ обеих операций является сильным признаком частичного дефекта CPU.	Питание U1: pins 1, 34, 59, 85; XIN 48; /RESET 50. Профиль: CH1 SYSCK U1-72, CH2 VPA U1-86, CH3 /PARD U1-68, CH4 /PAWR U1-69. Активность подтверждает выполнение теста, но отдельного вывода результата MPY/DIV нет.
Burn-In: DMA FAIL	Сначала U1 S-CPU; также U2 S-PPU1, WRAM/VRAM и линии шин.	DMA-контроллер находится в CPU, но тест видит итог передачи. Ошибка назначения, PPU-интерфейса или памяти может выглядеть как DMA FAIL.	CH1 /RAMSEL U1-78, CH2 /CPUWR U1-91, CH3 /PAWR U1-69, CH4 /PARD U1-68. На U2 те же B-bus strobes: /PARD U2-3, /PAWR U2-4. Ищите пакеты без пропаданий и зависания в одном уровне.
Burn-In: HV TIMER FAIL	Чаще U1 S-CPU; дополнительно U3 S-PPU2 и H/V timing.	HV-таймер реализован в CPU, но считает временные события, приходящие от видеосистемы. Сначала нужно подтвердить HBLANK/VBLANK.	CH1 HBLANK U1-43 (около 15,625 кГц), CH2 VBLANK U1-44 (около 50 Гц), CH3 CSYNC U3-100, CH4 VPA U1-86. Если timing стабилен, а FAIL повторяется, подозрение смещается к CPU.
Mode 7: трасса и одновременно физика/координаты неправильные	U1 S-CPU или U6 S-WRAM.	PPU отображает уже рассчитанные CPU координаты. Ошибка игровой логики указывает на вычисления или рабочую память, а не только на видеовывод.	CH1 VPA U1-86, CH2 VDA U1-87, CH3 /RAMSEL U1-78, CH4 /CPUWR U1-91. Дополнительно /CPURD U1-92 и D0-D7 U1-60...67. Наличие активности не гарантирует правильность данных; важны сравнение и подмена.
Mode 7 выглядит неправильно, но карта и игровая логика правильные	Сначала U2 S-PPU1, U3 S-PPU2 и VRAM.	CPU, вероятно, рассчитал правильные координаты, а ошибка появилась при чтении тайлов, преобразовании или формировании изображения.	CH1 /PAWR U2-4, CH2 CHR0 U2-84, CH3 COLOR0 U2-90, CH4 CSYNC U3-100. Проверить XIN U2-100/U3-31 и RESET U2-98/U3-34. На CHR/COLOR ожидается изменяющаяся цифровая активность.

1. Практические признаки неисправности - продолжение

Симптом	Основной подозреваемый	Почему	Что проверить осциллографом
Одни игры работают, другие зависают или не загружаются; Burn-In может быть зелёным	Частичный дефект U1 S-CPU; также контакты картриджа и адресная шина.	Тест не покрывает все opcode, банки, DMA/HDMA-сценарии и временные комбинации. Дефект может проявляться только определённым кодом.	CH1 /ROMSEL U1-77, CH2 /CPURD U1-92, CH3 VPA U1-86, CH4 SYSCK U1-72. При зависании ищите остановку или коротко повторяющийся шаблон. Проверить CA0-CA23: U1-93...100, 2...17.
Кнопки не работают либо одна кнопка определяется как несколько	Панель/шлейф; если исправны - входной интерфейс U1 S-CPU.	Подтверждены случаи, когда внешнего замыкания не было, а замена CPU полностью исправляла связанные нажатия.	JPOUT0 U1-37, JPCLK1 U1-35, JPCLK2 U1-36. Входы порта 1: U1-32/33; порта 2: U1-27/28. Сравнить те же сигналы до и после шлейфа. Ожидаются latch и пакеты clock, обычно по 16 импульсов.
Блочная графика, толстые вертикальные полосы, повреждённые тайлы	U2 S-PPU1 или U4/U5 VRAM.	PPU1 получает тайлы из VRAM и формирует потоки CHR/COLOR. Его дефект способен имитировать VRAM HIGH/LOW FAIL.	XIN U2-100, RESET U2-98, /PARD U2-3, /PAWR U2-4; CHR0-3 U2-84...81, COLOR0-2 U2-90...88. Для VRAM: U4/U5 pins 22 /OE и 27 /WE.
Неверные цвета, исчезающие объекты, неправильное смешивание, мерцающие вертикальные линии	Сначала U3 S-PPU2.	PPU2 объединяет потоки PPU1, обрабатывает приоритеты/цвет и формирует RGB. Неисправный PPU2 иногда проходит автоматический Burn-In.	XIN U3-31, RESET U3-34, /PARD U3-7, /PAWR U3-6, CSYNC U3-100, R/G/B U3-95/96/97. Если CSYNC нормален, но один RGB-канал неподвижен или явно отличается, подозревать PPU2/нагрузку канала.
Игра выполняется, звук и управление есть, но изображение чёрное или сильно испорчено	PPU1/PPU2, VRAM, forced blank или видеотракт.	CPU уже дошёл до главного цикла. Полностью исправным это его не доказывает, но приоритет смещается к видеосистеме.	CH1 /PAWR U1-69, CH2 HBLANK U1-43, CH3 VBLANK U1-44, CH4 CSYNC U3-100. Затем проверить R/G/B U3-95/96/97. Есть sync, но RGB неподвижны: forced blank, PPU1/VRAM/PPU2.
Полностью чёрный экран	Не делать вывод по экрану: питание, reset, clock, ROM, CPU, WRAM, APU или PPU.	Чёрный экран - общий конечный симптом множества отказов. Даже APU может удержать игру в цикле ожидания ответа.	CH1 +5 В на U1, CH2 XIN U1-48, CH3 /RESET U1-50, CH4 /ROMSEL U1-77. Затем VPA U1-86, /CPURD U1-92, /PAWR U1-69 и CSYNC U3-100.

2. Игровая логика или только изображение

Если трасса выглядит неправильно, но машина по внутренней карте едет правильно и Лакиту не считает её выехавшей за пределы дороги, подозревать нужно PPU: игровая логика получила правильные координаты, но изображение построено неверно.

Если же трасса и поведение игры одновременно неправильные - машина оказывается «за пределами дороги», Лакиту постоянно возвращает её, физика и координаты ведут себя странно - вероятнее S-CPU или WRAM.

Практическое правило	Только визуальная ошибка - сначала PPU/VRAM.
	Визуальная ошибка вместе с нарушением игровой логики - сначала CPU/WRAM.
	Если неправильно не только изображение, но и фактическое перемещение объектов, это хорошо согласуется с неисправным математическим блоком S-CPU.

3. Частичные неисправности S-CPU

S-CPU может выполнять большую часть программы, но иметь дефект отдельного внутреннего блока: MPY/DIV, DMA, HV-таймера, интерфейса контроллеров либо редкой команды ядра 65C816. Поэтому наличие звука, движения адресной шины и даже зелёный Burn-In не являются доказательством полной исправности процессора. Повторяемые MPY 8x8 и DIV 16/8 FAIL особенно показательны, поскольку обе операции выполняются внутри U1.

Ограничение осциллографа	На корпус U1 не выведен отдельный сигнал готовности или результата внутреннего умножителя/делителя. Осциллографом можно подтвердить, что CPU запитан, тактируется и продолжает выполнять обращения. Правильность арифметики подтверждают функциональным тестом, захватом полной шины или подменой CPU.
---------------------------------	--

4. Контроллеры как признак дефекта CPU

Поэтому если обе панели контроллеров и шлейф исправны, но наблюдаются странные связанные нажатия, не нужно автоматически искать замыкание: возможен дефект входного интерфейса S-CPU.

Канал MSO	Точка	Ожидается
CH1	U1-37 JROUT0	Latch/strobe перед чтением контроллеров.
CH2	U1-35 JPCLK1	Пакет clock для порта 1; обычно 16 импульсов.
CH3	U1-36 JPCLK2	Пакет clock для порта 2; обычно 16 импульсов.
CH4	U1-44 VBLANK	Проверка кадровой привязки опроса, около 50 Гц PAL.

5. Как различать PPU1, PPU2 и VRAM

Узел	Типичная картина	Основные точки	Диагностический смысл
U2 S-PPU1	Блочная графика, повреждённые тайлы, толстые вертикальные полосы. Возможны VRAM HIGH, DMA и VRAM COUNT FAIL.	XIN U2-100; RESET U2-98; /PARD U2-3; /PAWR U2-4; CHR0-3 U2-84...81; COLOR0-2 U2-90...88.	Есть B-bus strobes, но отсутствует/аномален один поток CHR/COLOR - подозревать PPU1 или его нагрузку.
U3 S-PPU2	Неверные цвета, пропавшие объекты, ошибка приоритетов/смешивания, мерцающие вертикальные линии.	XIN U3-31; RESET U3-34; /PARD U3-7; /PAWR U3-6; CSYNC U3-100; R/G/B U3-95/96/97.	Нормальный CSYNC при аномальном RGB и работающей игре смещает подозрение к PPU2. Автотест может пройти.
U4/U5 VRAM	Узкие вертикальные линии, неверные тайлы/цвета, повторение участков изображения.	U4/U5: VCC pin 28, GND pin 14, /OE pin 22, /WE pin 27; data pins 11-13 и 15-19.	Строб есть, но отдельная data-линия постоянно 0/5 В или заметно отличается от исправной платы - проверить память, дорожку и PPU1.

Важно	Ошибка с названием VRAM не гарантирует неисправность самой памяти. U2 S-PPU1 управляет VRAM, поэтому неисправность PPU1, обрыв дорожки или плохая пайка способны дать тот же результат.
--------------	---

6. VRAM U4 и U5

Память	Характерный результат	Стробы	Данные
U4 - VDB0...VDB7	Неверные цвета/графика, узкие вертикальные линии; обычно VRAM HIGH FAIL.	/VBWR U4-27; /VRD U4-22	VDB0...7: U4-11,12,13,15,16,17,18,19
U5 - VDA0...VDA7	Неверные тайлы, повторение графики сверху/снизу; обычно VRAM LOW FAIL.	/VAWR U5-27; /VRD U5-22	VDA0...7: U5-11,12,13,15,16,17,18,19

Четырёхканальный профиль VRAM	CH1 U4-27 /VBWR; CH2 U4-22 /VRD; CH3 U5-27 /VAWR; CH4 U5-22 /VRD. На работающей игре ожидаются активные низкие импульсы. Этот профиль показывает доступ к обеим микросхемам, но для поиска отдельного битового разряда затем нужно по очереди проверить data pins.
--------------------------------------	--

7. APU тоже способен вызвать чёрный экран

Многие игры после запуска загружают звуковую программу и ожидают ответа APU через регистры \$2140-\$2143. Если S-SMP не отвечает, CPU может навсегда остаться в цикле чтения этих регистров. Поэтому отсутствие изображения не всегда означает неисправность S-CPU или PPU.

Канал MSO	Точка	Что искать
CH1	U13 S-SMP pin 37 /RESET	После запуска должен перейти в высокий уровень вместе с /RESOUT1.
CH2	U13 pin 47 /PAWR	Пакеты записи при загрузке программы/команд в APU.
CH3	U13 pin 46 /PARD	Чтения ответа APU; бесконечно повторяющийся односторонний обмен указывает на ожидание handshake.
CH4	U1 pin 86 VPA	CPU продолжает исполнять цикл ожидания, а не полностью остановлен.

Интерпретация	Есть VPA и многократные /PARD к APU, но нет нормального продолжения загрузки: проверить reset, питание и clock звуковой подсистемы, затем U13 S-SMP. Отсутствие обмена само по себе не доказывает неисправность APU: конкретная программа могла ещё не дойти до его инициализации.
---------------	--

Источники и основание таблиц

Распиновка и обозначения: PAL-SNES Schematic для SNSP-CPU-01/02. Практические признаки: [ProjectVB - Nintendo Super System and SNES repair/diagnosis logs](#); [SNES CPU/PPU1/PPU2 failure stats](#). Наблюдения из ремонтных журналов являются практическими признаками, а не гарантированным диагнозом.

Итог	Сначала подтверждайте питание, master clock и reset; затем выполнение CPU и выбор памяти; после этого локализируйте видеосистему по PPU/VRAM-сигналам. Повторяемый функциональный FAIL сильнее одиночного наблюдения, но окончательный диагноз дают сравнение с исправной платой или подмена узла.
------	--