

Свет не выключается: что смотреть в паспорте до того, как канал поедет в щит

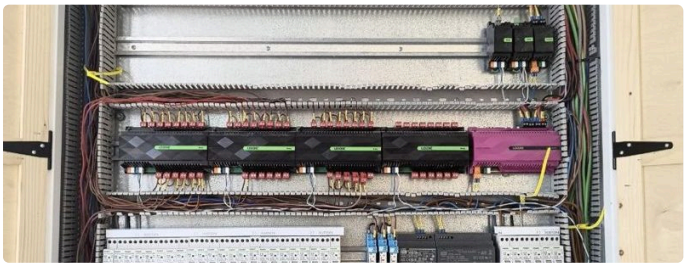
> Для монтажников, инженеров слаботочки и интеграторов умного дома. **Реле на 16 А выглядит с четырёхкратным запасом — и умирает через неделю.** Ниже — пять строк паспорта, физика пускового тока, карточка канала и диагностика у щита. Цифры типовые для класса 100–150 Вт при 230 В: **перед сдачей сверяй с паспортом конкретной модели.**

НОРМА · ВНИМАНИЕ · АВАРИЯ / НЕЛЬЗЯ

0 Пять строк, которые решают всё

ЧТО СМОТРЕТЬ	НОРМА	КРАСНЫЙ ФЛАГ
1 · Категория применения паспорт реле / контактора	указана, рядом есть строка `LED load`	только «16 А», без типа нагрузки
2 · LED / capacitive load таблица дерейтинга реле	цифра есть и не «впритык»	строки нет → реле не для LED
3 · Inrush current драйвера паспорт драйвера, Input	до 100 А на канал; 100–150 А — **впритык**	> 150 А на канал для AKK-0816.03; у другого реле — его строка Inrush
4 · Max. units on a breaker паспорт драйвера	4 (тип B) / 6 (тип C)	драйверов больше, контактора нет
5 · Capacitive load, µF паспорт реле	Σ ёмкости канала < лимита	Σ в мкФ сравнить забыли

Если хотя бы один пункт красный — контактор или деление по каналам. Не «понаблюдаем».



Релейные модули на DIN-рейке: здесь живёт канал света — реле, автомат и драйвер на соседних местах.

1 «16 А» — это про обогреватель

Номинал на корпусе — для активной нагрузки (`AC-1`): ток растёт медленно, дуги нет, контакты просто нагреваются. Светодиодный драйвер — **ёмкостная нагрузка**: внутри диодный мост и электролит большой ёмкости. В момент замыкания конденсатор пустой — это почти короткое замыкание.

ДВА ТОКА	120 ВТ, 230 В
Рабочий	`I = P / (U·cosφ·η)` ≈ 0,6 А; без PFC (cosφ≈0,5) — до 1,2 А
Пусковой	из паспорта HLG-120H (120 Вт): 60 А пик, 375 мкс. Для своей модели ищи строку `Max. Inrush (Cold Start)`

В ролике — «пол-ампера». Ориентир для канала — **0,6–1,2 А**: из-за cosφ реальная группа на автомате больше, чем кажется. Эти два тока никогда не встречаются на одном приборе.

2 Почему клещи молчат, а автомат не спасает

Клещи. Обычный мультиметр и дешёвые токовые клещи обновляют показания 2–4 раза в секунду. Пик в 375 микросекунд для них физически не существует: ты честно меряешь «1 А» — и честно не видишь 360.

Автомат. Магнитному расцепителю нужно около 10–20 мс, чтобы разомкнуть цепь. Сварка контакта происходит за **375 мкс** — событие кончается раньше, чем защита начала думать. Автомат защищает кабель. **Контакты реле он не защищает никогда.**

3 Почему умирают именно контакты

Дребезг якоря живёт 0,5–3 мс, пик тока — 375 мкс. **Они в одном временном окне.** Каждый отскок — разрыв цепи, в котором течёт не 1 А, а сотни ампер → дуга → плавление серебряного сплава ($AgSnO_2$) → перенос металла: на одном контакте кратер, на другом нарост. Наросты цепляются. Дальше пружина уже не отрывает.

Почему через неделю, а не через пять лет

Это **не износ, а лотерея**: каждое включение — билет. Вероятность сварки резко растёт, когда совпадают три условия:

1. **Замыкание у пика синусоиды** (325 В вместо 0).
2. **Горячий рестарт:** NTC-ограничитель драйвера разогрет и почти не ограничивает — пик в 1,5–2 раза выше паспортного «cold start».
3. **Вся группа сразу:** сцены «кинотеатр», «сон», «выключить всё» давят все каналы в одну точку времени.

Дом сдали в пятницу, в воскресенье заказчик одиннадцать раз подряд включил и выключил свет, проверяя сценарий. Недели хватило.

> **Не проектируй канал по «среднему» сценарию.** Считай самый плохой: все каналы сразу, горячий старт, пик фазы. И разноси по времени не только каналы, но и сцены: «выключить всё» — каскад с шагом 150–200 мс.



Монтаж щита на объекте: драйверы и модули на одной рейке.

4 Карточка канала

Один световой канал — одна карточка. Пустой канал в щите — не «свободно», а «не посчитано». Распечатай и вшей в исполнительную документацию.

БЛАНК

КАНАЛ № _____ помещение _____ дата _____

ДРАЙВЕР

модель (текстом, без логотипа) _____

P _____ Вт · cosφ _____ η _____ I раб _____ A

Inrush (cold) _____ A / _____ µs

Inrush (hot restart) _____ A / _____ µs

кол-во на канале _____

СУММА ПО КАНАЛУ

Σ I раб _____ A · Σ ёмкость _____ µF

Σ Inrush при одновременном включении _____ A

КОММУТАЦИЯ И ЗАЩИТА

реле / контактор _____

категория _____ лимит LED _____ A, _____ µF

задержка относительно соседних каналов _____ мс

автомат _____ A, тип _____ магнитка _____ A

ВЕРДИКТ: ОК КОНТАКТОР ДЕЛИТЬ

подпись _____

ПРИМЕР — СЛУЧАЙ ИЗ РОЛИКА

КАНАЛ 3 «Спальня»
драйвер 120 Вт, cosφ 0,95 → I раб 0,6 A
Inrush 60 A / 375 µs × 6 шт = 360 A одновременного пика
реле 16 A, AC-1, LED-лимита и µF-лимита нет
автомат C16 → магнитка 80–160 A; 360 A выше порога

ВЕРДИКТ: ДЕЛИТЬ + КОНТАКТОР

Шесть драйверов по 120 Вт — это **3,6 А** рабочей нагрузки. Реле «16 А» выглядит с четырёхкратным запасом. И оно умерло. Запас был не там, где его считали.

5 Категории и дерейтинг: «16» превращается в «2»

НАГРУЗКА	ЧТО ИСКАТЬ	ДОЛЯ	16 А РЕЛЕ
ТЭН, лампа накаливания	`AC-1`	1,0	16 А
Клапан, трансформатор	`AC-15`	0,5–0,7	8–11 А
Драйвер / LED, ёмкостная	`LED load`, `Capacitive load, µF`	**0,1–0,3**	**1,6–5 А**

Коэффициент бери из паспорта конкретной модели — разброс между производителями двукратный. Отдельной категории «для светодиодов» в стандарте нет, а `AC-5a/5b` — газоразрядные лампы и лампы накаливания. Нет строки `LED load` — реле для светодиодов **не проектировалось**, и не спорь с этим.

Пусковой ток убивает не номинал, а **коммутационную способность**: реле, которое годами щёлкает обогреватель на 16 А, развалится на светодиодах при двух амперах рабочей нагрузки.

6 Сколько драйверов можно: три шага

1. Из паспорта драйвера: `Inrush` и `Max. no. of units on a 16 A breaker` (обычно 4 на тип B, 6 на тип C).
2. Сравни со своим каналом. Драйверов больше — красный.
3. Если больше — три пути, по возрастанию правильности:

РЕШЕНИЕ	ЧТО ДАЁТ
Разнести по каналам	6 → 2+2+2, пик падает втрое. Цена: время на перекладку
Задержка каналов 100–200 мс	пики не складываются: 360 А → три удара по ~120 А. Бесплатно, одна строка в сценарии
Контактор, реле — только на катушку	пик гасится в дугогасительных камерах, реле остаётся «холодным». Цена: модуль и место на DIN

Самое недооценённое — задержка. В проводном умном доме ты сам решаешь, когда включится каждый канал. Три канала со сдвигом 150 мс превращают один 360-амперный удар в три по ~120 А. Делай это по умолчанию для групп больше двух драйверов.

Ориентир (230 В, холодный старт)

ДРАЙВЕР	INRUSH	МАКС. НА РЕЛЕ 16 А БЕЗ КОНТАКТОРА
50 Вт	~20 А	6–7
80 Вт	~30 А	4–5
120 Вт	~60 А	**2**
150 Вт	~60 А	2
200 Вт	~75 А	2

Из ролика: шесть по 120 Вт — за пределом. Не «впритык», а за. Таблица — ориентир масштаба, а не расчёт: решает паспорт модели.

7 Диагностика: три минуты у щита

Симптом: в приложении «выкл», лампы горят.

1. **Щёлкает ли канал при переключении?** Щелчок есть, свет не меняется — катушка и логика живы, **контакты сварены**. Тишина — модуль, питание катушки или прошивка; реле ни при чём, не меняй его.
2. **Обесточь катушку (или сними модуль). Напряжение на нагрузке есть?** Есть — сварено, точно: заменить и посчитать канал заново. Нет — смотри дальше: питание нагрузки идёт не с этого канала.
3. **Как горят лампы при «выкл»?** В полную, не гаснут — сваренный контакт. Тлеют или мерцают — не сварка: утечка SSR, нет нуля, наводка. Другая история.

Признак, который все пропускают: ты **слышишь щелчок**, но свет не гаснет. Катушка работает, якорь ходит — а контакты спаяны. Это механика, прошивкой она не лечится.

Пусковой ток мультиметром не подтвердить. Нужен токовый щуп и осциллограф с выборкой от 100 кС/с и одиночным захватом, либо клещи с функцией `inrush`. Меряй дважды: холодный старт и **повторное включение сразу после выключения**.

Безопасность. Работы в щите — со снятым напряжением, с проверкой его отсутствия, не в одиночку. Сваренный канал часто значит, что на нагрузке есть потенциал **при выключенном канале**: приложение покажет «выкл», а фаза на месте. Измерения и испытания выполняет лицензированный электрик по нормам своей страны.

8 Если уже умерло — по возрастанию цены

ДЕЙСТВИЕ	ВРЕМЯ
1 · Переложить на свободный канал и разбить на 3 с задержкой 150 мс. Хватает для группы до ~6 драйверов	30 мин
2 · Ограничитель пускового тока на DIN (NTC-модуль). Временная мера: греется, стареет, сам становится слабым звеном	1 ч
3 · Контактор на канал, реле — только на катушку. Всегда, если в группе больше 4 драйверов	2–3 ч
4 · Модуль с заявленным `LED load` / µF-лимитом и $AgSnO_2$ — при замене щита целиком	2–3 ч
5 · Пересборка группы: меньше драйверов на канал, драйверы с PFC и низким inrush — на новой сдаче	по проекту

После любой замены — пересчитай карточку канала. Иначе через полгода умрёт снова, и второй раз заказчик не поверит, что «это не ты».

9 Нельзя

Поднимать номинал автомата или ставить тип D «чтобы не выбивало». Ты не убрал пусковой ток — ты убрал единственный признак, что что-то не так. Кабель греется по-прежнему.

Гасить диммируемые драйверы релейным каналом в сценариях с частым циклом: убиваешь и контакты, и сам драйвер.

Тёплый пол, насос, вентиляцию — прямо на реле без контактора. Так я и сжёг свой канал.

Размыкать вторичку (DC) драйвера. Своя поломка, ещё и дороже.

Верить мультиметру-амперметру при диагностике пусковых токов. Прибор не врал — он физически не видит 375 мкс.

Сдавать дом без карточек каналов. Через полгода будешь вспоминать, что где стоит, по запаху гари.

Было такое: свет не выключается, а в приложении «выкл»? Что оказалось на самом деле — реле, симистор или что-то ещё? Напиши в комментариях к ролику, соберу второй разбор по вашим случаям. Кодовое слово памятки — `LED`.

Сохрани. Пока этот звонок не пришёл тебе.

10 Словарь для паспорта

В даташитах всё по-английски.

ИСКАТЬ	ЧТО ЭТО
`Max. Inrush Current (Cold Start)`	пусковой ток, A / µs. Драйвер, Input
`Cos ϕ / Power Factor`	без него ток считается меньше, чем есть. Драйвер
`Max. no. of units on a 16 A breaker`	сколько драйверов на один автомат. Драйвер
`Utilization category`	AC-1 / AC-15 и т. д. Реле, контактор
`LED load` `Capacitive load, µF`	допустимая светодиодная / ёмкостная нагрузка. Реле, контактор
`B / C / D`	магнитный порог 3–5×In / 5–10×In / 10–20×In; C16 → 80–160 A. Автомат

11 Итог в четырёх строках

ЕСЛИ В ПАСПОРТЕ…	ДЕЛАЙ
нет строки `LED load` или µF-лимита	не ставь реле на свет — только контактор, реле на катушку
драйверов больше, чем `Max. units on a breaker`	дели по каналам и разноси включение на 100–200 мс
Inrush > 150 A на канал	контактор; считай по горячему рестарту, а не по холодному
канал уже умер	щелчок есть, свет горит — контакты сварены; заменить и пересчитать карточку

Щит, драйверы и контакторы — на живом объекте. Как собрать весь дом от брифа до сдачи

Как считать канал света, выбирать реле и контактор, собирать щит и сдавать объект без звонка в воскресенье — разбираем на бесплатном мастер-классе.

Занять место на мастер-классе → t.me/smarthome_learning_bot



Дмитрий Карагеур
Университет умных домов

20+ лет в интеграции умных домов, Loxone Gold Partner, совладелец Intellectum Homes (Кипр). 500+ выпускников.