

ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ ПАВЛОВ

РЕМОНТ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

ДИАГНОСТИКА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ



• ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Владимир Павлов

Ремонт электронных модулей бытовой техники.

Диагностика и восстановление

<https://litres.ru/74309834>

SelfPub; 2026

Аннотация

Почему замена сгоревшей детали не всегда возвращает плату к жизни? Как отличить неисправность источника питания от ошибки датчика, найти скрытую причину перегрева и безопасно запустить модуль после ремонта?

Рассмотрены платы стиральных и посудомоечных машин, холодильников, кондиционеров, сушильных машин, варочных панелей, духовых шкафов и других приборов.

Читатель познакомится с устройством импульсных источников питания, силовых выходов, инверторов, цепей датчиков, связи и защиты. Пошаговые алгоритмы помогут проводить осмотр и измерения, находить первопричину отказа, восстанавливать дорожки и контактные площадки, подбирать замену компонентов и проверять плату под нагрузкой.

Особое внимание уделено электробезопасности, контролируемому первому включению и проверке результата

ремонта. Издание предназначено для мастеров сервисных центров, специалистов по электронике и подготовленных радиолюбителей.

Содержание

Предисловие	6
Кому адресована книга	8
Как пользоваться книгой	9
Часть I. Основа профессиональной диагностики	11
Глава 1. Плата как система	11
Не набор деталей, а цепь функций	11
Пять энергетических доменов	13
Как читать плату без принципиальной схемы	14
Команда, энергия, обратная связь	15
Глава 2. Безопасная мастерская	17
Границы допустимой работы	17
Минимальный комплект защиты и оснащения	18
Процедура безопасного обесточивания	19
Что запрещено восстанавливать «как- нибудь»	20
Глава 3. Диагностическое мышление	22
Симптом — это начало, а не диагноз	22
Диагностическая карточка	23
От простого к специфичному	25
Причина и следствие	26
Метод половинного деления	26

Глава 4. Осмотр и измерения без питания	28
Осмотр до очистки	28
Сопротивление входа	29
Сравнительный метод	30
Проверка низковольтной шины подачей извне	30
Измерение компонентов: что действительно доказывает результат	31
Глава 5. Источники питания	33
Почему «есть 5 В» недостаточно	33
Входная защита	34
Типовой импульсный источник	34
Неизолированные источники	36
Линейные стабилизаторы и DC/DC после главного источника	36
Глава 6. Логика, память и связь	38
Условия запуска микроконтроллера	38
Reset и brown-out	39
Конец ознакомительного фрагмента.	40

Владимир Павлов

Ремонт электронных модулей бытовой техники. Диагностика и восстановление

Предисловие

Электронный модуль редко выходит из строя «сам по себе». За сгоревшим резистором может стоять пробитый силовой ключ, за ошибкой датчика — утечка по загрязнённому текстолиту, а за повторным отказом нового реле — подклинивающий насос. Поэтому ремонт платы начинается не с паяльника и даже не с мультиметра. Он начинается с вопроса: какую функцию прибор пытался выполнить, что должно было произойти и какое звено нарушило последовательность?

Эта книга посвящена именно такому мышлению. Она не обещает таблицу, где каждому симптому соответствует одна деталь. В реальной бытовой технике одинаковый код возникает по разным причинам, а одинаковая трещина пайки проявляется по-разному в зависимости от температуры, влаж-

ности и нагрузки. Задача мастера — собрать доказательства, отделить причину от следствия и восстановить модуль так, чтобы он работал не на столе пять минут, а в приборе в штатном цикле.

Материал построен от общего к частному. Сначала рассматриваются архитектура плат, безопасная организация рабочего места, питание, логика, входы и силовые выходы. Затем эти знания применяются к стиральным и посудомоечным машинам, холодильникам, кондиционерам, сушильным машинам, варочным панелям, духовкам и другой технике. В конце даны технологические карты, справочные таблицы и формы, которые можно использовать в мастерской.

ГЛАВНАЯ ИДЕЯ: Хороший ремонт восстанавливает не только проводимость дорожек, но и исходную логику безопасности, тепловой режим, изоляционные расстояния и устойчивость узла к той причине, которая вызвала отказ.

Кому адресована книга

Книга рассчитана на мастера, который умеет пользоваться мультиметром и паяльной станцией, различает резистор, диод, транзистор и реле, но хочет перейти от замены деталей «по признакам» к системной диагностике. Опытному специалисту будут полезны унифицированные алгоритмы, карты измерений и разделы о повторных отказах.

Читателю без практики следует осваивать материал сначала на отключённых низковольтных платах. Работа с сетевыми и инверторными узлами требует отдельной подготовки. Ни одна книга не заменяет навыка безопасно организовать измерение.

Как пользоваться книгой

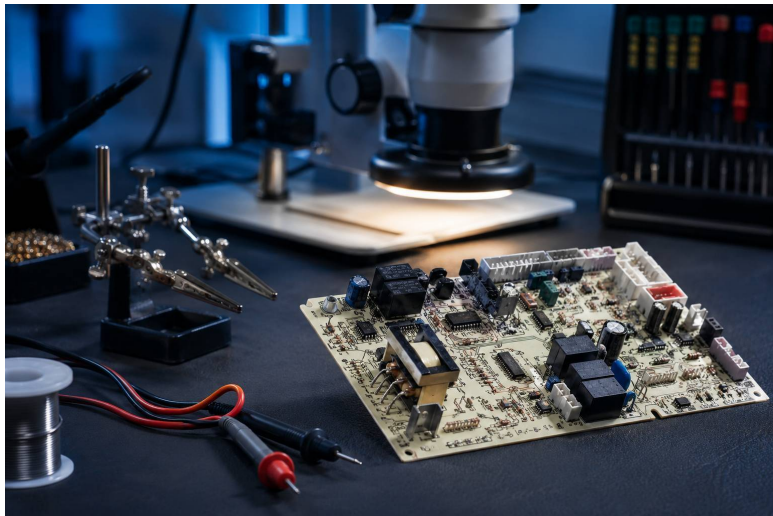
Перед любой практической работой прочитайте главу 2 полностью.

Для незнакомой платы сначала примените карту архитектуры из главы 1.

Зафиксируйте исходный симптом и состояние прибора до разборки.

Выполняйте измерения от источника энергии к потребителю и от команды к результату.

После ремонта используйте процедуру контролируемого запуска и приёмки из главы 10.



Фотография 1 — Профессиональная диагностика электронного модуля на рабочем месте

Часть I. Основа профессиональной диагностики

Глава 1. Плата как система

Не набор деталей, а цепь функций

На плате управления бытового прибора можно выделить несколько функциональных областей. Их физическое расположение различается, однако задачи почти всегда повторяются: принять энергию из сети, получить стабильные низкие напряжения, опросить датчики, выполнить программу, передать команды исполнительным устройствам и проконтролировать результат.



Рисунок 1 — Функциональная архитектура электронного модуля

Вход сети обычно начинается с предохранительного элемента, ограничителя броска тока, варистора и помехоподавляющего фильтра. Далее энергия расходится по двум направлениям. Первое питает логику через импульсный или ёмкостный источник. Второе поступает к силовым нагрузкам через реле, симисторы, MOSFET, IGBT или интеллектуальный силовой модуль. Между ними находится контроллер: микроконтроллер, память, генератор тактов, цепь сброса и интерфейсы связи.

Системное представление полезно по двум причинам. Во-первых, оно позволяет читать незнакомую плату без схемы. Во-вторых, оно не даёт принять вторичное повреждение за первичную причину. Если пробит ключ насоса, нужно исследовать не только ключ, но и нагрузку, защитную цепь, драй-

вер и цепь команды. Если не запускается процессор, нужно проверить не только его питание, но и форму нарастания напряжения, сброс, тактирование и короткое замыкание на любой из шин.

Пять энергетических доменов

Условно плата делится на домены, и каждое измерение должно учитывать, относительно какой «земли» оно выполняется.

Домен

Типичные уровни

Что находится внутри

Главный риск

Сетевой вход

110–240 В AC

фильтр, варистор, предохранитель, выпрямитель
поражение током, дуга

Высоковольтная шина

около 155–340 В DC без PFC; выше при PFC

конденсатор, инвертор, силовые ключи
сохранённый заряд

Неизолированная логика

3,3–24 В относительно сетевого общего

контроллер, драйверы, датчики

«низкое» напряжение остаётся опасным относительно

земли

Изолированная логика

3,3–24 В в изолированном домене

интерфейс, дисплей, связь

пробой изоляционного барьера

Сигнальные линии

милливольты–десятки вольт

NTC, датчики Холла, тахогенераторы, шины связи

ложные выводы из-за неверной точки отсчёта

ОПАСНО: Символ GND на схеме или полигон «земли» на плате не означает защитное заземление. В неизолированном источнике логическая общая точка может иметь сетевой потенциал.

Как читать плату без принципиальной схемы

Начинают не с маркировок микросхем, а с топологии. Широкие дорожки и массивные разъёмы ведут к нагревате-

лям, двигателям, компрессорам и насосам. Дорожки с большими изоляционными промежутками показывают границу между сетевой и безопасной стороной. Рядом с трансформатором импульсного источника можно найти первичную и вторичную цепи. Группы одинаковых маломощных элементов обычно образуют каналы реле или симисторов.

Практический порядок трассировки:

Найдите сетевой вход и обе его дорожки.

Отметьте защитные элементы и выпрямитель.

Найдите основной накопительный конденсатор и определите высоковольтный общий провод.

Проследите путь к источнику питания логики.

Выделите микроконтроллер и его ближайшие узлы: кварц или резонатор, reset, память, развязку питания.

Разделите разъёмы на входы датчиков, связь и силовые нагрузки.

Для каждого исполнительного канала найдите ключ, драйвер и защитный элемент.

Полезно сделать фотографию платы с обеих сторон и нанести цветные границы доменов. Такая карта быстрее случайного прозвона и остаётся частью истории ремонта.

Команда, энергия, обратная связь

Любую функцию прибора удобно раскладывать на три линии. «Команда» отвечает на вопрос, сформировал ли кон-

троллер управляющий сигнал. «Энергия» — дошло ли нужное напряжение до нагрузки. «Обратная связь» — увидела ли электроника фактический результат.

Например, при наборе воды контроллер открывает клапан, силовой канал подаёт на него сетевое напряжение, а прессостат или расходомер подтверждает изменение. Если вода не набирается, нельзя сразу менять клапан: команда могла не появиться из-за незакрытого люка, напряжение могло потеряться на обгоревшем контакте, а вода могла поступать, но не подтверждаться датчиком.

Эта тройка — основа всех последующих алгоритмов.

Глава 2. Безопасная мастерская

Границы допустимой работы

Электронные платы стиральных машин, кондиционеров, варочных панелей и инверторных холодильников содержат участки, где напряжение смертельно опасно даже после отключения вилки. Накопительные конденсаторы не обязаны разряжаться быстро: резистор-разрядник может быть оборван, а силовой модуль — отсоединён от штатной цепи.

Живые измерения допустимы только тогда, когда их нельзя заменить безопасной проверкой без питания, подачей изолированного низкого напряжения или анализом сигналов на вторичной стороне. Если мастер не может заранее назвать точку измерения, опорный провод, ожидаемый диапазон и категорию прибора, измерение проводить рано.

ОПАСНО: Разделительный трансформатор не делает касание безопасным и не превращает высоковольтную шину в низковольтную. Он лишь меняет связь испытуемого устройства с землёй. Осциллограф с заземлённым щупом способен создать короткое замыкание через защитный провод.

Минимальный комплект защиты и оснащения

Средство

Назначение

Требование к применению

Мультиметр и щупы подходящей категории
напряжение, сопротивление, диодный тест
целая изоляция, закрытые наконечники, исправные
предохранители

Разделительный трансформатор
снижение риска случайной связи с землёй
мощность с запасом; один испытуемый прибор; не отме-
няет СИЗ

Ограничитель тока
первый запуск после ремонта
лампа накаливания допустима лишь как грубый индикатор;
лучше регулируемый АС-источник с защитой

Дифференциальный пробник
осциллограммы на плавающих и высоковольтных узлах

допустимое общее напряжение и полоса должны соответствовать задаче

Лабораторный БП с ограничением тока
локальное питание низковольтных шин
напряжение и полярность проверяются до подключения

ESD-оснащение

защита микроконтроллеров и памяти
использовать только на безопасно обесточенной плате

Вытяжка и защита глаз

пайка, очистка, демонтаж
локальный отвод дыма, устойчивое положение платы

Дополнительно полезны тепловизор или инфракрасный термометр, LCR-метр, ESR-метр, токовые клещи, осциллограф с изолированными каналами либо корректными пробниками, электронная нагрузка и тестер полупроводников. Ни один прибор не заменяет понимания схемы включения.

Процедура безопасного обесточивания

Отключите прибор от всех источников энергии и убедитесь, что вилка физически видна.

Зафиксируйте положение разъёмов и проводки до отсо-

единения.

Выждите время, указанное изготовителем, если оно известно.

Измерьте напряжение на основном конденсаторе подходящим прибором.

При необходимости разрядите конденсатор через рассчитанный резистор с достаточной мощностью и изоляцией; не замыкайте выводы инструментом.

Повторно измерьте напряжение и убедитесь в отсутствии его восстановления из-за диэлектрической абсорбции.

Только после этого переходите к прозвонке и пайке.

Энергия может храниться не только в конденсаторах. Пружины, барабан, вентиляторы, давление воды и холодильный контур создают механические и физические риски. Модуль нельзя проверять в приборе с снятыми ограждениями, если вращающиеся и нагретые части остаются доступными.

Что запрещено восстанавливать «как-нибудь»

Не перемыкают термopедохранители, блокировки двери, датчики протечки, защиту перегрева, реле контроля контактов и цепи защитного заземления. Не уменьшают воздушные и поверхностные промежутки между сетевой и безопасной сторонами. Не заменяют огнестойкий или предохранительный резистор обычным только потому, что номинал сов-

падает. Не наносят случайный герметик на высоковольтную часть: некоторые составы проводят ток во влажной среде, выделяют кислоту или поддерживают горение.

После ремонта защитной цепи требуется проверка не только её электрической работы, но и сценария отказа. Если исходная конструкция при обрыве переводила прибор в безопасное состояние, восстановленный узел должен вести себя так же.

Глава 3. Диагностическое мышление

Симптом — это начало, а не диагноз

Фраза «не включается» скрывает разные состояния: нет индикации, индикация появляется и гаснет, панель не реагирует, программа не запускается, модуль перезагружается при подключении нагрузки. Первое профессиональное действие — перевести жалобу в наблюдаемый и повторяемый симптом.

Правильное описание содержит условия: холодный или прогретый прибор, выбранная программа, момент отказа, состояние нагрузки, наличие запаха, звука, кода, следов протечки, недавнего скачка сети. Чем точнее входные данные, тем меньше лишней пайки.

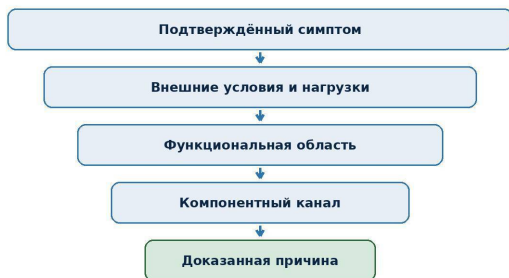


Рисунок 2 — Сужение области поиска: от симптома к доказанной причине

Диагностическая карточка

Поле

Что записать

Жалоба владельца
дословно, без интерпретации

Подтверждённый симптом
что мастер воспроизвёл сам

Условия проявления

температура, программа, время, нагрузка

История

прошлые ремонты, протечки, гроза, транспортировка

Внешний осмотр

фото, нагар, коррозия, трещины, запах

Гипотезы

не более трёх основных версий на шаг

Измерение

точка, режим прибора, опорная точка, ожидаемое и фактическое значение

Решение

почему деталь заменена или признана исправной

Приёмка

какие циклы и защиты проверены

Карточка дисциплинирует мышление. Она особенно полезна при плавающем дефекте и при передаче работы другому мастеру.

От простого к специфичному

Диагностика сужает область поиска. Сначала исключают внешние причины: питание, розетку, кабель, разъёмы, проводку, нагрузку, засор, утечку, механическое заклинивание. Затем проверяют общие узлы платы: входную защиту, питание, reset, связь. Только после этого переходят к конкретному каналу.

Полезна последовательность «наблюдение — гипотеза — проверка — вывод». Например:

Наблюдение: модуль стартует, но перезагружается при включении клапана.

Гипотеза: просадка низковольтного питания или сильная помеха от нагрузки.

Проверка: измерить 5 В во времени, затем повторить запуск с отключённым клапаном и эквивалентом, проверить демпфер и разводку общего провода.

Вывод: если 5 В проваливается до порога reset, исследуют источник; если питание стабильно, ищут помеху, вход блокировки или ошибку обратной связи.

Такой формат защищает от подмены факта предположением.

Причина и следствие

В силовых каналах повреждения часто образуют цепочку. Короткозамкнутая катушка перегружает симистор; его разрушение посылает импульс в драйвер; ток затвора повреждает вывод микроконтроллера; предохранительный резистор разрывается последним. Замена только резистора завершится повторным отказом.

Для каждого сгоревшего элемента задайте три вопроса:



что могло подать на него избыточную энергию;



что он мог повредить после разрушения;



какая защита должна была ограничить событие и исправна ли она.

Метод половинного деления

Если сигнал проходит длинный путь, найдите середину цепи. Есть команда на входе драйвера? Если да, контроллер и логика до этой точки, вероятно, работают; поиск смещается к выходу. Есть питание на вторичной стороне источника? Тогда сетевой вход и первичное преобразование частично исправны. Метод особенно эффективен в каналах связи

и многоступенчатых источниках.

Но «вероятно» не означает «точно». Сигнал может иметь правильный уровень без способности отдавать ток, а напряжение — быть нормальным без нагрузки и проваливаться под ней. Статическое измерение дополняют динамическим.

Глава 4. Осмотр и измерения без питания

Осмотр до очистки

Плату фотографируют до удаления пыли и флюса. Отложения рассказывают о направлении протечки и воздушного потока, а тёмный ореол вокруг вывода — о длительном нагреве. Очистив всё сразу, мастер уничтожает часть доказательств.

Осматривают обе стороны при косом свете и увеличении. Ищут:

- кольцевые трещины вокруг тяжёлых и горячих выводов;
- потемнение корпуса реле, резистора, трансформатора или разъёма;
- зелёные и белые продукты коррозии;
- вздутие, утечку или приподнятое основание конденсатора;
- трещины варистора, NTC-ограничителя и керамических

деталей;



отслоение дорожек и металлизации переходных отверстий;



угольный след, который после удаления детали продолжает проводить ток;



следы насекомых, моющего средства, жира и конденсата.

ПРАВИЛО: Нагар — не косметический дефект. Карбонизированный текстолит удаляют до чистого непроводящего материала, а изоляционный промежуток восстанавливают конструктивно.

Сопротивление входа

До подачи питания измеряют сопротивление между сетевыми выводами, соблюдая полярность и ожидая заряд конденсаторов. Очень малое устойчивое сопротивление заставляет проверить мост, основной конденсатор, силовой ключ, варистор и нагрузочные каналы. Бесконечность не означает исправность: может быть оборван предохранитель, терморезистор, дорожка или первичная обмотка.

Диодный режим удобен для сравнения плеч выпрямителя, MOSFET и IGBT, но внутрисхемные параллельные пути искажают результат. Если показание подозрительно, подни-

мите один вывод элемента или снимите его после фиксации исходного состояния.

Сравнительный метод

Многоканальные платы сами дают эталон. Сопротивления затворов четырёх одинаковых IGBT, диодные падения шести входов датчиков или обмотки трёх реле должны быть близкими. Один выброс указывает на область поиска, даже когда точный номинал неизвестен.

Сравнивать нужно одноимённые точки при одинаковой полярности щупов и разряженных конденсаторах. Различие может быть конструктивным: крайний канал иногда имеет другой снаббер или подтяжку. Поэтому сравнение — повод исследовать, а не готовый приговор.

Проверка низковольтной шины подачей извне

Иногда допустимо подать на отключённую низковольтную шину напряжение от лабораторного источника. Сначала определяют, изолирована ли она от сети, отключают штатный преобразователь при риске обратного питания, устанавливают напряжение ниже номинального и малое ограничение тока. Нагрев ищут тепловизором, каплей изопропилового спирта или осторожным температурным наблюдением.

Метод опасен для логики, если перепутаны шины 3,3 и 5 В, если питание подаётся на выход стабилизатора с недопустимым обратным током или если внешнее напряжение проходит на микроконтроллер через сигнальные выводы раньше основного питания. Сначала нужно восстановить карту цепи.

Измерение компонентов: что действительно доказывает результат

Компонент

Быстрая проверка

Чего она не доказывает

Резистор

сопротивление вне влияния параллельных цепей
стабильность под высоким напряжением и нагревом

Электролитический конденсатор

ёмкость, ESR, утечка при рабочем напряжении
ресурс при повышенной температуре

Диод

прямое падение и отсутствие явного КЗ
обратную утечку при рабочем напряжении

Реле

сопротивление катушки, щелчок, сопротивление контакта
та
способность коммутировать номинальный ток без дребезга

Симистор

отсутствие КЗ между силовыми выводами
чувствительность затвора и коммутацию реактивной нагрузки

MOSFET/IGBT

отсутствие пробоя, управление затвором на малом сигнале
потери и устойчивость в реальном режиме

NTC

сопротивление при известной температуре
правильность характеристики во всём диапазоне

Глава 5. Источники питания

Почему «есть 5 В» недостаточно

Источник питания должен не просто выдать напряжение. Он обязан запускаться при неблагоприятной фазе сети, выдержать пуск реле и дисплея, не создавать чрезмерных пульсаций, корректно уйти в защиту и повторно запускаться. Многие плавающие неисправности возникают, когда среднее значение 5 В выглядит нормальным, но короткий провал сбрасывает контроллер.



Рисунок 3 — Энергетическая цепь типового импульсного источника

Входная защита

Предохранитель или предохранительный резистор редко является единственной неисправной деталью. Перед заменой проверяют варистор, мост, основной конденсатор, первичный ключ, демпфер, трансформатор и возможное короткое замыкание на вторичных шинах. Номинал и тип защитного элемента сохраняют. Проволочная перемычка вместо него превращает следующий отказ в пожарный риск.

Варистор после сильного импульса может выглядеть целым, но иметь повышенную утечку. Если он разрушен, нужно оценить всё, что расположено дальше по энергии импульса: мост, контроллер источника, резисторы запуска, оптопару, вторичную защиту и микроконтроллер.

Типовой импульсный источник

В сетевых модулях распространены обратногоходовые и несложные неизолированные преобразователи. Последовательность запуска обычно такова: выпрямленное напряжение через высокоомную цепь заряжает конденсатор питания контроллера; после достижения порога микросхема начинает переключать ключ; вспомогательная обмотка подхватывает питание; обратная связь стабилизирует выход.

Из этой последовательности выводятся симптомы:

Наблюдение

Вероятная область

Проверка

Напряжение питания контроллера не растёт
резисторы запуска, утечка конденсатора, КЗ VCC
сопротивления, ток утечки, форма VCC

VCC растёт и циклически падает

перегрузка вторичной части, высохший VCC-конденсатор, нет подпитки

отключение вторичной нагрузки, пульсации, вспомогательная обмотка

Выход завышен

разрыв обратной связи, оптопара, TL431-подобный узел
цепь делителя, питание и динамика обратной связи

Выход нормален без нагрузки и падает под ней

ESR, слабый диод, токовое ограничение, трансформатор
нагрузочная проба и осциллограмма

Сильный нагрев ключа

неверный снаббер, затвор, насыщение, перегрузка
форма стока/затвора только безопасным пробником

Неизолированные источники

Ёмкостный балласт и понижающий DC/DC-преобразователь без трансформатора экономичны, но вся логика остаётся связанной с сетью. Лабораторный БП, программатор, USB-адаптер или заземлённый осциллограф нельзя подключать без анализа гальванических связей. Даже разъём дисплея с напряжением 5 В может быть опасен относительно корпуса компьютера.

Ёмкость гасящего конденсатора со временем снижается, и плата начинает перезагружаться при включении реле. Конденсатор должен иметь класс и импульсную стойкость, соответствующие работе в сети. Установка обычной плёнки такого же номинала не является эквивалентной заменой.

Линейные стабилизаторы и DC/DC после главного источника

На плате может присутствовать 12–15 В для реле, 5 В для интерфейсов и 3,3 В для процессора. Диагностику проводят каскадно: если 3,3 В отсутствует, сначала проверяют его вход; если 12 В пульсирует, не следует обвинять стабилизатор 3,3 В до проверки общей причины.

При подозрении на короткое замыкание измеряют сопротивление каждой шины и наблюдают ток при безопасной

внешней подаче. Нагрев микроконтроллера не всегда означает его первичный отказ: ток мог попасть через защитный диод входа из-за завышенного сигнала.

Глава 6. Логика, память и связь

Условия запуска микроконтроллера

Для старта необходимы корректное питание, снятие reset, тактовый сигнал и исполнимое содержимое памяти. Кроме того, ни одна периферийная линия не должна удерживать питание или reset через аварийный путь.

Проверку выполняют в такой последовательности:

Измеряют все питающие выводы микроконтроллера, а не одну контрольную точку.

Проверяют пульсации и форму нарастания при включении.

Смотрят reset: уровень, длительность, повторные импульсы.

Проверяют генератор подходящим высокоомным щупом, не срывающим колебания.

Ищут активность на шинах памяти, дисплея и связи.

Сопоставляют потребляемый ток с нагревом и состоянием выводов.

Отсутствие видимых колебаний на кварце ещё не доказывает его неисправность: щуп может внести ёмкость, а генератор — работать на частоте, неудобной для выбранного режима. Наличие колебаний, в свою очередь, не гарантирует

выполнения программы.

Reset и brown-out

Цепь сброса удерживает контроллер в известном состоянии, пока питание не достигло допустимого уровня. Высохший конденсатор, утечка по загрязнению или неисправный супервизор питания создают короткие перезапуски. На индикаторе это выглядит как мигание, а в приборе — как случайное прекращение цикла.

Для диагностики полезно записать одновременно питание и reset. Если reset следует за просадкой питания, первична энергетическая проблема. Если питание стабильно, а reset импульсно активизируется, исследуют супервизор питания, помехи, сторожевой таймер и программно вызванный сброс.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.