Ваш умный дом

УМНЫЙ ДОМ

для электрика и монтажника

Как войти в автоматизацию, если вы умеете щит и кабель

HI · Home Intelligence

Умный дом, который работает без интернета

h-i.space

info@h-i.group

+7 (495) 127-11-16

Редакция 2026-09

Содержание

Часть I. Зачем вам это

Глава 1. Умный дом — это ваша работа, просто с другим ценником

Глава 2. Карта книги: что читать сейчас, а что потом

Глава 3. Как считать деньги и не бояться первого заказа

Часть II. Что такое система HI

Глава 4. Что умный дом умеет — по-настоящему, без рекламы

Глава 5. Система HI: из чего она состоит

Глава 6. Дом без интернета: что работает, а что нет

Часть III. Как это устроено

Глава 7. Провода и слаботочка — это всё ещё электрика, но правила другие

Глава 8. Мир умного дома вокруг нас: протоколы, платформы, датчики

Глава 9. Реле, диммирование и что ещё нужно знать про нагрузки

Глава 10. Щит умного дома — состав, компоновка, сборка

Глава 11. Понятия, на которых держится всё

Часть IV. Монтаж на объекте

Глава 12. Монтажная подготовка: что делать до того, как взять перфоратор

Глава 13. Прокладка кабелей на объекте

Глава 14. Сборка щита: шаг за шагом

Глава 15. Монтаж устройств на объекте

Часть V. Доступ и видео

Глава 16. Замки, домофоны и вход без ключа

Глава 17. Камеры, номера машин и лица

Часть VI. Настройка, сдача, обслуживание

Глава 18. Пусконаладка

Глава 19. Сценарии, которые реально нужны

Глава 20. Типичные поломки и обслуживание

Часть VII. Продажа и заказчик

Глава 21. Что и кому продавать: примеры с объектов

Глава 22. Конкуренты и рынок умного дома в России

Глава 23. Типы клиентов и как им продавать

Глава 24. Переговоры: ошибки, которые стоят заказа

Часть VIII. Справочник

Глава 25. Чек-листы

Глава 26. Глоссарий

Глава 27. Таблицы и справочные данные
Глава 28. Что читать и где учиться дальше

Глава 1. Умный дом — это ваша работа, просто с другим ценником

Начнём с денег

Вы делаете электрику в квартире 80 квадратов. Щит, розетки, освещение, кабель. Работа знакомая, цена понятная, конкуренция такая же понятная — рядом ещё десять бригад, и заказчик выбирает по цене.

Теперь тот же объект, но с автоматизацией. Порядок цены на рынке — **от 500 рублей за квадратный метр** только за систему умного дома, не считая обычной электрики. На 80 метрах это дополнительно **сорок тысяч и выше**, а на доме в 200 метров — соответственно больше.

Главное даже не сумма. Главное — что **конкурентов на этом объекте резко меньше**. Электриков в вашем городе сотни. Электриков, которые умеют собрать и настроить умный дом, — единицы. Заказчик, которому нужна автоматизация, не выбирает из десяти бригад по цене. Он ищет того, кто вообще возьмётся.

И ещё одно, о чём редко говорят: **умный дом продлевает жизнь заказу**. Обычная электрика — сдал и забыл. Автоматизация — это добавить сценарий через полгода, подключить новую камеру, расширить систему при перепланировке. Клиент возвращается к вам, а не ищет нового.

«Это не моё, я же электрик, а не программист»

Так думает почти каждый, кто впервые слышит про умный дом. Давайте разберём это честно, потому что от ответа зависит, читать вам дальше или закрыть книгу.

Восемьдесят процентов работы на объекте с умным домом — это то, что вы уже умеете. Проложить кабель. Собрать щит. Правильно развести питание. Не перепутать фазу и ноль. Посадить провод на клемму так, чтобы через год не грелось. Умный дом не отменяет ни одного из этих навыков — он на них стоит.

Что добавляется? Три вещи:

1. **Другие кабели** рядом с силовыми — тонкие, для сигналов. Их правила вы выучите за один вечер, они простые.

2. **Один компьютер в щите** размером с пачку сигарет. Его надо установить и подключить — примерно как модем.
3. **Программа на ноутбуке**, в которой вы говорите системе, какая кнопка чем управляет. Не код. Список, галочки и кнопка «сохранить».

Программировать не нужно. Совсем. В нашей системе конфигуратор устроен так, что монтажник за один визит настраивает объект, ни разу не написав ни строчки кода.

Что придётся переучить. Одну привычку, зато глубокую: в обычной электрике выключатель физически размыкает провод, идущий к лампе. В умном доме выключатель **не размыкает силовую линию вовсе** — он подаёт сигнал, а лампу включает реле в щите.

Следствий у этого больше, чем кажется на первый взгляд.

Меняется разводка. Кабель от выключателя к люстре не нужен. Вместо него от щита идёт силовая линия к светильнику, а к выключателю — тонкая сигнальная. На больших объектах это меняет и логистику: силовые линии собираются лучами из щита, а не транзитом через подрозетники.

Меняется щит. Он становится больше: кроме автоматов и УЗО там платы управления, блоки питания и место под них. Планировать размер щита нужно заранее, и это первое, о чём спрашивают на проекте.

Меняется цена ошибки в подрозетнике. Хорошая новость: в сигнальной линии низкое напряжение, перепутать пары не страшно для жизни и техники. Плохая: если вы не завели сигнальную линию туда, где потом захотят кнопку, добавить её будет сложнее, чем в обычной электрике, где хотя бы есть привычные пути. Поэтому линий закладывают с запасом — они дешёвые.

Не меняется ничего в силовой части. Те же сечения, те же автоматы, те же правила по группам, то же УЗО. Вся ваша квалификация остаётся в силе.

Подробно схема разводки разбирается в главе 10, а типичные ошибки — в главе 14.

Что такое умный дом на самом деле

Забудьте на минуту рекламу с говорящими холодильниками. Технически всё проще.

Умный дом — это когда управление нагрузками вынесено из стен в щит, а решение о включении принимает не только палец на выключателе.

Разберём по частям.

Нагрузка — то, что потребляет ток и чем мы управляем: светильник, розетка, привод шторы, насос, вентилятор, котёл.

Управление вынесено в щит. В обычной электрике фаза идёт на выключатель, оттуда на светильник. В умном доме фаза на светильник идёт из щита через **реле** — это, по сути, тот же контактор, который вы ставите на мощные линии, только маленький и управляемый не пальцем, а электроникой. Выключатель на стене при этом соединён с щитом тонким сигнальным проводом и просто сообщает: «меня нажали».

Решение о включении. Раз включает не палец напрямую, а электроника, то и поводов включить становится больше: нажатие выключателя, команда с телефона, наступление времени, срабатывание датчика движения, сигнал от датчика протечки. Это и называется **автоматизацией**.

Вот, собственно, и всё. Остальное — детали реализации, которым посвящена эта книга.

Чем это отличается от того, что вы делаете сейчас

	Обычная электрика	**Умный дом**
Где коммутируется линия	в подрозетнике, выключателем	в щите, реле
Что идёт к выключателю	силовой кабель	тонкий сигнальный, безопасное низкое напряжение
Сколько кабеля к светильнику	от выключателя	напрямую из щита
Что можно поменять после ремонта	почти ничего без штробления	назначение любой кнопки — за минуту в программе
Кто может включить свет	человек рядом с выключателем	человек, телефон, время, датчик
Щит	автоматы и УЗО	автоматы, УЗО плюс платы управления

Последняя строка в таблице — самая важная для вашего кармана. **Заказчик после ремонта может передумать**, и это не будет означать стены и пыль. Захотел, чтобы левая клавиша у входа гасила весь свет в квартире, — меняется в программе за минуту. В обычной электрике это штробление.

Именно этот аргумент чаще всего продаёт систему, а не «управление с телефона».

Разберём на живом примере, потому что он повторяется почти на каждом объекте.

Заказчик въехал, пожил месяц и понял: в спальне не хватает выключателя у кровати — вставать и идти к двери неудобно. В обычной электрике это означает штробу по свежей стене, пыль, испорченные обои и разговор про то, кто за это платит. Практически всегда заказчик машет рукой и живёт как есть, вспоминая об этом каждый вечер.

В умном доме этот же вопрос решается иначе. Если при монтаже вы завели к кровати сигнальную линию — а её ведут заранее именно потому, что она тонкая и дешёвая, — то нужно поставить кнопку и назначить ей действие в программе. Полчаса работы без пыли. Если линию не завели, остаётся беспроводная кнопка на батарейке: клеится на стену, работает годы.

Для вас это не разовая продажа, а повод вернуться на объект. Заказчик, которому один раз легко решили неудобство, зовёт снова: добавить датчик протечки под мойку, подключить ворота, вывести камеры в приложение.

Второй по силе аргумент — 💰 **деньги за электричество**. Свет в коридорах и санузлах, который гаснет сам; тёплый пол, который не греет пустую комнату днём; котёл, который уходит в экономичный режим, когда никого нет. На большом доме это заметная сумма в месяц, и заказчик считает окупаемость сам, если дать ему цифры. Разбору расчёта посвящена глава 3.

Первый страх: «а если я что-то сломаю у заказчика»

Честный ответ: сломать можно, как и в обычной электрике. Но риски здесь другие, и они управляемые.

Питание системы — низковольтное. Платы управления питаются от 24 вольт постоянного тока. Это безопасное напряжение: ошибка в сигнальной части не убьёт и не сожжёт дом. Силовая часть остаётся вашей привычной — те же автоматы, те же УЗО, те же сечения, те же правила.

Ошибку в настройке можно отменить. Перепутали, какое реле каким светильником управляет, — поменяли местами в программе, не трогая провода.

Ошибку в монтаже видно сразу. Система при пусконаладке показывает, какие входы и выходы отвечают, а какие нет. Не «работает через раз, а почему — непонятно», а список: этот порт отвечает, этот молчит.

Что действительно требует аккуратности — разводка сигнальных линий рядом с силовыми. Здесь ошибка не убивает и не жжёт, но делает вещь неприятнее: система работает нестабильно. Кнопка срабатывает через раз, датчик показывает мусор, связь с платой рвётся при включении

мощной нагрузки. Заказчик в этом случае говорит не «сломалось», а «оно у вас глючит», и это худшая репутация, какую можно получить.

Причина почти всегда одна и та же: сигнальный кабель пошёл в одном лотке с силовым на длинном участке. Правила простые, их немного, и они разобраны в главе 7.

Третий риск, о котором стоит знать заранее — не технический. Умный дом принимает не прораб, а хозяин, и принимает он его не по акту, а по ощущению «работает как обещали». Поэтому сдача объекта включает показ и короткое обучение: как пользоваться, что делать, если пропал интернет, куда звонить. Это полчаса работы, которые убирают девять из десяти последующих претензий. В смету их закладывают отдельной строкой — как и почему, разбирается в главе 3.

Второй страх: «я не разберусь, это сложно»

Смотрите, что вы уже делаете каждый день.

Вы читаете однолинейную схему. Вы понимаете, что такое номинал автомата и почему нельзя поставить шестнадцать вместо десяти. Вы знаете, что нормативно УЗО ставится не более 30 миллиампер на розеточные группы (ПУЭ 7.1.79), а для ванной и других влажных зон 10 миллиампер — распространённая практика повышенной защиты. Вы считаете сечение по току и длине.

Всё это — работа с системой правил и ограничений. Ровно то же самое в автоматизации, только правила другие и их меньше.

Для сравнения: чтобы начать делать умные дома на нашей системе, нужно понять примерно **десять новых понятий**. Не десять тысяч. Десять.

Вот они целиком, чтобы вы видели объём заранее и он перестал быть пугающе неопределённым:

1. **Контроллер** — плата в щите, которая включает нагрузки и слушает входы.
2. **Реле** — то, чем она включает. Вы знаете это слово.
3. **Дискретный вход** — то, куда приходит кнопка или датчик.
4. **Сухой контакт** — способ подключения кнопки без напряжения.
5. **Диммирование** — плавное управление яркостью, двух разных видов.
6. **Шина** — один кабель, на котором висит много устройств.
7. **Протокол** — правила, по которым устройства на шине договариваются.
8. **Адрес** — как отличить одно устройство на шине от другого.

9. **Сценарий** — правило «если случилось это, сделай то».

10. **Конфигурация** — файл с описанием объекта, который вы создаёте в программе и отправляете в систему.

Всё. Каждое разбирается в главах со второй по девятую — с примерами, схемами и разбором ошибок. Если вы сейчас не понимаете половину слов из списка — это нормально и ожидаемо, для этого и написана книга.

Что вы будете уметь, дочитав эту книгу

Не «понимать в общих чертах», а именно уметь:

- Объяснить заказчику, что такое умный дом, и не утонуть в его вопросах.
- Прикинуть, что нужно на объект, и посчитать смету.
- Собрать щит с автоматикой: что докупить, куда поставить, как развести.
- Проложить сигнальные линии так, чтобы они работали, а не ловили помехи.
- Подключить светильники, выключатели, датчики, климат, камеры.
- Настроить систему в программе за один визит.
- Проверить, что всё работает, и сдать объект.
- Обслуживать: найти неисправность и объяснить заказчику, что произошло.

Как читать эту книгу

Двести восемьдесят страниц — это много, и читать подряд не нужно.

Обязательно, если хотите начать работать — главы 1–4, 8, 11, 12. Это примерно четыре часа чтения. После них вы сможете выехать на объект вместе с опытным монтажником и понимать, что происходит.

По мере надобности — главы про конкретные протоколы, климат, камеры. Протокол — это набор правил, по которым устройства договариваются между собой: кто первый спрашивает, кто отвечает и какими словами. Примерно как у диспетчера с бригадой в рации свои устоявшиеся фразы, чтобы понимать друг друга с первого раза и в шуме. Открываете, когда на объекте появится такая задача.

Держать под рукой — часть про продажу заказчику и чек-листы выезда. Их удобно открыть в телефоне прямо на встрече.

Значки в тексте:

- 🔴 — место, где ошибаются чаще всего. Читать обязательно.
- 💰 — про деньги: цены, сметы, окупаемость.
- 🔧 — практика: что делать руками.
- 📋 — чек-лист.

Про эту систему и про рынок вообще

Книга написана компанией HI, и мы делаем свою систему умного дома. Но книга — не рекламный буклет.

Вы найдёте здесь честный разбор конкурентов: KNX, Wiren Board, Яндекс, Home Assistant и других — с тем, **чем они лучше нас**. Найдёте разбор протоколов, которые мы не используем,. Найдёте список того, чего наша система пока не умеет.

Причина простая: монтажник, который знает рынок, продаёт лучше, чем монтажник, который знает один продукт. А заказчик, которому один раз соврали про возможности, больше не позвонит — ни вам, ни нам.

📋 Чек-лист: готовы ли вы читать дальше

Отметьте, что про вас:

- ☐ Умею собрать щит и развести группы
- ☐ Читаю однолинейную схему
- ☐ Понимаю, зачем УЗО и как выбрать номинал
- ☐ Работал с кабелем разных сечений и типов
- ☐ Хочу зарабатывать больше на тех же объектах

Если отмечено хотя бы три пункта — этой книги вам хватит, чтобы начать. Ничего дополнительно учить перед ней не нужно.

Что дальше

В главе 2 — короткая карта книги: что где лежит и в каком порядке читать под вашу задачу.

В главе 3 — деньги предметно: из чего складывается смета объекта с автоматизацией, сколько стоит оборудование, сколько ваша работа, как считать и как не продешевить на первом заказе.

С главы 4 начинается техника — с самого начала и простыми словами.

Глава 2. Карта книги: что читать сейчас, а что потом

Три сотни страниц пугают. Поэтому сразу: **подряд читать не нужно и не задумано**. Эта глава — три страницы, после которых вы точно знаете, куда идти со своей задачей.

Три способа пользоваться книгой

Первый: «хочу понять, стоит ли лезть». Прочитайте главы 1, 3 и 4 — зачем это вам, сколько денег, что система умеет. Полтора часа. После них вы сможете разговаривать с заказчиком и решить, беретесь или нет.

Второй: «беру первый объект, надо не облажаться». Добавьте главы 7, 8, 11, 12, 13 и 16: провода, щит, прокладка, сборка, монтаж устройств, пусконаладка. Пусконаладка — это проверка и настройка уже смонтированной системы: убедиться, что каждый провод пришёл куда надо, каждое реле щёлкает нужную нагрузку, и только потом настраивать сценарии. Ещё около четырёх часов. Этого достаточно, чтобы выехать на объект и сделать работу, сверяясь с чек-листами.

Если на объекте есть замки, домофон или камера на въезде — добавьте главы 16 и 15. Это отдельные узлы со своими правилами: замок ведёт себя по-разному при пропаже питания, а распознавание номера зависит от того, как вы повесили камеру, а не от программы. Ошибка здесь дороже, чем ошибка со светом в коридоре.

Третий: справочник. Главы про протоколы, климат, камеры, конкурентов и типы клиентов открываются по мере надобности. Их не нужно держать в голове — нужно знать, что они есть.

Что где лежит

Часть	Главы	Когда открывать
I. Зачем	1–3	сейчас, перед решением браться
II. Как устроено	4–9	перед первым объектом и по мере вопросов
III. Монтаж	10–13	на объекте, с чек-листами
IV. Доступ и видео	14–15	если есть замки, домофон, камеры, ворота
V. Настройка	16–18	в день пусконаладки и при обслуживании
VI. Продажа	19–23	перед встречей с заказчиком
VII. Справочник	22–25	чек-листы, глоссарий, таблицы, что читать дальше

Значки в тексте

- 🔴 — здесь ошибаются чаще всего. Пропустив, потеряете время или деньги.
- 💰 — деньги: цены, сметы, окупаемость.
- 🔧 — практика: делается руками.
- 📋 — чек-лист, который стоит открыть прямо на объекте.

Как устроена каждая глава

Одинаково, чтобы вы привыкли и быстрее находили нужное:

1. **Зачем вам это** — какую задачу закрывает глава.

2. **Как это работает** — объяснение через то, что вы уже знаете.

3. **Как делается** — практика, порядок действий.

4. **Где ошибаются** — типичные ошибки и их цена.

5. **Чек-лист или вопросы для самопроверки.**

Если время ограничено, читайте первый и четвёртый блоки: зачем и где ошибаются. Этого хватит, чтобы не наступить на грабли, а детали посмотрите, когда упрётесь.

Незнакомое слово

Каждый термин объясняется **при первом появлении** в тексте — прямо там, не отсылкой в конец книги. Если слово встретилось без объяснения, значит оно уже объяснялось раньше; полный список с расшифровками — в главе 26.

Мы намеренно не пишем «как известно» и «очевидно, что». Если вам что-то неочевидно — это наша недоработка, а не ваш пробел.

С чего начать прямо сейчас

Если вы дочитали до этого места — переходите к главе 3. Там деньги: из чего складывается смета объекта с автоматизацией, сколько стоит ваша работа и как не продешевить на первом заказе. Это самая практичная глава первой части.

Глава 3. Как считать деньги и не бояться первого заказа

1. Из чего складывается смета объекта с автоматизацией

Смета умного дома — это не «продать мне кнопку и провод». Это конструктор, где каждая строка — своя физика и своя цена. Разберём на примере квартиры 80 м². Логика одна: откуда взялась цифра, а не какая конкретная цена (цены региональные и плавающие, порядок величин даю для ориентира).

Строка 1. Оборудование в щит

В обычной электрике щит — это автоматические выключатели, УЗО, иногда дифавтоматы. В автоматизированном доме к этому добавляется **контроллер** (мозг системы, аналог ПЛК в промышленности, только для дома), **модули реле** (электромеханические или твердотельные переключатели, как автоматы, но управляемые по сигналу), **блок питания 12/24 В** (преобразователь 220 В в низковольтную сеть, как блок питания в роутере, только на постоянный ток), **шины и клеммники** (распределительная колодка, как DIN-рейка, но для сигналов, не для мощности).

Логика расчёта: подсчитываете количество контуров освещения + розеток + штор + климата. На 80 м² типично 12–18 контуров. Каждому контуру — реле-модуль на 1–2 канала. Плюс контроллер (1 шт.), блок питания (1–2 шт. на весь щит), шина DIN, клеммники, DIN-рейки. Порядок величины: оборудование в щит — от 15% до 25% от стоимости системы.

Строка 2. Оборудование в комнатах

Это то, что видит заказчик: **умные выключатели** (как обычный выключатель, но с дополнительным контактом для передачи состояния в контроллер), **датчики движения** (аналог инфракрасного датчика в уличной сигнализации, только он не включает сирену, а включает свет), **датчики освещённости** (фотореле, как фот element в уличном фонаре), **термостаты** (регуляторы температуры, как термостат на батарее, но с управлением от системы), **беспроводные выключатели** (пульты, как кнопка вызова лифта, только без проводов к щиту — работают по радиоканалу или Zigbee).

На 80 м², 3–4 комнаты: по 1–2 выключателя в каждую комнату (обычно 1 умный выключатель заменяет 1 обычный, но иногда нужен парный — выключатель + диммер), 1 датчик движения в коридоре и санузле, 1 датчик освещённости на окне, термостаты на каждую зону обогрева. Порядок величины: 20–30% от стоимости системы.

Строка 3. Кабель и расходники

Здесь важна разница: автоматизация тянет **два типа проводки**. Первый — силовой (220 В к выключателям, розеткам, нагрузкам), он как в обычной электрике, только к выключателям идёт **сигналлайн** (слаботочный провод, как телефонный, но с экраном). Второй — **шина данных** (шина между устройствами и контроллером, как витая пара в локальной сети, но для управления). Типичный расход на 80 м²: 200–400 м кабеля разного сечения, гофры, кабель-каналы, клеммы, дюбели, изолента, термоусадка.

Логика: умножаете метраж помещений на коэффициент «провод на точку» (обычно 1,3–1,5 от чистого метража с учётом обвязки). Порядок величины: 10–15% от стоимости системы.

Строка 4. Ваша работа по монтажу

Это электромонтаж: прокладка кабеля, установка коробов, монтаж щита, подключение оборудования в комнаты. Работа по привычной схеме «снять-провести-закрепить», но с дополнительными операциями: **проверка связи** каждого устройства с контроллером (как проверка звонка на каждом телефоне после прокладки линии), **настройка адресов** (каждому реле и датчику присваивается уникальный адрес, как присвоение IP-адреса в сети).

Трудоёмкость: на 80 м² — от 2 до 5 рабочих дней в зависимости от сложности. Порядок величины: 25–35% от стоимости системы. Это ваша основная маржа как монтажника.

Строка 5. Ваша работа по настройке

Монтаж — это «провод и включил». Настройка — это «сделал так, чтобы работало как надо». Здесь: программирование сценариев (если датчик движения сработал в коридоре — включить свет на 5 минут, если нет движения — выключить), **привязка датчиков к зонам** (как настройка адресов в УЗО, только для логики), **тестирование всех сценариев** (прогон каждой ситуации: открытие двери, движение, отсутствие движения, ручное управление).

Трудоёмкость: 1–3 дня. Это отдельная строка, которую многие забывают заложить — см. раздел 2. Порядок величины: 10–15% от стоимости системы.

Строка 6. Пусконаладка и сдача

Финальный этап: **демонстрация заказчику** каждой функции, **обучение** (как включить/выключить свет, как изменить сценарий, что делать если не работает), **подписание акта сдачи-приёмки** (как акт выполненных работ в обычной электрике, но с перечнем настроек и гарантийными обязательствами), **гарантия** (20 лет на оборудование собственного производства HiDev, 3 года на монтажные работы).

Порядок величины: 3–5% от стоимости системы, но по трудозатратам это 0,5–1 день. Не путайте: дешёвые по деньгам, но важные по отношению с заказчиком.

Итоговая структура сметы на 80 м²

Строка	Доля от стоимости системы	Логика
Оборудование в щит	15–25%	Контроллер + реле + блок питания + шины
Оборудование в комнатах	20–30%	Выключатели, датчики, термостаты
Кабель и расходники	10–15%	Силовой + слаботочный + метраж с запасом
Монтаж	25–35%	Электромонтаж + адресация
Настройка	10–15%	Сценарии + тестирование
Пусконаладка и сдача	3–5%	Демо + обучение + акт

Одно слово из таблицы нужно расшифровать сразу, дальше оно встретится часто. **Адресация** — это присвоение каждому устройству на общей линии своего номера, чтобы система понимала, к кому обращается. На одной шине могут висеть десятки светильников или датчиков, и физически они соединены одними и теми же двумя проводами; отличает их только адрес. Примерно как квартиры в подъезде: провод в дом один, а почтальон разносит письма по номерам. Подробно — в главе 11.

Сумма: 100%. Каждая строка — отдельная позиция в смете. Не складывайте их в одну строку «материалы и работы» — заказчик не видит, за что платит, и не понимает, где маржа.

2. Чем ценообразование отличается от обычной электрики

В обычной электрике вы считаете «по точкам»: выключатель — X рублей, розетка — Y рублей, провод — метраж. Это работает, потому что каждая

точка независима: поставили выключатель — готово. В автоматизации каждая точка **зависит от системы**. Установить умный выключатель — это не прикрутить пластик на стену. Это: подключить к линии 220 В, подключить к шине данных, прописать адрес в контроллере, проверить связь, настроить логику управления (один нажатие — включ, двойное — выключ, удержание — диммирование). Стоимость настройки — это и есть главная разница.

Почему нельзя считать «по точкам»

Привычный расчёт «выключатель × количество» не учитывает **системную работу**. Установить 10 обычных выключателей — 10 независимых операций. Установить 10 умных выключателей — 10 операций монтажа + 1 операция настройки всей системы (каждый выключатель должен «заговорить» с контроллером и с другими устройствами). Это как разница между забить 10 саморезов по одному и собрать мебель из IKEA: детали те же, но сборка — отдельный трудоёмкий процесс.

Стоимость настройки и почему её забывают заложить

Настройка — это **программная работа**, а не электромонтаж. Ваша задача: написать логику, протестировать каждый сценарий, исправить ошибки. Время: от 4 до 16 часов на объект в зависимости от количества устройств и сценариев. Если не заложить эту строку — вы работаете в убыток. Типичная ошибка: «настройка входит в монтаж». Нет. Монтаж — это физическая установка. Настройка — это программирование и тестирование. Это разные компетенции и разные трудозатраты.

Почему первый объект всегда дороже по трудозатратам

На первом объекте вы тратите время на **три вещи, которых не будет на втором**: (1) выбор и закупка оборудования (сравнение поставщиков, чтение документации, ошибки в подборе), (2) отладка «дежавю» (первый раз вы сталкиваетесь с нестандартной ситуацией — датчик не видит, реле не слушается, и вы тратите часы на поиск причины), (3) создание шаблонов (первый раз вы пишете типовые сценарии, которые на втором объекте можно скопировать).

Как это учесть, не отпугнув заказчика: **не называйте наценку за «первый раз»**. Вместо этого — заложите в смету **резерв на непредвиденные работы** (обычно 10–15% от стоимости монтажа и настройки). Это стандартная практика в строительстве: смета всегда содержит строку «непредвиденные расходы». Заказчик понимает: это не жадность, а профессиональная страховка.

3. Типичные ошибки сметы, которые съедают прибыль

Ошибка 1. Забыли блоки питания

Блок питания — это «топливо» системы. Без него контроллер и реле не работают. В щите его 1–2 штуки, и они стоят отдельно от реле. Если забыли — либо ставите из своего кармана, либо торопитесь заказать, и заказчик ждёт.

Во сколько обходится: стоимость одного блока питания — порядка 1500–4000 рублей (порядок величины). Но потерянная маржа — это не стоимость блока, а **стоимость вашего часа** на переделку заказа и срочная доставка. Если блок нужен был на этапе закупки, а вы обнаружили его отсутствие на монтаже — вы теряете 1–2 дня и доверие заказчика.

Как избежать: **чек-лист «что в щит»** перед закупкой. Контроллер, реле, блоки питания, шины, клеммники, DIN-рейки, кабель для подключения. Пройдитесь по списку дважды: один раз — при составлении сметы, второй — при заказе.

Ошибка 2. Не заложили время на пусконаладку

Пусконаладка — это не «приехал, включил, ушёл». Это прогон всех сценариев, проверка каждого датчика, обучение заказчика, устранение замечаний. На первом объекте заказчик будет трогать настройки, менять сценарии, спрашивать «а можно ли сделать так». Это нормально и ожидаемо.

Во сколько обходится: если не заложить — вы либо работаете бесплатно (потеря маржи), либо срываете сроки (штрафы, репутация). Типичная потеря: 0,5–1 день работы, который не оплачен.

Как избежать: **отдельная строка «пусконаладка и обучение»** в смете, с явным указанием количества часов. Договоритесь с заказчиком заранее: «первые 3 дня после сдачи — бесплатная корректировка, далее — по прайсу».

Ошибка 3. Не учёл, что заказчик передумает

Это не каприз — это закон рынка. Заказчик, который впервые видит умный дом, меняет решения. Сначала хочет всё, потом убирает половину, потом добавляет обратно. Это нормально.

Во сколько обходится: каждое изменение после монтажа — это переделка. Если заказчик попросил «а давай вместо одного выключателя поставить

три» — вы переделываете проводку, меняете реле, перенастраиваете логику. Это 2–4 часа работы, которую вы не учитывали в смете.

Как избежать: **включите в договор пункт о изменении объёма работ**. Формулировка: «Изменения, внесённые заказчиком после подписания сметы, оплачиваются по фактически выполненным работам по расценкам настоящего договора». Это не отпугнет нормального заказчика — он поймёт, что изменения стоят денег. Настоящий проблемный заказчик и без того не читает договор.

Ошибка 4. Не заложили обучение заказчика

Заказчик купил систему, но не знает, как ею пользоваться. Если он не научится — он будет звонить вам каждую неделю с вопросами, а вы будете тратить время на поддержку. Это не разовый доход, а постоянная расходная статья.

Во сколько обходится: 2–4 часа обучения на объекте. Если не заложить — вы теряете это время бесплатно. Если заложить — заказчик получает ценность (система работает сразу), и вы — гарантию, что вас не будут донимать звонками.

Как избежать: **строка «обучение заказчика»** в смете, 1–2 часа, отдельно от пусконаладки. Покажите на примере: «Вы будете знать, как включать свет, менять сценарии и что делать, если что-то не работает».

Ошибка 5. Посчитали кабель по метражу обычной электрики

В автоматизации кабель — это не только «от щита до выключателя». Это ещё **шина данных** (между устройствами), **силовой кабель к реле** (от щита до каждого выключателя), и **кабель обвязки** (длиннее, чем в обычной электрике, потому что устройства стоят не только у стены, но и в центре комнаты, в нишах, под потолком).

Во сколько обходится: недокупить кабель — это доставка на объект, перезаказ, 1–2 дня простоя. Переоценить — завышение сметы, заказчик уходит к конкуренту. Типичная ошибка: считать кабель как в обычной электрике (по метражу комнат) и забыть про обвязку к реле и шину данных.

Как избежать: **отдельный расчёт для каждого типа кабеля**. Силовой — по метражу с запасом 10%. Слаботочный/шина — по схеме подключения (каждое устройство к контроллеру). Обвязка — по факту монтажа, с запасом 15–20%.

4. Как говорить о цене с заказчиком

Как показать ценность до называния цифры

Не начинайте с цифры. Начните с **проблемы заказчика**. «Вы сейчас каждый вечер ходите по коридору и включаете свет руками. С датчиком движения свет включится сам, когда вы войдёте, и выключится, когда выйдете. Это экономит ваше время и экономит электроэнергию — свет не горит, когда его нет.» Цифру называйте после того, как заказчик увидел ценность. Формула: **проблема → решение → стоимость решения**.

Что делать, когда говорят «дорого»

«Дорого» — это не отказ. Это приглашение объяснить. Три шага:

1. **Разбейте цену на строки.** Покажите, что из 100 000 рублей 40 000 — это оборудование, 35 000 — ваш монтаж, 15 000 — настройка, 5 000 — пусконаладка. Когда заказчик видит, за что платит, «дорого» превращается в «давай обсудим».
2. **Сравните с альтернативой.** «Если сделать это руками — вы тратите по 5 минут каждый вечер на хождение по коридору. За год это 30 часов вашего времени. Система окупается не только комфортом, но и вашим временем.»
3. **Предложите этапность** (см. ниже).

Этапность: база сейчас, расширение потом

Предложите заказчику разделить проект на два этапа. Этап 1 — **база**: освещение (самая востребованная функция), датчики движения, базовые сценарии. Этап 2 — **расширение**: шторы, климат, мультимедиа, охрана.

Почему это выгодно обеим сторонам:

- **Заказчик** не перегружен первым платежом, получает работающую систему быстро, привыкает к интерфейсу.
- **Вы** получаете первый платёж и доверие, а второй этап — это повторная работа, где заказчик уже знает ваше качество и не торгуется.
- **Математика**: на первом этапе вы зарабатываете 60–70% от полной стоимости. На втором — оставшиеся 30–40% плюс расширение (новые устройства = новая смета). Это два заказа вместо одного, и второй заказ практически без затрат на поиск.

5. Первый заказ

Какой объект брать, какой не брать

Берите:

- Квартира или дом, где вы уже делали обычную электрику. Заказчик знает вас, доверяет, не будет сомневаться в каждом решении.
- Объект с простым планом: однушка или двушка без сложной планировки. Мало контуров, мало устройств, мало шансов на ошибку.
- Заказчик, который сам интересуется автоматизацией (не навязываете — он сам пришёл). Такой заказчик не будет переделывать каждый день.

Не берите:

- Первый объект в доме заказчика, где он ещё не делал электрику. Вы не знаете его ожиданий, планировку, бюджет.
- Коммерческий объект (магазин, офис) — там другие риски: штрафы за срыв сроков, ответственность за работу в рабочих помещениях.
- Объект, где заказчик «хочет как у соседа, но подешевле». Если он не ценит работу — он не будет платить за настройку и обучение, и вы уйдёте в минус.

Что заложить в запас по времени

На первый объект **всегда** закладывайте запас 20–30% к расчётному сроку. Почему: вы ещё не знаете, какие сюрпризы таит эта квартира (старая проводка, нестандартная коробка, заказчик меняет решения по ходу). Запас — это не неумение планировать, а профессиональная честность: «я говорю 5 дней, но реально может быть 6, и я не буду торопиться, чтобы не допустить ошибок».

Что честно сказать заказчику про свой опыт

Честность продаёт лучше, чем идеальность. Скажите: «Я делал N объектов автоматизации. Первый из них был сложнее этого — вот что я вынес из него и как это помогло мне сделать ваш проект быстрее и качественнее.» Заказчику важны не цифры опыта, а **выводы из опыта**. Если цифр нет — скажите правду: «Это мой первый объект в автоматизации, но я делаю электромонтаж 10 лет. Мои навыки прокладки и подключения — отработанные, а настройку я освоил на курсах и практике.»

Как не потерять деньги, если что-то пойдёт не так

Два инструмента:

1. **Договор с чёткими границами.** Что входит в стоимость (перечислите каждую строкю сметы). Что не входит (закупка оборудования по выбору заказчика, изменения после подписания, работа сверх сметного объёма). Если заказчик просит «ещё вот это» — это не входит, и вы считаете отдельно.
2. **Аванс 50–70%.** Перед началом работ. Это не жадность — это страховка. Если заказчик уйдёт на середине, вы покрыли хотя бы свои расходы на закупку. Если всё прошло гладко — аванс уже часть оплаты, и заказчик доволен.

6. Как расти доход дальше

Первый заказ — это входная точка. Доход растёт не за счёт новых заказов, а за счёт **существующих клиентов**.

Обслуживание

После истечения гарантии на монтажные работы (3 года; на оборудование HiDev — 20 лет) предложите **годовое сервисное обслуживание**: проверка работы системы, обновление прошивок контроллера, замена датчиков с истёкшим ресурсом, консультация по новым сценариям. Стоимость: 10–15% от стоимости первоначальной установки в год. Это регулярный доход, который не требует поиска нового клиента.

Расширение системы

Через 6–12 месяцев заказчик сам захочет добавить: шторы, климат-контроль, мультимедиа, охрану. Каждое расширение — это новая смета, но с уже готовой базой (контроллер уже установлен, кабельная инфраструктура частично есть). Стоимость расширения — 30–50% от стоимости нового оборудования (без монтажа щита и основной проводки).

Рекомендации

Каждый довольный заказчик — это 2–3 новых потенциальных клиента (соседи, друзья, коллеги). Предложите систему рекомендаций: «Если вы приведёте друга, который установит систему — вы получите скидку 10% на следующее обслуживание.» Это не стоит вам ничего, а для заказчика — реальная выгода.

Работа с дизайнерами и застройщиками

Дизайнер интерьера — это канал продаж, а не конкурент. Дизайнер проектирует свет, расположение розеток, сценарии освещения. Если вы научитесь с ними говорить на одном языке — они будут рекомендовать вас

своим клиентам. Застройщик — это масштаб: один договор на целый жилой комплекс. Порядок величины: застройщик закупает системы для 50–200 квартир. Ваша маржа на каждой — меньше (20% партнёрского вознаграждения), но объём компенсирует.

Формула роста: первый заказ → довольный клиент → рекомендации → обслуживание → расширение → партнёрство с дизайнерами → масштаб через застройщиков. Каждое звено увеличивает доход без пропорционального увеличения затрат на поиск клиента.

Приложение. Расчётная таблица «откуда взялась цифра»

Ниже — шаблон, который вы заполняете под конкретный объект. Цифры — порядковые, подставьте свои.

Квартира 80 м², 3 комнаты, 1 коридор, 1 санузел

Позиция	Единица	Кол-во	Стоимость за ед. (порядок)	Сумма (порядок)	Откуда взяли
Контроллер	шт	1	8 000–15 000	8 000–15 000	1 на весь объект
Реле-модули (1-канальные)	шт	12–18	1 500–3 000	18 000–54 000	по числу контуров освещения и розеток
Реле-модули (2-канальные)	шт	2–4	2 500–4 500	5 000–18 000	для штор и климата
Блоки питания 12/24 В	шт	1–2	1 500–3 500	1 500–7 000	1 на щит, запас 1
Умные выключатели	шт	8–12	1 200–2 500	9 600–30 000	по числу точек управления в комнатах
Датчики движения	шт	2–3	1 500–3 000	3 000–9 000	коридор, санузел, вход
Датчики освещённости	шт	1–2	1 000–2 500	1 000–5 000	окна, ориентированные на свет
Термостаты	шт	1–2	2 000–5 000	2 000–10 000	зоны обогрева
Беспроводные выключатели	шт	1–3	800–2 000	800–6 000	для зон, где нельзя тянуть провод
Кабель силовой 3×1,5	м	150–250	25–40 за м	3 750–10 000	метраж комнат × 1,3–1,5
Кабель слаботочный (шина)	м	50–100	30–50 за м	1 500–5 000	от контроллера до каждого устройства
Кабель обвязка	м	30–60	25–40 за м	750–2 400	запас на обвязку реле
Гофры, кабель-каналы	м	80–150	15–30 за м	1 200–4 500	по маршруту прокладки
DIN-рейки, клеммники,	компл	1	1 500–3 000	1 500–3 000	стандартный набор на щит

шины					
Итого оборудование				**50 000–160 000**	

Работы

Позиция	Единица	Кол-во	Стоимость за ед. (порядок)	Сумма (порядок)	Откуда взяли
Электромонтаж (прокладка, монтаж)	ч	16–30	1 500–3 000	24 000–90 000	2–5 дней × 8 ч × ставка
Настройка и программирование	ч	8–16	2 000–4 000	16 000–64 000	отдельная строка — не включайте в монтаж
Пусконаладка и обучение	ч	3–6	1 500–3 000	4 500–18 000	демо + обучение + акт
Итого работы				**44 500–172 000**	

Резерв и допработы

Позиция	Доля	Сумма (порядок)	Зачем
Резерв на непредвиденные работы	10–15% от работ	4 500–25 800	переделка, срочная доставка, передумания заказчика
Партнёрское вознаграждение	20% от стоимости системы	—	если работаете через партнёра

Примерная итоговая смета

Диапазон: **от 95 000 до 338 000 рублей** для квартиры 80 м². Это широкий коридор — зависит от количества устройств, сложности сценариев и региона. Ваша задача при составлении сметы — не «угадать цену», а **обосновать каждую строку** перед заказчиком. Если заказчик видит логику — он платит. Если видит только итоговую цифру — он торгуется.

Детальнее о первом заказе: что именно сказать заказчику

Когда заказчик спрашивает «сколько это будет стоить?», не называйте число сразу. Скажите: «Я составлю детальную смету, где каждая строка будет понятна — что за оборудование, сколько часов работы, за что вы платите. Это займёт у меня один день, а вы получите прозрачный расчёт, с

которым можно принять решение.» Это делает три вещи: (1) вы получаете время на грамотный расчёт, (2) заказчик видит, что вы профессионал, а не «просто назвал цену», (3) вы не привязываетесь к числу, которое потом придётся снижать.

Проверка перед отправкой сметы

Перед тем как отправить смету заказчику, прогоните её по трём вопросам:

1. Есть ли строка «настройка» отдельно от монтажа? Если нет — добавьте.

2. Есть ли резерв на непредвиденные работы? Если нет — добавьте 10–15%.

3. Есть ли обучение заказчика? Если нет — добавьте 1–2 часа.

Если на все три ответ «да» — смета готова. Если хотя бы на один «нет» — вы рискуете работать в убытке.

Детальнее о росте дохода: конкретные шаги

Шаг 1. Внедрите систему повторных заказов

После каждого объекта, через 3 месяца, напишите заказчику: «Как вам система? Есть ли что-то, чем вы хотели бы дополнить?» Это не «хотите купить ещё?» — это забота. Из 10 таких писем 2–3 приведут к расширению.

Шаг 2. Создайте типовые пакеты

Не составляйте смету с нуля каждый раз. Создайте 3–4 типовых пакета: «Базовый» (освещение + датчики), «Комфорт» (базовый + шторы + климат), «Полный» (комфорт + охрана + мультимедиа), «Мини» (одна комната, для дачи или студии). Каждый пакет — это готовая смета с фиксированной структурой. Вы экономите 60–70% времени на составлении, заказчик получает понятный продукт.

Шаг 3. Договоритесь с дизайнерами

Найдите 2–3 дизайнера интерьеров в своём городе. Предложите им: «Я делаю электромонтаж и автоматизацию. Если вы рекомендуете меня своим клиентам — я даю вам 10% от стоимости работ в виде бонуса.» Дизайнеру выгодно: его клиент доволен, он получает деньги, и вы получаете поток клиентов без затрат на рекламу.

Шаг 4. Работайте с застройщиками на тендерах

Застройщики, которые строят дома или комплексы, ищут подрядчиков на «умный дом» как часть комплекта. Ваша заявка на тендер — это один документ, но потенциальный контракт на 20–200 квартир. Подготовьте

типовое коммерческое предложение: структура системы, примерная стоимость за квадратный метр (порядок величины — от 500 рублей/м² за систему), сроки, гарантии. Отправляйте в управляющие компании и застройщиков — это холодный поиск, но он масштабируется.

Шаг 5. Документируйте свои проекты

После каждого объекта сделайте фото до/после, напишите краткий кейс (что было, что стало). Эти кейсы — ваше портфолио. Они продают лучше любой рекламы. Покажите заказчику: «Вот как выглядит система у клиента X — вот видео, вот фото, вот отзыв.» Заказчик видит реальный результат, а не абстрактное обещание.

Ключевые цифры, которые нужно помнить

- Порядок цены умного дома на рынке — от 500 рублей за квадратный метр только за систему.
- Партнёрское вознаграждение для монтажников — 20%.
- Первый объект дороже по трудозатратам на 30–50% из-за отладки и создания шаблонов.
- Резерв на непредвиденные работы — 10–15% от стоимости монтажа и настройки.
- Стоимость настройки — отдельная строка, 10–15% от стоимости системы, не включайте её в монтаж.
- Обучение заказчика — 1–2 часа, отдельная строка, не включайте в пусконаладку.
- Этапность: база (60–70% от полной стоимости) сейчас, расширение (30–40%) потом.
- Гарантия — 20 лет на оборудование HiDev и 3 года на монтажные работы; далее — платное сервисное обслуживание 10–15% от стоимости установки в год.

Глава 4. Что умный дом умеет — по-настоящему, без рекламы

Электрик без опыта в автоматизации. Термины при первом употреблении расшифрованы через аналогию из его мира.

1. СВЕТ

Группы и управление

Умный дом делит свет на **группы** — это как в щитке объединить несколько линий в один автомат, только программно. Вместо того чтобы идти к выключателю, вы даёте команду группе: «выключить всю подсветку». Группы собираются по комнатам, по зонам (кухня + столовая), по функциям («вечер», «кино»). Группа — не физическая проводка, а логическая привязка. Можно добавить лампу в группу, не перекладывая провода.

Диммирование — что это и как работает физически

Диммирование — плавное изменение яркости. Работает двумя принципиально разными способами:

- **ШИМ (широтно-импульсная модуляция)** — для лент и 12/24 В. Контроллер быстро включает и выключает ток с частотой ~1–2 кГц. Длительность «включено» относительно «выключено» задаёт среднюю мощность. Аналогия из мира электрика: это как если бы вы крутили вентиль не плавно, а открывали и закрывали его сотни раз в секунду — расход воды (свет) на выходе кажется плавным, потому что труба (лента) большая и инерционная.
- **Фазовое регулирование** — для 220 В, лампы накаливания и галогенки. Диммер «отсекает» часть синусоиды (фазу) каждый полупериод. Чем короче поданный кусок волны — тем тусклее лампа. Аналогия: это как если бы вы перерезали каждую вторую половину переменного тока ножницами.

Чем они отличаются и что нельзя мешать. ШИМ работает на постоянном токе, фазовое — на перемном. Подавать ШИМ-сигнал на драйвер, рассчитанный на фазовое управление (или наоборот), значит подавать на драйвер то, чего он не ожидает. Результат — мерцание, гудение, выход драйвера из строя. Монтажник, который путает типы

диммирования, получает обратный вызов с жалобами «лампа мигает и жужжит» — и это самая частая причина, по которой заказчик перестаёт доверять умному дому.

Сцены

Сцена — это сохранённый набор состояний всех устройств в помещении. «Вечер» = свет 30%, шторы закрыты, телевизор включён. Одна команда — и всё включается сразу. Сцены удобны, потому что человек не должен помнить, в каком положении что стоит. Сцена отличается от простого нажатия на выключатель тем, что задаёт не одно устройство, а целую конфигурацию.

Автоматика по датчикам и времени

- **Датчик движения** — включает свет при входе, выключает через N минут тишины. Аналогия: как автоматический выключатель в туалете, только с таймером.
- **Датчик присутствия** (PIR + микроволновый или ИК-пассивный с алгоритмом) — отличается от движения тем, что понимает, что человек сидит неподвижно и не ушёл. Без него свет гаснет, пока вы ещё читаете книжку.
- **По времени** — включение в заданный час, sunset-триггер (включается на закате, а не по часам — потому что закат сдвигается каждый день).
- **По освещённости** — датчик на улице или у окна: если за окном светло, днём свет в коридоре не включается вообще. Этот датчик — как ваш фотореле на улице, только интеллектуальное.

Почему диммирование светодиодов сложнее, чем ламп накаливания

Прежде чем разбирать сложность, договоримся о двух словах — дальше они встретятся много раз.

Диммер — это регулятор яркости. Не выключатель «включено или выключено», а устройство, которое умеет отдать лампе часть мощности: как регулятор оборотов на дрели. В умном доме диммер стоит в щите и получает команду «сделай 30 процентов» от контроллера.

Драйвер — это блок питания внутри светодиодной лампы или ленты. Светодиод не умеет работать от 220 вольт переменного тока: ему нужен постоянный ток и строго определённая величина. Драйвер стоит между розеточным напряжением и светодиодом и выдаёт то, что тот переносит.

Почему они обязаны быть совместимы. Диммер регулирует яркость не плавным уменьшением напряжения, а тем, что отрезает часть каждой

волны переменного тока — лампа накаливания на такое просто светит слабее. А драйвер светодиодной лампы устроен иначе: он пытается выдать своё постоянное напряжение из того обрезка, что до него дошёл. Если драйвер не рассчитан на такой обрезок, он либо гаснет совсем, либо начинает мигать, либо гудит. Отсюда правило: диммер и лампа подбираются в паре, и «диммируемая» на упаковке лампы — это обещание производителя, что её драйвер умеет работать с обрезанной волной.

Лампа накаливания — это просто нить в стекле. Меньше напряжения — меньше нити накаляется — меньше света. Линейная, предсказуемая зависимость.

Светодиодная лампа содержит **драйвер** — блок питания, который преобразует 220 В в постоянное напряжение для чипов. Драйвер сам регулирует ток. Когда вы ставите обычный фазовый диммер перед такой лампой, диммер режет синусоиду, а драйвер пытается из этого выжать постоянный ток — и получает нестабильная работа: мерцание, щелчки, перегрев драйвера.

Несовместимость диммера с драйвером — когда диммер не «понимает» характеристики драйвера лампы. Драйверу нужен минимальный ток, ниже которого он не работает корректно (так называемый **min load**). Если диммер выставлен слишком тускло — ток падает ниже порога, драйвер перезапускается, лампа мигает. Решение: использовать диммер, совместимый с LED-драйверами (обычно маркируется «LED» или «trailing edge»), либо применять 0–10 В (аналоговый сигнал уровня) или DALI (цифровой протокол IEC 62386) — в обоих случаях регулировка выполняется драйвером светильника, а не диммером в цепи 220 В.

Монтажник обжигается на этом чаще всего: ставит дешёвый фазовый диммер, вешает LED-ленту, заказчик жалуется — а проблема не в ленте и не в диммере по отдельности, а в их паре. Два разных устройства, каждое из которых работает само по себя, в паре даёт сбой. Это как подключить трансформатор 630 ВА к нагрузке, для которой он не рассчитан — формально всё работает, но на практике — перегрев и выход из строя.

2. РОЗЕТКИ И НАГРУЗКИ

Управляемые розетки

Управляемая розетка — это обычная розетка с реле, вшитым в неё или стоящим в щитке. Команда «включить розетку» замыкает контакт реле. Внешне устройство не отличается от обычной розетки — в неё можно воткнуть что угодно. Управляемая розетка — это как обычный выключатель, только с пультом.

Сценарии

- **Отключение утюга при уходе** — датчик открытия двери фиксирует, что ушли, и через 30 минут (задержка, чтобы человек вернулся) размыкает цепь утюга. Аналогия из электрики: как если бы вы ставили автомат «утюг» и снимали его только когда возвращаетесь. Только автомат не снимается, а программно размыкает контакт.
- **Приводы штор и ворот** — электропривод штор или ворот подключается через реле. Команда «открыть ворота» подаёт питание на привод до упора (или до датчика конца хода). Важно: реле замыкает цепь привода на нужное направление — открытое или закрытое.
- **Полив** — электромагнитный клапан на водопроводе управляется реле. Клапан открывается на заданное время, поливает грядку, закрывается. Реле в данном случае — ключ, который подаёт питание на соленоид клапана.

Что можно коммутировать реле, а что нельзя

Реле — это механический или электронный ключ, рассчитанный на **активную (resistive) нагрузку**. Это как выключатель, через который проходят только «теплые» устройства: лампы, обогреватели, утюги, чайники. Сопротивление нагрузки стабильное, ток предсказуемый.

Нельзя напрямую коммутировать через обычное реле:

- **Индуктивная нагрузка** — электродвигатели (кондиционер, насос, стиральная машина). При включении индуктивной нагрузки возникает **пусковой ток** — в 5–8 раз выше номинального, кратковременный. Реле от этого «прыгает», контакты подгорают, срок службы падает. Аналогия из мира электрики: это как если бы вы каждый раз при включении двигателя бросали в выключатель камень — рано или поздно он сломается. Пусковой ток — это момент, когда ротор ещё не раскрутился и потребление максимально.
- **Ёмкостная нагрузка** — длинные кабели (кабельная линия «розетка — розетка» на 20 метров имеет паразитную ёмкость). При коммутации возникают всплески напряжения. Это как если бы вы коммутационным ключом резко размыкали нагруженную линию — дуга.

Что делать: для двигателей и насосов использовать **контакторы** (реле большой мощности с дугогасительной камерой) или **плавные пускатели** (soft starter), которые поднимают напряжение плавно, без пускового тока. Для умного дома это значит: реле в щитке — для света и нагревателей, контактор — для вентиляторов, насосов, ворот с приводом.

Типичная ошибка монтажника: подключает насос для полива через реле, реле живёт неделю, контакты подгорают, насос не включается.

Причина — индуктивная нагрузка, а не дефект реле. Реле рассчитано на 10 А резистивной нагрузки, а пусковой ток насоса — 50 А кратковременно. Реле не рассчитано на это.

3. КЛИМАТ

Тёплый пол, радиаторы, котёл, кондиционер, вентиляция

Управление климатом — это не просто «включить-выключить». Это система из нескольких контуров:

- **Тёплый пол** — электрический (кабельная мата) или водяной (трубы в стяжке). Электрический управляется терморегулятором, который включает/выключает нагреватель по температуре пола. Водяной — электроклапаном на котельном контуре. Тёплый пол — это теплоизлучатель, он нагревает не воздух, а пол, а пол — людей и предметы. Поэтому температура пола 25 °C ощущается комфортнее, чем воздух 25 °C.
- **Радиаторы** — термоголовка на каждом радиаторе (термостатический клапан). Умный дом управляет через электропривод термоголовки. Это как замена ручки термоголовки на моторчик, который крутит клапан по команде.
- **Котёл** — включается/выключается по сигналу от комнатного термостата или программатора. Котёл — это источник тепла, он не управляет распределением.
- **Кондиционер** — управление через ИК-бластер (имитация пульта) или по Wi-Fi, если кондиционер поддерживает управление по сети. ИК-бластер — это как пульт, только он стоит на стене и его можно программировать.
- **Вентиляция** — ступенчатое регулирование (переключение обмоток / трансформаторный регулятор), тиристорный регулятор для однофазных вентиляторов или частотный преобразователь. Позволяет плавно или ступенчато менять скорость вентилятора, а не только «вкл/выкл».

Термостат и гистерезис простыми словами

Термостат — датчик температуры, который включает нагрев, когда температура упала ниже порога, и выключает, когда достигла порога.

Гистерезис — «зона нечувствительности». Если термостат без гистерезиса: температура = 20,0 °C → включается котёл → 20,1 °C → выключается → 19,9 °C → включается → и так до бесконечности. Котёл будет включаться каждые 30 секунд, выход из строя гарантирован.

С гистерезисом: включается при 19,5 °C, выключается при 20,5 °C. Разница в 1 °C — это и есть гистерезис. Аналогия из мира электрики: это как

настройка реле с «переходными контактами» — чтобы контакты не дребезжали. В бытовых термостатах гистерезис обычно 0,5–2 °C. Без гистерезиса термостат — это как реле без выдержки: оно будет щёлкать каждую секунду и быстро выйдет из строя.

Зачем нужны зоны

Зона — отдельный контур управления с собственным датчиком температуры. В доме 80 м², тёплый пол на первом этаже, а на втором — радиаторы. Без зон котёл будет ориентироваться на датчик в коридоре (первый этаж), а второй этаж будет мерзнуть. С зонами — каждый этаж получает свою команду независимо. Зона — это как отдельный автомат в щитке для каждого этажа, только с собственным датчиком и логикой.

Почему нельзя просто «включить котёл с телефона»

Котёл — это не лампочка. У него есть **процесс нагрева**: вода в баке должна дойти до температуры, и это занимает время. Если вы включаете котёл за 5 минут до прихода, а он нагревается 40 минут — вы включаете его слишком поздно. Правильный сценарий: «при открытии ворот — включить котёл за 2 часа до расчётного прихода». Это уже не «включить с телефона», а **программируемое событие с учётом тепловой инерции**. Без учёта инерции умный дом превращается в дорогой пульт дистанционного управления, а не в автоматизацию. Тепловая инерция — это как если бы вы нагрели чайник, а потом ждали 10 минут, прежде чем налить чай. Котёл — большой чайник, и он большой.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И АВАРИИ

Протечка и перекрытие воды

Датчик протечки — два электрода на полу, между которыми замыкается цепь при попадании воды. Это как ваш мультиметр в режиме прозвонки: вода проводит ток, и цепь замыкается. Датчик стоит на полу в потенциально опасных местах: под раковиной, за стиральной машиной, у водонагревателя.

Перекрытие воды — электромагнитный кран (соленоид), который закрывается при получении команды. Кран должен быть **электроприводным**, а не шаровым. Почему:

- Шаровой кран закрывается поворотом шара с отверстием. Электроприводные шаровые краны рассчитаны на закрытие под рабочим давлением системы; их ограничения — время закрытия, необходимость периодического обслуживания (проворачивание) и

требование к крутящему моменту привода, а не неспособность закрыться под давлением.
- Электромагнитный кран (закрывается по умолчанию, «normally closed») — в нормальном состоянии он закрыт. Электричество удерживает его открытым. Пропадает ток — кран закрывается сам, за долю секунду, против давления. Это как электромагнитный замок двери: питание — дверь открыта, питание пропало — дверь закрыта.

Типичная ошибка монтажника: ставит обычный шаровой кран с электроприводом, рассчитанный на открытие/закрытие, а не на удержание под давлением. При протечке привод пытается закрыть кран, но давление воды не даёт — вода продолжает течь. Заказчик теряет квартиру, а виноват кран, а не умный дом. Электромагнитный кран стоит дороже, но это та разница в цене, которая окупается первой же протечкой.

Дым

Датчик дыма (ионизационный или оптический) — при обнаружении дыма замыкает цепь. В умном доме сигнал уходит на шлюз, который может:

- **Уведомить** — отправить пуш, SMS, звонок.
- **Включить сирену** — локально, в доме.
- **Отключить вентиляцию** — чтобы не гонуть дым по дому.
- **Открыть привод окна** — если есть электропривод окон.

Уведомление — это не спасение. Сирена — это уже помощь. Отключение вентиляции — реальное действие, снижающее ущерб. Сирена стоит 2000 рублей, уведомление на телефон — ничего не стоит, но и не спасает, если хозяин далеко.

Утечка газа

Датчик газа (метан) — обычно полупроводниковый или термокаталитический сенсор; при превышении порога концентрации его схема включает сигнализацию и/или замыкает выходное реле. Действия умного дома:

1. Отключить котёл (электроконтакт на газовом кране или через реле).

2. Отключить вентиляцию (чтобы не разносить газ).

3. Открыть привод окна (естественная вентиляция).

4. Уведомить + сирена.

Важно: умный дом не может перекрыть газовый кран механически — это задача газовой службы и газового крана с электроприводом (они существуют, но стоят дорого и требуют согласования с газовой службой). Он может только отключить электрику котла и подать сигнал.

Открытие двери и окна

Датчик открытия — геркон (магнитный датчик): магнит на створке, датчик на раме. Когда створка открывается, магнит удаляется, цепь размыкается. В умном доме это триггер для сценариев: «открыли дверь — включился свет», «закрыли окно — включился кондиционер». Геркон — это как ваш контактный датчик в щитке, только маленький и беспроводной.

Что реально спасает деньги заказчика, а что просто уведомление

Действие	Экономия / защита	Просто уведомление
Перекрытие воды при протечке	Сотни тысяч рублей ремонта	—
Отключение котла при утечке газа	Жизнь, взрыв	—
Сирена при дыме	Ограничение ущерба, спасение жизни	Уведомление на телефон
Отключение утюга	Пожар	Уведомление
Камера с записью	Доказательства для страховки	Живая картинка

Уведомление — это когда вы узнаёте, что произошло. Действие — это когда что-то уже сделано до того, как вы узнали. Разница — в стоимости ремонта.

5. КАМЕРЫ И ДОМОФОН

Просмотр в приложении

Камера подключается к локальной сети (Wi-Fi или Ethernet). Поток видео передаётся на шлюз (хаб умного дома) или напрямую в облако. В приложении вы видите «живую» картинку. Аналогия из мира электрики: это как добавить ещё один видеоглазок, только не на дверь, а на любой угол дома, и с возможностью смотреть из любой точки мира.

Запись

- **На регистратор (NVR/DVR)** — видео записывается на локальный диск в доме. Плюсы: не зависит от интернета, не платится за облачное хранилище, приватность. Минусы: диск может украсть вместе с камерой, место на диске ограничено, при поломке регистратора записи теряются.
- **Облачная запись** — видео отправляется на сервер производителя через интернет. Плюсы: записи сохраняются даже если камеру и регистратор украли, доступ из любой точки. Минусы: платная подписка,

зависимость от интернета (если канал упал — запись не пошла), приватность (видео хранится на чужом сервере).

Камера с записью на регистратор — это как видеонаблюдение в офисе: всё локально, ничего не уходит в интернет. Камера с облачной записью — это как если бы запись шла на сервер компании, которая предоставляет видеонаблюдение как услугу. При украденном регистраторе записи потеряны. При украденной камере с облачной записью — записи остались.

Снимок по событию

Вместо непрерывной записи камера делает **фотографию или короткий клип** при срабатывании датчика движения или детекции человека. Это экономит место и трафик. Аналогия: как фотоловушка в лесу — снимает только когда что-то движется, а не 24/7.

Открытие двери

Видеодомофон с электрозамком: вы видите у двери в приложении, нажимаете кнопку — замок открывается. Электрозамок — это катушка, которая при подаче питания отжимает засов. В отличие от обычного замка, который нужно открывать ключом, электрозамок управляется удалённо. Это удобно, когда курьер или гостя у двери, а вы в другой комнате.

6. СЦЕНАРИИ

Что такое сценарий

Сценарий — правило «если — то». Условие (триггер) — что-то произошло (дверь открылась, наступил час, датчик зафиксировал движение). Действие — что должно произойти (включить свет, закрыть шторы, отправить уведомление).

Формально: `ЕСЛИ [условие], ТО [действие]`. Это не программирование в классическом смысле — это таблица правил, которую можно составить без кода. Условие может быть составным: «ЕСЛИ время = 23:00 И нажата кнопка «Спать», ТО...».

Реально полезные сценарии

Уход из дома:

- Триггер: датчик открытия двери фиксирует уход + все датчики движения в доме неактивны 5 минут.
- Действие: выключить весь свет, выключить розетки (утюг, чайник), закрыть шторы, включить режим охраны (датчики движения на активацию), уведомление на телефон «Дом пуст».

Ночь:

- Триггер: время 23:00 + ручной запуск кнопкой «Спать».
- Действие: выключить весь свет кроме ночников в коридоре и санузла, закрыть шторы, снизить температуру на тёплом полу на 2 °C, включить режим «не беспокоить» на домофоне.

Приезд гостей:

- Триггер: открылась входная дверь.
- Действие: включить свет в прихожей и гостиной, открыть шторы, включить музыку на низкой громкости.

Отпуск с имитацией присутствия:

- Триггер: расписание, случайно выбранное.
- Действие: включать/выключать свет в разных комнатах в случайное время, включать/выключать телевизор, открывать/закрывать шторы. Создаёт впечатление, что кто-то дома. Это не просто «включить свет на кухне каждый вечер» — случайность делает сценарий правдоподобным.

Какие сценарии заказчики просят, а потом отключают, и почему

1. **«Всё включается по движению в коридоре ночью»** — отключают, потому что кот бежит мимо в 3 часа ночи и свет включается, будя всех. Решение: pet-immune датчик (сегментированная линза, фильтр по массе), направить зону обзора выше уровня передвижения животного, исключить нижние зоны; минимальная яркость сцены 10% — отдельная настройка, к коту отношения не имеет.

2. **«Полив по расписанию»** — отключают после первого ливня, когда полив прошёл вопреки расписанию и грядки затопило. Решение: добавить датчик влажности почвы как условие, без которого полив не срабатывает. Сценарий должен быть «ЕСЛИ сухо И время полива», а не просто «по времени».

3. **«Имитация присутствия»** — отключают, потому что свет мигает слишком «механически» и соседи жалуются. Решение: добавить случайные задержки и варьировать яркость, а не просто вкл/выкл. Живой человек не включает свет ровно каждые 47 минут.

4. **«Сценарий вечеринки»** — включается один раз, потом забывается. Заказчик забывает выключить и уходит спать при включённой музыке и открытом окне зимой. Решение: таймаут «автоотключение через 3 часа».

5. **«Сценарий охраны»** — включается на ночь, но датчики движения срабатывают от кота или от сквозняка, задевающего штору. Заказчик начинает получать 20 уведомлений за ночь и отключает сценарий. Решение: фильтр по длительности движения (игнорировать события короче 10 секунд) и по зоне (не реагировать на коридор, если там кот).

7. ЧТО УМНЫЙ ДОМ НЕ УМЕЕТ

Где заканчиваются обещания рекламы — честно:

1. **Умный дом не чинит то, что сломано.** Если проводка в стене выполнена с ошибками, умный дом не исправит это. Он работает поверх существующей электрики, а не вместо неё. Монтажник, который вешает умный дом на некачественную проводку, получает не «умный дом», а пожарный риск. Это как ставить сигнализацию на дом с горящей проводкой.

2. **Умный дом не гарантирует, что будет доступен снаружи.** Это не то же самое, что «без интернета ничего не работает» — путать эти два утверждения дорого, и заказчик путает их первым. Дом продолжает жить, когда интернет пропал: свет, сценарии, климат, замки и датчики работают от контроллера в щите. Без интернета недоступны: доступ из приложения **снаружи**, когда вы не дома, push-уведомления, голосовое управление через Алису и OTA-обновления. Подробный разбор, что именно продолжает работать и что деградирует, — в главе 8, там же таблица и ответы на возражения заказчика. Запомните формулировку: «дом не зависит от интернета, от интернета зависит ваш телефон, когда вы в отпуске».

3. **Умный дом не делает электрику безопасной сам по себе.** Датчик протечки не предотвратит протечку, если трубу не починили. Он только перекроет воду. Если кран стоит не на том месте или неисправен — умный дом бессилен. Умный дом реагирует на аварию, но не предотвращает её причину.

4. **Умный дом не заменяет проект.** «Просто повесим датчики и включим по сценарию» — это путь к хаосу из 50 устройств, которые не взаимодействуют друг с другом, и к заказчику, который через месяц вырубит всё и вернётся к обычным выключателям. Без проекта: нет понимания, где какие провода, какой кабель, какое сечение, где реле, где шлюз. Проект — это чертёж, без которого монтаж — гадание.

5. **Умный дом не умеет «самоучиться» в бытовом смысле.** Алгоритмы машинного обучения есть в продвинутых системах (распознавание лиц, предсказание привычек), но это не «дом сам решит, что тебе нужно». Это статистическая модель, которую нужно настраивать, проверять и

иногда сбрасывать. Дом не станет умнее от того, что он подольше работает — он станет умнее, когда его правильно настроил инженер.

6. **Умный дом не работает без электричества.** Это очевидно, но в рекламе умалчивают. При отключении электричества сеть с датчиками (батарейными) и контроллер на ИБП продолжают работать и присылать уведомления; недоступны только розеточные нагрузки и часть оборудования — критичные контуры (освещение входа, замок, краны) проектируются с учётом отключения и ручного резерва. Батарейки в датчиках живут 1–2 года, потом их менять. Датчики — долговременное оборудование, а не расходник: регулярно меняются только батарейки, сами датчики служат годами. Датчик с разряженной батарейкой — это как выключатель, у которого отвалились провода.
7. **Умный дом не делает ремонт.** Он не заменит проводку, не поставит новый щиток, не перераспределит нагрузки. Умный дом не заменяет электрика и не отменяет проект электрики; закладывать его лучше на этапе ремонта, монтаж по готовому ремонту возможен, но ограничен (беспроводные протоколы, накладные решения).

Глава 4 завершена. Следующая тема — проектирование: как не ошибиться при планировании.

Глава 5. Система HI: из чего она состоит

Предыдущие главы объясняли умный дом вообще. Эта — про то, что вы будете монтировать и продавать: из каких частей состоит система HI, что каждая делает и чего каждая не делает. Последнее важнее: обещание, которое вы дадите заказчику от нашего имени, придётся выполнять вам.

🔴 Правило этой главы: здесь написано только то, что работает и проверено. Там, где функция задумана, но ещё не готова, стоит пометка «в разработке». Не переносите такие строки в разговор с заказчиком как готовые.

1. Щит: контроллер и платы

Контроллер — одноплатный компьютер размером с ладонь. Сейчас это Orange Pi Zero 3: четыре ядра, гигабайт памяти, карта памяти вместо жёсткого диска, питание 5 вольт. Он стоит в щите на DIN-рейке, держит на себе всю логику дома и не требует ни вентилятора, ни обслуживания.

Плата ELX SmartBox — исполнительная часть. Одна плата даёт:

Ресурс	Сколько на плате	Что подключают
Реле	22	Свет, розетки, приводы, насосы
Дискретные входы	35	Выключатели, датчики, кнопки, герконы
Каналы ШИМ	5	Светодиодные ленты, диммируемые драйверы
Каналы симисторные	5	Диммирование 220 В, суммарно до 1100 Вт на плату
Шина DALI	есть	Управляемые светильники по цифровой шине

Симистор (в таблице — «каналы симисторные») — это полупроводниковый ключ для переменного тока: он умеет не просто включать и выключать, а отдавать нагрузке часть каждой волны, то есть регулировать яркость обычной лампы на 220 вольт без отдельного диммера в подрозетнике. Представьте варистор — тот, что ограничивает перенапряжение, — только симистор работает в обе стороны и может плавно «срезать» часть синусоиды.

Платы ставятся в связке: две платы дают 44 реле и до 70 дискретных входов (по 35 на плату). Этого хватает на большой дом.

🔴 Числа выше — из спецификации нашей платы. Суммарные 1100 Вт по симисторным каналам — это **на всю плату**, а не на каждый канал; ошибка здесь стоит выгоревшего канала.

Контроллер и плата разговаривают по нашему собственному протоколу SQI (Serial Quick Interface, последовательный быстрый интерфейс). Он проводной, работает по последовательной линии и по сети внутри щита. Вам его знать не нужно — это внутренняя кухня, но полезно понимать: связь платы с контроллером не зависит ни от Wi-Fi, ни от интернета.

2. Что подключается к контроллеру

Modbus RTU по линии RS-485 — работает. Расшифруем оба слова, полный разбор — в главе 8. **RS-485** — это способ передачи данных по двум скрученным проводам: сигнал считается по разнице напряжений между ними, поэтому наводки от силовых линий почти не мешают. **Modbus** — это язык, на котором устройства по этим проводам договариваются: старый, простой и понятный почти любому промышленному прибору. Счётчики, приводы, датчики, котлы: всё, что говорит на этом языке. У нас его умеют три части системы независимо — контроллер, мост интеграций и прошивка новой линейки.

DALI — работает. Цифровая шина освещения: адреса устройств, группы, плавная регулировка.

Камеры по ONVIF и RTSP — работают. Это стандарты, которые понимают почти все камеры видеонаблюдения; кроме них поддержаны фирменные протоколы двух крупных производителей и вызывные панели домофонов.

Датчики и выключатели на дискретных входах — работают. Самый надёжный путь: сухой контакт, никакого радио.

Чужие устройства через мост интеграций — котлы по OpenTherm, контроллеры отопления, термостаты, кондиционеры по локальной сети, устройства Shelly, парк Zigbee. 🔴 Мост написан и покрыт тестами, но **в продакшене пока не включён**: на объекте заказчика через него сегодня не работает ни один класс устройств. Это честная строка нашего же отчёта, и до включения обещать заказчику «подключим ваш Zigbee» нельзя.

Чего нет и не обещаем: KNX, BACnet, Matter и Thread у нас **не реализованы**. Они есть в планах моста, но плана в разговоре с заказчиком не существует.

3. Чем управляет житель: приложение на телефоне

Житель управляет домом через мобильное приложение. Оно написано на фреймворке Flutter — это способ написать одну программу, которая работает и на Android, и на iOS, без отдельной версии для каждой системы. Интерфейс на шести языках: русский, английский, испанский, турецкий, португальский, арабский. Есть тёмная и светлая темы.

🔴 Приложения HI (мобильное и планшетное) публикуются в RuStore (bundle space.h_i.ymni_dom); до выхода в магазин сборки ставились напрямую на телефон.

Экраны приложения

Приложение содержит следующие экраны:

- **Главный** — общая картина дома: что включено, что выключено, аварии.
- **Комнаты** — список помещений, в каждом — свои устройства.
- **Сцены** — готовые сценарии: «Уход», «Вечер», «Приём» и другие, настроенные монтажником.
- **Редактор сцен** — для создания и изменения сцен.
- **Конструктор автоматизаций** — для создания правил: «если датчик движения сработал, включить свет в коридоре».
- **Устройства** — список всех устройств в доме.
- **Карточка устройства** — подробная страница одного устройства: что к нему подключено, текущее состояние, история.
- **Полноэкранная камера** — живая картинка с камеры, поворот камеры, интерком.
- **Датчики среды** — температура, влажность, давление.
- **Энергия** — потребление по устройствам и по дому в целом.
- **Восход и закат** — автоматические привязки к световому дню.
- **Состояние дома** — общий статус: онлайн ли контроллер, нет ли аварий.
- **Уведомления** — список всех оповещений.
- **Привязка дома** — привязка телефона к конкретному дому.
- **Сканер QR** — для быстрого подключения нового устройства.
- **Вход** — экран авторизации.
- **PIN** — вход числовым кодом.
- **Онбординг** — пошаговое руководство для нового пользователя.
- **Мастер сопряжения устройств** — пошаговое подключение нового датчика или выключателя.
- **13 экранов настроек** — гео-зоны, семья, приватность, сеть, безопасность, язык, карта, поддержка.

Вход в приложение — по PIN-коду или по отпечатку пальца.

Важные ограничения приложения

🔴 Автоматизации, которые крутятся внутри самого приложения, **не срабатывают, когда приложение закрыто**. Если вы на телефоне настроили правило «если датчик протечки сработал — включить красный реле», и жилец свернул приложение, это правило перестанет работать. Для правил, которые должны работать всегда, используется **серверная сцена** — она живёт на сервере и работает, даже когда приложение закрыто и телефон выключен.

Механизмы, которые жилец не видит напрямую

Приложение внутри себя держит несколько систем, которые работают прозрачно:

- **Очередь отложенных команд.** Если команда до контроллера не дошла, приложение отличает две причины: сервер отказал или связи не было. В первом случае команда повторится, когда сервер вернётся. Во втором — когда канал восстановится. Жилец видит результат, а не ошибку.
- **Кеш локальных доступов.** Если связь с контроллером оборвалась, приложение помнит последнее известное состояние и показывает его. Жилец не увидит «нет связи» — он увидит то, что было последним.
- **Поиск контроллера в локальной сети.** Приложение само находит контроллер в домашней сети и сверяет серийный номер — не нужно ничего настраивать вручную.
- **Экран «устройство молчит».** Если датчик или выключатель не отвечает, приложение покажет это отдельным экраном, а не скроет устройство.
- **Демо-режим без сети.** Приложение можно запустить без контроллера — для знакомства с интерфейсом. Все кнопки работают, но реальных команд на дом не уходит.

4. Планшет и настенная панель

Планшетная версия HI — отдельное приложение на том же Flutter/Dart-стеке, с интерфейсом, пересобранным под большой экран (альбомная ориентация 1366×1024 — опорная, книжная — как запасной вариант), переиспользующее общий пакет hi_core.

Своего, чего нет на телефоне, у планшета и панели больше:

- **План дома** — визуальная карта этажа с зонами.
- **Сетка камер** — расположение камер как на видеорегистраторе: сразу видны все уголки объекта.

- **Климат-центр по зонам** — управление температурой в каждом помещении отдельно.
- **Экраны доступа** — кто зашёл в систему, какие устройства у кого, какие права у каждого пользователя.
- **ИК-пульт** — управление кондиционером и другой техникой через инфракрасный сигнал.
- **Диагностика** — проверка работоспособности устройств и связи.
- **Полевой тест** — инструмент для монтажника: проверка каждого провода и каждого входа прямо на объекте.
- **Режим настенного крепления с экраном покоя** — когда панель висит на стене и показывает что-то по умолчанию, не требуя касания.

🔴 Конкретная модель настенной панели **пока не закуплена**: приложение работает на любом планшете Android, а в наш прайс конкретная панель ещё не вошла. Отдельная малая панель под подрозетник — **в разработке**.

5. SmartConfig — программа монтажника

Это то, ради чего в первой главе сказано «программировать не придётся». SmartConfig — отдельная программа для вашего ноутбука под Windows. Она собирает конфигурацию дома, проверяет её и загружает в контроллеры.

5.1 Что SmartConfig умеет

Сбор конфигурации разговором. Вы описываете объект словами — помощник задаёт уточняющие вопросы и составляет конфигурацию. Можно и голосом: распознавание речи работает на ноутбуке без интернета прямо на машине.

14 типов устройств, которые SmartConfig понимает: реле, выключатель, диммер, ШИМ на 16 каналов, DALI с адресами 0-63, светодиодная лента, шторы, датчики температуры и влажности, дискретные входы, защита от протечки, аналоговые входы, фанкойл, приточная установка.

Занятые порты. Когда вы добавляете устройство, программа сама выбирает следующий свободный канал и не даёт занять один дважды.

Проверка смысла. Датчик протечки без клапана, реле без выключателя, сценарий, ссылающийся на несуществующее устройство — всё это она находит до выезда на объект. Это как проверить, что в щитке нет провода без клеммы, ещё до того как закрыть крышку.

Компиляция привязок в память платы. Часть логики — «этот выключатель включает это реле» — записывается прямо в плату и работает, даже если контроллер выключен. Одно такое правило занимает 13 байт в памяти платы.

Диагностика. SmartConfig умеет:

- искать контроллеры в сети;
- щёлкать реле импульсом для проверки;
- показывать живые состояния портов;
- вести историю показаний датчиков;
- замерять время отклика;
- обновлять прошивку (прошивка — это программа внутри самого устройства, та, что делает плату платой) по сети с возможностью вернуть прежнюю версию.

Импорт чужих конфигураций. SmartConfig может взять настройки с объектов на других системах: из формата конкурентов, из Home Assistant, из устройств Shelly по сети, из промышленных форматов и из обычных таблиц.

Подготовка партии контроллеров. Можно залить серийники, ключи и QR-код с номером дома на каждый контроллер разом, не настраивая их по одному.

Интерфейс программы на семи языках.

5.2 Работа SmartConfig на объекте: пошагово

Вот как выглядит рабочий день монтажника с SmartConfig на объекте.

Шаг 1. Приезд. Создание проекта. Запускаете SmartConfig, создаёте новый проект, вводите адрес и номер дома. Программа предлагает шаблон — вы берёте тот, что ближе, или начинаете с чистого листа.

Шаг 2. Описание объекта. Мастер создания объекта спрашивает вход в облачный аккаунт (можно пропустить) и комнаты — их можно ввести списком или готовым набором («двушка», «дом 2 этажа»). Дальше устройства и сценарии можно добавлять в диалоге с AI-помощником, который проверяет корректность конфигурации.

Шаг 3. Добавление устройств. Добавляете каждое устройство по списку: выбираете тип из 14, задаёте имя, программа сама назначает свободный порт. Если что-то не так — помощник подсветит: датчик протечки без клапана, реле без выключателя, сценарий на несуществующее устройство.

Шаг 4. Проверка логики. Перед выездом на объект запускаете внутреннюю проверку: SmartConfig ищет контроллеры в локальной сети, щёлкает реле импульсом, показывает живые состояния портов, ведёт историю показаний датчиков, замеряет время отклика.

Шаг 5. Выезд на объект. Загрузка. На объекте подключаете контроллер к сети, запускаете SmartConfig, загружаете собранную конфигурацию.

Программа прошивает платы, если нужна новая прошивка, с возможностью отката.

Шаг 6. Полевой тест. Запускаете режим полевого теста: проверяете каждый дискретный вход, каждое реле, каждый канал ШИМ. Живые состояния портов показываете заказчику.

Шаг 7. Подготовка партии. Подготовка партии контроллеров (серийные номера, ключи, QR-коды за одну операцию) — желаемая возможность для будущей версии; в текущей версии SmartConfig она не подтверждена, контроллеры готовятся по одному.

Шаг 8. Сдача. Конфигурация собрана, прошита, протестирована. Заказчик получает приложение на телефон (ставится напрямую), вы показываете главный экран и объясняете, что работает всегда, а что — только при открытом приложении.

🔴 Ограничения SmartConfig, которые надо знать: программа пока распространяется не через публичный сайт (ждём сертификат подписи), а инструкция пользователя отстаёт от текущей версии. Уточняйте у нас актуальную сборку.

Диагностика SmartConfig подробнее

Когда вы на объекте проверяете каждый провод и каждый вход, SmartConfig даёт несколько инструментов:

- **Живые состояния портов** — вы видите, какой вход сейчас замкнут, какой разомкнут, в реальном времени. Это как проверить, замкнут ли контактор мультиметром, только без мультиметра: программа сама опрашивает каждый порт.
- **История показаний датчиков** — за последние часы и дни: когда температура подскочила, когда датчик влажности зафиксировал сырость. Это помогает найти причину, а не только следствие.
- **Замер времени отклика** — сколько миллисекунд проходит от нажатия выключателя до срабатывания реле. Если отклик вырос — значит, проблема в сети или в нагрузке на контроллер.
- **Обновление прошивки с откатом** — если новая версия прошивки не заработала, можно вернуть прежнюю. Это как откат системного файла: не сломал — не трогай, сломал — верни назад.

🔴 Публичного релиза SmartConfig пока нет — ждём сертификат подписи.

6. Камеры и домофоны

6.1 Камеры

Камеры подключаются по двум стандартам: **RTSP** (Real-Time Streaming Protocol, протокол потоковой передачи в реальном времени) и **ONVIF** (открытый стандарт для сетевых камер). Поддержаны также фирменные протоколы двух крупных производителей и вызывные панели домофонов.

В приложении жильца камера показывает живую картинку через **WebRTC** (Web Real-Time Communication, технология прямой передачи видео между устройствами в браузере и приложении) — без перекодирования, без задержек на сервере. На телефоне можно повернуть камеру на нужный угол и сохранить пресет — запомненную позицию, к которой вернётесь одним нажатием.

6.2 Вызывные панели домофонов

Вызывная панель на подъезде — это камера с кнопкой вызова. В приложении жильца она показывает картинку с подъезда, звонок приходит как уведомление, жилец может ответить голосом (двусторонний звук) и открыть дверь.

6.3 Охранные панели

Охранная панель — это кнопка «постановка» и «снятие» на входе. Через приложение жилец ставит дом на охрану и снимает с неё. События от панели и от камер попадают в общую шину событий — один поток для всего, что происходит в доме.

🔴 **Запись видео выключена** — не хватает места на диске. Это открытый долг: функция написана, но диск на контроллере не рассчитан на постоянную запись. Заказчику нельзя обещать «смотрите запись с камер за любой период».

7. Распознавание номеров и журнал проездов

7.1 Распознавание номеров машин

На контроллере работает тракт распознавания автомобильных номеров. Он собран и проверен на реальных фотографиях российских машин: номер найден на 6 из 7 фотографий, прочитан правильно — 7 из 7. Замер скорости на самом контроллере пока не сделан — это отдельная задача. Камера на въезд пока не закуплена.

7.2 Журнал проездов

Каждый проезд машины записывается в журнал на контроллере прямо в доме. Хранится кольцевой буфер: 3 гигабайта, 30 суток. Старые записи перезаписываются автоматически. Номер машины в метрики (анонимизированные данные для аналитики) не попадает — это не передаётся никуда за пределы контроллера.

8. Сервер, единый вход и мониторинг

8.1 Интеграционный узел

Сервер — это интеграционный узел. Он связывает дом с Алисой, хранит сцены, расписания, зоны климата, историю событий и резервные копии конфигураций. Через него же работает управление домом, когда жилец не дома.

8.2 Единый вход HI ID

Один аккаунт на все наши продукты: приложение, планшет, SmartConfig, портал, камеры. Он же выдаёт лицензии и сертификаты устройствам. Это единый вход — не нужно запоминать разные пароли для разных частей системы.

8.3 Мониторинг объектов

Мы видим состояние контроллеров на объектах: живой ли контроллер, что с платой, что с климатом, какие ошибки. Обрыв связи с контроллером замечается за 2-6 секунд — против 600 секунд у типичных облачных интеграций. Данные хранятся в России, на своём сервере.

🔴 Оповещения дежурному по этим правилам **пока не подключены** — правила написаны, канал доставки не настроен. Не обещайте заказчику круглосуточное уведомление службы поддержки.

Как работает мониторинг изнутри

Мониторинг — это не просто «всё ли живо». Контроллер каждые несколько секунд шлёт на сервер короткое сообщение: я тут, я жив, у меня такие-то показания. Если сообщение не приходит, сервер считает контроллер 离线 ным. Это работает за 2-6 секунд — против 600 секунд, которые типичные облачные интеграции тратят на то же самое.

Данные хранятся в России, на своём сервере. Это важно, потому что данные жильцов не уходят за пределы страны. При обрыве интернета автоматизации HI продолжают работать локально (LAN-first): логика и

хранение остаются на месте (Core, брокер, прямой MQTT), облако в этом не участвует.

9. Работа без интернета

9.1 Приложение без интернета

Раньше приложения ходили через интернет всегда — при загрузке канала отклик вырос до 1300 миллисекунд. Теперь приложение находит контроллер по объявлению в локальной сети и сверяет серийный номер. Связь внутри дома — 0,8 миллисекунды.

Сначала контроллер объявляет себя в локальной сети. Приложение его слышит, спрашивает серийный номер, сверяет с тем, что знает о доме, и выстраивает защищённый канал. Отдельная учётная запись на дом, разделённые права на чтение и запись, шифрование и проверка сертификата дома.

9.2 Проверка на живом объекте

Проверка проводилась на реальном объекте с намеренно перекрытым каналом наружу. Результаты: пять камер из пяти показывают картинку, восстановление после перезапуска служб — 2-3 секунды, цена автономности — 0,14% одного ядра процессора.

🔴 Честно: холодный старт первой картинки — 11-14 секунд. Перезагрузка всего контроллера в этом опыте не проверялась.

9.3 Живучесть узла

Контроллер защищён тремя уровнями самовосстановления: перезапуск службы, сброс платы, перезагрузка. Работает автолечение сети — если связь пропала, контроллер сам пытается восстановить подключение.

9.4 Честный риск

Команда сама назвала риск: часть логики дублируется на контроллере, поэтому отказ контроллера — это мёртвый дом. Ответ на это — перенос правил в память платы, чтобы часть логики жила на самой плате и не зависела от контроллера. Это не маркетинговая фраза, а архитектурное решение: правила в памяти платы занимают 13 байт на правило и работают без контроллера.

10. Голос без интернета

Офлайн-распознавание речи на самом устройстве (без облака и без видеокарты) в экосистеме HI как готовая функция сегодня не поставляется — обычный голос HI работает через Алису и требует интернета.

Отдельный проект с таким контуром есть: Bolnica MTS — голосовое управление для медицинского объекта на чистом Home Assistant (OrangePi5 + GigaAM). Это самостоятельный продукт, не часть HI, и его паттерны в HI не переносятся (и обратно). Замер на его стенде: 362 миллисекунды на фразу, ноль ошибок на тестовом наборе, четыре одновременных запроса без деградации, 18 из 18 русских формулировок распознаны.

🔴 Даже на своём стенде приёмка у Bolnica MTS ещё не подписана ни в одной палате — это работающий стенд, а не сданная функция.

11. Академия

На нашем сайте есть раздел обучения — Академия. Там: курсы, уроки, тесты, лабораторные, сертификация, библиотека, проверка сертификата. Эта книга живёт там же.

12. Что сказать заказчику про каждую часть

Контроллер и платы. Это мозг и руки дома. Контроллер — одноплатный компьютер в щите, плата — исполнительная часть с реле, входами и симисторами. Всё работает без интернета внутри щита.

Подключения. Modbus RTU, DALI, ONVIF, RTSP, дискретные входы — всё работает. Мост интеграций для чужих устройств написан, но в продакшене пока не включён. KNX, BACnet, Matter и Thread — не реализованы, не обещаем.

Приложение на телефоне. Житель видит комнаты, сцены, камеры, энергию, уведомления. Вход по PIN или отпечатку. Шесть языков. Автоматизации внутри приложения не работают, когда приложение закрыто — для этого нужны серверные сцены.

Планшет и панель. То же приложение на большом экране, плюс план дома, сетка камер, климат-центр, ИК-пульт. Конкретная модель панели пока не закуплена, работает на любом Android-планшете.

SmartConfig. Программа монтажника: собирает конфигурацию разговором, проверяет смысл, загружает в контроллеры, готовит партию контроллеров разом. Импортирует чужие конфигурации из разных систем. Публичного релиза пока нет, инструкция отстаёт от версии.

Камеры и домофоны. Живая картинка через WebRTC, поворот, пресеты, вызывная панель, охранная панель. Запись видео выключена — не хватает места на диске. Распознавание номеров проверено на российских машинах, журнал проездов хранится на контроллере 30 суток.

Сервер. Связывает дом с Алисой, хранит сцены и расписания, единый вход на все продукты, мониторинг контроллеров за секунды. Данные в России. Оповещения дежурному пока не подключены.

Без интернета. Приложение находит контроллер в локальной сети, связь 0,8 мс. Три уровня самовосстановления, автолечение сети. Холодный старт первой картинки 11-14 секунд.

Голос без интернета. У HI как готовая функция не поставляется — стандартный голос HI идёт через Алису и требует интернета. Офлайн-контур (362 мс на фразу, без облака) есть у отдельного проекта Bolnica MTS на Home Assistant, приёмка там не подписана.

Академия. Курсы, уроки, тесты, лаборатории, сертификация на сайте.

Глава 6. Дом без интернета: что работает, а что нет

Это самая важная глава для разговора с заказчиком. Первый вопрос, который он задаёт про умный дом: «а если интернет отключат?» Второй: «а если ваша компания закроется?» На оба у нас есть честный ответ, и он работает в нашу пользу — но только если вы понимаете, как устроено.

1. Откуда взялось правило «сначала локальная сеть»

Это не лозунг из рекламы, а решение, оплаченное неприятностью на живом объекте.

Раньше наши приложения ходили к дому **через интернет всегда** — даже когда телефон и контроллер стояли в одной квартире и были в одной Wi-Fi-сети. Пока канал был свободен, это никого не смущало. Потом на объекте канал загрузился, и время отклика выросло до **1300 миллисекунд** — почти полторы секунды на каждое нажатие. Приложения перестали быть пригодны для жизни. При этом связь внутри дома, от телефона до контроллера, показывала **0,8 миллисекунды**: в полторы тысячи раз быстрее. Мы ходили вокруг дома через интернет, имея прямую дорогу длиной в один коммутатор.

После этого архитектура была переделана. Правило простое: **если телефон и контроллер в одной сети — говорим напрямую, интернет не трогаем**.

2. Как приложение находит контроллер в домашней сети

Когда вы открываете приложение дома, оно не лезет в настройки за записанным IP-адресом. Контроллер сам **объявляет себя в локальной сети** — посылает специальное сообщение (в терминах сети это mDNS, Multicast DNS, многоадресная система доменных имён) со своим серийным номером. Приложение слушает эти объявления, сверяет серийный номер с тем, что записан в привязке дома, и подключается только к своему контроллеру.

Почему это надёжнее записанного адреса:

- IP-адрес может смениться после перезагрузки роутера или по истечении аренды DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, автоматическая

выдача адресов). Объявление с серийным номером работает всегда, независимо от адреса.
- Если заказчик поставил второй роутер или заменил провайдера, приложение всё равно найдёт контроллер — серийный номер не меняется.
- Никаких настроек «вбить адрес вручную» не нужно. Монтажник сканирует QR-код на контроллере при привязке, а дальше работает автоматика.

Аналогия из электрики: представьте, что вместо того чтобы искать щит по адресу «квартира 42, третий этаж», вы просто кричите в подъезд: «Щит с номером 12345, отзовись!» — и он отвечает: «Я здесь, в квартире 42». Даже если квартиру переоборудуют и номер двери сменится, щит отзовётся по своему заводскому номеру.

Как это работает технически (для понимания, не для настройки): mDNS-обнаружение использует multicast-адрес 224.0.0.251 порт 5353. Планируемое имя контроллера — `smartbox-<id>.local` (id — из последних байтов MAC-адреса), сервис `_smartbox-coordinator._tcp.local` на порту

8883. В текущей прошивке ELX анонс mDNS ещё не включён: SMARTCONFIG отправляет mDNS-запрос без ответа, а обнаружение сегодня работает через UDP-широковещание на порту 1822. Приложение получает IP контроллера, сверяет серийный номер из ответа с тем, что записан в локальном кеше привязки (кеш локальных доступов — механизм в приложении, сохраняет последние успешные подключения), и устанавливает TLS-соединение. Всё это занимает доли секунды и происходит автоматически при каждом запуске приложения дома.

3. Безопасность локального пути: почему прямой доступ не значит «кто угодно управляет домом»

Частый страх: «Если телефон говорит с контроллером напрямую, то любой в мой Wi-Fi сможет открыть замок?»

Нет. Локальный путь защищён тремя слоями:

1. **Отдельная учётная запись на каждый дом.** Контроллер создаёт уникальную пару «логин-пароль» при первой привязке. Сосед, подключившийся к вашему Wi-Fi, не знает эту учётную запись.

2. **Разделённые права на чтение и запись.** Есть токен (токен — это строка-ключ, выдаваемая после входа) только для просмотра: он позволяет видеть температуру, состояние датчиков, картинку с камер.

Токен для управления — другой, он выдаётся только после ввода PIN-кода или отпечатка пальца в приложении.

3. **Шифрование и проверка сертификата дома.** Весь трафик между телефоном и контроллером идёт по TLS (Transport Layer Security, транспортная защита — тот же протокол, что у банковских сайтов). Контроллер предъявляет сертификат, в котором зашит серийный номер дома. Приложение проверяет: «Этот сертификат принадлежит моему дому?» Если нет — соединение рвётся.

Что это значит для монтажника: вы не настраиваете фаерволы (firewall, сетевой экран) и не генерируете сертификаты вручную. Это происходит автоматически при привязке дома через QR-код. Ваша задача — убедиться, что контроллер и телефон в одной VLAN (Virtual LAN, виртуальная локальная сеть) или в одной физической сети без изоляции клиентов (AP Isolation).

4. Живучесть контроллера: сторож, автолечение сети, что происходит при зависании

Контроллер — это не просто компьютер в коробке. У него есть **трёхуровневый сторож (watchdog, сторожевой таймер)**:

Уровень	Что делает	Когда срабатывает
1. Перезапуск службы	Перезапускает основной процесс контроллера (systemd unit)	Процесс упал или завис на 10 секунд
2. Сброс платы	Подаёт сигнал сброса на саму плату ввода-вывода (GPIO reset)	Уровень 1 не помог, процесс не оживает
3. Полная перезагрузка	Перезагружает весь Linux (перезагрузка ОС)	Уровень 2 не помог

Плюс **автолечение сети**: если контроллер теряет связь с роутером (нет шлюза, нет DNS), он пробует переподнять сетевой интерфейс, запросить новый адрес по DHCP, восстановить маршруты. Это происходит фоново, без участия монтажника.

Что происходит при зависании: если основной процесс контроллера перестал отвечать на пинги сторожа, срабатывает уровень 1 — служба перезапускается за 1–2 секунды. Состояния реле, датчиков, запущенных сценариев при этом не теряются: они хранятся в памяти платы и в базе контроллера. После перезапуска служба читает актуальное состояние и продолжает работу.

Цена этой автономности по нагрузке — **0,14 % одного ядра** процессора. На практике это значит: сторож работает постоянно, и вы не замечаете его наличия.

5. Честный раздел про риск: логика дублируется на контроллере, отказ контроллера — мёртвый дом

Здесь важно не приукрашивать.

Что дублируется: базовые привязки «выключатель → свет», «датчик протечки → клапан», «движение → свет в коридоре» — компилируются в **память платы** (правило занимает 13 байт). Эти связки работают, даже если контроллер полностью выключен или завис на уровне ОС. Плата — это микроконтроллер (MCU, Microcontroller Unit) на шине внутри щита, он независим от Linux.

Что НЕ дублируется: сложные сценарии («если температура ниже 20 и время после 22:00 и никто дома — включить отопление в режиме эконом»), расписания, зоны климата, интеграции с Алисой, историю событий, работу с камерами, распознавание номеров. Всё это живёт в контроллере.

Риск, названный самой командой: отказ контроллера (сгорел блок питания, умер eMMC, ошибка прошивки) — это **мёртвый дом** для всего, что не зашито в память платы. Выключатели на стене продолжат включать свет напрямую, датчик протечки закроет клапан, но: сценарии не сработают, камеры не покажут картинку, приложение не подключится, климат не будет поддерживать температуру по расписанию.

Что мы с этим делаем:

- Переносим максимум правил в память платы. Сейчас компиляция в SMARTCONFIG (программа монтажника на Windows) собирает привязки и кладёт их в память платы автоматически. Монтажник не нажимает отдельную кнопку «зашить в плату» — это происходит при выгрузке конфигурации.
- Контроллер поставляется с **запасным блоком питания** в комплекте (зависит от модели, смотрите паспорт поставки).
- На объекте можно держать **запасной контроллер** с загруженной конфигурацией: SMARTCONFIG умеет готовить партию контроллеров с уникальными серийниками, ключами и QR-кодами для каждого. Замена занимает 15 минут: открутить четыре винта, переставить клеммы, включить питание, отсканировать QR — дом жив.
- Мониторинг живучести: наш сервер замечает, что контроллер не на связи, за **2–6 секунд** (у типовых облачных интеграций — 600 секунд). Дежурный инженер видит аварию до того, как заказчик позвонит.

Честная оговорка: полностью автономного дома не бывает. Есть дом, который работает без интернета, и есть дом, который работает без контроллера (только базовые привязки в плате). Выбирайте баланс под заказчика и объясняйте его честно.

6. Как ПРОВЕРИТЬ автономность на объекте при сдаче: пошаговая процедура на 10 минут

Эта процедура входит в акт приёмки-сдачи. Делается после настройки, перед уходом монтажника.

Подготовка (1 минута):

- Телефон заказчика с установленным приложением, вошедшим в дом (PIN или отпечаток).
- Планшет/панель на стене (если есть) — тоже в доме.
- Ноутбук монтажника с SMARTCONFIG для контроля состояний портов.

Шаг 1. Отключаем интернет (2 минуты). Не выдергивайте кабель провайдера — это сбросит и локальную сеть. Зайдите в веб-интерфейс роутера (обычно 192.168.1.1 или 192.168.0.1) и **заблокируйте исходящий трафик** для MAC-адреса контроллера (в разделе Firewall / Access Control / Родительский контроль). Или просто отключите WAN-порт на роутере, если локальная сеть остаётся живой. Проверьте: телефон в Wi-Fi, пинг до контроллера идёт (ping <IP контроллера>), а сайты в браузере телефона не открываются.

Шаг 2. Проверяем управление из приложения (2 минуты).

- Откройте приложение на телефоне. Должен появиться зелёный значок «Локальная сеть» (в верху экрана).
- Включите/выключите три разные группы света, розетку, привод шторы.
- Откройте камеру (любую из внутренних) — картинка должна пойти за **11–14 секунд** при первом обращении (холодный старт), при повторном — за 2–3 секунды.
- Проверьте датчики: откройте дверь с датчиком открытия, поднесите руку к датчику движения — состояние в приложении меняется мгновенно.

Шаг 3. Проверяем настенные выключатели (1 минута). Нажмите физические выключатели на стене — свет должен реагировать мгновенно. Это проверяет, что привязки в памяти платы работают независимо от контроллера.

Шаг 4. Проверяем панель на стене / планшет (1 минута). Если на объекте стоит планшет в режиме настенной панели — повторите включение света и открытие камеры с него. Работает так же, как телефон.

Шаг 5. Проверяем сценарии в контроллере (2 минуты). В SMARTCONFIG на ноутбуке (подключённом к той же локальной сети) откройте вкладку «Живые состояния портов». Запустите любой сценарий из приложения (например, «Ухожу из дома» — гасит свет, закрывает

шторы, ставит климат в эконом). В SMARTCONFIG должны меняться состояния портов реле, ШИМ (PWM, Pulse Width Modulation, широтно-импульсная модуляция — управление диммерами и лентами), приводов штор. Это доказывает: логика сценария отработала в контроллере без интернета.

Шаг 6. Возвращаем интернет (1 минута). Снимаем блокировку в роутере. Приложение показывает «Онлайн» (серверная связь восстановлена). Проверьте, что уведомления о действиях за время автономии ушли на сервер (в истории событий появятся записи).

Шаг 7. Записываем в акт (1 минута). В акт приёмки-сдачи вписываете:

> *«Проверена автономная работа при отключённом интернете. Управление из*
>
> *приложения, панель, выключатели, датчики, камеры (5 из 5), сценарии —*
>
> *работают. Холодный старт камеры 11–14 с. Перезагрузка контроллера не*
>
> *проверялась. Подпись заказчика, подпись монтажника, дата, время.»*

Важно: полная перезагрузка контроллера (питание выкл/вкл) в этой процедуре **не проверяется** — это отдельный замер, который требует согласования с заказчиком (он сбросит отопление, камеры, может сбить часы). Пишите в акте честно: «Полная перезагрузка контроллера не проверялась».

7. Таблица: сравнение подходов

Критерий	Облачные системы (Tuya, Xiaomi, Яндекс и др.)	Локальные для энтузиастов (Home Assistant, MajorDoMo, ioBroker)	Промышленные стандарты (KNX, Loxone, Crestron)	Наш подход (HI)
Где живёт логика	В облаке производителя	На вашем сервере (RPi, NUC, мини-ПК)	В контроллерах на шине (KNX) или центральном контроллере	В контроллере в щите + часть в памяти платы
Работа без интернета	**Нет** (управление только локально через хаб, если есть)	**Да** (полностью)	**Да** (полностью)	**Да** (всё, кроме удалённого доступа, Алисы, обновлений)
Настройка	Приложение производителя, 10–30 мин на устройство	YAML/JSON/веб-UI, дни-недели на объект	ETS (KNX) / ПО вендора, недели, сертификация	SMARTCONFIG (Windows), диалог с помощником, 1 день на объект
Передача объекта другому монтажнику	Не нужна — привязан к аккаунту	Сложно: конфигурационные файлы, специфика автора	Стандартизировано: проект в ETS, любой сертифицированный партнёр	Проект в SMARTCONFIG, открывает любой наш монтажник, всё понятно
Стоимость оборудования	Низкая (от 500₽/устройство)	Средняя (от 2000₽/узел + сервер)	Высокая (от 15 000₽/линия +	Средняя (контроллер + платы, см. прайс)

			сертификация)	
Зависимость от вендора	Полная: закрыли облако — кирпич	Нет (Open Source), но поддержка — форум	Зависимость от вендора оборудования и ПО	Оборудование ваше, логика на объекте, обновления от нас
Голосовое управление	Встроено (Алиса, Siri, Google)	Через плагины/прокси, настройка вручную	Через шлюзы/интеграции, дорого	Алиса через наш сервер (нужен интернет), свой голос без интернета (медицинский объект)
Видео / камеры	Через облако вендора	Локально (RTSP/ONVIF), настройка вручную	Специализированные системы, очень дорого	RTSP/ONVIF/WebRTC локально, запись — открытый долг
Мониторинг живучести	Нет / только «в сети/не в сети»	Сами пишете скрипты	Встроено в ПО вендора	Сервер видит потерю за 2–6 с, автолечение сети, трёхуровневый сторож
Время входа в проект для нового монтажника	0 минут (приложение знает всё)	Часы-дни (читать чужие YAML)	Дни (проект в ETS, обучение)	15–30 минут (открыл SMARTCONFIG, всё видно)

Что читать в этой таблице: мы сидим между «облачными» и «промышленными». Даём автономию промышленного уровня, но настройку — за день, а не за неделю. И передача объекта коллеге — не проблема.

8. Разговор с заказчиком: вопрос — плохой ответ — хороший ответ

Ниже — реальные диалоги с объекта. Учите хорошие ответы, плохие — запоминайте, чтобы не говорить.

Вопрос заказчика	Плохой ответ (почему теряете доверие)	Хороший ответ (честно, по делу)
«А если интернет отключат, дом встанет?»	«Ни в коем случае, у нас всё локальное!»	«Дом не встанет. Выключатели на стене, свет, розетки, шторы, отопление, датчики протечки и движения, замки, камеры внутри — всё работает. Не будет только: управления из другого города, голоса Алисы, уведомлений на телефон вне дома. Хотите — проверю прямо сейчас: перекрою интернет в роутере, и вы понажимаете выключатели.»
«А если ваша компания закроется, я останусь с железками?»	«Мы не закроемся, мы с 2010 года на рынке.»	«Оборудование останется у вас в щите. Логика сценариев, привязок выключателей, датчиков, климата — всё записано в контроллере и в памяти платы. Никакой лицензии на работу дома не требуется. SMARTCONFIG (программа настройки) установлена у любого нашего монтажника — он откроет ваш проект и поможет. Единственное: обновления прошивки и доступ через Алису перестанут приходить, но дом продолжит жить.»
«Значит, интернет	«Да, интернет не нужен, сэкономите	«Интернет нужен для трёх вещей: 1) управлять домом из отпуска/работы, 2) разговаривать с

вообще не нужен? Можно не подводить кабель?»	на кабеле.»	Алисой (колонка Яндекса ходит в их облако), 3) получать обновления прошивки и конфигураций. Без интернета дом работает автономно, но вы теряете удалённый доступ. Рекомендую подвести — стоит копейки, а удобства даёт много.»
«Соседу поставили за 200 тысяч, у вас 400. Почему так дорого?»	«У нас качество лучше, компоненты другие, гарантия 20 лет.»	«Скорее всего, у соседа набор устройств из разных коробок: розетки Xiaomi, лампы Yeelight, датчики Aqara — у каждого своё приложение, своё облако. Спросите его: сколько приложений на телефоне? Что происходит, когда пропадает интернет? Может ли другой монтажник разобраться через год? У нас — одно приложение, один контроллер, логика на объекте, передача коллеге за 15 минут. Цена за систему, а не за набор гаджетов.»
«А это не будет тормозить? У друга умный дом — жмёшь выключатель, свет через секунду загорается.»	«У нас быстрее всех, 0,8 миллисекунды.»	«Внутри дома отклик — **0,8 миллисекунды**, потому что телефон говорит с контроллером напрямую через ваш Wi-Fi/провод, минуя интернет. Тормозит именно облачная схема: команда летит в облако, там обрабатывается, летит обратно — поэтому у друга секундная задержка. Мы от этой схемы ушли именно по этой причине. Проверьте: нажмите выключатель на стене — свет загорается мгновенно, без любой задержки.»
«А камеры будут писать на карту памяти?»	«Да, записывают, карта в контроллере есть.»	«Запись видео сейчас **выключена** — на диске контроллера не хватает места для надёжной записи. Это открытый долг, мы над этим работаем. Но **просмотр вживую работает**: 5 камер из 5 показывают картинку без интернета, проверено на живом объекте. Распознавание номеров работает на контроллере, журнал проездов хранится дома (кольцевой буфер 3 ГБ, 30 суток), номера в облако не уходят. Если запись критична — ставим отдельный NVR (Network Video Recorder, сетевой видеорегистратор) или NAS.»
«Что будет, если контроллер сгорит? Всё пропадёт?»	«У нас резервирование, ничего не пропадёт.»	«Честно: если сгорит контроллер — перестанут работать сценарии, расписания, камеры, климат по зонам, интеграции, приложение не подключится. **Но**: базовые привязки «выключатель → свет», «датчик протечки → клапан», «движение → свет в коридоре» зашиты в память платы и будут работать без контроллера. Мы готовим запасной контроллер с вашей конфигурацией — замена 15 минут. Рекомендую закупить резервный блок питания (в комплекте зависит от модели) и держать второй контроллер на объекте.»
«А как вы	«Мы всё видим в	«Наш сервер опрашивает контроллер и

будете знать, что у меня что-то сломалось?»	мониторинге, сами позвоним.»	замечает потерю связи за **2–6 секунд** (у типовых облачных — 10 минут). Дежурный инженер видит аварию на дашборде. **Ограничение:** оповещения дежурному по SMS/Telegram/звонку пока не подключены — это в планах. Пока дежурный смотрит в консоль вручную. Если хотите — можно настроить звонок на ваш телефон через сторонний мониторинг (Zabbix, Prometheus + Alertmanager), мы подскажем, какой эндпоинт опрашивать.»
«Можно ли управлять голосом без интернета? Бабушка не умеет в телефоны.»	«Да, у нас свой голосовой ассистент работает офлайн.»	«У отдельного проекта (Bolnica MTS, не HI, другая платформа) есть решение для медицинского объекта: распознавание речи на самом устройстве, без облака и без видеокарты. Замер: **362 миллисекунды** на фразу, 0 ошибок на тестовом наборе, 4 одновременных запроса без деградации, 18 из 18 русских формулировок распознаны. Голос пациента не покидает здание. **Ограничение:** приёмка на объекте не подписана ни в одной палате — это пилот. Для обычного дома голос без интернета пока не поставляется серийно, используем Алису (нужен интернет).»
«А если я сменю роутер или провайдера, всё сломается?»	«Нет, у нас всё по MAC-адресам, ничего не сломается.»	«Приложение находит контроллер не по IP-адресу, а по объявлению в локальной сети с серийным номером. Сменили роутер, провайдера, диапазон адресов — приложение всё равно найдёт свой дом. Единственное: если разделяете сети (VLAN для гостей, отдельная для умного дома) — контроллер и телефоны должны быть в одной L2-сети (один broadcast-домен), иначе mDNS не пройдёт. Настройте это разово при смене роутера — дальше работает само.»

9. Возражения заказчика и ответы (дополнение к таблице)

А если у вас упадёт сервер, мой дом встанет?

Нет. Дом управляется контроллером в вашем щите. Наш сервер нужен, чтобы вы видели дом из отпуска и чтобы мы замечали неисправности. Хотите — проверим прямо сейчас: я отключу интернет, и вы нажмёте выключатель.

А если вы закроетесь?

Оборудование останется вашим и продолжит работать: логика в вашем щите, а не у нас. Выключатели, сценарии, датчики — всё на объекте.

Значит, интернет вообще не нужен?

Нужен для трёх вещей: управлять из другого города, разговаривать с Алисой и получать обновления. Всё остальное — внутри дома.

«Соседу поставили за меньшие деньги». Скорее всего, соседу поставили набор устройств, каждое со своим приложением и своим облаком. Спросите его, что происходит, когда пропадает интернет, и сколько у него приложений на телефоне.

А это не будет тормозить?

Внутри дома отклик — миллисекунды, потому что телефон говорит с контроллером напрямую, минуя интернет. Тормозит как раз облачная схема, и мы от неё ушли по этой причине.

🔴 **Чего не говорите никогда:** «работает всегда» и «стопроцентная надёжность». Электричество кончается, карта памяти изнашивается, оборудование ломается. Правильная фраза — «дом не зависит от интернета, и вот что именно продолжает работает», с таблицей из этой главы в руках.

10. Чек-лист монтажника: что проверить перед уходом с объекта

```
[ ] Привязка дома отсканирована по QR, телефон заказчика вошёл (PIN/отпечаток)
[ ] Локальный доступ работает: зелёный значок «Локальная сеть» в приложении
[ ] Интернет перекрыт в роутере (тест автономии пройден по 7 шагам выше)
[ ] Выключатели на стене включают/выключают нагрузки без задержки
[ ] Камеры (все заявленные) показывают картинку: холодный старт 11–14 с, повторный 2–3 с
[ ] Датчики (протечка, движение, открытие, температуру/влажность) отдают состояния
[ ] Сценарии из приложения отрабатывают, состояния портов меняются в SMARTCONFIG
[ ] Панель/планшет на стене управляет так же, как телефон
[ ] Акт приёмки подписан: записаны результаты теста автономии, оговорка про холодный
старт и непроверенную перезагрузку
[ ] Заказчик получил QR-карточку дома, PIN, инструкцию по смене роутера
[ ] Если критична запись видео — обсуждён отдельный NVR/NAS, запись в контроллере
выключена
```

Распечатайте этот чек-лист, берите на объект. Подпись заказчика под актом — ваша защита от претензий «я не знал, что без интернета не работает Алиса».

Глава 7. Провода и слаботочка — это всё ещё электрика, но правила другие

1. Что такое слаботочка в умном доме

Слаботочка (слаботочные линии) — это все проводки и кабели, по которым передаются **сигналы и данные**, а не электрическая мощность для нагревания или вращения. Напряжение на таких линиях обычно не выше 50 В постоянного тока или 25 В переменного, ток — миллиамперы и единицы ампер. Для электрика слаботочка ассоциируется с интернетом (витая пара Ethernet) и домофоном (2-жильный кабель), но на самом деле это шире:

- **Сигнальные линии** — датчики движения, датчики открытия дверей, датчики протечки, датчики дыма, кнопки «вызывай». Передают логическое состояние (вкл/выкл) или цифровой код.
- **Шины данных** — по ним устройства обмениваются информацией по одному или нескольким кабелям.

🔴 Пять названий, которые сейчас ничего вам не говорят, — расшифруем сразу, а подробный разбор с плюсами и минусами каждого будет в главе 8. **Шина** — это общий провод, к которому подключены сразу несколько устройств, как гирлянда лампочек на одном шнуре: сигнал идёт по одной линии, а каждое устройство слушает только то, что адресовано ему.

Название	Что это простыми словами	Где встретите
RS-485	Не язык, а способ передачи: два провода, скрученных вместе, сигнал считается по разнице напряжений между ними — поэтому помехи почти не мешают. По этим двум проводам могут говорить разные языки	Щиты автоматики, счётчики, приводы
Modbus	Язык, на котором устройства говорят чаще всего поверх RS-485. Старый, простой, понимают почти все	Счётчики, приводы, котлы
KNX	Международный стандарт: и провод, и язык, и правила сертификации сразу. Дорогой и очень надёжный	Дорогие объекты, офисы
1-Wire	Совсем простой способ для дешёвых датчиков: питание и данные по одной паре проводов	Термодатчики
CAN	Способ передачи, пришедший из автомобилей: устойчив к помехам и к обрыву, устройства спорят за линию по приоритету. Мы закладываем его в новую линейку	Промышленность, транспорт, наша новая линейка

	оборудования	

- **Линии управления** — от контроллера к реле, диммерам, клапанам отопления. Передают команды, но не несут мощность нагрузки.
- **Видео- и аудиолинии** — коаксиальный кабель (видеосигнал), оптоволокно, линии звукового оповещения.
- **Питание контроллеров** — 12 В, 24 В или 5 В постоянного тока. Это тоже слаботочка, потому что мощность мала и напряжение безопасно.

Почему это отдельная дисциплина, а не «тот же кабель, только тоньше». Силовая электрика решает задачу «привезти энергию от щитка к розетке». Здесь главное — сечение провода (чтобы не перегрелся), защита автоматом, надёжность контакта. Слаботочка решает задачу «привезти информацию без искажений». Здесь главное — **импеданс** (сопротивление цепи переменному току), **ёмкостная и индуктивная связь** с соседними проводами, **согласование волнового сопротивления** линии и терминаторов. Провода в слаботочке могут быть тоньше, но требования к качеству, экранированию, разводу и заземлению — строже, потому что сигнал хрупкий: наводка в единицы вольт от силового кабеля может выйти за порог срабатывания логического входа и исказить команду; милливольтовые наводки (десятки мВ) заметны в основном в аналоговых и дифференциальных цепях.

2. GND и заземление — разводи явно

Это самое опасное место главы. Электрик, привыкший к силовой части, слышит слово «земля» и думает о **защитном заземлении PE** (Protective Earth). Это провод, идущий от корпуса прибора в розетку заземления (шинка в щитке, далее — шина PE). Его задача: если фаза коснётся корпуса, ток потечёт через PE на шину и сработает автомат. Человек не получит удар. PE — это **путь для тока аварии**, он не должен нести рабочий ток.

Сигнальная земля GND (Ground) — это **общая точка отсчёта напряжения** для работы схемы. Все уровни сигналов (0 и 1, 3.3 В, 5 В) измеряются относительно GND. GND — это не путь для тока аварии (хотя через него может течь небольшой рабочий ток), а **обозначение нуля потенциала** схемы.

Что происходит, когда их путают на объекте

Представьте: электрик подключил сигнальный кабель к контроллеру, и GND этого кабеля привёл в шину PE в щитке. Теперь PE несёт не только аварийные токи, но и рабочие токи сигнальной шины. Что будет:

1. **Разность потенциалов.** PE — это не идеальный «ноль». По длине здания от щитка до точки заземления падает напряжение (IR-падение на сопротивлении заземлителя). Если к GND подсоединены 10 датчиков в разных комнатах, каждый будет «видеть» свой GND на чуть-чуть разном потенциале. Разница потенциалов между GND разных датчиков в единицах милливольт — норма; 100–500 мВ — признак паразитной токовой петли, требуется выравнивание потенциалов (общая земля или гальваноразвязка). Если же этот провод — PE, то по нему пойдут блуждающие токи, которые создают **помехи в сигналах** и могут **ложно срабатывать** датчики.
2. **Контур заземления.** Если PE и GND соединены в двух разных точках здания (например, в щитке и в подрозетнике), получается контур. В этом контуре наводится ток от электромагнитных полей силовых кабелей (это называется **блуждающий ток в заземляющем контуре**). Этот ток создаёт собственное магнитное поле, которое наводит помехи прямо в сигнальные провода.
3. **Повреждение оборудования.** Если на PE появляется высоковольтный навод от удара молнии или короткого замыкания в сетке, этот потенциал пойдёт по GND во все датчики и контроллеры. Сигнальные микросхемы рассчитаны на 3.3–5 В. Напряжение в сотни вольт их уничтожит.

Правило монтажника: GND слаботочного кабеля и PE силовой сети — **разные провода, разные точки подключения**. В щитке они соединяются в одной шине (через разделительную шину, если требуется), но на линии — не смешиваются. Никогда не делайте из GND датчика «вторую землю» для розетки.

3. Помехи — почему силовой кабель мешает сигнальному

Физика простыми словами

Когда по силовому кабелю течёт переменный ток 50 Гц (это сетевое напряжение 220 В), вокруг него создаётся **пульсирующее магнитное поле**. Это то же явление, по которому работает трансформатор: ток в одном проводе создаёт поле, это поле «проникает» в соседний провод и наводит в нём **электродвижущую силу** (ЭДС) — напряжение. Это называется **электромагнитная наводка** (или индуктивная связь).

Добавляется **ёмкостная связь**: силовой провод и сигнальный провод — это две обкладки конденсатора, разделённые изоляцией. Переменное

напряжение 220 В «просачивается» через эту ёмкость в сигнальный провод.

Итого: рядом с силовым кабелем сигнальный «видит» наведённое напряжение 50 Гц. Если это цифровой сигнал (0 и 5 В), наведённые 50 мВ — это уже 1% от уровня логической единицы. Контроллер может прочитать это как ложный импульс.

Практика

- **Расстояние.** Минимум 30 см между силовым и сигнальным кабелем в одном лотке или трубе. Идеал — 50 см. Если кабели идут в отдельных лотках на одной стене — рекомендуемое расстояние между лотками тоже от 30 см как правило хорошего тона; нормативного жёсткого минимума нет, вопрос решается по уровням помех и классам цепей.
- **Если нельзя развести** — используйте **экранированный кабель** для сигнальной линии и **заземляйте экран только с одной стороны** (подробнее в разделе 4). Это гасит наводку.
- **Пересечение под прямым углом.** Если силовой и сигнальные кабели пересекаются, они должны быть **перпендикулярны** (под углом 90°). Почему: наводка максимальна, когда проводы параллельны и близко — поле «скользит» вдоль них. При перпендикулярном пересечении длина участка взаимного влияния минимальна — это точка, а не отрезок. Параллельный участок с силовым кабелем (метры) создаёт наводку на порядки сильнее, чем короткое перпендикулярное пересечение; кабели следует пересекать под углом 90°, минимизируя параллельный ход.
- **Нельзя** класть сигнальный кабель в один лоток с силовым и **запечатывать** их вместе. Даже если расстояние 30 см — в жёстком лотке это расстояние не соблюдается, а экранирование не спасает от контумации (ёмкостной связи через изоляцию).

4. Экран кабеля — что это и как его заземлять

Что такое экран

Экран — это **проводящая оболочка** вокруг жил кабеля. Обычно это алюминиевая фольга или оплётка из медных или алюминиевых волокон. Экран выполняет роль **электромагнитного щита**: он отводит наведённые наводки на себя и на землю, не давая им проникнуть в жилы с сигналом.

Почему заземляется ТОЛЬКО с одной стороны

Это ключевое правило, которое нарушают чаще всего. Экран заземляется **только на одном конце** кабеля — обычно на стороне контроллера или коммутатора.

Почему нельзя заземлить с двух сторон: если вы соединили экран с PE в щитке (точка А) и в подрозетнике у датчика (точка Б), вы создали **контур из экрана**. В этом контуре:

1. Магнитное поле от силовых кабелей наводит **ток в контуре экрана** (закон электромагнитной индукции Фарадея — замкнутый проводник в переменном магнитном поле получает ЭДС).

2. Этот ток течёт по экрану от точки А к точке Б и обратно.

3. Ток в экране создаёт **собственное магнитное поле**, которое наводит помехи прямо в жилы кабеля — усиливает проблему вместо того, чтобы её гасить.

4. Плюс: если потенциалы PE в точке А и точке Б различаются (IR-падение, описанное в разделе 2), по экрану течёт **уравнительный ток** — это ещё один источник помех.

Одно заземление решает обе проблемы: экран работает как щит, ток в нём не может циркулировать (контур разомкнут), и разность потенциалов PE не создаёт блуждающих токов.

Как выбрать сторону заземления

Заземляйте экран **на стороне контроллера** (или коммутатора, или центрального узла). Почему: контроллер — это «мозг», и его GND — самый стабильный потенциал в системе. Если экран заземлён на стороне датчика (на периферии), наведённые помехи от силовых кабелей будут «стекать» по экрану к контроллеру, но по пути они могут навести напряжение на жилы (через ёмкостную связь внутри кабеля). При заземлении на стороне контроллера помехи отводятся до того, как достигнут чувствительных входов.

5. Витая пара — почему провода свиты

Физика подавления помех

Витая пара — это два изолированных медных проводника, **скрученных между собой** с определённым шагом (количество витков на метр). Зачем это нужно: когда рядом проходит силовой кабель и наводит помеху, она одинаково влияет на оба провода витой пары — наводит одинаковое напряжие. Приёмник (контроллер) снимает сигнал **разностью** между двумя проводами (это называется **дифференциальный приём**). Одинаковые помехи на обоих проводах вычитаются и исчезают. Скрутка гарантирует, что оба провода «видят» одинаковое магнитное поле на каждом витке — иначе разница в наводку между проводами создала бы остаточную помеху.

Категории кабеля

Категория	Назначение	Частота	Пример применения в умном доме
Cat 5e	Ethernet до 1 Гбит/с	до 100 МГц	Проводка для IP-камер, контроллеров с Ethernet
Cat 6	Ethernet до 10 Гбит/с (до 55 м)	до 250 МГц	Магистраль внутри здания
Cat 6a	Ethernet 10 Гбит/с на 100 м	до 500 МГц	Серьёзные инсталляции
Cat 5e U/UTP	Неэкранированная витая пара	—	Внутри здания, без силовых рядом
Cat 6 STP	Экранированная витая пара	—	Рядом с силовыми кабелями, на улице

Неэкранированный кабель (UTP — Unshielded Twisted Pair) — без фольги и оплётки. Подходит внутри здания, где силовые и сигнальные линии разведены.

Экранированный кабель (STP — Shielded Twisted Pair, FTP — Foil Twisted Pair) — с фольгой или оплёткой вокруг каждой пары или всего кабеля. Нужен, когда сигнальный кабель не может быть отодвинут от силового.

Защита от ультрафиолета

Кабель, проложенный **снаружи здания** (на фасаде, в кабель-канале на улице, в подвесе), должен иметь **PE-изоляцию** (полиэтиленовую или полиуретановую оболочку), устойчивую к ультрафиолету. Обычный PVC (поливинилхлорид) под солнцем деградирует за 2–3 года — становится хрупким, трескается, жилы огеляются. Маркировка: **UV-resistant** или 户外 (на китайских кабелях). Для наружной прокладки также используйте кабель в **ПВХ или полиэтиленовой муфте**, а не просто в брошюрованном виде.

6. Топология линий — шина, звезда, кольцо

Шина (Bus)

Все устройства подключены к **одному кабелю** — магистрали. Сигнал идёт по всей шине, и каждое устройство «слушает» его. Пример: линия KNX, шина 1-Wire, линия Modbus RS-485.

Звезда (Star)

Каждое устройство подключено **отдельным кабелем** к центральному узлу (контроллеру). Пример: Ethernet в обычной локальной сети.

Кольцо (Ring)

Кабель образует замкнутый контур: от контроллера к первому устройству, ко второму, и так далее, а затем возвращается обратно к контроллеру. Используется для надёжности: если обрыв в одном месте, данные идут в обратном направлении.

Почему для шины RS-485 нельзя звезду, хотя очень хочется

RS-485 — это дифференциальная шина. Сигнал идёт по одному кабелю и «видят» все устройства на нём одновременно. Если вы отстанете от контроллера три ответвления по 10 метров к трём датчикам — это звезда. Что произойдёт:

1. Сигнал от контроллера приходит на точку разветвления. Часть его уходит в одну ветку, часть — в другую.
2. На **точке разветвления** возникает **отражение сигнала** — волна «отскакивает» от незагруженного конца ответвления и возвращается обратно.
3. Отражённая волна накладывается на исходный сигнал, и приёмник видит **искажённую форму**. Биты «1» и «0» размываются — контроллер не может прочитать адрес устройства.
4. Чем длиннее ответвление и чем выше скорость — тем хуже. Ответвления делайте как можно короче. На низких скоростях (9600 бод) короткие шлейфы (десятки сантиметров) обычно работают стабильно; проблемы появляются на высоких скоростях или при длинных ответвлениях.

Правило RS-485: кабель — одна линия без ответвлений. Все устройства «вешаются» на магистраль точками подключения (через «капельницу» или разветвитель). Если ответвление необходимо — используйте репитер (повторитель) или переходник на отдельную линию.

Терминатор (согласующий резистор)

Терминатор — это резистор номиналом **120 Ом** (для RS-485), подключённый между сигнальными линиями A и B на **концах** кабеля (в начале и в конце шины).

Что происходит без терминатора — отражение сигнала

Представьте, что вы бросаете мяч в длинный коридор с гладкими стенами. Мяч отскакивает от стены и возвращается к вам. Теперь представьте, что вы бросаете мяч **снова**, а он уже вернулся — два мяча летят одновременно, сталкиваются. Так же ведёт себя электрический сигнал в незагруженной линии.

Когда контроллер посылает бит по RS-485, электрическая волна распространяется по кабелю со скоростью, близкой к скорости света. Если кабель **не закончен** резистором, волна достигает конца кабеля и **отражается** обратно (потому что импеданс линии не согласован с бесконечностью — на конце «воздух», а это бесконечное сопротивление). Отражённая волна возвращается к контроллеру и складывается с новым сигналом. Результат: **искажение битов**, потеря данных, ложные срабатывания, «висение» шины.

Терминатор **поглощает** волну на конце кабеля, превращая её в тепло. Импеданс резистора (120 Ом) подобран так, чтобы **совпадать** с импедансом кабеля — и отражения не возникает.

Правило монтажника: терминатор ставится на **оба** конца шины (начало и конец). Если шина короткая (до 10 метров) и устройства 2–3 — терминатор можно поставить только на дальнем конце, но для надёжности — на обоих.

7. Сухой контакт

Что это

Сухой контакт (dry contact, потенциально свободный контакт) — это **механический размыкатель/замыкатель**, который сам по себе не имеет напряжения. Это просто два провода, которые при срабатывании датчика (нажатие кнопки, открытие двери, протечка воды) **замыкаются** (или размыкаются) между собой. В замкнутом состоянии между ними может быть **нулевое сопротивление** (идеально — 0 Ом, на практике — единицы Ом). Сами по себя эти два провода ничего не «знают» — они просто металлический контакт. Контроллер подключает к ним внутреннюю подтяжку (pull-up резистор) и питание 3.3–5 В, и по наличию или отсутствии замыкания определяет состояние.

Чем отличается от подачи напряжения

Если датчик «подачей напряжения» (sourcing) — он сам выдаёт 5 В или 24 В на выходной провод при срабатывании. Это опасно: если датчик неисправен и выдаёт 220 В вместо 5 В — он убьёт вход контроллера. Сухой контакт **физически не может** выдать больше напряжения, чем подаёт контроллер через подтяжку. Это **гальваническая развязка** — датчик и контроллер электрически не соединены напрямую. Даже если датчик замкнут на корпус (при пробое изоляции), ток пойдёт в PE контроллера, а не в его вход.

Почему выключатель в умном доме безопаснее обычного

Обычный выключатель в силовой цепи размыкает фазу 220 В — при замыкании в нагрузке может быть дуга, удар током. Сухой контакт в умном доме работает на 12–24 В постоянного тока, ток — миллиамперы. Даже если случайно замкнуть два сухих контакта вместе — ничего не произойдёт, кроме как контроллер прочитает «кнопка нажата». Нет дуги, нет удара током, нет ожога.

Как подключать

1. Два провода от датчика идут на вход контроллера, обозначенный как **«Dry Contact»**, **«COM»** и **«NO»** (Normally Open — нормально разомкнут) или **«NC»** (Normally Closed — нормально замкнут).
2. **NO** — контакты замыкаются при срабатывании датчика (дверь открылась, кнопка нажата).
3. **NC** — контакты размыкаются при срабатывании (используется для аварейных цепей: если датчик протечки «сработал», цепь размыкается и отключает клапан).
4. **COM** — общий провод, к нему подключается один провод от датчика. Второй провод — на NO или NC.

Типичные ошибки

- **Подача напряжения на сухой контакт.** Никогда не подключайте 220 В или даже 12 В к сухому контакту напрямую — вы уничтожите вход контроллера. Сухой контакт — это **только** замыкание двух проводов, никакого источника питания.
- **Путаница NO и NC.** Датчик протечки обычно NC (нормально замкнут — цепь замкнута, вода нет; вода появилась — цепь размыкается, клапан закрывается). Если подключить его как NO — клапан закроется при отсутствии воды. Проверьте тип датчика перед подключением.
- **Длина провода более 50 метров.** Сухой контакт — это по сути выключатель с контактным сопротивлением. На длинных проводах сопротивление провода создаёт падение напряжения, и контроллер может не «увидеть» замыкание. Для длинных линий используйте датчик с **импульсным выходом** или переходите на шину данных (RS-485, 1-Wire).
- **Отсутствие подтаки.** Если контроллер не имеет внутренней подтаки — вход будет «висеть» (плавающий потенциал), и будет ложным срабатывать от электромагнитных помех. Всегда проверяйте: нужен ли внешний резистор подтаки (обычно 4.7–10 кОм между линией и питанием).

8. Чек-лист прокладки сигнальных линий на объекте

- ☐ **Тип кабеля выбран** под задачу: UTP для внутренней проводки, STP/FTP — рядом с силовыми, наружный — с UV-защитой и ПВХ муфтой.
- ☐ **Сечение провода** соответствует длине линии: для RS-485 на расстояниях более 100 м — увеличивайте сечение жилы (не менее 0.5 мм²) или ставьте репитер.
- ☐ **Расстояние от силовых кабелей** — не менее 30 см в одном лотке, 50 см — оптимально.
- ☐ **Пересечения с силовыми кабелями** — строго под прямым углом (90°).
- ☐ **Экран кабеля** заземлён **с одной стороны** — на стороне контроллера. Точка заземления — на шине GND контроллера, **не на шине PE**.
- ☐ **Нет замкнутого контура экрана** — экран на одном конце только, на другом конце — изолирован (через грозозащиту или просто не подключён).
- ☐ **Терминаторы 120 Ом** установлены на **оба** конца RS-485 шины.
- ☐ **Топология — шина**, без ответвлений. Все устройства подключены «точкой врезки» (дрип-коунинг).
- ☐ **Сухие контакты** подключены к правильным входам (NO/NC/COM). Проверен тип датчика (нормально замкнутый или нормально разомкнутый).
- ☐ **Длина линии сухого контакта** — не более 50 м. Если больше — переход на шину данных.
- ☐ **Подтака** (pull-up резистор) проверена — либо встроена в контроллер, либо установлена внешне (4.7–10 кОм).
- ☐ **Маркировка проводов** — на обоих концах. Цветовая маркировка: для силовых — по ПУЭ, для слаботочных — по проекту, но обязательно отличается от силовой цветовой схемы.
- ☐ **Разделение лотков** — силовой и сигнальный кабели в разных лотках или в одном лотке с перегородкой (сплит-лоток).
- ☐ **Герметичность** — все соединения и подрозетники закрыты; на улице — IP65 или выше.
- ☐ **Протокол измерений** — после прокладки измерено сопротивление изоляции (не менее 0.5 МОм по ПТЭЭП/ПУЭ между жилами и между жилой и землёй; для цепей вторичной коммутации норма — 1 МОм, внутренний стандарт HI может требовать 1 МОм как ужесточение), проверена целостность цепи, проверено отсутствие короткого замыкания.
- ☐ **Документация** — схема прокладки подписана, длина каждого кабеля записана, метки на обоих концах зафиксированы в журнале объекта.

Глава 8. Мир умного дома вокруг нас: протоколы, платформы, датчики

Что такое протокол вообще

Протокол — это язык, на котором устройства разговаривают друг с другом. Электрик знает: если к одному щитку подать фазу, а к другому — ноль, обмотка трансформатора создаст напряжение. Так и здесь: если два устройства договорились «говорить» на одном языке по одним правилам, они смогут обмениваться командами и данными. Язык один — значит, устройства разных производителей могут работать вместе.

Беспроводные протоколы

Zigbee

Как работает. Zigbee — это протокол для устройств с малым потреблением энергии. Устройства образуют сеть типа «меш» (mesh): каждый узел может передавать сигнал дальше, перепрыгивая через соседей. Аналогия из электрики: это как цепочка из нескольких реле-посредников — если прямой провод не дотягивается, сигнал перескакивает через каждое реле в цепи.

Дальность. Точка-точка — около 10–100 м в помещении. В меш-сети дальность нарастает с каждым новым «прыжком».

Шлюз. Нужен. Устройства Zigbee не подключаются к роутеру напрямую — нужен координатор (шлюз), который собирает данные и передаёт их в локальную сеть или в облако.

Батарейные устройства. Батарейки CR2032 или AAA живут от 1 до 3 лет, потому что Zigbee умеет долго спать и просыпается на долю секунды.

Плюсы. Низкое энергопотребление, огромная экосистема устройств, меш-сеть компенсирует «мёртвые зоны».

Минусы. Требует шлюза, пропускная способность невелика (не подойдёт для видеопотоков), иногда устройства разных поколений не дружат друг с другом.

Где применяют. Датчики, умные розетки, выключатели, лампы, датчики протечки, датчики открытия дверей и окон.

Меш-сеть и почему розетка в стене улучшает связь

В меш-сети каждый «умный» узел — это ещё и ретранслятор. Обычная батарейная лампочка спит 99 % времени и ретранслировать не может. А розетка в стене питается от сети 220 В, она **всегда включена и всегда бодрствует**. Она ловит сигнал от датчика на другом конце квартиры и передаёт его дальше — к шлюзу или к следующей розетке. Вставили умную розетку в коридор — и внезапно датчик на кухне «увидел» шлюз, которого раньше не достал. Это как поставить дополнительный промежуточный щиток в толстой стене: теперь фаза «доходит» и до дальних комнат.

Z-Wave

Как работает. Похож на Zigbee — тоже радиопротокол для умного дома, тоже меш-сеть, но работает на другой частоте (868 МГц в Европе, 908 МГц в США). Аналогия: Zigbee и Z-Wave — два разных языка, оба подходят для умного дома, но на одном языке Zigbee устройства с Z-Wave разговаривать не будут без переводчика.

Дальность. 30–100 м в помещении, в меш-сети — дальше.

Шлюз. Нужен.

Батарейные устройства. Живут 2–5 лет.

Плюсы. Очень стабильный, мало помех (частота 868 МГц менее загружена, чем 2,4 ГГц), строгая сертификация устройств — все работают предсказуемо.

Минусы. Меньше устройств на рынке, чем у Zigbee; в России менее распространён; шлюз нужен отдельный.

Где применяют. Сигнализации, датчики, умные замки, управляющие модули.

Thread

Как работает. Thread — это сетевой протокол уровня IP, как Wi-Fi, но для маломощных устройств. Главное отличие от Zigbee: Thread **не нуждается в шлюзе для связи между устройствами** — они сами строят сеть. Шлюз нужен только чтобы связать Thread-сеть с остальным домом (через так называемый Border Router).

Дальность. 10–30 м на одном узле, меш-сеть расширяет.

Батарейные устройства. Живут годами — Thread оптимизирован для минимального расхода энергии.

Плюсы. IP-протокол — значит, устройства напрямую понимаются компьютерами и роутерами; нет единого «узкого места» в виде шлюза для внутренней связи; быстрый пересбор сети при отказе узла.

Минусы. Пока мало устройств; Border Router нужен (но его может быть обычный умный хаб); экосистема ещё созревает.

Matter

Подробнее — отдельным разделом ниже. Кратко: Matter — это **не протокол связи**, а **уровень совместимости**. Он использует поверх себя Thread (или Wi-Fi) и определяет, как устройства разных производителей описывают свои возможности.

Wi-Fi

Как работает. Привычный всем протокол локальной сети. Устройство подключается к роутеру напрямую, без шлюзов и без промежуточных узлов.

Дальность. 20–50 м в помещении, зависит от стен и помех.

Шлюз. Не нужен — роутер и есть точка входа.

Батарейные устройства. Батарейка живёт **очень мало** — от недель до месяцев, потому что Wi-Fi энергопотребляет много. Поэтому Wi-Fi используют для устройств со стационарным питанием.

Плюсы. Всё уже есть в каждом доме (роутер), высокая скорость, прямое подключение к интернету.

Минусы. Высокое энергопотребление, нагружает роутер, при большом числе устройств начинает «тормозить», не подходит для датчиков на батарейке.

Где применяют. Камеры, видеодомофоны, умные колонки, телевизоры, розетки со стационарным питанием, насосные станции.

Bluetooth LE (Low Energy)

Как работает. Урезанная версия Bluetooth, заточенная под малое энергопотребление. Устройство периодически просыпается, отправляет маленький пакет данных и снова засыпает.

Дальность. 10–30 м.

Шлюз. Нужен, если устройство должно работать за пределами телефона владельца.

Батарейные устройства. Живут 1–3 года на одной батарейке.

Плюсы. Дёшево, встроено почти в каждый смартфон и ноутбук.

Минусы. Короткая дальность, низкая скорость, не подходит для сети с десятками устройств — каждое подключается к одному центральному узлу (как один провод идёт от одного автомата ко всем точкам освещения, а не отдельный провод к каждой лампе).

Где применяют. Браслеты, датчики температуры, умные замки (привязка к телефону), фитнес-трекеры.

Matter — подробнее

Что это такое

Matter — это **общий язык описания устройств**, придуманный консорциумом Apple, Google, Amazon и Samsung. Представьте, что все производители договорились писать этикетки на своих устройствах по единому стандарту: «я — розетка, я умею включать и выключать, мне нужно 220 В, я работаю по Zigbee». До Matter каждый писал этикетку по-своему — и шлюз не мог понять, что это за устройство. Matter дал единый формат этикетки (официально — Data Model).

Чем отличается от Zigbee

Zigbee — это **канал связи** (по какому «проводу» идут данные). Matter — это **смысл данных** (что именно устройство сообщает). Matter работает поверх IP-сетей: Thread, Wi-Fi и Ethernet; устройства Zigbee подключаются только через шлюз-мост. Это не замена Zigbee, а «надстройка», которая делает устройства разных производителей совместимыми друг с другом.

Что реально даёт монтажнику

1. **Одна коробка — и работает всё.** Заказчик купил хаб с поддержкой Matter — и датчики Xiaomi, лампы Philips Hue и розетки IKEA заработали вместе без отдельной настройки каждой пары.
2. **Меньше «мертвых» устройств.** Раньше если шлюз производителя X перестал выпускаться, датчики превращались в кирпич. С Matter устройства описаны стандартно — их может взять любой шлюз.
3. **Проще объяснить заказчику.** «Покупайте что с логотипом Matter — и всё заработает» — это одна фраза вместо трёхчасовой консультации.

Что Matter НЕ решает

1. **Не заменяет проводку.** Matter ориентирован на IP-сети (Thread/Wi-Fi/Ethernet) и не заменяет детерминированную шину KNX:

для задач с жёсткими требованиями к задержкам и независимости от IP-стека проводной KNX остаётся предпочтительным.

2. **Не гарантирует качество.** Устройство с маркировкой Matter может быть дешёвым китайским датчиком с кривой реализацией — маркировка говорит о формате, а не о надёжности.
3. **Пока не всё покрыто.** Сценарии «включить свет, когда датчик движения сработал, но только если температура выше 25 °C» — Matter описывает отдельные устройства, а сложные связки делает через тот же шлюз и его сценарии.
4. **Работает медленнее, чем родной Zigbee.** Лишний уровень инкапсуляции добавляет задержку — для включения лампы это незаметно, для управления шторами с точностью в миллиметр — может быть критично.

Проводные протоколы

KNX

Что это. Проводной стандарт автоматизации зданий. Один из старейших и самых уважаемых.

Где применяют. Коммерческие здания, офисы, гостиницы, коттеджи премиум-класса.

Чем хорош. Сверхнадёжный, использует выделенную шинную линию (KNX TP) или отдельные пары (существует и вариант KNX PL поверх сети 230 В, но стандартная инсталляция предполагает отдельную шину), поддерживает линейную, звездообразную и древовидную топологию, стандарт EN 50090 — всё сертифицировано.

Чем плох. Дорогое оборудование, требует специализированных инструментов (программатор, кабельную систему), сложное проектирование — один линейный кабель может нести десятки каналов, и ошибка в адресации — головная боль при пуске.

Порядок цен. Шлюз KNX: от 30 000 до 150 000 ₽. KNX-релейный модуль (импорт): примерно 5 000–16 200 ₽ за модуль по данным HI (arlight.ru, 2026-08); цена за отдельную точку ввода-вывода в базе HI не фиксировалась. Кабель специальный (KNX TP) — дороже обычного ВВГнг. Итого: монтаж коттеджа на 200 м² обойдётся в 300 000–800 000 ₽ только на контроллеры и модули.

DALI (Digital Addressable Lighting Interface)

Что это. Цифровой протокол управления освещением. Каждая лампа или группа ламп имеет свой адрес — можно диммировать каждую отдельно.

Где применяют. Офисы, магазины, театры, жилые помещения с сложным освещением.

Чем хорош. Простая двухпроводная линия (не важно полярность), каждый прибор адресуется индивидуально, стандартизированный интерфейс диммирования — никаких «дёрганий» напряжением.

Чем плох. Только для освещения (не для розеток, штор, отопления), медленный (команды идут последовательно, а не одновременно), требует специального драйвера для каждой лампы.

Порядок цен. Контроллер DALI: от 15 000 до 60 000 ₽. Модули управления: от 3 000 до 10 000 ₽ за канал. Дешевле KNX, но дороже обычного выключателя.

Modbus

Что это. Простейший промышленный протокол «вопрос — ответ». Один ведущий (мастер) опрашивает множество ведомых (слейвов) по адресам. Аналогия из электрики: это как если бы электрик последовательно обходил каждый щиток в здании и спрашивал у каждого автомата «какой у тебя ток?» — и каждый отвечал по своему адресу.

Где применяют. Промышленная автоматизация, вентиляция, системы «тёплый пол», счётчики энергии, насосные станции, солнечные инверторы.

Чем хорош. Простой, распространённый, дешёвый, работает по RS-485 (дальность до 1200 м) или по TCP/IP (по всей сети).

Чем плох. Modbus-транспорт обычно поддерживается контроллерами и платформами «из коробки», но карта регистров и параметры каждого конкретного устройства настраиваются вручную по документации производителя (единого стандарта описания устройств нет — у каждого производителя свой формат регистров), медленный для управления в реальном времени.

Порядок цен. Модули Modbus: от 2 000 до 15 000 ₽. Шлюз Modbus-TCP: от 5 000 до 30 000 ₽. Кабель — стандартный витая пара, стоит копейки.

1-Wire

Что это. Протокол, в котором весь обмен идёт по одному проводу плюс общий провод «земля». Аналогия: как если бы к одному автомату в щитке

был подведён один двухжильный кабель, по которому одновременно идёт и питание датчика, и его показания.

Где применяют. Датчики температуры (DS18B20 — самый известный), датчики влажности, датчики протечки, учёт температуры в теплом полу.

Чем хорош. Простейшая проводка (один провод на датчик), не нужен отдельный блок питания для каждого датчика, адресация по уникальному серийному номеру — можно повесить десятки датчиков на одну линию.

Чем плох. Очень медленный (данные считываются последовательно), дальность ограничена (до 100–150 м на одну линию), только для датчиков — не для управления нагрузками.

Порядок цен. Датчик DS18B20: от 100 до 500 ₽. Контроллер 1-Wire (например, DS9490): от 1 500 до 5 000 ₽. Кабель — обычная витая пара.

RS-485

Что это. Промышленный стандарт передачи данных по витой паре. Отличается от Modbus тем, что RS-485 — это **физический уровень** (как кабель и напряжения), а Modbus — это **протокол прикладной** (как данные упакованы). RS-485 — это «дорога», Modbus — «грузы, которые по ней едут».

Где применяют. Тот же Modbus по проводам, а также любые промышленные контроллеры, АСУТП, системы диспетчеризации.

Чем хорош. Дальность до 1200 м, помехозащищённость (дифференциальный сигнал), десятки устройств на одну линию.

Чем плох. Требует терминирующих резисторов на концах линии, скорость выбирается под задачу — RS-485 физически поддерживает до 10 Мбит/с на коротких линиях, но для надёжности автоматика обычно ограничивается 9 600–115 200 бит/с (это выбор приложения, а не предел стандарта), нет стандартного разъёма для «умного дома» — каждый производитель свой.

Порядок цен. Конвертер RS-485→USB: примерно 250–1 000 ₽ (базовый CH340 — 250–400 ₽, изолированный — 600–1 000 ₽; рекомендованный WB-USB485 — около 1 000 ₽). Модули с RS-485: от 3 000 ₽. Кабель — та же витая пара, что и для сетевого кабеля.

CAN (Controller Area Network, сеть контроллеров)

Откуда взялся. Из автомобиля. В машине десятки блоков — двигатель, тормоза, подушки, — и все они висят на одной паре проводов, работают рядом с искрящим генератором, вибрируют и мёрзнут. CAN придумали именно для таких условий, и он там живёт с восьмидесятых годов.

Как устроен. Два провода, скрученных вместе, как в RS-485, и такой же принцип: сигнал считается по разнице напряжений между ними, поэтому наводка, которая бьёт по обоим проводам одинаково, взаимно уничтожается.

Чем отличается от RS-485 и почему это важно.

- **Спор за линию решается сам.** Если два устройства заговорили одновременно, побеждает то, у чьего сообщения выше приоритет, и проигравший повторит попытку сам. В RS-485 такого нет: там кто-то один должен быть главным и опрашивать остальных по очереди.
- **Ошибки замечаются на лету.** Каждое сообщение проверяется, а устройство, которое портит линию, само отключается от неё, чтобы не мешать остальным.
- **Событие приходит сразу.** Не «главный спросил — датчик ответил», а «датчик сработал — все услышали». Для тревог и аварий это разница между секундой и минутой.

Чем платим. Длина линии на высокой скорости меньше, чем у RS-485; разъёмы и приёмопередатчики дороже; на обоих концах линии обязательны согласующие резисторы, и без них связь работает «через раз» — та же дисциплина, что и на любой шине.

Где это у нас. CAN закладывается в новую линейку нашего оборудования — там, где важны быстрые события и живучесть линии: аварии, тревоги, обмен между модулями в щите. На объектах, которые вы монтируете сегодня, вы его пока не встретите, но знать, что это и чем оно лучше, стоит уже сейчас: заказчик спрашивает про будущее.

Сухие контакты (без потенциальные контакты)

Что это. Самый древний и самый надёжный способ передачи сигнала: просто замыкание или размыкание двух проводов. Нет напряжения в линии сигнала — «голый» контакт. Аналогия: это как классический контакт аварийной кнопки — замкнул, и всё сработало.

Где применяют. Сигнализации, аварийные кнопки, реле сигнализации, подключение датчиков к контроллерам, которые не умеют ничего другого.

Чем хорош. Абсолютная надёжность, не подвержен электромагнитным помехам, работает в любом помещении включая взрывоопасное, не требует питания линии сигнала.

Чем плох. Передаёт только «вкл/выкл» — никакой аналоговой информации (температуры, яркости), каждый контакт — отдельный провод (для 10 датчиков — 10 пар проводов), нет адресации.

Порядок цен. Практически бесплатны — это просто провод и реле. Самый дешёвый способ интеграции.

Платформы и среды исполнения

Что такое «среда исполнения» и «сценарий» простыми словами

Среда исполнения — это программа, которая живёт в доме и постоянно слушает все устройства. Представьте диспетчера на производстве: он стоит у доски, видит показания всех датчиков и может нажать кнопку, чтобы включить тот или иной механизм. Эта программа может работать на сервере в облаке или на мини-компьютере прямо в квартире.

Сценарий — это правило, которое диспетчер выполняет по триггеру. «Если датчик движения сработал в коридоре И время после 18:00, то включить свет в коридоре на 5 минут» — это и есть сценарий. Слово «сценарий» в автоматизации — это просто запись правила на языке, который понимает среда исполнения.

Home Assistant (HA)

Что это. Открытая локальная платформа умного дома. Устанавливается на мини-компьютер (Raspberry Pi, обычный компьютер, или специальный хаб). Не требует постоянного интернета — всё работает внутри квартиры.

Кому подходит. Электрикам, которые хотят собрать систему самостоятельно; заказчикам, которым важна приватность и независимость от облака; тем, у кого нестандартные комбинации устройств.

Чем хорош. Поддерживает почти все протоколы (Zigbee, Z-Wave, Wi-Fi, Bluetooth, KNX, Modbus, 1-Wire, RS-485, сухие контакты) из коробки или через аддоны. Огромное сообщество — тысячи интеграций. Полная локальность: данные не уходят никуда. Сценарии пишутся на YAML или через визуальный редактор.

Чем сложен. Кривая обучения крутая: интерфейс не «очевидный», настройка требует понимания сетей и YAML-файлов. Для заказчика, привыкшего к «включил и забыл», HA может оказаться сложен. Обновления иногда ломают интеграции — нужно следить за изменениями.

Node-RED

Что это. Визуальный редактор потоков (flow-based programming). Узлы на экране соединяются линиями — и из них получается логика. Аналогия из электрики: это как схема на бумаге, где каждый блок — это реле, таймер или датчик, а линии — провода между ними. Только блоки цифровые, и провода — это потоки данных.

Чем отличается от HA. HA — это «операционная система» умного дома: он управляет устройствами, хранит состояние, выполняет сценарии. Node-RED — это **инструмент для создания сложной логики**. Часто Node-RED работает **внутри** Home Assistant как аддон, и вместе они дают мощную связку.

Визуальное программирование потоков. Вместо того чтобы писать строчки кода, вы перетаскиваете блоки на экран: «вход от датчика движения → фильтр (только вечер) → команда на включение света → таймер на 5 минут → команда на выключение». Каждый блок — это нода, линия между блоками — это провод данных. Для электрика это ближе, чем текстовый код, потому что выглядит как схема.

Готовые коробочные системы

Это системы, которые продаются как единый продукт: купил хаб — подключил — работает.

Яндекс (Алиса). Российская экосистема. Хаб Яндекс.Станция или Яндекс Хаб. Плюсы: дешёвые устройства, голосовое управление, понимает русский язык, легко объяснить заказчику. Минусы: работает в облаке (без интернета — голосом не управлять, автоматизации могут не работать), ограниченная совместимость с не-яндекс-устройствами.

Sber (СберБанк). Экосистема Сбера. Хаб СберБокс. Похожа на Яндекс, но с упором на банковскую интеграцию и экосистему Сбера. Плюсы и минусы — аналогичны Яндексу.

Apple HomeKit. Экосистема Apple. Работает через Apple TV или HomePod как хаб. Плюсы: высокая безопасность, отличный интерфейс на iPhone/iPad, работает локально (HomeKit Secure Video). Минусы: устройства должны пройти сертификацию MFi — их выбор меньше, стоят дороже, заказчик без iPhone остался ни с чем.

Google Home. Экосистема Google. Хаб Google Nest Hub. Плюсы: хороший голосовой ассистент, интеграция с сервисами Google. Минусы: облачная зависимость, приватность данных (Google собирает информацию о привычках), в России функциональность ограничена.

Место коробочных систем. Они хороши для простых квартир: «включить свет голосом», «уведомить на телефон о протечке». Для сложных систем с десятками датчиков, реле, шторами и отоплением — они быстро не справляются, и тогда приходится переходить на Home Assistant или KNX.

Облачные против локальных

Облачные (Яндекс, Google, Apple Home без локального хаба): все команды идут через серверы производителя в интернете.

Локальные (Home Assistant, KNX, Modbus напрямую): всё работает внутри квартиры, интернет не нужен.

Практическая разница для заказчика:

1. **При пропаже интернета.** Облачная система: свет через голос не включить, уведомления не придут, удалённое управление из офиса не работает. Локальная система: всё продолжает работать как ни в чём не бывало — датчики, сценарии, реле — всё на месте.
2. **Приватность.** Облачная система: производитель знает, когда вы дома, когда спите, какие устройства включаете. Локальная система: данные никуда не уходят.
3. **Задержка.** Облачная: команда улетает в облако и возвращается — задержка 200–500 мс. Локальная: команда идёт по локальной сети за 5–20 мс. Для включения света разница незаметна, для аварийной сигнализации — критична.
4. **Стоимость.** Облачная: дешевле в покупке, но ежемесячная подписка или привязка к экосистеме. Локальная: дороже в начале (нужен хаб или мини-ПК), но бесплатно в эксплуатации и без подписок.

Датчики

Датчик движения (PIR — пассивный инфракрасный)

Как работает. Смотрит на изменение инфракрасного излучения (тепла). Человек проходит — его тело теплее окружающей среды, датчик это видит и срабатывает. Аналогия: это как если бы электрик смотрел на термографическую камеру и ждал, когда появится тёплая точка.

Куда ставить. В коридоре, на лестничной площадке, в ванной, на входе в комнату. Высота 2–2,5 м, направлять на зону прохождения.

Типичные ошибки. Ставить рядом с батареей отопления или в окно с прямым солнцем — датчик срабатывает на нагрев воздуха и лучи солнца как на движение. Ставить слишком низко — пятно обзора перекрывается мебелью.

Батарейный или проводной. Бывает и то, и другое. Батарейный (CR2032) живёт 1–2 года. Проводной подключается к 220 В или к шине KNX/DALI.

Датчик движения (микроволновый / радар)

Как работает. Излучает микроволны и ловит отражённый сигнал. Движущийся объект меняет частоту отражённой волны (эффект Доплера) — датчик это регистрирует. Аналогия: это как если бы электрик бросал камешек в воду и по круговым волнам определял, что что-то движется.

Чем отличается от PIR. PIR видит только тепло движущегося тела. Микроволновый видит **любое** движение — даже руку, даже кошку, даже лист, качающийся на ветру. Поэтому микроволновый более чувствителен, но и более склонен к ложным срабатываниям.

Куда ставить. Там, где нужен контроль через стекло (PIR не видит через стекло, микроволны — видит), за вентиляционными решётками, в больших помещениях с высокими потолками.

Типичные ошибки. Ставить рядом с вентилятором или кондиционером — поток воздуха создаёт ложные срабатывания. Ставить в металлический корпус — микроволны экранируются.

Датчик присутствия (mmWave — радар на миллиметровых волнах)

Как работает. То же, что микроволновый датчик движения, но с более сложной обработкой сигнала. Он умеет определять не только факт движения, но и **находится ли человек в помещении** (по микродвижениям: дыхание, пульс, перестановка ног).

Чем отличается от движения. Датчик движения включает свет, когда кто-то зашёл, и выключает через минуту тишины. Датчик присутствия **не выключает свет**, пока человек реально находится в помещении — даже если он сидит неподвижно и читает книгу. Это критическая разница для офисов, библиотек, спален.

Куда ставить. Офисы, учебные классы, спальни, гостиничные номера, библиотеки — везде, где люди могут долго сидеть неподвижно.

Типичные ошибки. Не путать с датчиком движения — если поставить датчик присутствия там, где нужен простой «вкл/выкл по входу», он будет работать переможно. И наоборот: датчик движения в спальне выключит свет, пока человек спит.

Датчик открытия (магнитный)

Как работает. Два компонента: геркон (магнитный выключатель) и магнит. Когда дверь открывается — магнит удаляется, геркон меняет состояние. Аналогия: это как контакт аварийной кнопки, только нормально-замкнутый — замкнут, пока дверь закрыта.

Куда ставить. На двери входной, на окна, на ворота, на двери в серверную, на люки.

Типичные ошибки. Неправильный зазор между герконом и магнитом (слишком большой — не срабатывает, слишком малый — механический износ). Установка на металлическую дверь без пластины-компенсатора — магнит притягивается к двери, а не к геркону.

Батарейный или проводной. Бывает и то, и другое. Батарейный (CR2032) — живёт 2–5 лет. Проводной — подключается к шине сухих контактов или к KNX-модулю ввода.

Датчик протечки

Как работает. Два электрода на нижней поверхности. Когда между ними появляется вода — вода проводит ток, и датчик срабатывает. Аналогия: это как если бы между двумя клеммами автомата капнула вода — замыкание, и сработала защита.

Куда ставить. Под раковиной, под стиральной машиной, под ванной, под водой, рядом с полотенцесушителем, на полу в стиральной и посудомоечной комнате.

Типичные ошибки. Ставить на сухой пол вдалеке от источника воды — бесполезно. Ставить на место, куда не дотекает вода при реальной протечке. Не учитывать, что конденсат на трубах может вызывать ложные срабатывания.

Батарейный или проводной. Обычно проводной (220 В или 12 В), потому что протечка — это аварийная ситуация, и батарейка не должна разрядиться. Батарейные экземпляры есть, но для критичных мест — проводной.

Датчик дыма

Как работает. Два основных типа: ионизационный (ловит частицы горения по ионизации воздуха) и оптический (ловит рассеяние света на частицах дыма). Для умного дома чаще оптический — он менее склонен к ложным срабатываниям от пары, аэрозолей.

Куда ставить. На потолке в каждой комнате, в коридоре, на лестничной площадке. Не ставить рядом с вентиляцией, окнами и кондиционерами — поток воздуха сдвигает дым и задерживает срабатывание.

Типичные ошибки. Крепить на потолке под вентиляционной решёткой — дым не доходит. Ставить извещатель ближе 0,5 м к стенам и углам нельзя: в углах образуются застойные зоны, куда дым попадает хуже всего;

оптимальное место — центр помещения или равномерно по потолку (СП 484.1311500.2020).

Батарейный или проводной. Оба варианта. Для системы пожарной сигнализации — проводной (постоянное питание от щитка). Для отдельного умного датчика — батарейный.

Датчик температуры

Как работает. Измеряет электрическое сопротивление термистора или напряжение теплового элемента (аналоговые датчики). DS18B20 — цифровой датчик температуры: по 1-Wire контроллер получает уже готовое цифровое значение температуры (шаг 0,0625 °C), пересчёт не нужен; изменение сопротивления — это признак аналогового термистора, а не DS18B20.

Куда ставить. На стене в жилых комнатах (не на окно, не на батарею), в технических помещениях, на улице (в защитном корпусе).

Типичные ошибки. Ставить на солнечную стену — датчик покажет завышенную температуру. Ставить за шторой рядом с радиатором — перегрев показаний. Ставить в сквозняк — нестабильные показания.

Батарейный или проводной. И то, и другое. 1-Wire датчики часто проводные (длинный кабель до контроллера). Wi-Fi-датчики температуры — батарейные, живут 1–2 года.

Датчик влажности

Как работает. Измеряет электрические свойства материала, который меняет их в зависимости от содержания воды в воздухе (ёмкостной или резистивный сенсор).

Куда ставить. В ванной, на кухне, в сушильной комнате, в теплице, в серверной. Не ставить рядом с источниками прямого тепла.

Типичные ошибки. Ставить рядом с окном — конденсат и прямое солнце искажают показания. Ставить в углу без вентиляции — воздух не обновляется, и влажность местами будет отличаться от реальной по комнате.

Батарейный или проводной. Датчик влажности бывает проводным (1-Wire, I2C на шине контроллера, KNX) и беспроводным батарейным (Zigbee/Wi-Fi/Thread). Точность определяется классом сенсора, а не проводом: у качественных батарейных моделей она та же, но требуют замены батареи и чаще опрашиваются с интервалом.

Датчик освещённости (фоторезистор / фотодиод)

Как работает. Фоторезистор (LDR) меняет электрическое сопротивление в зависимости от освещённости; фотодиод/ фототранзистор генерирует фототок, пропорциональный свету. Современные датчики освещённости — обычно цифровые люксметры (BH1750, TSL2561) с I2C. Аналогия: фоторезистор работает как фотореле на улице — чем светлее, тем меньше сопротивление.

Куда ставить. На потолке или стене, обращённой к окну, в комнате, где управляется освещение по дневному свету. Не ставить в прямом солнечном луче и не ставить рядом с лампой, которую она же и управляет.

Типичные ошибки. Ставить датчик освещённости рядом с лампой, которую он должен контролировать — лампа даёт собственный свет, датчик «думает», что уже светло, и не включается при отключении.

Батарейный или проводной. Обычно проводной (в составе умного выключателя или как отдельный модуль). Батарейные Wi-Fi-датчики встречаются.

Датчик CO2 (углекислого газа)

Как работает. Нондисперсивная инфракрасная спектроскопия (NDIR): инфракрасный луч проходит через воздух, CO2 поглощает часть луча, и по ослаблению луча определяется концентрация CO2. Аналогия: как если бы вы пропустили луч света через стакан с дымкой — чем больше дыма, тем меньше света на другой стороне.

Куда ставить. В офисах, классах, спальнях, детских, встречных комнатах с плохой вентиляцией. На высоте 1,2–1,5 м (CO2 смешивается с воздухом, но немного тяжелее).

Типичные ошибки. Ставить рядом с окном или вентиляцией — свежий воздух исказит показания. Ставить в углу без вентиляции — локальное накопление CO2 от дыхания людей в комнате не отразит общую картину.

Батарейный или проводной. Преимущественно проводной (постоянное питание важно для точности). Батарейные экземпляры есть, но требуют частой калибровки.

Датчик качества воздуха (TVOC, формальдегид, PM2.5)

Как работает. Комбинация сенсоров: электрохимические или MOS/полупроводниковые (TVOC, формальдегид), лазерное рассеивание (PM2.5), плюс ёмкостный датчик влажности и термистор (температура) — их показания используются для коррекции остальных. Датчик выдаёт индекс качества воздуха (AQI) от 0 до 500.

Куда ставить. В детской, спальне, офисе, в помещениях с покраской или ремонтом. Не ставить рядом с кухней — жирные пары и дым от готовки исказят показания.

Типичные ошибки. Ставить рядом с окном на улице — пыль и выхлопы дадут красный индекс даже в чистом помещении. Не калибровать — датчики деградируют со временем и могут давать «завышенную» тревогу.

Батарейный или проводной. Преимущественно проводной. Батарейные Wi-Fi-датчики есть, но требуют замены батареи каждые 6–12 месяцев.

Датчик тока и потребления энергии

Как работает. Токовый трансформатор (ДТК/КТП) надевается на фазный провод. Переменный ток в проводе создаёт магнитное поле, которое наводит напряжение в обмотке трансформатора — это напряжение пропорционально току. Контроллер измеряет это напряжение и пересчитывает в амперы и ватты.

Куда ставить. На вводе в квартиру (общий учёт), на индивидуальные линии (кондиционер, бойлер, стиральная машина, зарядка электромобиля).

Типичные ошибки. Ставить ДТК на нулевую фазу вместо фазной — показания не будет. Ставить на кабель, по которому идут несколько нагрузок, без учёта суммирования. Сам токовый трансформатор передаёт мгновенное значение тока; усреднение и ограничение по пусковым токам дают вторичная электроника и частота опроса — для контроля пусковых токов выбирают датчик с достаточной полосой и частотой опроса (или измеритель истинного RMS с пиковым захватом).

Батарейный или проводной. Стационарные датчики тока для непрерывного мониторинга обычно питаются от сети или шины (трансформатор, KNX/DALI); батарейные решения существуют, но работают в режиме периодических замеров и для аварийного непрерывного контроля не годятся.

Итог

Электрик, который понимает эти основы, уже может:

- выбрать правильный протокол под задачу (Zigbee для датчиков, KNX для премиального дома, Modbus для насосов и счётчиков);
- объяснить заказчику, зачем нужен шлюз и что такое Matter;
- спроектировать проводку с учётом будущей автоматизации (двойные линии, отдельные кабели для KNX, запас точек под датчики);

- понять разницу между «датчик движения» и «датчик присутствия» и не поставить дешёвый PIR в спальню, где свет будет выключаться, пока человек спит.

Следующая глава — практические примеры монтажа: от прокладки кабеля до настройки первого сценария.

Глава 9. Реле, диммирование и что ещё нужно знать про нагрузки

Электрик-монтажник привык к простым правилам: автомат на 10 А защищает провод сечением 1,5 мм², настенный выключатель разрывает фазу, а нагрузка либо потребляет ток, либо нет. В классической электрике выключатель — это механический контакт с ручным приводом: палец прижал контакты с усилием в несколько ньютонов, дуга при размыкании погасла в воздухе.

В автоматизации всё иначе. Вместо клавиши выключателя цепью управляет миниатюрное электромеханическое или полупроводниковое реле внутри модуля на DIN-рейке. Контакты такого реле имеют площадь в доли квадратного миллиметра, зазор между ними измеряется десятыми долями миллиметра, а прижимает их микроскопическая пружина. Если ошибиться с типом нагрузки, реле сварится намертво в первую же неделю работы — даже если суммарная паспортная мощность светильников составляет всего 50 ватт.

В этой главе мы подробно разберём физику нагрузок, типы коммутационных аппаратов и правила сопряжения силовой части с блоками автоматики.

1. Реле: устройство, физика контактов и пределы применимости

Реле — это коммутационный аппарат, в котором замыкание и размыкание электрической цепи происходит под действием управляющего сигнала (обычно напряжения 12 В или 24 В постоянного тока, подаваемого на электромагнитную катушку).

Устройство и принцип действия

Внутри электромеханического реле находятся:

1. **Катушка управления (соленоид)** — намотка из тонкого медного провода на сердечнике.
2. **Якорь** — подвижная пластина из магнитомягкого железа.
3. **Возвратная пружина** — возвращает якорь в исходное положение при снятии питания с катушки.

4. **Контактная группа** — неподвижные и подвижные контакты из специальных сплавов (серебро-никель $AgNi$, оксид серебра-олова $AgSnO_2$ или серебро-кадмий $AgCdO$).

```
[ Катушка 24 В ] ---> [ Электромагнит ] ---> [ Подвижный якорь ] ---> [ Контакты 230 В ]
```

Нормально разомкнутый (NO) и нормально замкнутый (NC) контакт

В автоматике используются три типа контактных групп:

- **NO (Normally Open, нормально разомкнутый, контакт формы A)**: в обесточенном состоянии катушки цепь разорвана. При подаче питания контакт замыкается. Это основной тип контактов для освещения и большинства силовых нагрузок.
- **NC (Normally Closed, нормально замкнутый, контакт формы B)**: в обесточенном состоянии катушки цепь замкнута. При подаче питания контакт размыкается. Применяется в цепях безопасности, аварийной сигнализации и для нормально открытых сервоприводов отопления.
- **CO / SPDT (Changeover / Single Pole Double Throw, перекидной контакт, форма C)**: имеет один общий вывод (COM) и два рабочих (NO и NC). Применяется для управления реверсивными приводами штор, жалюзи, трехходовыми кранами.

Чем реле отличается от контактора

Электрики часто называют модульные реле «маленькими контакторами». Принцип действия у них одинаков, но конструкция рассчитана на принципиально разные режимы:

Параметр	Модульное реле автоматики	Модульный контактор
Габариты	4–8 каналов в одном DIN-модуле (17,5 мм)	1 модуль на полюс: 1P ≈ 17,5 мм, 3P ≈ 52,5 мм, 4P ≈ 70 мм
Зазор между контактами	0,3–0,6 мм	1,5–3,0 мм
Дугогасительная камера	Отсутствует	Присутствует (деионная решетка)
Усилие прижатия контактов	Десятки граммов	Сотни граммов
Номинальный ток	5–16 А (активная нагрузка)	20–63 А и выше
Замена при выходе из строя	Перепайка или замена всего модуля	Замена отдельного контактора на рейке

Вывод: реле автоматики предназначено для компактного распределения сигналов и небольших нагрузок внутри слаботочных щитов. Силовые линии с высокими токами и тяжелой индуктивностью коммутируются через промежуточный модульный контактор.

Ресурс контактов: механический против электрического

В паспорте любого реле (Finder, Omron, Phoenix Contact, Schrack) указаны две цифры ресурса:

1. **Механический ресурс (Mechanical endurance)**: 10 000 000 — 20 000 000 циклов. Это количество срабатываний механики без протекания тока через контакты.
2. **Электрический ресурс (Electrical endurance)**: 50 000 — 100 000 циклов при номинальной активной нагрузке (категория AC-1).

Если реле включает свет 20 раз в день, ресурса в 100 000 циклов хватит на 13 лет. Но если нагрузка выбрана неправильно и при каждом включении возникает электрическая дуга или бросок тока, электрический ресурс падает до 500–1 000 циклов (1–2 месяца работы).

Категории применения (ГОСТ IEC 60947-4-1 / ГОСТ Р 50030.4.1)

Маркировка «16 А 250 VAC» на корпусе реле означает номинал **только для чисто активной нагрузки** (нагреватели, резисторы). Стандарт определяет категории применения:

- **AC-1**: Неиндуктивные или слабоиндуктивные нагрузки, печи сопротивления, ТЭНы ($\cos \varphi \geq 0{,}95$). Реле держит 100% номинала.
- **AC-3**: Электродвигатели с короткозамкнутым ротором: пусковой ток в 5–7 раз выше номинального. Допустимый ток реле снижается в 3–4 раза.
- **AC-5a**: Коммутация аппаратов управления люминесцентными и разрядными лампами (ЭПРА, балласты).
- **AC-5b**: Коммутация ламп накаливания и галогенных ламп (холодная нить имеет сопротивление в 10–12 раз ниже нагретой).
- **AC-15**: Управление электромагнитными нагрузками переменного тока (катушки контакторов, электромагнитные клапаны).

Ошибка монтажника: прочитать на модуле «8 каналов по 16 А» и подключить на каждый канал по 3,5 кВт активной нагрузки — это 15,2 А, на пределе номинала 16 А: запаса нет, при плотном монтаже модули греются. А для светодиодного освещения с высоким пусковым током даже 50 Вт на канал могут повредить контакты. Нагрузку выбирайте с запасом 20–30% от номинала канала или переходите на контактор.

2. Пусковые токи светодиодного освещения (Inrush Current)

Главный враг реле в современном умном доме — не мощные обогреватели, а энергосберегающее светодиодное освещение (LED).

Физика процесса: почему 20-ваттный светильник выводит реле из строя

Современный светодиодный светильник питается не напрямую от 230 В, а через импульсный источник питания — **LED-драйвер** (AC/DC-преобразователь). На входе любого драйвера установлены:

1. Входной выпрямительный диодный мост.

2. Сглаживающий электролитический конденсатор большой ёмкости.

```
Сеть 230 В ---> [Фильтр EMI] ---> [Диодный мост] ---> [ Конденсатор C ] ---> ШИМ-стабилизатор
                                                              |
                                                  В момент t=0 сопротивление C ≈ 0 Ом!
```

В момент подачи напряжения разряженный конденсатор представляет собой короткое замыкание. Сопротивление цепи ограничено только сопротивлением проводов и переходным сопротивлением контактов.

По паспортным данным (datasheet) производителей драйверов (Mean Well, Philips Xitanium, Osram Optotronic) — пусковой бросок тока LED-драйверов стандартом IEC 61000-3-2 не нормируется, этот стандарт регулирует гармоники потребляемого тока в рабочем режиме, а не пусковой ток:

- Постоянный рабочий ток драйвера мощностью 40 Вт: I ном = 40 Вт / 230 В × 0{,95} ≈ 0,18 А.
- Пусковой ток того же драйвера (I peak): **от 20 до 60 А** длительностью 200–500 мкс (0,0002–0,0005 с).

Если в группе подключено 10 точечных светильников по 20 Вт (суммарно 200 Вт, рабочий ток менее 1 А), суммарный импульс пускового тока в момент замыкания контактов достигает **300–450 А**.

```
Ток (А)
  ^
400|      /\  <- Пусковой бросок (Inrush current, 200-500 мкс)
   |     /  \
   |    /    \
 1 |   /      \_____________________________  <- Номинальный рабочий ток (0,9 А)
 0 +-----------------------------------> Время (мс)
```

Что происходит с контактами реле

В момент сближения контактов реле между ними за доли микросекунд до механического соприкосновения проскакивает микродуга. При токе в 300 А материал контактов (серебро) мгновенно плавится в точке касания. Контакты свариваются между собой. Реле переходит в состояние «постоянно замкнуто»: свет горит непрерывно, модуль автоматики щёлкает катушкой, но разомкнуть цепь пружина уже не может.

Где смотреть пусковой ток в документации

В паспорте (Datasheet) качественного светильника или блока питания всегда есть графа:

- **Inrush Current (Cold Start)**: например, `65A / 230VAC at 450µs` (указывается амплитуда тока и длительность импульса на уровне 50% амплитуды T width).
- **Max. number of PSUs on 16A Circuit Breaker (Type B / Type C)**: максимальное количество блоков питания на один автомат 16 А.

Если производитель светильника не указывает пусковой ток (характерно для дешевого безымянного Китая), принимайте пусковой ток равным **от 50 до 100-кратного номинального рабочего тока**.

Расчет допустимого количества светильников на канал реле

Для надежной работы реле используют показатель интеграла Джоуля I^2t или паспортные таблицы производителя автоматики для ламп с ЭПРА (категория AC-5a).

Пример расчёта:

- Стандартное реле модуля автоматики: допустимый пиковый ток 80 А (в течение 20 мс).
- Выбранный LED-драйвер: пусковой ток 30 А (T width = 300 мкс).
- Из-за несинхронного включения емкостей импульсы накладываются. Коэффициент одновременности для групп до 10 шт принимается равным 0,7–0,8.
- Максимальное безопасное число таких драйверов на одно обычное реле: **не более 3–4 штук**, несмотря на то, что по суммарной мощности запас кажется стократным.

Способы защиты реле от пусковых токов

1. **Применение специализированных реле (High Inrush / 16AX)**. В таких модулях (например, серии Finder 40/46 с контактами AgSnO 2 или реле стандарта TV-8 / TV-15) контакты выдерживают бросок тока до 160–500 А длительностью 20 мс.

2. **Детектирование перехода через ноль (Zero-Cross Switching)**. Умный контроллер включает силовое реле ровно в тот момент, когда синусоида переменного напряжения 230 В проходит нулевую отметку (U = 0 В). Бросок тока при этом минимален.

3. **Устройства ограничения пускового тока (Inrush Current Limiter, ICL)**. Устанавливаются на DIN-рейку в разрыв цепи перед группой светильников (например, Mean Well ICL-16R, Finder 00.11, CAMDENBOSS). Внутри стоит мощный NTC-термистор, ограничивающий бросок тока на уровне 16 А, который через 20–50 мс шунтируется внутренним байпасным реле.

4. **Разделение на подгруппы**. Разбиение большого зала с 30 светильниками на 3–4 отдельных канала реле с программной задержкой включения между каналами в 100–200 мс.

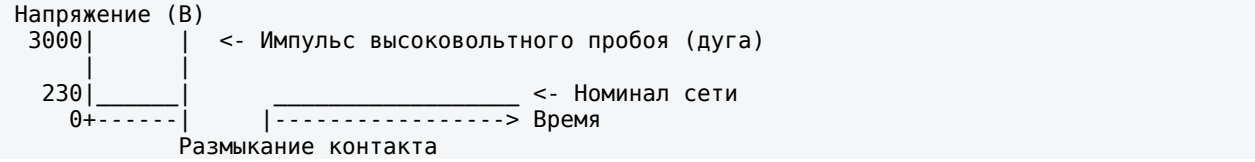
3. Индуктивная нагрузка: физика отключения и защита

Индуктивная нагрузка — это устройства с обмотками: электродвигатели насосов, приводы штор и ворот, вытяжные вентиляторы, электромеханические замки, соленоидные клапаны, электромагнитные пускатели.

Физика явления: ЭДС самоиндукции

Главный закон индуктивности — закон электромагнитной индукции Фарадея и правило Ленца: ЭДС самоиндукции = −L × (скорость изменения тока) Индуктивность L стремится поддержать текущий ток неизменным. При замыкании контактов индуктивность безопасна (ток нарастает плавно). Но в момент **размыкания** контактов скорость спада тока di / dt огромна (ток прерывается за микросекунды).

В результате на размыкающихся контактах реле возникает импульс противо-ЭДС напряжением **от 1 000 до 5 000 Вольт**.



Разрушительное воздействие высоковольтной дуги

1. **Эрозия металла**: дуговой разряд с температурой свыше 4000 °C испаряет контактные площадки реле, образуя раковины и нагар.

2. **Электромагнитная помеха (EMI / RFI)**: мощный радиочастотный всплеск наводится на слаботочные сигнальные шины (RS-485, CAN, KNX, шлейфы датчиков). В результате контроллер зависает, перезагружается или ложно считывает состояние дискретных входов.

Способы защиты контактов: искрогасящие цепи

1. RC-снаббер (демпферная цепь) — для цепей переменного тока 230 В

Последовательно соединенные резистор (47–100 Ом, мощность 1–2 Вт) и неполярный пленочный конденсатор (0,047–0,1 мкФ, класс безопасности X2, напряжение не менее 400–630 В).

- **Куда ставить:** параллельно контактам реле либо параллельно индуктивной нагрузке (катушке клапана, мотору). Установка параллельно нагрузке предпочтительнее, так как устраняет источник помехи в точке его возникновения.
- **Внимание:** снаббер, установленный параллельно контакту реле, пропускает через конденсатор небольшой переменный ток утечки (1–3 мА). Этого достаточно, чтобы слаботочный светодиодный светильник тускло мерцал в выключенном состоянии. Для света снаббер параллельно контакту не ставят!

2. Варистор (MOV, Metal Oxide Varistor) — для ограничения всплесков перенапряжения

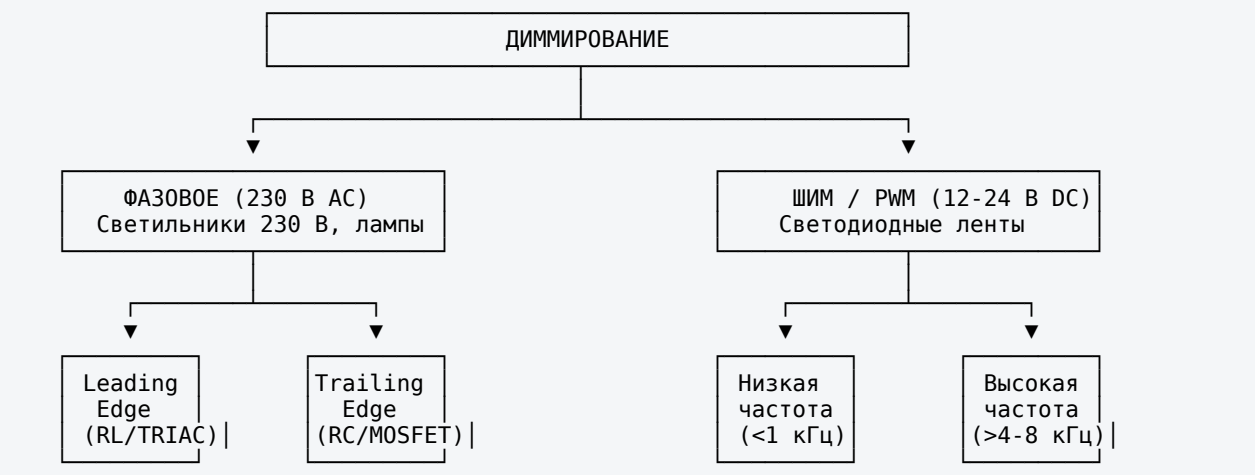
Полупроводниковый элемент, сопротивление которого падает до нуля при превышении порогового напряжения. Для сети 230 В применяются варисторы с классификационным напряжением 390–430 В (маркировка 10D431K или 14D431K), устанавливаемые параллельно нагрузке.

3. Диод в обратном включении (Flyback diode) — ТОЛЬКО для цепей постоянного тока (12/24 В DC)

Применяется при коммутации катушек промежуточных реле, электромеханических замков, гидроклапанов постоянного тока. Быстрый импульсный диод (1N4007 или 1N4148) ставится параллельно нагрузке катодом к плюсу питания, анодом к минусу. При отключении ток самоиндукции замыкается через диод внутри катушки, не выходя на контакты.

4. Диммирование: два разных физических мира

Диммирование — это регулирование мощности, отдаваемой в нагрузку. В автоматизации существует жесткое разделение на высоковольтное фазовое диммирование и низковольтное ШИМ-управление.



4.1. Фазовое диммирование 230 В (Phase-Cut)

Основано на «срезании» части синусоиды переменного тока промышленной частоты (50 Гц). Регулирование происходит 100 раз в секунду (каждый полупериод 10 мс).

По переднему фронту (Leading Edge / TRIAC / Симметричный тиристор, симистор)

- **Принцип:** в начале каждого полупериода тиристор закрыт. В заданный момент контроллер подает импульс на управляющий электрод, симистор лавинообразно открывается, и остаток полупериода напряжение поступает в нагрузку.
- **Характер фронта:** фронт нарастания напряжения мгновенный и вертикальный (dU / dt огромна).
- **Для каких нагрузок:** чисто активные резистивные нагрузки (R — лампы накаливания, ТЭНы) и индуктивные нагрузки (L — электромагнитные/обмоточные трансформаторы, двигатели вентиляторов). Обозначается символами **R, L**.
- **Категорически запрещено:** подключать к электронным трансформаторам и емкостным LED-драйверам. Мгновенный бросок напряжения в середине полупериода вызывает колоссальные токовые удары по входным конденсаторам драйвера.

По заднему фронту (Trailing Edge / RC-диммер на MOSFET / IGBT-транзисторах)

- **Принцип:** транзистор плавно открывается в момент прохождения синусоиды через ноль (напряжение нарастает естественно и мягко), а затем принудительно закрывается в заданной фазе полупериода, прерывая ток.
- **Характер фронта:** срез напряжения идет по спаду, входной ток не имеет ударного характера.
- **Для каких нагрузок:** электронные понижающие трансформаторы и емкостные нагрузки (С — диммируемые светодиодные лампы 230 В, диммируемые LED-драйверы по технологии TRIAC/Phase-Cut). Обозначается символами **R, C**.
- **Практическое правило:** большинство диммируемых светодиодных ламп и светильников 230 В рассчитаны на диммирование **Trailing Edge (RC)**, но конкретный тип фазового управления (Leading/Trailing/универсальный) нужно проверять по паспорту лампы и драйвера. Диммеры универсального типа (Universal Dimmer) определяют характер нагрузки автоматически при калибровке.

4.2. ШИМ-диммирование (PWM — Pulse Width Modulation)

Применяется в низковольтных цепях постоянного тока (12 В, 24 В, 48 В) для питания одноцветных светодиодных лент, лент изменяемой цветовой температуры (CCT / Tunable White) и полноцветных лент RGB / RGBW.

- **Принцип работы:** на ленту подается полное стабильное постоянное напряжение (например, ровно 24 В), но подается импульсами фиксированной частоты. Яркость определяется коэффициентом заполнения (Duty Cycle) — отношением длительности включенного состояния к периоду.

```
100% яркость: [████████████████████] (Постоянно включено)
 50% яркость: [██████              ] (50% времени включено, 50% выключено)
 10% яркость: [██                  ] (10% времени включено, 90% выключено)
```

Почему критична частота ШИМ

Человеческий глаз за счет инерции зрения усредняет световой поток при частотах выше 80–100 Гц. Однако мозг и нервная система продолжают реагировать на пульсацию:

- **Частота 200–500 Гц (дешевые диммеры):** свет кажется ровным, но вызывает утомляемость глаз и головную боль (пульсации светового потока нормируются СанПиН 1.2.3685-21 и СП 52.13330: коэффициент пульсации не более 20% для жилых комнат и до 5% для отдельных помещений, например рабочих мест с ПК). На камеру смартфона видна

бегущая горизонтальная полосатая сетка («стробоскопический эффект»).

- **Частота 1 000–2 000 Гц:** полосы на камере пропадают при стандартной выдержке, но могут быть слышны паразитные акустические шумы (писк дросселей и керамических конденсаторов в блоке питания и диммере).
- **Частота от ~2 000 Гц и выше:** видимое мерцание исчезает примерно с 1 000 Гц, дискомфорт для нервной системы — с ~3 000 Гц, а полное отсутствие пульсаций (в т.ч. на видеосъёмке) требует порядка 25 000 Гц (IEEE 1789-2015 рекомендует ШИМ выше 2 000 Гц). Конкретные частоты диммеров конкретных производителей уточняйте по паспорту — здесь без данных производителя не утверждаем.

5. Совместимость диммера и драйвера: разбор типовых аварий

Несовместимость управляющего модуля и источника питания светильника — самая распространенная ошибка на объектах, приводящая к срыву сроков сдачи и финансовым потерям.

Почему диммируемая лампа мигает, жужжит или не гаснет

1. **Недостаточная минимальная нагрузка диммера (Minimum Load Requirement).** Симисторные и транзисторные диммеры 230 В питают свою собственную внутреннюю электронику за счет микротока, протекающего через саму нагрузку в выключенном состоянии. Если к диммеру с минимальным порогом 20 Вт подключить одну LED-лампу на 5 Вт, тока удержания тиристора не хватит: лампа будет хаотично вспыхивать («стробить») раз в 2 секунды.

- Решение: установка параллельно лампе нагрузочного компенсирующего элемента — байпаса (Bypass / резистивно-емкостного компенсатора, например Fibaro Bypass 2 или специализированного нагрузочного резистора).

2. **Узкий диапазон регулирования драйвера.** Дешевый диммируемый драйвер светильника имеет нижний порог стабилизации 10–15%. При попытке опустить яркость ниже лампа резко тухнет, а при повышении яркости включается с заметным скачком. Профессиональные протоколы (DALI, 0/1-10V) с качественными драйверами обеспечивают плавное угасание до **0,1%** (Deep Dimming).

3. **Акустический шум (жужжание/гудение).** Возникает из-за крутого фронта среза синусоиды (особенно в режиме Leading Edge). Токовый удар вызывает микровибрацию витков входного дросселя фильтра ЭМП

в драйвере. Лечится переключением диммера в режим Trailing Edge или заменой светильника.

Что делать, если заказчик купил недиммируемые светильники

Классическая ситуация: чистовой потолок зашит, куплены дорогие дизайнерские люстры с обычными драйверами ON/OFF, а заказчик требует плавного диммирования со сценариями «Кино» и «Ночь».

Варианты выхода из ситуации:

1. **Замена драйвера внутри светильника.** Если корпус светильника разборный, штатный блок питания заменяется на:

- Драйвер с диммированием по протоколу **DALI-2** (Digital Addressable Lighting Interface, цифровой адресный интерфейс освещения) — использует двухпроводную шину управления (топология свободная: шина, звезда, дерево); её можно прокладывать в одном кабеле с силовыми линиями при условии изоляции жил на сетевое напряжение.
- Драйвер с диммированием **0/1–10V** или **Push-Dim**.
- Драйвер со встроенным фазовым диммированием (Phase-Cut Dimmable).

2. **Перевод на низковольтное питание.** Если внутри светильника установлены светодиодные модули постоянного тока (CC — Constant Current) или постоянного напряжения (CV — Constant Voltage), штатный блок удаляется. Для модулей CV (обычно 24 В) кабель от щита переключается на групповой блок питания 24 В. Для модулей CC общий БП не подходит — нужен групповой драйвер со стабилизацией тока, соответствующей модулю, с последовательным их соединением. Регулирование в обоих случаях осуществляется каналом ШИМ-диммера в щите.

3. **Управление группами (ступенчатое диммирование).** Если замена невозможна, перекоммутировать группы светильников через разные каналы реле, включая их комбинациями (1/3, 2/3, 100% мощности).

6. Отопление и микроклимат: теплый пол, котлы, сервоприводы

Управление климатическими нагрузками принципиально отличается от управления освещением: здесь другие временные интервалы (минуты и часы вместо миллисекунд), но фатальные последствия при ошибке коммутации.

Электрический теплый пол (греющий кабель / маты)

- **Характер нагрузки:** практически активная (резистивная) нагрузка (AC-1); удельная мощность обычно 100–150 Вт/м², типовая мощность на помещение — от нескольких сотен ватт до 2–3 кВт в зависимости от площади.
- **Чем управлять:** категорически **запрещено** подключать греющий мат напрямую к встроенным маломощным реле контроллера (номиналом 5–8 А). Длительная нагрузка током выше номинального тока реле (и при недостаточном сечении дорожек/клемм) перегревает контакты, дорожки и выводы, что может привести к спайке контактов, повреждению изоляции и возгоранию — поэтому ток нагрузки выбирают с запасом 1,5–2× от номинала реле и защищают линию автоматом соответствующего номинала.
- **Правильная схема:** выход контроллера управляет катушкой **модульного контактора** с номинальным током силовых контактов 20–25 А и категорией применения AC-1 (или AC-7a для бытовых модульных контакторов по IEC 61095), а силовые контакты контактора коммутируют линию теплого пола с обязательной защитой связкой автоматического выключателя и УЗО с током утечки не более 30 мА (а для влажных зон — 10 мА).
- **Альтернатива:** твердотельные реле (SSR — Solid State Relay) с бесшумной коммутацией и полупроводниковым симисторным выходом. При токах, близких к номинальным (ориентировочно от 10 А), требуют теплоотводящего радиатора на DIN-рейку; необходимость и размер радиатора определяются тепловым расчётом по паспорту конкретного SSR — при малых токах допустима работа без радиатора.

Термоэлектрические сервоприводы водяного теплого пола и радиаторов

- **Характер нагрузки:** маломощная индуктивно-резистивная нагрузка (2–5 Вт). Внутри привода находится сильфон с парафином (термовосковой элемент) и нагреватель.
- **Особенности:**
- **NC (Normally Closed, нормально закрытый):** при отсутствии питания клапан закрыт, теплоноситель не идет. Это стандарт безопасности для жилых домов: при обесточивании автоматики дом не превратится в сауну.
- **NCO (Normally Closed Open, «открыт при обесточивании»):** при подаче питания привод закрывает клапан, при отсутствии питания шток возвращается пружиной и клапан открыт. Применяется в регионах с угрозой разморозки системы отопления при аварии электросети. Чисто

«NO»-термоприводов (открытых без каких-либо условий) серийно не существует.

- **Чем управлять:** электромеханические реле либо специализированные слаботочные симисторные/транзисторные выходы контроллеров отопления. Из-за медленного хода штока (3–5 минут на полное открытие) управление ведется медленным ШИМ-алгоритмом с периодом в 10–15 минут.

Котлы отопления: «сухой контакт»

- Большинство газовых и электрических котлов (Baxi, Protherm, Vaillant, Viessmann) имеют вход для внешнего комнатного термостата.
- **Что такое «сухой контакт» (Dry Contact / Volt-Free):** это контакт реле, гальванически не связанный с цепями контроллера; напряжение на него подаётся из внешней цепи, в которую он включён.
- **Грубейшая ошибка монтажника:** подать 230 В с фазного выхода релейного модуля на клеммы комнатного термостата котла. Внутренняя плата управления котла стоимостью в десятки тысяч рублей выгорает мгновенно.

7. Выбор коммутационных выходов при проектировании: сводная матрица

При составлении кабельного журнала и щитовой схемы пользуйтесь инженерной матрицей сопряжения:

Тип нагрузки	Характер нагрузки	Рекомендуемый тип выхода автоматики	Промежуточная коммутация / Защита
Освещение LED (до 3 шт)	Емкостная (AC-5a)	Стандартное реле 10/16 А	Не требуется
Освещение LED (от 4 шт)	Высокий пусковой (inrush) ток	High Inrush реле (16AX) с запасом по пиковому току, без Zero-Cross	Ограничитель пускового тока (NTC/ICL)
LED-ленты 12/24/48 В	Низковольтная DC	ШИМ-диммер (PWM MOSFET, не ниже ~400 Гц, лучше >1 кГц)	Блок питания соответствующего напряжения (12/24/48 В) + плавкий предохранитель
Светильники 230 В с диммированием	Емкостная (C)	Фазовый диммер Trailing Edge (RC)	Нагрузочный байпас при малой нагрузке (по паспорту диммера, типично до ~5–20 Вт)
Электропривод штор / жалюзи	Индуктивная (AC-3)	Релейный модуль для жалюзи с взаимоблокировкой	Аппаратная блокировка одновременного хода
Вентилятор	Индуктивная (L)	Реле с RC-снаббером	RC-цепь параллельно

вытяжки		или симистор	мотору
Электрический теплый пол	Мощная активная (AC-1)	Любой релейный выход контроллера	**Обязательно модульный контактор 20–25 А**
Сервоприводы коллектора 230 В	Слаботочная (2–5 Вт)	Слаботочные реле или симисторы (Triac)	Плавкий предохранитель на группу
Запрос тепла котла	Слаботочный сигнал	Изолированный «сухой контакт» (Volt-Free)	Проверить отсутствие напряжения мультиметром
Магнитный замок / гидроклапан DC	Индуктивная DC	Транзисторный ключ / реле	**Обязательно обратный диод параллельно катушке**

8. Чек-лист проверки нагрузок перед закупкой оборудования

Распечатайте этот чек-лист и сверяйте проект до оплаты оборудования и сборки щита:

- ☐ **1. Проверка пусковых токов LED-групп.** Посчитано ли пиковое значение броска тока для каждой группы освещения? Если на одной линии висит более 4 блоков питания — заложены ли реле класса High Inrush (16AX) или модули ограничения пускового тока (ICL)?
- ☐ **2. Согласование протоколов диммирования.** Проверена ли маркировка каждого диммируемого светильника? Совпадают ли типы: DALI rightarrow DALI-драйвер; 0-10V rightarrow 0-10V драйвер; 230V rightarrow светильник с маркировкой «Phase Dimmable Trailing Edge»?
- ☐ **3. Минимальная мощность диммеров.** Превышает ли суммарная мощность ламп в маломощных группах (бра, подсветка ниш) минимальный порог диммера? Заложены ли компенсаторы (Bypass) для групп мощностью менее 15 Вт?
- ☐ **4. Частота ШИМ для светодиодных лент.** Обеспечивает ли контроллер светодиодных лент частоту ШИМ не менее 4 000 Гц для исключения мерцания на камеру и усталости глаз?
- ☐ **5. Развязка силовых цепей теплого пола.** Исключено ли прямое подключение кабельных нагревательных матов к платам автоматики? Заложены ли промежуточные модульные контакторы с запасом по току не менее 30%?
- ☐ **6. Искрогашение на индуктивностях.** Предусмотрены ли варисторы или RC-снабберы параллельно двигателям вытяжек, насосов и катушкам мощных пускателей? Заложены ли защитные диоды для электрозамков 12/24 В?

- □ **7. Защита приводов от переполюсовки и встречного хода.** Используются ли для приводов штор модули со специализированной прошивкой или реле с механической/электрической блокировкой одновременного включения фаз «Открыть» и «Закрыть»?
- □ **8. Гальваническая развязка котельного оборудования.** Проверено ли, что на контактах подключения котла отсутствует потенциал 230 В и они работают в режиме «чистого сухого контакта»?
- □ **9. Сечения и падение напряжения на низковольтных линиях.** Рассчитано ли падение напряжения на линиях 24 В от ШИМ-диммера до ленты при максимальной нагрузке (падение не должно превышать 3–5% / 1–1,2 В)?

Глава 10. Щит умного дома — состав, компоновка, сборка

1. Чем щит умного дома отличается от обычного

Обычный распределительный щит (РЩ) решает одну задачу: разносит 220/380 В на группы потребителей и защищает их автоматами. Щит умного дома (ЩУД) — это тот же щит, плюс система управления, которая должна работать **всегда**, даже когда основное питание пропало. Отсюда три отличия.

Первое — добавляются блоки питания 24 В постоянного тока. Они превращают 220 В переменного в 24 В постоянного для плат управления, реле, датчиков. Без них автоматика мертва. Они занимают 4–10 модулей (18 мм) каждый в зависимости от мощности; количество и суммарную мощность блоков питания определяют по числу групп автоматики.

Второе — добавляется ИБП (источник бесперебойного питания). Это аккумуляторная система, которая даёт автономное питание автоматике на время отключения электричества. Размер ИБП зависит от модели: DIN-рельсовые ИБП занимают от 2–3 модулей, модели с внешними АКБ — больше и требуют места в глубину щита (для компактных моделей обычно 200–300 мм); точный габарит проверяется по паспорту устройства.

Третье — добавляется коммутация и вычислитель. Сетевой коммутатор (switch) объединяет все платы в локальную сеть. Локальный компьютер объекта (шлюз, контроллер) — это «мозг», который собирает данные и раздаёт команды. Он занимает 1–2 рейки и один или два свободных слота в глубину.

Как считать размер щита заранее.

Формула простая:

```
Необходимые рейки = (вводы + автоматы + УЗО + блоки питания + ИБП + коммутатор +
контроллер + запас) / 1 рейка
```

Один DIN-модуль = 1 единица ширины (17,5 мм). Щит на один ряд из 18 модулей — это ряд шириной 18 модулей (324 мм); термином «модуль» измеряют ширину, а «рейкой» — сам ряд щита, и путать их не следует. На практике:

- Вводная часть (вводной автомат, УЗО, при необходимости счётчик): порядка 6–12 модулей (18 мм).

- Блоки питания 24 В: 4–10 модулей (18 мм) каждый в зависимости от мощности (типично 100–350 Вт на группу).
- ИБП: от 2–3 модулей для DIN-рельсовых моделей, больше — для моделей с внешними АКБ (уточнять по паспорту).
- Коммутатор: 1 рейка.
- Контроллер: 1–2 рейки.
- Модули расширения, реле: 2–4 рейки.
- Запас (обязательно): минимум 20% от суммы.

Почему щит всегда получается больше, чем планировали.

На этапе проектирования забывают три вещи:

1. Блоки питания занимают не только рейки, но и место в глубину — они толще обычных автоматов.

2. Клеммные колодки, DIN-рейки для кабельных вводов и кабельные сальники занимают пространство, которое не видно на схеме.

3. Заказчик в процессе добавляет датчики, реле, дополнительные группы — и каждое добавление тянет за собой ещё один модуль.

Как заложить запас. Берите щит с запасом минимум 25% по рейкам и 30% по глубине. Щит, в который «вписались вплотную» — это щит, который через год потребует переделки при первом добавлении устройства. Лучше поставить щит побольше и оставить пустые рейки, чем теснить и потом расширять.

2. Состав ЩУД по группам

2.1. Вводная часть и защита

Это основа, как в любом щите. Вводное автоматическое устройство (автомат ввода) разводит питание на группы. За ним стоят автоматы защиты и устройства защитного отключения (УЗО).

- **Зачем нужен:** защищает кабели от перегрузки и короткого замыкания, защищает людей от поражения током через утечку.
- **Что будет без него:** при коротком замыкании горит кабель, при утечке тока — человек получает удар током, автомат не срабатывает, щит не отключается.

2.2. Блоки питания для автоматики (24 В)

Преобразуют 220 В переменного в 24 В постоянного тока. Питают платы управления, реле, датчики, модули расширения.

- **Зачем нужен:** вся автоматика работает на 24 В. Без блока питания платы не получат напряжения и не встанут в сеть.
- **Что будет без него:** автоматика мертва, щит — обычный распределительный, никакого «умного» функционала.

2.3. Платы управления

Это модули, которые выполняют логику: реле, модули ввода-вывода (I/O), контроллеры шин (KNX, Modbus, RS-485). Каждая плата — отдельный модуль в щите.

- **Зачем нужна:** принимает команды от датчиков и передаёт на исполнительные устройства (реле, контакторы). Без неё нет логики, нет автоматизации — просто проводка.
- **Что будет без неё:** щит работает как обычный, все реле и датчики подключены, но никто не управляет ими автоматически.

2.4. Модули расширения

Дополнительные модули, которые расширяют количество входов/выходов у основной платы управления.

- **Зачем нужны:** основная плата имеет ограниченное число портов. Когда портов не хватает — ставят модули расширения.
- **Что будет без них:** часть датчиков и исполнительных устройств просто не подключится к системе.

2.5. Коммутационное оборудование (сетевой коммутатор)

Коммутатор (switch) — устройство, которое объединяет все сетевые устройства в щите в одну локальную сеть (LAN). Обычно это неуправляемый коммутатор на 5–8 портов.

- **Зачем нужен:** платы управления, контроллер, компьютер объекта и иногда датчики общаются по сети Ethernet. Без коммутатора они изолированы друг от друга.
- **Что будет без него:** каждая плата живёт отдельно, команды не передаются, система не работает как единое целое.

2.6. Локальный компьютер объекта (шлюз/контроллер)

Это одноплатный компьютер в корпусе — у HI это Orange Pi Zero3 рядом с main board (ELX SmartBox v2.0), в отрасли аналогичную роль часто играет Raspberry Pi; он стоит в щите и является центром управления. Он опрашивает все платы, хранит логику, отдаёт команды, связывается с облаком или мобильным приложением.

- **Зачем нужен:** это «мозг» системы. Без него нет централизованного управления, нет логики, нет связи с пользователем.
- **Что будет без него:** щит — набор отдельных устройств, каждое из которых работает само по себе. Нет единой точки управления.

2.7. Источник бесперебойного питания (ИБП)

Аккумуляторная система, которая подаёт 24 В на автоматику при отключении основного питания 220 В.

- **Зачем нужен:** когда пропадает 220 В, автоматика должна продолжать работать. ИБП обеспечивает автономное питание на время, пока генератор не запустится или пока электричество не вернётся.
- **Что будет без него:** при любом отключении электричества вся автоматика перестаёт работать. Свет гаснет, шлюзы закрываются, системы безопасности отключаются.

3. Питание автоматики

3.1. Почему 24 В постоянного тока, а не 220

24 В постоянного тока — это стандарт безопасного напряжения (SELV — Safety Extra Low Voltage). По нормам IEC 61140 напряжение до 50 В постоянного тока и до 120 В переменного считается безопасным: при касании проводов под 24 В человек не получит удар током смертельной опасности.

220 В переменного — это смертельное напряжение. Если тянуть силовые 220 В к датчикам и реле, каждый разрыв контакта, каждый случайный замыкание — это риск поражения электрическим током и возгорания.

Кроме того, 24 В позволяет использовать тонкий кабель (сечение 0,5–0,75 мм²), который легко проложить в кабель-каналах и не занимает место в щите. Сечение силовых линий 220 В выбирается по току нагрузки и номиналу защиты (ПУЭ табл. 1.3.4): для типовых розеточных групп до 16 А применяется медь 2,5 мм², для освещения — 1,0–1,5 мм².

3.2. Как считать мощность блоков питания

Каждая плата управления имеет паспортное потребление по линии 24 В (обычно 2–10 Вт на модуль). Считают по формуле:

```
Суммарная мощность = сумма потребления всех плат + 30–50% запас
```

Зачем запас: блок питания, работающий на пределе, перегревается, срок службы его сокращается, и при пусконаладке, когда все платы включены одновременно, ток скачет выше номинала.

Почему нельзя брать впритык. Если блок питания рассчитан ровно на суммарную мощность всех плат, то при любом кратковременном сбросе, при пуске (когда конденсаторы на платах заряжаются и потребление кратковременно выше) — блок уйдёт в защиту по перегрузке. Это приведёт к отключению всей автоматики. Запас 30–50% — это не избыточность, а минимум для надёжной работы.

3.3. Зачем отдельный блок на группу плат

Если в щите несколько групп плат (например, освещение, шторы, отопление, безопасность), каждая группа питается от своего блока питания. Почему:

1. **Изоляция отказов.** Если блок питания одной группы выйдет из строя, остальные группы продолжат работать.
2. **Просадка напряжения.** Одна длинная линия 24 В на много плат даёт просадку на дальних модулях. Несколько коротких линий — каждая со своим блоком — решают проблему.
3. **Удобство обслуживания.** Замена одного блока питания не обесточивает всю систему.

3.4. Просадка напряжения на длинной линии

При протекании тока через провод возникает падение напряжения (по закону Ома: $\Delta U = I \times R$, где R — сопротивление провода). На длинной линии 24 В это может достигать нескольких вольт. Если напряжение на плате упадёт ниже минимального рабочего (обычно 20–21 В), плата начнёт работать нестабильно или перезагружаться.

Как избежать:

- Не прокладывайте линию 24 В длиннее 10–15 метров от блока питания.
- Используйте сечение провода не менее 0,75 мм² для линий длиннее 5 метров.
- Ставьте блок питания ближе к наиболее удалённой плате в группе.
- При необходимости используйте блоки питания с регулируемым выходом, чтобы компенсировать просадку, поднимая напряжение на выходе.

4. Компоновка

4.1. Что где стоит

Щит делится на две зоны по высоте:

Верхняя зона — силовая часть. Здесь стоят вводной автомат, автоматы групп, УЗО, контакторы. Это 220/380 В — опасное напряжение.

Нижняя зона — слаботочная часть. Здесь стоят блоки питания 24 В, платы управления, коммутатор, контроллер, ИБП. Напряжение 24 В — безопасное.

Разделение — не просто удобство, а требование безопасности. При обслуживании слаботочной части электрик не должен иметь доступа к силовым проводам под напряжением.

4.2. Куда идут вводы и куда выводы

Вводы (кабели от щита электроснабжения) подводятся к вводному автомату в верхней части щита. От автомата автоматические линии разводятся к группам потребителей (освещение, розетки, мощные потребители — котёл, теплый пол, насос).

Выводы силовых линий идут от автоматов к клеммным колодкам на DIN-рейке, от которых кабели расходуются в стены и к потребителям.

Слаботочные линии идут от блоков питания к платам управления, от коммутатора к каждому сетевому устройству. Они проложены отдельными кабельными каналами или в отдельном лотке внутри щита.

4.3. Почему сигнальные и силовые клеммы разносят

Силовые клеммы (220/380 В) и сигнальные клеммы (24 В, сигналы датчиков, команды реле) — это разные потенциалы и разные уровни тока. Если расположить их рядом:

1. Индуктивная наводка от силовых проводов на сигнальные — ложные срабатывания датчиков и реле.
2. При пробое изоляции силового кабеля на сигнальный — повреждение плат управления.
3. При работе мощных потребителей (двигатели, контакторы) — просадки и скачки, которые мешают работе электроники.

Поэтому силовые и сигнальные клеммы размещают на противоположных сторонах щита или разделяют физическим перегородочным элементом.

4.4. Доступ для обслуживания

Каждый модуль в щите должен быть доступен для замены без снятия соседних модулей. DIN-рейки фиксируют модули защёлками — для извлечения модуля нужно нажать на фиксатор и вытянуть его вниз. Между

группами модулей оставляют пустые рейки (1–2 штуки) как разделители — это упрощает замену и предотвращает случайное замыкание.

Кабельные вводы располагают в нижней части щита (или сбоку), кабельные выходы — в верхней. Это стандартное правило: тяжёлые кабели идут сверху вниз, и точка ввода всегда внизу, чтобы вода при протечке стекала наружу, а не в щит.

5. Порядок сборки, шаг за шагом

Шаг 1. Установка реек. Закрепите DIN-рейки в щите на расстояниях, соответствующих схеме. Верхняя рейка — для силовых автоматов, нижняя — для слаботочных устройств. Расстояние между рейками — не менее 100 мм для вентиляции.

Шаг 2. Установка вводного автомата и автоматов групп. Вставьте вводной автомат в верхнюю часть щита. Затем расставьте автоматы групп и УЗО по рейке. Питание на этом этапе не подаётся.

Шаг 3. Установка блоков питания 24 В. Закрепите блоки питания на рейке в нижней части щита. Подключите входные клеммы блоков к автоматической линии (через отдельный автомат, защищающий блок питания). Выходные клеммы (24 В) пока не подключайте к нагрузке.

Шаг 4. Установка ИБП. Закрепите ИБП на рейке. Подключите вход ИБП к автоматической линии (через свой автомат). Выход ИБП (24 В) подключите к общей шине 24 В, которая потом разведёт питание на все платы.

Шаг 5. Установка коммутатора и контроллера. Закрепите коммутатор и локальный компьютер на рейке. Подключите сетевые кабели от коммутатора к каждому сетевому устройству в щите (платы управления, контроллер).

Шаг 6. Установка плат управления и модулей расширения. Расставьте платы по рейкам. Подключите клеммные колодки 24 В от блоков питания к каждой плате. Подключите сетевые кабели от коммутатора к каждой плате.

Шаг 7. Подключение силовых кабелей. Подведите силовые кабели от вводов к автоматам. Подключите выходные кабели от автоматов к клеммным колодкам. Проверьте плотность клемм — каждый провод должен быть зафиксирован и не болтаться.

Шаг 8. Проверка перед подачей питания. Убедитесь, что все модули установлены плотно, все клеммы затянуты, нет обнажённых проводов за пределами клемм, нет перемычек между рейками. Проверьте сопротивление изоляции между силовыми и слаботочными линиями

мегаомметром на 1000 В — значение должно быть не менее 0,5 МОм (ПУЭ п. 1.8.34); на практике для разделения силовых и слаботочных цепей стремятся к значительно более высоким значениям.

Шаг 9. Подача питания. Выполняется строго по порядку, описанному в разделе 6.

6. Порядок подачи питания

Два слова из этого раздела нужно расшифровать сразу.

MAC-адрес — это неизменяемый заводской номер сетевого устройства, свой у каждой платы. Его не выбирают и не меняют, он как серийный номер на корпусе: по нему сеть отличает одну плату от другой, даже если остальные настройки совпадают.

DHCP — служба в роутере, которая раздаёт устройствам адреса в сети автоматически. Удобно, но адрес при этом может смениться после перезагрузки. Поэтому платам адреса **закрепляют**: в роутере говорят «вот этой плате с таким MAC-адресом всегда выдавай вот этот адрес». Без закрепления система после отключения света может не найти половину оборудования.

Подача питания — это не «включить автомат и всё». Если подать напряжение на все устройства одновременно, произойдёт скачок потребления, который может привести к срабатыванию автоматов, перезагрузке контроллера, повреждению плат. Питание подаётся последовательно с выдержками.

Порядок действий

1. **Включите ИБП.** Дайте ему 10 секунд на стабилизацию выходного напряжения. ИБП должен выйти на режим постоянного напряжения 24 В, конденсаторы внутри него зарядятся, напряжение стабилизируется.
2. **Включите роутер** (если он есть в щите — обычно это Wi-Fi точка доступа или роутер для связи с облаком). Подождите 10 секунд — роутер должен загрузиться, установить связь с вышестоящей сетью.
3. **Включите коммутатор.** Подождите 10 секунд — коммутатор должен инициализировать все порты, таблицу MAC-адресов.
4. **Включите платы управления по одной**, с интервалом около 5 секунд между каждой. После включения каждой платы подождите 30 секунд — плата должна пройти самотест, инициализировать прошивку, зарегистрироваться в сети. Включение по одной позволяет:

- контролировать, что каждая плата стартует без ошибок;

- не перегружать блок питания одновременным пусковым током всех плат;
- при проблеме с одной платой — понять, какая именно, не мешая остальным.

5. **Включите локальный компьютер объекта (контроллер).** Подождите около 1 минуты — он должен загрузить операционную систему, запустить службы управления, опрашить все платы, установить связь с роутером и коммутатором.

Физический смысл порядка

Почему сеть должна подняться раньше плат. Платы управления при старте пытаются получить IP-адрес по DHCP, связаться с контроллером, загрузить конфигурацию. Если коммутатор и роутер не работают, платы не смогут связаться с контроллером, и часть из них может зависнуть в режиме ожидания или начать вещать в сеть без адреса, создавая конфликты.

Почему платы включают по одной. Одновременный пуск 10–20 плат создаёт кратковременный всплеск потребления, который может превысить номинал блока питания и вызвать его защиту. Кроме того, если все платы стартуют одновременно, контроллер получает десятки одновременных запросов на регистрацию и может не справиться.

Почему компьютер последним. Контроллер — это центральный узел, который опрашивает все платы и управляет логикой. Он должен видеть все платы в сети перед тем, как начнёт свою работу. Если он стартует раньше плат, он не найдёт их, залогирует ошибки, и при последующем появлении плат ему придётся перезапускать цикл опроса.

Что происходит, если подать всё сразу. Блок питания может уйти в защиту по перегрузке — все устройства обесточатся. Контроллер может зависнуть при старте, не дождавшись сети. Платы могут получить нестабильное напряжение и начать циклически перезагружаться. Диагностика такой неисправности занимает в 3–5 раз больше времени, чем аккуратная последовательная подача.

7. Маркировка и документирование

7.1. Что подписывать

Каждый модуль в щите должен иметь бирку (табличку) с указанием:

- Назначения модуля (например, «Реле освещения 1», «Датчик температуры», «Контроллер KNX»).
- Номера рейки и позиции в щите.

Каждая клеммная колодка подписывается по схеме подключения: какой провод куда пришёл, какой провод куда ушёл.

7.2. Что записать для настройки

Для каждого устройства в сети ведётся таблица, которая передаётся при пусконаладке:

Устройство	IP-адрес	MAC-адрес (аппаратный)	Порт	Назначение
Плата реле 1	192.168.10.11	AA:BB:CC:DD:EE:01	Порт 1 — освещение, порт 2 — розетки	Управление группой «Свет»
Плата I/O 2	192.168.10.12	AA:BB:CC:DD:EE:02	Порт 3 — датчики, порт 4 — шторы	Управление шторами и датчиками

Без этой таблицы настройка превращается в угадывание: при подключении нового устройства к коммутатору невозможно понять, какой порт к чему относится, какой IP назначить, какая плата отвечает за какую функцию. Если в щите 30 устройств и нет документации — каждое устройство приходится опрашивать, проверять, идентифицировать по прошивке. Это занимает часы вместо минут.

7.3. Какой порт чем управляет

На коммутаторе каждый порт соответствует конкретному устройству в щите. Порт 1 — контроллер, порт 2 — плата реле, порт 3 — плата I/O и так далее. Эта соответствие записывается в документацию и на схеме щита. Если порт на коммутаторе не подписан — при замене неисправного устройства придётся методом подбора определять, какой порт к какому устройству ведёт.

8. Типичные ошибки сборки щита с автоматикой и во что они обходятся

Ошибка 1: Блок питания подобран без запаса

Симптом: при включении нескольких плат одновременно блок питания уходит в защиту, все устройства обесточиваются.

Последствия: при пусконаладке обнаруживается, что блок не справляется, его нужно менять на более мощный. Стоимость: 2–4 часа работы + стоимость нового блока + задержка пусконаладки.

Ошибка 2: Линия 24 В протянута слишком длинно

Симптом: дальние платы работают нестабильно, перезагружаются, теряют связь.

Последствия: просадка напряжения на дальних модулях приводит к непредсказуемому поведению — датчики то работают, то нет, реле то срабатывают, то зависают. Диагностика занимает дни, потому что проблема не воспроизводится стабильно. Стоимость: повторная прокладка кабеля или установка дополнительного блока питания ближе к проблемной группе.

Ошибка 3: Силовые и сигнальные кабели проложены в одном кабель-канале

Симптом: ложные срабатывания датчиков, хаотичная работа реле, платы получают помехи и перезагружаются.

Последствия: система ненадёжна, «глюки» воспроизводятся нерегулярно, клиент жалуется, электрик тратит время на поиск помех, который может длиться неделями. Стоимость: перекладка кабелей в отдельные каналы, повторная пусконаладка.

Ошибка 4: Питание подано одновременно на все устройства

Симптом: при первом включении автоматически срабатывает вводной автомат, или блок питания уходит в защиту, контроллер не стартует.

Последствия: невозможно определить, какое именно устройство вызвало срабатывание, потому что все включились одновременно. Диагностика — методом исключения, по одному устройству. Стоимость: 2–4 часа на последовательное включение с диагностикой + задержка сдачи объекта.

Ошибка 5: Нет документации по адресам и портам

Симптом: при добавлении нового устройства или замене неисправного невозможно понять, какой порт к чему, какой IP назначить.

Последствия: настройка каждого нового устройства занимает в 5–10 раз больше времени. При обслуживании — невозможность быстро найти неисправность. Стоимость: бесконечные повторные визиты, расширение времени на обслуживание, невозможность масштабировать систему.

Ошибка 6: Запас реек не заложен

Симптом: через полгода после пуска заказчик добавляет датчик или реле, а в щите нет свободных реек.

Последствия: нужно покупать новый щит или расширять существующий, что требует отключения части автоматики, перекоммутации, повторной пусконаладки. Стоимость: 3–5 часов работы + стоимость дополнительных модулей + задержка.

Ошибка 7: ИБП подключён, но не настроен на автоматическое переключение

Симптом: при отключении 220 В автоматика перестаёт работать, хотя ИБП в щите стоит.

Последствия: ИБП работает только в ручном режиме или вообще не переключается. Автономность системы — ноль. Стоимость: повторная настройка ИБП или замена на модель с автоматическим переключением.

9. Чек-лист приёмки щита перед пусконаладкой

- ☐ Все модули установлены на рейки и зафиксированы (щёлкнули в защёлки).
- ☐ Все клеммы затянены с моментом, указанным в паспорте модуля (обычно 0,5–1,0 Н·м для клеммных колодок).
- ☐ Нет обнажённых проводов за пределами клеммных колодок.
- ☐ Силовые и слаботочные линии разделены физически (разные рейки или перегородка).
- ☐ Длина линий 24 В не превышает 15 метров от блока питания до самой удалённой платы.
- ☐ Сечение кабеля линий 24 В — не менее 0,75 мм².
- ☐ Между группами модулей оставлены пустые рейки (разделители).
- ☐ Все сетевые кабели подключены к коммутатору, каждый порт подписан.
- ☐ ИБП подключён, напряжение на выходе 24 В измерено мультиметром, стабильно.
- ☐ Блоки питания 24 В подключены к отдельным автоматам, защищающим каждый блок.
- ☐ Вводной автомат в положении «выкл», все групповые автоматы — «выкл».
- ☐ Сопротивление изоляции между силовыми и слаботочными линиями ≥ 0,5 МОм (ПУЭ п. 1.8.34), измерено мегаомметром на 1000 В; на практике стремятся к значительно более высоким значениям.
- ☐ Таблица соответствия IP/MAC/порт/назначение заполнена для каждого устройства.
- ☐ Каждый модуль подписан биркой с назначением и номером рейки.
- ☐ Запасные рейки (минимум 20% от общего числа) свободны и доступны.
- ☐ Щит заземлён, все кабельные сальники установлены, отверстия заглушены.

- □ Внутри щита нет инструментов, обрезков проводов, посторонних предметов.

После прохождения всего чек-листа — щит готов к пусконаладке. Подача питания выполняется по порядку из раздела 6.

Глава 11. Понятия, на которых держится всё

Прежде чем трогать «умный дом» руками, нужно освоить десяток слов. Без них монтажник-автоматизатор и монтажник-электрик говорят на разных языках и делают на объекте дорогие ошибки.

Хорошая новость: все эти слова — про то, что вы уже знаете. Реле, кнопка, датчик движения, кабель, щит. Просто вокруг них выстроена своя терминология, и она проще, чем кажется. Программирования на первых этапах не будет: сейчас — только понятия.

Контроллер: тот, кто держит щипцы в руке

Контроллер — это главный прибор умного дома. В щите он занимает одно или несколько модульных мест и выглядит как обычный модульный автомат — тот же корпус, та же защёлка на DIN-рейку (металлическая планка в щите, на которую защёлкиваются автоматы).

Аналогия: вы управляете кнопкой на стене — рука идёт, палец нажимает. Контроллер — это «рука» дома. Он смотрит, что говорят датчики и переключатели, и сам «нажимает» реле, включая свет, тёплый пол, замок.

Что у него обычно есть:

- релейные выходы (об этом ниже) — «пальцы», которые щёлкают нагрузкой;
- входы — «нервные окончания», куда подключаются датчики и кнопки;
- интерфейсы связи — кабельные порты, по которым контроллер разговаривает с остальными устройствами.

Где ошибаются. Контроллер — не выключатель. Он может сломаться, зависнуть, обесточиться. Поэтому в классической схеме у критичного потребителя (например, света в коридоре) должна остаться возможность прямого управления — хотя бы обычной кнопкой на стене, заведённой мимо контроллера. Дом, в котором без контроллера не включается свет в санузле, — это плохой дом, каким бы дорогим он ни был.

Второе: читайте паспорт. Сколько нагрузок держит один выход, какой суммарный ток, сколько входов у конкретной модели — зависит от модели, смотрите паспорт. Вешать на один релейный выход больше, чем разрешено, — это обычная перегрузка, никакой магии.

Шина и топология: как устройства связаны проводом

Шина — это общий кабель связи, к которому подключаются устройства умного дома. Название взялось по аналогии с электротехникой: силовая шина в щите — одна полоса, и автоматы подключаются к ней все.

Аналогия: шина — это как общедомовая линия домофона. Одна пара проводов идёт по этажам, и каждая трубка подключена к ней параллельно. Точно так же на шину умного дома вешаются и датчик в коридоре, и панель у входа, и реле в щите — все параллельно к одному кабелю.

Топология — это схема, по которой проложен этот кабель. Основные варианты:

```
Линия (последовательно):
Щит ----[Датчик 1]----[Датчик 2]----[Панель]
        кабель заходит в устройство и выходит дальше
Звезда (лучами из одной точки):
              [Датчик 1]
             /
Щит ---------[Датчик 2]
             \
              [Панель]
        отдельный кабель на каждое устройство
Дерево (смешанная):
Щит ----[Узел]----[Датчик 1]
           |------[Узел]----[Датчик 2]----[Панель]
```

Какая топология нужна — зависит от протокола (о нём ниже). Одни системы требуют строгую линию, другие позволяют всё, кроме замкнутого кольца. Это прописано в документации конкретной системы, и её нужно прочитать ДО прокладки кабеля, а не после.

Где ошибаются. Классика монтажных ошибок:

- проложить шину «как удобно», а потом выяснить, что протокол требует свою топологию;
- шунтировать устройства (подключить их не параллельно к шине, а «в разрыв») — по аналогии с тем, как нельзя включить автомат последовательно с линией;
- не оставить запас кабеля и свободных мест на шине: потом добавить один датчик — и перекладывать весь трассу.

Сечение кабеля для шины — по документации конкретной системы; у большинства это тонкий кабель, но требуемое сечение и максимальная длина линии зависят от протокола и модели, смотрите паспорт. Шину прокладывайте в своём кабельном канале, отдельно от силовых линий — по той же логике, по которой слаботочку не тянут рядом с кабелем плиты.

Протокол: язык, на котором устройства переговариваются

Протокол — это набор правил, по которым устройства обмениваются данными. Аналогия: два человека могут стоять рядом и не понять друг друга, если один говорит по-русски, а второй по-китайски. Так и приборы: кабель подключён, а толку нет, потому что один «говорит» на одном протоколе, второй на другом.

Практическое следствие для монтажника простое: **устройства одного протокола можно соединять, разных — нельзя**, если между ними нет специального «переводчика» (шлюза, интегратора).

Протоколы, которые вы чаще всего встретите (называем только имена, без рекламных обещаний):

- **KNX** — европейский стандарт для проводных систем. Устройства вешаются на общую шину.
- **Modbus** — протокол, распространённый в промышленной автоматизации. Встречается в тепловых счётчиках, вентиляции, котлах.
- **Wi-Fi** — та же беспроводная сеть, что у вас дома на ноутбуке. Некоторые бытовые устройства подключаются так.
- **Zigbee, Z-Wave** — беспроводные сети именно для автоматизации, со своей логикой.
- **MQTT** (Message Queuing Telemetry Transport, протокол передачи сообщений между устройствами) — способ обмена сообщениями через сервер-посредника, похож на общую доску объявлений: устройство пишет туда, другие читают.

Это не «лучшие и худшие», это разные языки для разных задач. Прежде чем что-то купить на объект, спросите у проектировщика или у заказчика: на каком протоколе собран остальной дом. Иначе можно насобирать зоопарк, где устройства физически исправны, но друг друга не понимают.

Где ошибаются. Самая дорогая ошибка — купить устройство, не проверив протокол. Вторая — протянуть кабель «просто так», без понимания, куда он потом подключится. Дешевле один раз спросить, чем перезакладывать трассу.

Сухой контакт: сигнал, который проводит ток

Сухой контакт (dry contact, «сухой» — то есть без собственного напряжения) — это просто пара проводов, которые устройство замыкает и размыкает. Само устройство ничего не подаёт на эти провода — оно только соединяет их или разъединяет.

Аналогия: обычная клавиша выключателя. Внутри выключателя нет никакой электроники — он просто замыкает два конца провода. Это и есть сухой контакт. Датчик протечки, дверной контакт, кнопка, геркон — все они чаще всего дают сухой контакт.

Смотрим на схему:

```
Контроллер (вход)          Датчик (сухой контакт)
   +---[ вход IN1 ]--------o   o---+
   |                     (контакты) |
   +---[ общий GND ]----------------+
```

Когда контакт замкнулся — контроллер видит замыкание. Разомкнулся — видит размыкание. Всё, больше ничего.

Противоположность — «мокрый» контакт, когда на проводах уже есть напряжение (230 В или 24 В). Подавать его туда, где ждут сухой контакт, — верный способ спалить вход контроллера. Читайте паспорт: у каждой клеммы написано, сухой это вход или нет, и какое напряжение допускается.

Где ошибаются. Три типовых случая:

- Подают 230 В на вход, который ждёт сухой контакт.
- Путают клеммы «общий» и «сигнальный».
- Не проверяют, выдерживает ли контакт датчика нужный ток — контакт рассчитан на сигнальный ток, а не на катушку пускателя.

Нормально замкнутый и нормально разомкнутый: как контакт ведёт себя в покое

Когда у вас есть контакт — сухой или внутри реле — важно понимать, в каком он состоянии, когда «ничего не происходит». Отсюда два термина:

- **Нормально разомкнутый** (НО-контакт, NO — Normally Open, «нормально открытый») — в покое разомкнут, замыкается, когда что-то происходит.
- **Нормально замкнутый** (НЗ-контакт, NC — Normally Closed, «нормально закрытый») — в покое замкнут, размыкается, когда что-то происходит.

Аналогия: дверь. Обычная дверь — «нормально закрытая»: стоит закрытой, пока её не откроешь. Дверь с доводчик (доводчик — механизм над дверью, который сам её закрывает)ом на пожарном выходе — тоже «нормально закрытая», но по-другому: она сама возвращается в закрытое состояние.

Практический пример — датчик протечки. Два варианта:

```
Нормально разомкнутый:              Нормально замкнутый:
в покое:    o    o   (разомкнут)    в покое:   o—o   (замкнут)
```

```
при утечке: o—o   (замкнут)          при утечке: o  o   (разомкнут)
```

Пусть контроллер настроен так: «сигнал тревоги — если на входе нет замыкания». Тогда нормально замкнутый датчик безопаснее: если у него оборвётся провод, контроллер сразу это заметит — линия перестала быть замкнутой. А у нормально разомкнутого обрыв провода выглядит так же, как «протечки нет». Эту логику в системах сигнализации называют «контроль линии»: систему специально строят на замкнутых контактах, чтобы обрыв сразу выглядел как неисправность.

Где ошибаются. Покупают датчик, подключают, а он «работает наоборот» — сигналит при норме и молчит при утечке. Это не брак, а перепутанные NC и NO. У большинства датчиков режим выбирается, смотрите паспорт.

Датчик и исполнитель: кто смотрит и кто делает

Датчик (или сенсор) — устройство, которое смотрит на мир и сообщает системе, что происходит: движение, температура, влажность, протечка, открытие двери, задымление.

Исполнитель (или актуатор) — устройство, которое делает: включает свет, открывает клапан, поднимает штору, защёлкивает замок.

Аналогия: рука и палец. Датчик — это нервное окончание, которое чувствует жару. Исполнитель — это мышца, которая дёргает руку. Между ними сидит мозг — контроллер.

На объекте это выглядит так:

Устройство	Датчик или исполнитель	Как подключается
Датчик движения	датчик	сухой контакт или на шину
Датчик протечки	датчик	сухой контакт
Датчик температуры	датчик	обычно своя линия, зависит от модели
Релейный модуль	исполнитель	на шину или в связке с контроллером
Клапан отопления	исполнитель	сухой контакт, 24 В или 230 В — по паспорту
Привод шторы	исполнитель	обычно отдельная линия 230 В
Настенная панель	и то, и другое	на шину

Правило: датчик обычно слабый — ему хватает сигнального провода. Исполнитель обычно сильный — под него ведётся отдельное питание, и его выходные клеммы держат нагрузку по току. Смотрите паспорт: какой ток

допустим на выходе, если исполнитель сам, а не через отдельный релейный модуль.

Где ошибаются. Подключают привод шторы или клапан напрямую к датчику, минуя контроллер или реле — «а чего, оба же умные». Датчик на это не рассчитан. Правильная цепочка всегда такая: датчик → контроллер (или логика в панели) → исполнитель.

Сценарий: условие, действие, исключение

Сценарий — это правило, по которому система реагирует. Запись сценария всегда в трёх частях: условие — когда сработать; действие — что сделать; исключение — когда не срабатывать даже при выполненном условии.

Аналогия из автоматики, которую вы знаете: тепловое реле. «Если ток больше уставки — отключить». Условие есть, действие есть. Но у теплового реле нет исключений — он тупо отключит. Умный дом умеет по-другому.

Пример сценария «Вечерний свет в коридоре»:

- Условие: датчик движения в коридоре увидел человека.
- Действие: включить свет на 30 %.
- Исключение: но только если сейчас после 22:00, ИЛИ если в доме никто не спит (иначе — не включать, чтобы не разбудить).

Другой пример — «Ушёл из дома»:

- Условие: телефон хозяина пропал из домашней сети (или все ушли).
- Действие: выключить всё освещение, закрыть клапаны воды, проверить, что окна закрыты.
- Исключение: если в доме кто-то есть — не выключать.

Поймите главное: сценарий не «умнее» контроллера, это просто правило, которое кто-то (обычно проектировщик или наладчик) заранее записал в систему. Чем больше условий и исключений, тем сложнее потом разбираться, «почему сработало не так». На объекте сценарии стоит записывать в виде простого текста — «если А, то Б, кроме В» — и вешать в щит рядом с перечнем нагрузок. Через год заказчик или следующий монтажник скажет вам спасибо.

Где ошибаются. Самая частая проблема — забытое исключение. Написали «при протечке закрыть клапан воды», а забыли, что этот же клапан открывает систему полива. Итог: датчик в подвале увидел конденсат — и вся система полива на участке простояла два дня. Исключение — не формальность, это то, что спасает от ложных срабатываний.

Работа без интернета: умный дом против «умной лампочки»

Важно разделить два вида систем, потому что у них разная логика работы.

Облачные системы — управляются через сервер в интернете. Устройство (например, розетка с Wi-Fi) связывается с сервером производителя, а ваш телефон — тоже с этим сервером. Сервер «передаёт команды».

Локальные системы — работают внутри дома. Контроллер стоит в щите, устройства подключены к нему напрямую, интернет им для работы не нужен.

Аналогия: внутренняя телефонная станция. В больнице можно позвонить из приёмного в операционную, даже если у больницы отрубили внешнюю телефонию. Внутренняя связь работает. Интернет — это «внешняя телефония».

Проверка на объекте простая: выключите роутер. Свет должен включаться с настенной панели, замок должен открываться своим кодом, сценарий «пришёл домой» должен работать. Если что-то из этого живёт только через приложение в телефоне и облако — значит, без интернета оно не работает, и заказчику об этом нужно сказать честно.

Где ошибаются. Проектируют дом так, что всё завязано на приложение и интернет. Потом у дома деградирует связь (перебои, смена провайдера, сгоревший роутер) — и заказчик остаётся с домом, в котором нельзя включить свет в детской. В щите всегда должна быть альтернатива: обычные клавиши, резервные кнопки на панели, работающие напрямую.

Обратная связь: почему без неё интерфейс врёт

Обратная связь (feedback, «отдача») — это когда система сообщает: «я сделала то, что ты просил», — и это отличается от «я приняла команду».

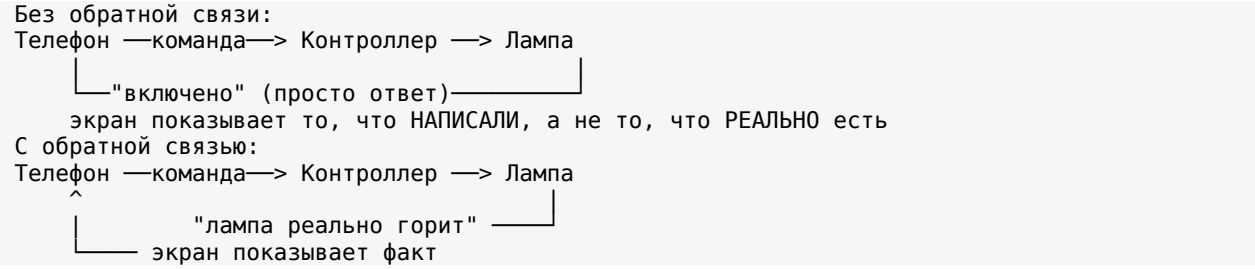
Аналогия: вы повернули ключ в замке зажигания. «Ключ повернулся» — это команда принята. «Мотор завёлся» — это результат. Если приборной панели нет, вы не знаете, завёлся мотор или сел аккумулятор.

В умном доме то же самое:

- **Без обратной связи:** вы нажали на экране «включить свет в гостиной». Экран показал «включено». Но свет не включился — например, перегорела лампа, отвалился провод, выключился автомат. Экран при этом врёт: он показывает, что команду отправили, а не что она исполнилась.

- **С обратной связью:** система проверяет реальное состояние (например, по току в линии или по отдельному датчику) и на экране честно пишет «не включилось, проверьте линию».

Схематически:



Для монтажника это значит: если у вас в системе есть выбор между «просто кнопка на экране» и «кнопка с подтверждением реального состояния» — берите вторую. И если заказчик спрашивает, почему одна панель дороже другой, часто это именно разница в обратной связи.

Где ошибаются. Строят систему, где всё выглядит красиво на экране, но никто не проверил, реально ли физически работает исполнитель. Через месяц заказчик звонит: «У меня на всех экранах включено, а в доме темно». Это провал проекта, и он стоит дороже, чем пара датчиков тока на этапе монтажа.

Отказоустойчивость: что происходит при пропаже питания и связи

Отказоустойчивость — это способность системы работать, когда что-то из её частей сломалось или обесточилось. Проверяется двумя главными вопросами.

Что происходит при пропаже питания

Тут важны два момента.

Первый — состояние выходов после восстановления. У реле есть настройка: включаться или не включаться после того, как контроллер обесточили и снова включили. Это называется поведение при старте. Если вы утром включили свет, потом мигнул свет во всём доме — должна ли кухня снова загореться или остаться выключенной? Это настраивается, и правильный вариант зависит от задачи. Для системы отопления и замка одно, для света — другое.

Второй — что должно работать, даже если «мозг» умер. Замок должен открываться обычным ключом. Свет должен включаться обычной клавишей. Клапан газа должен закрываться по собственному датчику, а не

«только по команде контроллера». Если в доме какая-то функция существует ТОЛЬКО в контроллере — это не функция, это ловушка.

Что происходит при пропадании связи

Если контроллер жив, а связь с интернетом пропала — что остаётся?

- Локальные сценарии, записанные в контроллере, — работают.
- Управление с настенных панелей, подключённых к контроллеру напрямую, — работает.
- Приложение на телефоне через облако — не работает (или работает только по локальной сети, если вы дома).
- Сигнализация, которая шлёт уведомления в облако, — не может уведомить. Должен быть резервный канал (например, SIM-карта), или заказчик должен знать, что при обрыве интернета он не узнает о тревоге.

Простое правило: **интернет — это удобство, не необходимость.** Если система без интернета «умирает», значит, её спроектировали плохо. Хороший дом деградирует мягко: пропала связь с облаком — остались локальные сценарии и панели; умер контроллер — остались обычные клавиши и ключи.

Где ошибаются. Ставят один контроллер, который держит всё, и не думают о том, что будет при его отказе. Или ставят систему, где свет в санузле включается только через приложение. По первости это кажется нормальным, через год это становится источником вызовов и скандалов.

Идентификация: «узнать человека» и «пропустить» — это не одно и то же

Последнее понятие — про то, где чаще всего ошибаются на практике. Речь о системах доступа: замки с кодовой панелью, отпечатком пальца, картой, лицом.

Идентификация (от лат. identificare, «отождествлять») — процесс, в котором система пытается понять, кто перед ней. А дальше начинается главное.

Две разные задачи, которые путают:

- **«Система узнала человека»** — система поняла, что это конкретный Иванов, у которого есть право входа.
- **«Система пропустила»** — система решила, что можно открыть замок.

Это НЕ одно и то же. Может быть наоборот: система пропустила человека, которого не узнала (например, «любой, кто приложил что-то к

считывателю»). А может быть так: система узнала хозяина, но не пропустила (например, хозяин забыл, что его право доступа отозвано).

У любой системы распознавания есть **два вида ошибок**, и они противоположны:

- **Пропустить чужого** (в сигнализации это называется «ложное срабатывание доступа», часто ошибкой I рода) — система приняла чужого за своего и открыла замок.
- **Не узнать своего** (ошибка II рода) — система не узнала хозяина и не пустила его.

Аналогия из вашей практики: автомат защиты. У него есть два порога — слишком чувствительный (отключает на рабочем токе, то есть «не узнаёт своего») и слишком грубый (пропускает короткое замыкание, то есть «пускает чужого»). Точной настройки, где не будет ни одной ошибки, не существует — всегда придётся балансировать между ними.

На практике это значит:

- Если заказчик говорит «не хочу, чтобы система меня не узнавала» — значит, он боится ошибки II рода, и настройку нужно делать более чувствительной (система будет легче признавать человека своим).
- Если заказчик говорит «не хочу, чтобы кто-то чужой открыл дверь» — значит, он боится ошибки I рода, и настройку нужно делать более строгой (система будет чаще ошибаться в обратную сторону, отказывать своим).

Эти две настройки противоположны: нельзя сделать обе ошибки нулевыми. Чем строже система, тем чаще она не узнаёт своих; чем лояльнее — тем чаще пропускает чужих. Любая попытка «сделать, чтобы никогда не ошибалась» — обещание, которое никто в мире не может выполнить.

Для монтажника практический вывод: не обещайте заказчику «нулевых ошибок». Объясняйте, что ошибок два вида, что они противоположны, и что настройку нужно выбирать под задачу. Замок в квартире, куда пускают только хозяев, и проходная офисного здания настраиваются по-разному.

Проверка себя: 10 вопросов

1. Что такое контроллер и почему нельзя строить дом так, чтобы свет включался только через него?

Контроллер — главный прибор, «мозг» умного дома: он принимает сигналы от датчиков и переключает реле, управляющие нагрузками. Нельзя строить дом так, чтобы свет включался только через контроллер, потому что контроллер может сломаться, зависнуть или обесточиться. У критичного

потребителя должна быть возможность прямого управления — обычная клавиша, заведённая мимо контроллера.

2. Чем линия отличается от звезды в топологии шины?

В линии кабель идёт последовательно: заходит в одно устройство, выходит из него к следующему. В звезде из щита (или из одного узла) идут отдельные лучи на каждое устройство. Какая топология нужна — зависит от протокола конкретной системы, это читается в документации до прокладки кабеля.

3. Два устройства физически подключены одним кабелем, но не понимают друг друга. Что это значит?

Они говорят на разных протоколах — то есть используют разные правила обмена данными. Кабель есть, а «языка» общего нет. Нужно либо заменить устройство на устройство с тем же протоколом, либо поставить между ними переводчик (шлюз).

4. Что такое сухой контакт и чем он отличается от «мокрого»?

Сухой контакт — это просто пара проводов, которые устройство замыкает и размыкает, не подавая на них никакого напряжения. «Мокрый» контакт — когда на проводах уже есть напряжение (например, 230 В или 24 В). Подключать «мокрый» выход на вход, который ждёт сухой контакт, — способ спалить вход контроллера.

5. Почему для датчика протечки нормально замкнутый контакт обычно безопаснее нормально разомкнутого?

Потому что в норме линия замкнута, и контроллер постоянно видит замыкание. Если провод оборвался — линия разомкнулась, и контроллер сразу это заметит как неисправность. У нормально разомкнутого датчика обрыв провода выглядит так же, как «протечки нет», — систему можно месяц не знать, что она мертва.

6. Датчик и исполнитель — кто есть кто? Приведите по два примера.

Датчик смотрит и сообщает: например, датчик движения, датчик протечки. Исполнитель делает: например, релейный модуль, клапан отопления. Правильная цепочка: датчик → контроллер → исполнитель. Подключать исполнитель напрямую к датчику нельзя — датчик на это не рассчитан.

7. Из каких трёх частей состоит сценарий? Придумайте пример с исключением.

Условие — когда сработать. Действие — что сделать. Исключение — когда не срабатывать, даже если условие выполнено. Пример: условие — датчик протечки увидел воду; действие — закрыть клапан воды; исключение — если сейчас работает система полива (чтобы случайный конденсат в подвале не отключил полив на весь участок).

8. Как на объекте проверить, работает ли система без интернета?

Выключить роутер и попробовать: включить свет с настенной панели, открыть замок своим кодом, проверить, срабатывают ли сценарии. Если что-то живёт только через приложение и облако производителя — значит, без интернета оно не работает, и заказчику об этом нужно сказать прямо.

9. Почему экран в приложении может показывать «свет включён», когда свет на самом деле выключен?

Потому что без обратной связи экран показывает не факт, а подтверждение отправки команды. Контроллер ответил «команду получил», и экран честно показал именно это. Реальное состояние (сгорела лампа, отвалился провод, выбил автомат) он не проверяет. Обратная связь — это когда система читает реальное состояние и показывает его.

10. Какие две ошибки есть у любой системы распознавания и почему нельзя убрать обе?

Первая — пропустить чужого (принять чужого за своего). Вторая — не узнать своего. Настройки, уменьшающие одну ошибку, увеличивают другую: чем строже система, тем чаще она отказывает своим; чем лояльнее — тем чаще пускает чужих. Нулевых ошибок одновременно не бывает, поэтому обещать заказчику «систему без ошибок» нельзя — нужно выбирать баланс под конкретную задачу.

Если по этим десяти вопросам вы смогли ответить своими словами, не подглядывая — вы готовы к следующей главе, где начинается уже практика: что и куда подключать.

Глава 12. Монтажная подготовка: что делать до того, как взять перфоратор

Электрик, который берётся за умный дом впервые, обычно делает две ошибки: начинает бурить стены до того, как понял, что именно будет в этих стенах, и подписывает спецификацию, не поговорив с заказчиком. Обе ошибки потом стоят денег. Эта глава — про то, как их не сделать.

Умный дом — это не «розетка, которая умная». Это три слоя, которые вы как монтажник закрываете по очереди:

1. **Силовой слой** — то, что вы уже умеете: автоматы (автоматические выключатели), кабели, щит (распределительный щит), заземление.
2. **Сигнальный слой** — тонкие кабели, по которым ходят данные: УТП (Unshielded Twisted Pair, витая пара) для интернета, сигнальные провода от датчиков, шины (например, RS-485 — стандарт физического уровня: витая пара с дифференциальной передачей, по которой несколько устройств общаются по очереди; поверх него работают протоколы вроде Modbus RTU).
3. **Логический слой** — контроллер (компьютер в щите, который всё «думает»), приложения, сценарии (готовые программы: «пришёл домой — включила свет на кухне»), облако (серверы производителя, куда уходят данные).

Монтажник отвечает за первые два слоя и за то, чтобы 第三个 — логический — имел где жить. Всё, что вы делаете ДО бетона и шпаклёвки, потом исправить нельзя. Поэтому подготовка важнее самого монтажа.

10.1. Выезд на объект: осмотр, замеры, фото

Выезд на осмотр — это не «заглянуть на час». Закладывайте 3–5 часов на дом и 2–3 часа на квартиру. Цель выезда: собрать информацию, по которой можно составить проект и спецификацию, не угадывая.

Щит. Осматриваете и меряете:

- Где щит стоит и в какую сторону открывается дверь. Планируете ли перенос — перенос щита это отдельная работа, она должна быть в смете до начала бурения.
- Сколько внутри DIN-рейки (стандартная планка, на которую цепляются автоматы; её стандартная ширина 35 мм, а «модуль» — ширина одного

автомата — 17,5 мм). Считайте в модулях: «в щите 36 модулей, занято 20» — понятная единица и для вас, и для проекта.
- Что занято: автоматы (номиналы: 10/16/25/32 ампера), УЗО (Устройство Защиты Отключения — аппарат, который обесточивает цепь при утечке тока, защищает людей; типовые токи отсечки 10 мА для мокрых зон и 30 мА для групповых линий), стабилизатор, модем.
- Есть ли отдельная линия питания на автоматизируемое оборудование. Если нет — заносите в проект: контроллеру и модулям нужен «чистый» 230 В от отдельного автомата, чтобы отключение ремонтной группы не убивало дом.
- Присоединения: как заведены кабели, есть ли запас по длине хвостов (норма — не менее 30–50 см свободного конца на клемме), заземляющая шина и её состояние.
- Напряжение: мультиметром замеряете фазу-ноль (ожидаете около 230 В) и, если есть, фазы между собой (380 В). Если напряжение скачет — это повод поставить в спецификацию стабилизатор или UPS (Uninterruptible Power Supply, блок аварийного питания на аккумуляторах) на щит.

Интернет и сеть. Определяете, откуда и куда:

- Где в доме заходит оптика (тонкий стеклянный кабель провайдера) — это точка, где будет стоять роутер или коммутатор.
- Какой интернет: скорость, тариф, сколько устройств уже подключено. Спрашиваете напрямую, а не угадываете.
- Где реально ловит Wi-Fi: проходите по всем комнатам с телефоном и смотрите уровень сигнала. Металлические стены, бетон с арматурой, микроволновка на кухне — всё это съедает 2,4 ГГц-диапазон, на котором работают большинство умных устройств.
- Куда тянуть витую пару (кабель интернета и данных): от точки ввода до щита — минимум два кабеля (один — на сеть, второй — резерв/телефония; кабель дёшево, а выехать тянуть ещё раз — дорого).
- Где будет стоять контроллер: центр дома, не в углу; если дом большой — где промежуточные точки.

Розетки и места оборудования.

- Для каждого кластера устройств (щит, кабинет, гараж) — розетка 230 В в 30–50 см рядом. На блок питания 24 В (источник, который превращает 230 В в низковольтное питание для контроллеров и датчиков) закладывайте отдельную линию от отдельного автомата.
- Камеры: где будут стоять, откуда вести кабель (витая пара до камеры несёт и данные, и питание — это называется PoE, «питание по Ethernet»), есть ли точка выхода на улицу.

- Датчики открытия (окна, двери), движения (PIR — инфракрасный датчик, «видит» тепло): отмечаете на плане каждую точку. Для датчиков движения принципиально место: не напротив батареи, не на сквозняке, не под потолком у окна с прямым солнцем.

Что меряете и фиксируете на месте:

- Площадь помещений, высоты потолков, где проложены существующие кабели (выключатели — щёлкните выключателем и найдите, где в щите сработал автомат: так вы пересчитаете существующие линии).
- Марки кабелей в щите: что где лежит, есть ли свободные жилы в старых кабелях (в трёхжильном кабеле, идущем на люстру, может быть свободная жила под возвратную фазу — это экономит новый кабель).
- Типы выключателей: проходные (включают свет из двух мест), двойные (два света одним), простые. Умный дом часто «догоняют» именно здесь — и переделка уже смонтированного перилла стоит дорого.

Фотографии — обязательный элемент выезда, не «если останется время». Фотографируете: каждый угол щита крупно (с маркировкой, если есть), каждую стену с розетками, дверные проёмы (будут датчики и, возможно, замки), окна, потолочные точки света, уличные входы. Фото выезда — ваше доказательство состояния «до», оно же защищает вас, когда через месяц скажут «а я думал, вы видели». Пронумеруйте фото по комнатам и приложите к акту выезда.

10.2. Разговор с заказчиком до проекта

Половина переделок начинается не с ошибки в монтаже, а с вопроса, который никто не задал. Перед тем как составлять проект, пройдите по этому списку. Записывайте ответы — устно сказанное через месяц «я не говорил».

1. Что для вас «умный дом»: только свет и климат, или и безопасность, и камеры, и сценарии? (Определяет масштаб и бюджет.)

2. Какой бюджет «под ключ», и что в него входит, а что — нет?

3. Кто принимает решения по изменениям: один человек или двое (частая ошибка — оба супруга отвечают по-разному)?

4. Что уже стоит и должно остаться: камеры, домофон, котёл, старая сигнализация? (Каждое «оставить» — это интеграция, она тоже стоит денег.)

5. Есть ли котёл / кондиционеры / тёплые полы, и кто их обслуживает? (Климат — самая сложная часть умного дома: у котлов свои протоколы связи, и «подключить» — это не розетка.)

6. Где и кто будет жить: сколько человек, есть ли дети и пожилые? (Для пожилых критичны физические переключатели «независимо от автоматики».)

7. Есть ли животные — и какие? (Датчики движения реагируют на крупный зверь; мелкие — настраиваются, но это надо знать заранее.)

8. Какое освещение сейчас: люстры, точечные, подсветка? Будет ли меняться при ремонте? (Если лампу поменяют на LED после монтажа — драйвер может не подойти, умный диммер «умрёт» раньше срока.)

9. Планируются ли перепланировки или ремонт в ближайшие 1–2 года? (Не ставьте датчики и кабели там, что будут бурить.)

10. Если пропадёт интернет — что должно продолжаться работать? (Обычный ответ: свет, замки, отопление. Отсюда — что на локальной логике контроллера, а что можно в облаке.)

11. Нужна ли физическая кнопка / выключатель на главные группы света и замки? (Рекомендую: да, минимум на входную дверь и свет в тамбуре. «Умный дом, который надо разбирать, если упал интернет» — худшая репутация монтажника.)

12. Нужны ли уведомления: о чём, кому, куда? (Дверь открылась, протечка, свет забыли выключить. Кому — хозяину, жене, консьержу? Отсюда — приложение, SMS, мессенджер.)

13. Голосовой помощник нужен? Можно ли, чтобы часть команд шла через стороннее облако? (Вопрос доверия — озвучьте честно, что данные уходят на серверы производителя.)

14. Когда заселение, и в какие сроки должен быть результат? (Отсчёт сроков идёт от готовности черновой стадии, а не от подписания договора — зафиксируйте это письменно.)

15. Кто будет пользователем системы в быту, а кто — администратором? (Администратору нужны права и телефон, на который приходят тревоги.)

16. Что считается «сделано»: по какому чек-листу принимаем? (Составьте список вместе с заказчиком до начала работ.)

17. Кто и в каком режиме будет обслуживать систему после гарантии: я, моя компания, местный электрик? (Об этом — глава 20, но вопрос задаётся сейчас: от этого зависит, что вы ставите.)

18. Где хранить документы, ключи от шлюзов, пароли от облака? (Передать заказчику — с записью в акте. «Я всё положил в почту» без подтверждения — будущий конфликт.)

19. Есть ли ограничения по времени работы: шумные работы (бурение) — только в определённые часы?
20. Как принимаются доп. работы: по факту, подписанная доп. спецификация, с предоплатой? (Обсудите механику ДО первой же доп. работы, а не после.)

10.3. Согласование с дизайнером и другими подрядчиками

Умный дом на объекте не живёт один. В типовой квартире или доме одновременно работают: дизайнер, отделочники (штукатурка, шпаклёвка, плитка), сантехники, климатисты (кондиционеры, вентляция), сигнальщики (камеры, домофон). Каждый сам решает, «когда ему удобно», — и за пересечения расплачивается тот, кто был не готов.

Правило одно: ваша часть — в черновой, чужая часть — после вас.

Что нельзя закрывать до вашего прихода:

- Стены и потолки, по которым пойдут ваши кабели (витая пара, сигнальные линии). Закрывший — платит за вскрывание.
- Щит: пока вы не собрали свою начинку и не забрали щит под ключ — чужие автоматы туда не ставить.
- Места датчиков и камер: они должны быть видны, пока идёт черновая отделка.

Кого и в чём согласовывать:

- **Дизайнеру** — план розеток и выключателей, расположение световых точек, цвет/оттенок оборудования в зоне видимости (панели в дверях, выносные датчики).
- **Отделочникам** — где ваши каналы и штробы, где будут люки (открытые или за мебелью) для обслуживания.
- **Сетевикам / провайдерам** — где точка ввода, кто ставит роутер, кому принадлежит Wi-Fi сеть (своя отдельная сеть для умных устройств — «гостевая» или отдельный SSID — это гигиена, а не каприз).
- **Сигнальщикам** — кто тянет кабель на камеры (чтобы не дублировать друг друга в одной штробе).

Фиксируйте договорённости письменно: одно сообщение в общий чат объекта с расписанием — «до 15-го числа: черновая электрика и витая пара; после: розетки и выключатели; после покраски: датчики и панели». Один общий чат, одна дата, один ответственный — это дешевле, чем два спора.

10.4. Спецификация оборудования: как составлять и что закладывать

Спефикация — это не список «понадобятся модули». Это таблица, по которой вы закупаетесь, и по которой заказчик видит деньги. Минимум столбцов: **позиция / название / модель (точную, не «аналог») / количество / цена / срок поставки / назначение**.

Назначение — обязательный столбец. «Контроллер К-1» заказчик не проверит, а «Контроллер К-1 — мозг системы, в щите» он поймёт, и при вопросе «можно без этого?» ответ будет проще.

Запас, который вы закладываете сами (и указываете в спецификации как резерв):

- Блоки питания — с запасом по мощности 20–30% от рассчитанной нагрузки и один-два «в коробке на подмену». БП — одна из частых точек отказа, и дом не должен стоять из-за одного 24-вольтового блока.
- Модули ввода-вывода — +10% к количеству каналов, на будущее и на брак при доставке.
- Кабель (витая пара, сигнальный) — +10% длины на подрезку и ошибки. На объект — целая бухта, а не «на глазок».
- Расходники (клеммы, коннекторы, стяжки, маркировка) — +30%. Это дёшево, а «поехал ещё за клеммами» — это день.
- Одно-два устройства «на обмен»: датчик движения, контроллер. Если отказалось — меняете за час, а не за три недели ожидания поставки.

Сроки поставки — считайте честно. Стандартные позиции (автоматы, щиты, кабель) — 1–2 недели. Специальные модули, контроллеры, умные замки — 2–6 недель, и это не «заказали, ждём», это причина, почему спецификацию заказывают на этапе проекта, а не в день начала работ. В договоре пишите: сроки монтажа идут от момента готовности материалов.

10.5. План работ по этапам и время на каждый

Типовой дом 150–250 м². Ориентиры, от которых вы отходите под конкретный объект — но откладываете, а не «проедете как-нибудь»:

Этап	Что делается	Время (ориентир)
1. Осмотр и ТЗ (техническое задание)	Выезд, фото, замеры, разговор с заказчиком	0,5–1 день
2. Проект и спецификация	Схема, список оборудования, согласование с дизайнером, подписание	3–10 дней (часть времени — ждём материалы)
3. Черновой монтаж	Штробы, каналы, витая пара, сигнальные кабели, кабель в щит	3–7 дней

4. Сборка щита	Раскладка, коммутация, маркировка, первое включение под напряжением	1–3 дня
5. Чистовой монтаж	Розетки, выключатели, панели, датчики, камеры	2–4 дня
6. Настройка и пуско-наладка	Подключение контроллера, сценарии, обучение заказчика	2–5 дней
7. Сдача и обучение	Прогон по чек-листу с заказчиком, акт, передача документации	0,5–1 день

Итого по календарю, включая ожидание оборудования: 4–8 недель. Если вам обещают «умный дом за неделю» на таком объекте — это либо дом маленький, либо в «неделю» уже что-то урезали.

10.6. Что подготовить перед первым днём

Инструмент (помимо стандартного набора электрика):

- Мультиметр — заряженный, с нормальными щупами.
- Сетевая прозвонка (тестер витой пары) — кабель 300 метров не прозвонить «на глаз», только прибором.
- Обжимной инструмент для коннекторов RJ45 (разъёмы витой пары) — и сами коннекторы, 20–30 штук.
- Маркиратор (аппарат, печатающий номер на бирке) или хотя бы термоусадка с маркером и принтер этикеток. Маркировка — это то, что отличает монтажника, которому можно доверить ремонт через год.
- Перфоратор со свёрлами по бетону, штроборез (если штробите), уровень, рулетка 5–7 м, стремянка.

Расходники на объект:

- Кабель по спецификации + запас, клеммы и вставки, стяжки, гофра/короба, изолента, коннекторы, бирки.

Документы (то, без чего первый день пройдёт впустую):

- Договор и техническое задание, подписанное.
- Акт выезда с фото — у вас на телефоне в папке под объектом.
- Спецификация с отметкой «согласовано».
- План этажей с отмеченными точками (розетки, датчики, кабели).
- Копии паспортов и допусков, если их требуют на объект.

10.7. Чек-лист выезда на осмотр

Печатайте и проходите по нему на объекте. Снятая галочка = вопрос закрыт.

```
[ ] Щит: фото всех секций крупно, счёт модулей (занято/свободно)
[ ] Щит: номиналы автоматов и УЗО записаны, напряжение замерено мультиметром
```

```
[ ] Определено место нового/расширенного щита, если перенос
[ ] Точка ввода интернета найдена и сфотографирована
[ ] Wi-Fi: уровень сигнала промерен по всем комнатам (записано где слабо)
[ ] Определяются точки для витой пары: щит + комнаты + камеры (мин. 2 кабеля на точку)
[ ] Розетки 230 В для оборудования: где (щит, кабинет, уличная зона)
[ ] Линия на блоки питания 24 В отдельным автоматом — есть/закладываем
[ ] Выключатели: тип каждого (простой/проходной/двойной) и кол-во световых точек
[ ] Дверные проёмы: вход, тамбур, гараж — датчики/замки отмечены
[ ] Оконные проёмы: датчики открытия отмечены
[ ] Потолки: точечные/люстры, высота монтажа
[ ] Улица: забор/ворота, место камеры, доступ к кабелю
[ ] Угрозы: микроволновка, металлические перегородки, арматура в стене — записано
[ ] Котёл/кондиционеры/тёплый пол: есть, чей протокол, кто обслуживает
[ ] Сделаны фото: все стены, щит, проёмы, окна, потолки (нумерация по комнатам)
[ ] Проведён разговор с заказчиком по списку из 20 вопросов
[ ] Определяется график со смежниками (отделка, климат, сигнализация)
[ ] Акт выезда подписан заказчиком
```

Глава 13. Прокладка кабелей на объекте

1. Что тянуть и почему это не так просто как в обычной квартире

В обычной квартире к выключателям тянется та же силовая линия — выключатель разрывает фазу; отдельной сигнальной линии к нему не нужно. Электрик тянет силовые линии от щита к розеткам, светильникам и выключателям. Достаточно фазы, нуля и заземления — и можно закрывать стены.

В умном доме к этому добавляются линии, по которым побежают не амперы тока, а данные. Датчики, выключатели, камеры, краны — всё это «разговаривает» с контроллером по кабелю, как телефонная линия — с вашим телефоном. Только вместо вашего голоса по кабелю идут цифры — нули и единицы, которые устройство должно принять так же чётко, как телефон слышит звонок.

Проблема: силовой кабель несёт мощность, сигнательный — информацию. Поместите их рядом — силовой «кричит», сигнательный «не слышит», датчик срабатывает, когда никого нет, камера показывает чёрный экран.

Поэтому в умном доме тянут пять видов трасс. Разберём каждый.

Силовые линии — от распределительного щита (РЩ — распределительный щит, короб с автоматами и УЗО) к розеткам, освещению, мощным нагрузкам. Кабель: ВВГнг-LS 3×2,5 или 3×4 мм². Маршрут — по штробу стены или кабель-каналу.

Реле (реле — электромагнитный переключатель) и контроллеры управляют этими линиями, но сами потребляют мало. Их силовая линия — как обычное электропитание: 220 В, ток до 16 А, автомат защищает кабель от перегрузки.

Сигнальные линии к выключателям — это не силовой кабель, а линии управления. Обычно используется кабель ВВГнг-LS 2×0,75 или готовый экранированный кабель для шины данных (KNX — открытый международный стандарт домашней и building-автоматизации, наследник немецкого EIB, поддерживаемый ассоциацией KNX и сотнями производителей; Modbus — промышленный протокол связи; LON (LonWorks) — сеть распределённой автоматики зданий, где каждый узел имеет собственный процессор, используется в системах ОВиК). Каждый

выключатель получает линию от контроллера или шины — не от щита напрямую, если система распределённая.

Умный выключатель — это как обычный выключатель, только вместо пальца его нажимает электроника. В режиме ожидания он потребляет доли ватта — заметно меньше светодиодной лампы, вклад в счёт за электричество пренебрежимо мал, но при этом он управляет тучей других устройств через шину данных.

Шина данных (шина устройств) — одна магистраль от контроллера (или шлюза — шлюз, устройство, которое переводит один протокол связи в другой) ко всем подключённым устройствам на общей линии: датчики, реле, модули ввода-вывода. Кабель: витая пара (UTP — Unshielded Twisted Pair, неэкранированная витая пара; стандартный кабель — 4 витые пары, 8 проводников под RJ-45) Cat 5e/6 или специализированная шина (KNX TP, LON). Топология — линейная или звёздная, зависит от протокола.

Витая пара — это два провода, скрученных вместе. Как две руки, сцепленные в ладонях: если помеха выпадает на одну руку, другая её «не слышит». Именно скрутка и делает кабель устойчивым к помехам.

Кабель к камерам — коаксиальный (RG-59, коаксиальный кабель с одним проводом в центре и металлической оплёткой) или сетевой (UTP Cat 5e) в зависимости от типа камеры. Для IP-камер (IP camera — интернет-камера, передаёт видео по сети) — один кабель UTP, подача питания по PoE (PoE — Power over Ethernet, питание по сетевому кабелю, технология, дающая питание и передачу данных по одному кабелю) если камера поддерживает, или отдельный питательный провод.

Кабель к локальному компьютеру или серверу — от серверной стойки или шкафа управления к сети объекта. Обычно UTP Cat 6, иногда оптика (волокно, кабель из стекловолокна) при расстоянии больше 100 м.

3. Таблица: что тянуть куда

Задача	Тип кабеля	Сечение / категория	Предельная длина	Что будет, если сэкономить
Силовая линия к розеткам и светильникам	ВВГнг-LS (силовой кабель с ПВХ-изоляцией)	2,5–4 мм² (сечение медного провода)	Зависит от нагрузки, по ПУЭ (Правила устройства электроустановок)	Перегрев, плавление изоляции, пожар
Управление выключателем (фаза, ноль, земля)	ВВГнг-LS или готовый экранированный	1,5 мм² для силовых, 0,75–1 мм² для сигнальных (типовая практика)	Определяется падением напряжения и помехоустойчивостью устройства, не ПУЭ	Не включится, если сечение меньше нужно
Датчики и умные выключатели по шине данных	UTP Cat 5e/6	5e или 6 категория (категория задаёт полосу	100 м без репитера (активный усилитель сигнала)	Потеря пакетов, устройство не отвечает

		пропускания, а не «скорость» передачи данных)		
Камера по сети (IP camera)	UTP Cat 5e/6	Cat 5e/6	100 м без PoE-репитера	Чёрный экран, задержка видео
Камера по коаксиальному кабелю	RG-59 (коаксиальный кабель с сопротивлением 75 Ом)	0,5–1 мм² центральный провод	300–500 м (зависит от модели)	Потеря изображения, шум на экране
Умный дом через стену (наружный участок)	FTP/STP (заэкранированная витая пара)	Cat 6	100 м	Помехи от силовых линий, сбои данных
Кабель камеры вне здания (уличная)	FTP с ПВХ-изоляцией	Cat 6 или RG-59 в защитной оболочке	100 м для UTP, 300 м для RG-59	Влага в кабеле, обрыв от солнца
Линия замка (контроль доступа)	2×0,75 мм² (двухжильный кабель)	0,75 мм²	До контроллера, обычно до 100 м	Замок не открывается, если сильнее тянуть — перегрузка
Считыватель карты (контроллер доступа)	4×0,22 мм² (четырёхжильный кабель)	0,22 мм² (тонкие провода для данных)	100 м	Считыватель не читает карту
Кнопка выхода (аварийный выход)	2×0,75 мм²	0,75 мм²	До 100 м	Кнопка не откроет дверь
Доводчик (привод двери)	4×0,75 + питание	0,75 мм² + 1,5 мм² для питания	Зависит от модели, смотрите паспорт	Привод не тянет дверку
Линия замка в двери	2×0,75 мм²	0,75 мм²	До 50 м (зависит от модели)	Замок щёлкает, а дверь не открывается

Важно: сечение указывается по ПУЭ для силовых линий. Для сигнальных линий сечение подбирается по падению напряжения (сопротивлению) и ёмкости, а не по току нагрузки. Беспроводные протоколы (Wi-Fi, Zigbee) тоже применяются для датчиков, но требуют питания и уступают проводке в надёжности и предсказуемости — поэтому для стационарных датчиков предпочтительна проводная линия.

4. Разделение силовых и слаботочных трасс

Силовые линии носят ток 10–32 А. Когда такой ток меняется — например, лампа включается или выключается — в кабеле возникают перепады магнитного поля. Это как удар по дёргательной лопате: соседний провод «колеблется» и принимает чужой сигнал за свой.

Сигнальные линии несут небольшие токи управления — типично единицы миллиампер (4–20 мА в аналоговых петлях, 5–20 мА на дискретных входах). Они слышат ваш датчик, ваш выключатель, вашу камеру. Помеха от силового кабеля — это как крик в библиотеке: сигнальная линия не может разобрать ваш сигнал со шумом.

Правило разделения: минимум 30 см. Если силовой и сигнальный кабель идут в одной стене, между ними должно быть минимум 30 см чистого расстояния. Если они в одной гофре (гофра — гибкая защитная трубка, в которую кладут кабель), это гарантированный провал.

Почему нельзя в одной гофре: гофра — это как труба, в которой лежат два кабеля. Они соприкасаются, давятся, и силовой «шепчет» в ухо сигнальному. Даже если вы отделите их изоляцией — ПВХ-изоляция (изоляция из поливинилхлоридной смолы) не блокирует магнитное поле. Только расстояние и экранирование спасут.

Пересечение под прямым углом. Если трассы пересекаются — и делают это нередко, силовая вертикальная и сигнальная горизонтальная — они должны пересекать под 90 градусов. Не 45, не 30 — ровно 90. Почему: вокруг силового кабеля возникает магнитное поле, охватывающее его концентрическими линиями. Помеха наводится тем сильнее, чем дольше сигнальный кабель идёт параллельно силовому и чем ближе к нему, поэтому силовые и слаботочные линии разводят и пересекают под прямым углом — так участок сближения минимален.

Если не можете пересечь под 90 градусами — ставьте экранированный кабель (FTP — заэкранированная витая пара, витая пара с металлической фольгой вокруг) или проложите переходной короб с металлической стенкой, как экранированный шкаф.

5. Экранирование: когда нужно и как заземлять

Экранированный кабель — это как трубка из фольгы вокруг ваших проводов. Она не пускает внутрь чужих сигналов и не выпускает наружу ваших. Но трубка работает только если она заземлена.

Когда экранировать: если сигнальный кабель идёт рядом с силовым, если он проходит мимо частотных устройств (инверторы, зарядные устройства), если трасса длиннее 10 м, если кабель вне здания.

Где заземлять экран: с одной стороны только. Экранированный кабель заземляется на одном конце — том, где стоит контроллер или шина данных. Второй конец оставляют свободным (но не открытым — просто не подключать к земле).

Почему только с одной стороны: по экрану течёт реальный ток (рабочий ток возврата или паразитный ток из-за разности потенциалов между концами экрана), и он создаёт собственное магнитное поле, которое может наводить помеху в соседних цепях. Два заземли — это как два человека, тянущих резинку с обеих сторон: она натянута, но ни один не знает, где середина. Одно заземление — это когда один держит конец, а другой пусть резинка свободно колеблется.

Что бывает при заземлении с двух сторон: ток утечки между двумя точками заземления создаёт ток в экранирующей сети. Он несёт ваш сигнал, но искажённый — как голос, который слышен через стену, но с искажениями. Датчики начинают срабатывать случайно, камера тормозит, выключатель не отвечает.

Не заземляйте экран и защитное заземление кабеля в одну точку! Защитное заземление (PE — Protective Earth, защита от поражения током) идёт в каждую розетку. Экранирующая сеть — только к контроллеру. Если соединить их в щитке — вы создали «кольцо» из двух заземлений, и ток будет бегать по нему, как ток в обычной цепи.

6. Запас по длине, петли в подрозетниках, маркировка обоих концев

Запасной кабель — это не роскошь, это страховка. Сигнальный кабель стоит дешево, а переделка штробной линии — от 5000 рублей за точку. Кабель тяните с запасом 15–20% длины. В подрозетнике оставляйте петлю (петля — изгиб кабеля, дающий возможность подключить провода без стяжания) длиной 15–20 см. Без петли — при замене выключателя ломается изоляция.

Маркировка обоих концев: каждый кабель маркируется на обоих концах биркой: тип линии (силовая, сигнательная, шина данных), номер (L01, SH01, CAM01), маршрут (Щит → Розетка 1), дата и ФИО монтажника. Без второй бирки — поиск конца кабеля занимает 30–60 минут на линию. Пишут крупным чёрным маркером на белой бирке. Бирка на каждом кабель-канале сокращает поиск до 10–15 секунд.

7. Кабели для контроля доступа

Система контроля доступа (СКД — система контроля доступа) состоит из трёх частей, и кабель к каждой нужен свой:

Линия замка — от контроллера доступа к электромагнитному замку на двери. Замок — это как реле: когда к нему подаётся постоянный ток, магнит притягивает штифт и дверь открывается. Ток в замке — постоянный (постоянный ток, Direct Current, DC), обычно 12 или 24 В, и он сильный — замок тянет килограммы.

Почему линия замка отдельна от линии контроллера: контроллер — это «мозг», который решает, кого пускать. Замок — это «рука», которая выполняет решение. Рука должна иметь собственное питание — если она питается от мозга, и мозг захватится, замок не откроется. Это как если бы вы включали свет через пульт: пульт не должен питать лампочку, он только даёт команду, а питание идёт от сети.

Кабель замка: двухжильный, 0,75 мм² (сечение медного провода), длина до контроллера — обычно до 100 м. Длина больше — смотрите паспорт модели замка, сопротивление катушки меняется.

Кабель считывателя — от контроллера к карточному считывателю (считыватель — устройство, считывающее карту или брелок) у двери. Считыватель передаёт данные по протоколу (например, Wiegand — цифровой протокол передачи данных с карты) и слушает, как вы поднесёте карту. Кабель четырёхжильный, тонкий: 0,22 мм². Он несёт не ток, а данные — как телефонная линия.

Длина кабеля считывателя: до 100 м. Дальше — данные искажаются, карта не считывается, хотя замок может открыться (потому что замок питается отдельной линией).

Кнопка выхода — аварийная кнопка внутри помещения, чтобы открыть дверь изнутри. Она размыкает цепь замка и открывает дверь. Кабель тот же, что и к замку: 0,75 мм², два провода. Кнопка выхода — это как обычная кнопка вызова лифта: нажимаете — дверь открывается.

Почему кнопка выхода отдельная: если она подключена к линии считывателя, и считыватель сломается — дверь не откроется даже изнутри. Это пожарная безопасность: в любой момент человек должен выбраться.

Доводчик (привод двери) — электромотор, который плавно закрывает дверь за вами. Он тянет большую мощность и имеет собственное питание. Кабель доводчика: четырёхжильный 0,75 мм² для управления, плюс отдельная линия питания 1,5 мм². Длина — зависит от модели, смотрите паспорт.

Все четыре линии идут отдельно. Один кабель на всё — это как телефонная линия, по которой и разговаривают, и питают телефон. Работает, пока сила сигнала хватает. В умном доме — не работает, потому что замок «кричит», а считыватель «шепчет».

8. Кабели для камер

IP-камера (интернет-камера) — это как веб-камера, которая транслирует в сеть. Она питается и передаёт видео по одному кабелю, если поддерживает PoE (PoE — Power over Ethernet, питание по сетевому кабелю). Если не поддерживает — нужен отдельный кабель питания.

Предельная длина линии UTP: 100 м. Это как телефонный звонок: если трубка длиннее — вы не слышите собеседника. По истечении 100 метров сигнал падает настолько, что видео становится чёрным экраном. При необходимости большей длины используют репитер (активный усилитель) или переходят на волокно (оптический кабель).

Уличная прокладка: кабель наружного применения (офсайдер — кабель с уличной экранирующей оплёской, защищённый от УФ-излучения) кладётся в трассу с защитой от влаги. Если кабель просто лежит на открытом воздухе — солнце разрушит изоляцию за 1–2 года, а вода забежит внутрь и перегорит цепи. Кабель берут в трассу с уклоном (не менее 1% — стянув кабель, чтобы вода стекала вниз), и закрывают защитным кожухом или в трубе.

Защита от влаги и солнца: в помещении — ПВХ-изоляция (изоляция из поливинилхлоридной смолы) достаточно. Снаружи — кабель с LSZH-изоляцией (Low Smoke Zero Halogen — изоляция, не выделяющая дым и токсичных газов при перегреве) и ультрафиолетостойкой оплёской. Сшитая оплёска (байтикор — плетёная оплёска) не раскручивается на ветру.

Отдельная линия на камеру у ворот: камера у ворота — это ваш «дворецкий», которому поручено видеть всех, кто подъезжает. Её линия должна быть отделена от остальных камер и от силовых трасс. Если она в одном кабель-канале с силовым кабелем — помехи от замка или электродвигателя ворот будут «слепить» камеру на каждом включении.

Кабель камеры: UTP Cat 5e/6 в экранирующей оплёске (FTP) для наружных участков, UTP обычная (UTP) для внутренних. Питание по PoE идёт по тем же проводам, что и данные — контроллер «разворачивает» питание и данные на одном кабеле, как телефонный адаптер, который и питает телефон, и передаёт звонок по одной линии.

9. Что закладывать «на вырост»

Заказчику «на вырост» нужны трассы, которые он не запросит сейчас, но захочет через год. Ошибка электрика — тянуть только то, что «нужно сейчас». Через полгода заказчик просит датчик протечки в ванной — штроба уже закрыта, стоимость добавления в 5 раз выше, чем запасной кабель.

Куда обязательно завести линию, даже если сейчас ничего нет:

- В каждую комнату — линия шины данных (KNX/LON/Modbus). Через год заказчик захочет датчик в спальне, а трассы нет — переделка.
- К каждому выключателю — резервная жила. Сейчас ставят один выключатель, потом добавляют двойной или диммер.
- В потолочную зону — для будущих датчиков дыма, датчиков движения, камер.
- В подрозетники розеток — резервная пара проводов для умных розеток или датчиков, встраиваемых в подрозетник.
- В коридор и прихожую — линия шины данных для будущих датчиков открытия двери и движения.

- Каждой комнате — запасной UTP в подрозетник на случай умной розетки или видеодомофона.
- В ванную и кухню — зарезервированная линия для датчика протечки, даже если кран пока один.

Запасной кабель — это не роскошь, это страховка. Длина запаса: до ближайшего шкафа управления. Если запас кончается — значит, запасал плохо. Переложите ещё один кабель в ту же трассу — лучше перестарехать, чем не хватить.

10. Радиус изгиба и защита кабеля в штробе

Радиус изгиба кабеля: минимальный радиус изгиба берётся из спецификации конкретного кабеля: типично 7,5–10 наружных диаметров для силового кабеля ВВГ и 4–8 диаметров для витой пары; при отсутствии данных производителя закладывайте не менее 10 диаметров. При изгибе в радиус меньше допустимого жилы ломаются внутри изоляции (прогиб), и через месяцы или годы возникает обрыв. Это не видимый дефект — кабель работает до момента, когда жила полностью обрывается.

Силовой кабель диаметром 10 мм (примерно 3×2,5 мм²) — минимальный радиус изгиба ~75–100 мм (по каталогу производителя). Сигнальный кабель диаметром 5 мм — минимальный радиус ~20–40 мм; ориентируйтесь на паспорт кабеля.

Гофра (гибкая трубка) в штробе. Гофра — защитная трубка из пластика или металла, укладываемая в штроб поверх кабеля. Гофра не обязательна по ПУЭ, но упрощает замену кабеля и защищает от повреждения при сверлении стены. Главная опасность кабеля в штробе без защиты — случайное попадание дюбелем или сверлом при последующих работах. Без гофры также сложнее потом добавить линию.

11. Типовые ошибки прокладки и их цена

Ошибка	Последствие	Стоимость исправления
Не заложен запасной кабель	Невозможно добавить линию без вскрытия стены	5000–15000 руб./точка
Сигнальный кабель рядом с силовой линией без экрана	Помехи, ложные срабатывания датчиков	Перекладка + экранирование, 3000–8000 руб./пог.м
Сечение кабеля меньше расчётного	Перегрев, возможен пожар	Полная переделка трассы + замена автоматов, 10000+ руб.
Нет маркировки	Невозможно идентифицировать линии при пусконаладке	Время поиска, переход на новые кабели, 2000–5000 руб.

Штроба пересекает арматуру	Нарушение несущей способности стены	Работа по узкому кругу, бюджетная ответственность
Кабель в штробе без гофры	Механическое повреждение при забивании дюбеля	Замена участка кабеля, 1000–3000 руб./пог.м
Один кабель на несколько независимых линий	Невозможно отключить одну линию без отключения другой	Перекоммутация, 3000–10000 руб.
Кабель согнут с радиусом меньше допустимого	Обрыв жилы в месте изгиба	Замена участка, 2000–5000 руб.
Не учтён уклон для кабель-канала в ванной	Вода стекает в канал и заливает кабель	Переделка с уклоном, 3000–7000 руб.
Считыватель подключён к линии замка в один кабель	При поломке считывателя дверь не откроется изнутри	Разделение линий, 5000–8000 руб./дверь
Камера у ворот в одном кабеле с силовой линией ворот	Помехи от электродвигателя закрывают изображение	Экранированный кабель + отдельная трасса, 4000–10000 руб.
Нет петли в подрозетнике	При замене выключателя перерывается изоляция	Переделка с добавлением кабеля, 1500–3000 руб./точка
Маркировка только на одном конце	Поиск конца кабеля занимает часы	Переразметка + поиск, 2000–5000 руб.
Экран заземлён с двух сторон	Ложные срабатывания, искажение сигнала	Перепайка с удалением второго заземления, 3000–6000 руб./линия
Гофра не прокачана до конца штробы	Вода в штробе затапливает кабель	Вскрытие и прокачка, 2000–5000 руб.
Кабель с изломом в штробе не выявлен	Отключение в самый неподходящий момент	Поиск и переключение, 5000–15000 руб./точка

Почему гофра не прокачана до конца: в конце штробы, в подрозетнике или в коробе, гофра должна плотно переходить в кабель-канал или в короб. Если гофра обрывается за стеной — вода из гофры попадает в штроб и затапливает кабель. Это не видно до того, как становится поздно.

Почему кабель с изломом не выявляют: при штробе кабель кладётся в гофру, и если гофра слегка сдавлена — кабель внутри не виден. Индикатор напряжения показывает только наличие напряжения на проводе — обрыв нуля или целостность проводника он не покажет. Целостность линии перед заделкой в штробу проверяют прозвонкой мультиметром (целостность жил) и мегаомметром (изоляция); индикатор напряжения используют только для подтверждения отсутствия напряжения перед работой. Но если сдавливание только начало пробивать изоляцию — через год разомкнет.

12. Чек-лист перед закрытием стен

Перед тем как закрывать стены, пробегитесь по списку. Ошибка в штробе — это переделка в уже готовом помещении, и цена переделки в десятки раз выше цены кабеля.

Шаг	Что проверить
1	Все линии проложены по схеме, отклонений нет.
2	Сечение кабеля соответствует нагрузке (проверено таблицей ПУЭ).
3	Сигнальные линии проложены отдельно от силовых (расстояние ≥ 30 см или в отдельной гофре).
4	Каждый кабель маркирован на обоих концах биркой.
5	В подрозетниках оставлен петля 15–20 см.
6	Все соединения в коробах и распределительных коробках закрыты крышками.
7	Нет перебитых жил, нет оголённого меди.
8	Кабель в штробах уложен без повреждений изоляции (проверить индикатором напряжения).
9	Запасные линии (резерв) проложены и промаркированы.
10	Кабель-каналы и плинтусы (плинтус — обрезная доска у стены) закреплены.
12	Фотофиксация всех трасс сделана (обязательно для гарантии и пусконаладки).
13	Схема электроснабжения обновлена с фактическими трассами.
14	Проверено отсутствие перекрёстных помех между силовыми и сигнательными линиями.

Проверка — это не формальность. Индикатор напряжения в вашем инструменте стоит 2000 рублей, а переделка одной перерубленной линии — 5000. Ещё быстрее — просто пробежаться пальцами: если кабель в гофре уплотился или имеет неровный диаметр — возможен повреждённая жилая.

Фотофиксация: каждый поворот стены, каждый короб, каждый подрозетник — снимок. Не для галстука — для пусконаладчика, который через месяц придёт и скажет: «где линия к розетке в углу?», а вы — «вот она, в этом штробе под столом, смотрите на фото».

13. Примечания для готового ремонта

Когда стены уже закрыты, а штробить нельзя — используются альтернативные методы.

Беспроводные решения: беспроводные выключатели и реле (Zigbee — протокол беспроводной сети на 2,4 ГГц, Z-Wave — протокол беспроводной сети на 868 МГц, Wi-Fi — беспроводная сеть) устанавливаются на существующую подрозетку без штробления. Минус: батарейки нужно менять, задержка ответа зависит от модели, помехи от соседних сетей.

Честно сказать заказчику: «Беспроводной выключатель удобен там, где тянуть провод дорого или нельзя, но он уступает проводному по надёжности: требует замены батарейки (обычно раз в 1–2 года) и может не сработать при сильных радиопомехах или за пределами зоны приёма».

Накладной кабель-канал (пластиковый): кабель в плинтусе, крепящемся к стене на клее или саморезах. Плюс: не штробит, легко добавить линию. Минус: видимый, не в каждом интерьере приемлем.

Что честно сказать: «Без штробления теряется часть функциональности: негде спрятать проводку, нельзя менять трассы». «Беспроводные устройства работают, но у них есть ограничения по надёжности и обслуживанию». «Если позже захотите проводную систему — придётся штробить, и это дополнительные расходы за точку».

Потолочная прокладка: в подвесном потолке кабели кладутся в нишу между решётки и обшивки. Подходит для датчиков света, движения, камер.

14. Связь с пусконаладкой: почему ваш кабель важен

Пусконаладчик (пусконаладка — этап ввода системы в эксплуатцию, когда все устройства подключаются и проверяются) придёт к вам через месяц. Он будет проверять:

- Есть ли запас на каждом конце (чтобы подключить без подгибания).
- На какие контакты нажимает реле (на какую именно жилу подаётся управление).
- Где земля, где ноль, где фаза.

Если вы не оставили петлю — пусконаладчик режет кабель и паяет вместо вас. Если не промаркировали — он проводит ломатель (индикатор поисковый, прибор, который ищет конец кабеля по его сопротивлению) по всему помещению. Если пересекли силовую и сигнальную без учёта расстояния — датчик срабатывает в 3 часа ночи, и поступает жалоба.

Ваша работа — сделать кабель таким, чтобы его потом не переделывали. На это уходит 20 минут больше сейчас — и экономия 5000 рублей позже.

Глава 14. Сборка щита: шаг за шагом

Глава 10 дала общий состав и компоновку щита автоматизации. Эта глава посвящена практической сборке щита руками электромонтажника: от подготовки корпуса до пусконаладочных замеров изоляции.

1. Подготовка рабочего места и корпуса

Сборка щита автоматизации требует существенно большей аккуратности, чем сборка стандартного распределительного щита, из-за высокой плотности слаботочных проводников и чувствительности контроллеров к механическим загрязнениям.

Необходимый инструмент и оснастка

- **Динамометрические отвертки**: диапазон 0,5–5,0 Н·м со сменными битами PZ1, PZ2, SL/PZ1, SL/PZ2 (PlusMinus), прямым шлицем 2,5 мм, 3,5 мм и 5,5 мм.
- **Стрипперы (инструмент для снятия изоляции)**: автоматический для проводов 0,2–6,0 мм² (например, Knipex PreciStrip16 или Jokari Super 4 Plus) и стриппер для внешней оболочки кабелей (Jokari Secura 28H / Coax).
- **Пресс-клещи для наконечников**:
- Квадратный или шестигранный обжим для НШВИ (наконечник штыревой втулочный изолированный) и НШВИ(2) (двойной) сечением 0,5–10 мм².
- Обжимка для слаботочных клемм и разъемов RJ-45 (8P8C) / RJ-11.
- **Маркировочный принтер**: термотрансферный принтер (например, Brady, Brother P-Touch или Partex) с термоусадочными трубками и самоламинирующимися наклейками.
- **Перфорированные короба (кабель-каналы)**: типоразмеры 40×40, 40×60, 60×60 или 80×60 мм (шаг гребенки 4–6 мм) из самозатухающего ПВХ (поливинилхлорида) для разводки внутри щита.

Подготовка каркаса и DIN-реек

1. **Демонтаж шасси**: если конструктив щита позволяет (системы ABB CombiLine, Schneider Electric Prisma, DKC Quadro), выньте монтажную раму из шкафа на сборочный верстак. Собирать щит автоматизации в глубине смонтированного в стену корпуса крайне неэффективно и приводит к браку.

2. **Установка перфокоробов**: перфорированные короба монтируются между DIN-рейками (распределительными рейками стандарта TH35-7.5

или TH35-15) на металлические монтажные платы или специальные держатели.

- Расстояние между DIN-рейкой и коробом должно быть не менее 30–35 мм, чтобы обеспечить удобный доступ отверткой к винтовым и пружинным зажимам модулей.
- Короба крепятся заклепками или винтами с гладкими полукруглыми головками (запрещено использовать саморезы с острым концом внутри короба, чтобы не повредить изоляцию проводов при протяжке).

3. **Обезжиривание и антистатическая очистка**: продуйте раму сжатым воздухом перед установкой модулей, удалите стружку от резки реек и коробов. Металлическая стружка внутри релейного блока или контроллера может вызвать короткое замыкание при первом включении — перед подачей питания корпус обязательно продуть/очистить и осмотреть.

2. Установка модулей и тепловые зазоры

Модульное оборудование автоматизации выделяет значительно больше тепла, чем обычные модульные автоматические выключатели.

```
+-------------------------------------------------------------+
| РЯД 1: Вводной автомат, УЗИП, реле напряжения, кросс-модуль  |
+-------------------------------------------------------------+
| [Перфорированный короб 60x40 мм]                            |
+-------------------------------------------------------------+
| РЯД 2: Блоки питания 24V DC, ИБП [Зазоры по 10-15 мм]       |
+-------------------------------------------------------------+
| [Перфорированный короб 60x40 мм]                            |
+-------------------------------------------------------------+
| РЯД 3: Головной контроллер, модули ввода-вывода, шлюзы RS485 |
+-------------------------------------------------------------+
| [Перфорированный короб 60x40 мм]                            |
+-------------------------------------------------------------+
| РЯД 4: Силовые релейные блоки, диммеры (фазовые, 0/1-10V)   |
+-------------------------------------------------------------+
| [Перфорированный короб 60x40 мм]                            |
+-------------------------------------------------------------+
| РЯД 5: Клеммные ряды (пружинные клеммы Push-in для отходящих)|
+-------------------------------------------------------------+
```

Очерёдность размещения по ярусам (сверху вниз)

1. **Верхний ярус (ввод и силовая защита)**: вводной рубильник/автомат, УЗИП (устройство защиты от импульсных перенапряжений), реле контроля напряжения, общее противопожарное УЗО (устройство защитного отключения), вводной распределительный блок (кросс-модуль).

2. **Второй ярус (преобразование питания)**: импульсные блоки питания (AC/DC 230V -> 24V/12V), резервированные источники питания (ИБП), модули батарейного резерва.

3. **Средний ярус (процессорная слаботочная часть)**: головной программируемый логический контроллер (ПЛК), модули дискретного и аналогового ввода, коммуникационные интерфейсы и шлюзы (RS-485, CAN, KNX TP, Ethernet-коммутаторы).
4. **Нижний силовой ярус (коммутация нагрузок)**: релейные модули прямого включения, модули диммирования (фазовые диммеры TRIAC/MOSFET, диммеры светодиодных лент 24V PWM, шлюзы DALI), промежуточные контакторы, автоматические выключатели отходящих линий.
5. **Самый нижний ярус (или боковые рейки)**: клеммные ряды для подключения внешних полевых кабелей.

Правила тепловых зазоров и взаимного влияния

- **Импульсные блоки питания**: при нагрузке свыше 60% блоки питания сильно нагреваются. Запрещается устанавливать импульсные блоки питания вплотную к контроллерам и реле. Между БП и соседними аппаратами оставляйте технологический зазор не менее 10–15 мм (используйте пустые модульные заглушки-проставки или фиксаторы рейки).
- **Диммеры светодиодных лент и фазовые регуляторы**: полупроводниковые ключи (симисторы, полевые транзисторы) требуют отвода тепла. При плотной установке диммеров без зазора их номинальная мощность снижается на 30–50% из-за перегрева (тепловой троттлинг). Обязателен зазор 0,5–1 DIN-модуля (9–18 мм) между мощными диммерами.
- **Контакторы с катушкой 230 В**: при длительном удержании катушка нагревается до 60–70 °C. Контакторы отделяются от контроллеров проставками шириной 9 мм.
- **Разделение по высоте**: тепло поднимается снизу вверх. Контроллеры и процессоры не должны монтироваться непосредственно над мощными диммерами и нагревающимися блоками питания без достаточного воздушного зазора или принудительной вентиляции шкафа.

3. Разводка силовой части: гребёнки, перемычки, затяжка

Силовая часть щита (230/400 В) обеспечивает питание исполнительных механизмов, розеточных групп и катушек коммутационных аппаратов.

Применение фазных шин (гребёнок)

- Группы автоматических выключателей и модулей УЗО/дифавтоматов соединяются штыревыми (типа Pin) или вилочными (типа Fork) медными шинами питания (гребенками).
- Сечение шины выбирается не менее 10 мм² (номинальный ток до 63 А) или 16 мм² (ток до 80 А).
- Торцы шин обязательно закрываются штатными пластиковыми заглушками (боковыми изоляторами). Запрещается оставлять оголенные срезы медных шин под напряжением.

Сечения и типы проводников внутри щита

- Для монтажа силовой части применяется исключительно гибкий медный провод с поливинилхлоридной изоляцией повышенной гибкости марки **ПуГВ** (ГОСТ 6323-79, класс гибкости 5); при повышенных температурах — H07V2-K (90 °C) или термостойкий провод с силиконовой изоляцией.
- **Сечения проводников**:
- Вводные фазные и нулевые проводники (до 40–50 А): 10 мм².
- Силовые цепи розеточных групп (автоматы 16 А): 2,5 мм².
- Цепи освещения и питание слаботочных БП (автоматы 6–10 А): 1,5 мм².
- Цепи управления промежуточными реле: 0,75–1,0 мм².
- **Опрессовка многопроволочных жил**:
- Любой многожильный провод перед зажимом в винтовой или пружинный терминал должен быть опрессован изолированным наконечником НШВИ.
- При подключении двух проводов в одно гнездо автомата используется сдвоенный наконечник **НШВИ(2)**. Запрещается скручивать два провода в один одинарный наконечник или обжимать два провода разного сечения в один НШВИ.

Моменты затяжки винтовых соединений

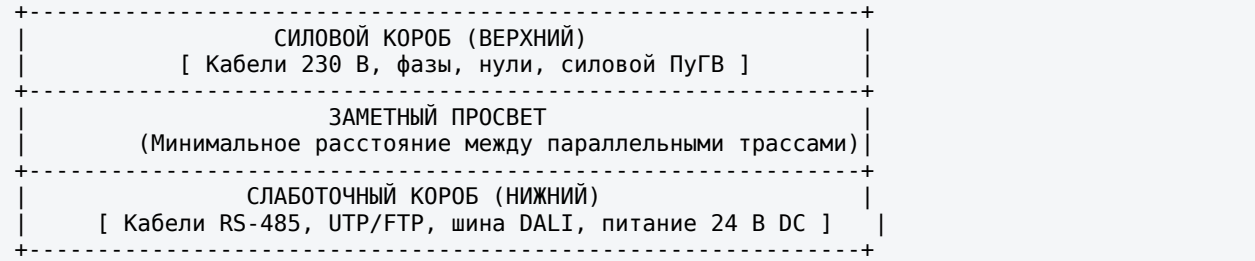
Недотянутый контакт греется и искрит, перетянутый — деформирует клемму модуля и срывает резьбу.

Тип оборудования	Тип клеммы / резьба	Рекомендуемый момент затяжки
Автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы (1–63 А)	Винт M5 / PZ2, SL/PZ2	2,0 – 2,8 Н·м
Вводные рубильники, кросс-модули (от 63 А)	Винт M6 / Шестигранник	3,5 – 5,0 Н·м
Модульные реле автоматики (силовые выходы 230 В, 16 А)	Винт M3–M3.5 / PZ1, SL/PZ1	0,5 – 0,8 Н·м
Слаботочные клеммы	Винт M2–M2.5 / Прямой	0,2 – 0,4 Н·м

контроллеров и БП (24 В DC, RS-485)	шлиц 2,5 мм	
Пружинные клеммы (WAGO, Phoenix Contact, Push-in)	Безвинтовой зажим	Без момента (контроль глубины ввода до упора)

4. Разводка слаботочной части и интерфейсных шин

Слаботочная часть включает цепи питания датчиков (24 В / 12 В постоянного тока), дискретные входы «сухой контакт», интерфейсные шины передачи данных (RS-485 Modbus RTU, CAN, KNX, DALI).



Физическое разделение трасс

- **Раздельные перфокороба**: внутри щита прокладываются раздельные короба для силовой проводки (230 В AC) и слаботочной проводки (ELV — Extra Low Voltage, сверхнизкое напряжение до 50 В DC).
- **Пересечение трасс**: если силовые и слаботочные проводники вынуждены пересекаться, пересечение выполняется строго под прямым углом (90 градусов). Параллельная совместная прокладка неэкранированных слаботочных шин и силовых линий в одном коробе запрещена (наводки от ШИМ-модуляции и коммутации индуктивных нагрузок приводят к сбоям шин данных).

Монтаж шин RS-485 / CAN / KNX

- **Топология**: строго **«шина» (линкерная цепочка «вход-выход»)**. Топологии «звезда» и «дерево» для RS-485 на высоких скоростях (115200 бит/с) недопустимы без специальных активных разветвителей (хабов).
- **Кабель**: экранированная витая пара с волновым сопротивлением 120 Ом (например, специализированные кабели типа Belden 9841, RS-485 1x2x0.22 мм² или кабель UTP/FTP Cat5e/Cat6).
- **Назначение проводников витой пары**:
- Сигналы `A (Data+)` и `B (Data-)` подключаются строго к **одной свитой паре**.
- Линия общего потенциала сигналов (`GND` / `COM`) ведется отдельной жилой или второй парой.

- **Терминальные резисторы (терминаторы)**: на обоих физических концах шины RS-485 устанавливаются резисторы номиналом **120 Ом, 0,25 Вт** (между линиями A и B) для гашения отражения сигнала. На промежуточных модулях терминаторы отключаются.

Маркировка проводников внутри щита

- Каждый провод маркируется с двух концов: у аппарата и у клеммника.
- Маркировка наносится несмываемой печатью на термоусадочную трубку или защелкивающиеся гильзы.
- Синтаксис маркировки должен однозначно указывать принадлежность цепи:
- `+24V1`, `GND1` — цепи питания первого блока питания.
- `RS1_A`, `RS1_B`, `RS1_GND` — линия порта RS-485 №1.
- `DI_01` … `DI_16` — дискретные входы (Discrete Input).
- `DO_01` … `DO_08` — релейные выходы (Discrete Output).
- `L1.01`, `N1.01` — фазные и нейтральные отходящие силовые проводники.

5. Подключение блоков питания и распределение низковольтных групп

Импульсный блок питания (БП) преобразует сетевое напряжение 230 В переменного тока в стабилизированное 24 В или 12 В постоянного тока (DC).

Схемотехника и резервирование

1. **Защита первичной цепи (230 В)**: каждый блок питания защищается отдельным автоматическим выключателем с время-токовой характеристикой **B** (или C с малым номиналом, 2–6 А) из-за высоких пусковых токов зарядки входных конденсаторов (Inrush Current достигает 30–60 А в течение первых миллисекунд).

2. **Разделение БП по потребителям**:

- **БП №1 (Логика и управление)**: питает процессорный модуль контроллера, модули расширения, сетевые шлюзы. В эту цепь не подключаются мощные исполнительные механизмы.
- **БП №2 (Исполнительные механизмы и датчики)**: питает электроприводы кранов, клапаны отопления, сирены, промежуточные реле.
- **БП №3 (Светодиодное освещение)**: выделенные мощные БП 24 В (100–480 Вт) для светодиодных лент, устанавливаемые максимально близко к диммерам.

3. **Модули резервирования питания (ИБП на DIN-рейку)**:

- Контроллер и системная шина подключаются через модуль бесперебойного питания (DC-UPS) с внешней аккумуляторной батареей (AGM/LiFePO4).
- Входной сигнал пропадания сети `AC Fail` с ИБП заводится на дискретный вход контроллера для выполнения сценария корректного завершения работы и отправки аварийного уведомления.

Защита вторичных цепей 24V DC

Короткое замыкание на длинной тонкой полевой линии 24 В часто не приводит к срабатыванию защиты блока питания по току (сопротивление кабеля ограничивает ток КЗ), но вызывает просадку напряжения на шине и перезагрузку всего контроллера.

- Каждая отходящая линия 24 В защищается электронным автоматическим выключателем постоянного тока (например, Phoenix Contact CBMC, WAGO EPSITRON) или быстродействующими плавкими предохранителями номиналом 0,5–2 А на многоярусных клеммах со светодиодной индикацией перегорания.

6. Ввод кабелей, разгрузка натяжения и укладка

Полевые кабели, приходящие в щит со всего объекта (силовые ВВГнг-FRLS, слаботочные экранированные витые пары, кабели датчиков), должны быть надежно зафиксированы.

```
+-------------------------------------------------------------+
| ВВОД СВЕРХУ / СНИЗУ: Кабельные сальники (гермовводы) IP54/65|
+-------------------------------------------------------------+
| Планка фиксации: крепление кабелей стяжками к С-профилю     |
| (снятие механического натяжения с клеммников)               |
+-------------------------------------------------------------+
| Шина заземления экранов: прижим фольги кабелей скобами      |
+-------------------------------------------------------------+
| Клеммный ряд: пружинные 3-ярусные клеммы (L / N / PE или DI)|
+-------------------------------------------------------------+
```

Вводные сальники и фланцы

- Кабели заводятся в шкаф через кабельные сальники (гермовводы PG / M-типа) или эластичные мембранные кабельные платы (фланцы ввода типа Roxtec или Hensel).
- Запрещается заводить кабели через открытые выломанные металлические отверстия без защитной резиновой или пластиковой окантовки (риск срезания изоляции о край металла).

Снятие механического натяжения

- Внутри шкафа на расстоянии 100–150 мм от ввода устанавливается С-образный профиль или перфорированная планка разгрузки натяжения.

- Каждый кабель в наружной оболочке жестко фиксируется к планке пластиковой стяжкой (хомутом) или кабельным зажимом. Натяжение жил кабеля на винтах клеммника категорически запрещено.
- Внешняя защитная оболочка кабеля снимается только после точки механической фиксации на планке. Внутри перфокороба проводники идут одиночными жилами.

Организация запаса кабеля

- Перед разделкой и укладкой оставляется технологический петлевой запас жил длиной, достаточной для переподключения на любую соседнюю клемму или модуль ярусом ниже (запас 15–20 см, уложенный плавной дугой без заломов).

7. Заземление и организация сигнальной земли в щите

Правильное заземление в щите автоматизации разделяет функции защиты жизни (PE — Protective Earth) и экранирования слаботочных помех (FE — Functional Earth).

Защитное заземление (PE)

- **Шина PE**: медная латунная шина сечением не менее 16 мм², жестко закрепленная на корпусе щита.
- **Выравнивание потенциалов металлоконструкций**: все металлические съемные элементы шкафа (дверь, монтажная плата, боковые стенки, каркас DIN-реек) соединяются с шиной PE гибкими медными шинками заземления желто-зеленого цвета сечением не менее 4–6 мм² с опрессованными кольцевыми наконечниками под болт с зубчатыми шайбами (шайбами Гровера).
- Защитные проводники отходящих силовых кабелей подключаются напрямую к клеммам PE клеммного ряда или шине PE.

Функциональная земля (FE) и экраны слаботочных кабелей

- **Правило заземления экранов**: экраны сигнальных кабелей (FTP, RS-485, аналоговые датчики 0–10V / 4–20mA) заземляются **строго в одной точке — внутри главного щита автоматизации**.
- Заземление экрана с двух концов (в щите и на датчике) создает замкнутый контур («земляную петлю»), по которому текут уравнительные токи промышленной частоты 50 Гц, вызывающие сильнейшие наводки на сигнальные жилы.
- На полевом конце кабеля (у датчика или выключателя) экран аккуратно изолируется термоусадочной трубкой и никуда не подключается.

- **Монтаж экранов в щите**: экран фольгированный или медная оплетка освобождается от внешней оболочки на участке 15–20 мм и зажимается специальными пружинными экранирующими скобами (EMC-клеммами, например, WAGO или Icotek) на шину функционального заземления (FE), установленную на DIN-рейку рядом с вводом кабелей.
- **Минус 24 В (GND) и земля**: линия общего провода 24 В DC (`GND`) по умолчанию изолирована от PE (режим SELV — Safety Extra-Low Voltage). Соединение `GND` с `PE` допускается только если это прямо предписано производителем контроллера в паспорте оборудования (режим PELV).

8. Проверка щита перед подачей питания

Перед включением вводного автомата выполняется строгий трехэтапный протокол проверки.

Шаг 1. Визуальный контроль и механическая протяжка

1. Убедитесь в отсутствии посторонних предметов, обрезков медных жил и металлической стружки на модулях и внутри коробов (контрольный осмотр с фонарем, продувка).
2. Проверьте надежность посадки всех модулей на DIN-рейке (защелки зафиксированы).
3. Проверьте правильность полярности всех клеммников питания: `+24V`, `GND`, фаза `L`, нейтраль `N`.
4. Выборочно проверьте динамометрической отверткой затяжку винтовых зажимов.
5. Убедитесь, что сигнальные линии RS-485 не перепутаны (`A` к `A`, `B` к `B` по всей цепочке).

Шаг 2. Прозвонка и контроль отсутствия коротких замыканий

1. **Цепи 230 В**: при отключенных вводных автоматах мультиметром в режиме измерения сопротивления (омметра) проверьте отсутствие КЗ между:

- Фазными шинами L1–L2, L2–L3, L1–L3;
- Фазами и нейтралью (L–N);
- Фазами и землей (L–PE);
- Нейтралью и землей (N–PE, при расцепленном вводном нуле).

2. **Цепи 24V DC**: проверьте сопротивление между шинами `+24V` и `GND`. В начальный момент мультиметр покажет малое сопротивление (заряд емкостей фильтров модулей), которое должно быстро вырасти до сотен

килоом или мегаом. Значение около 0 Ом указывает на явное КЗ или переполюсовку диода защиты.

Шаг 3. Измерение сопротивления изоляции мегомметром

- Измерение выполняется испытательным напряжением **500 В** постоянного тока (по ГОСТ Р 50571.16).
- **КРИТИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО**: перед измерением сопротивления изоляции силовых кабелей **все электронные модули, контроллеры, блоки питания и диммеры должны быть полностью физически отключены** от проверяемых линий (или испытание проводится на клеммном ряду до установки перемычек на электронику). Подача 500 В от мегомметра на электронный вход контроллера мгновенно сжигает входные каскады.
- Сопротивление изоляции между фазой, нейтралью и защитным проводником PE должно быть **не менее 0,5 МОм** (норма ПУЭ п.1.8.34); для новых линий обычно измеряются десятки мегаом и выше, но это ориентир, а не норматив.

Шаг 4. Поэтапная подача напряжения

1. Отключите все автоматические выключатели нагрузок и вторичных цепей.
2. Подайте напряжение на вводной автомат. Проверьте реле напряжения (индикация 220–235 В, чередование фаз).
3. Включите автомат питания первого блока питания 24 В. Замерьте мультиметром выходное напряжение под холостым ходом (должно быть 24,0–24,4 В).
4. Включите питание контроллера. Проверьте свечение светодиодов индикации (PWR, RUN).
5. Поочередно подавайте питание на группы модулей расширения и релейные блоки, контролируя отсутствие просадки напряжения 24 В ниже 23,5 В.
6. Поочередно включите силовые автоматические выключатели отходящих линий.

9. Типичные ошибки сборки и их последствия

Ошибка монтажника	Механизм повреждения	Последствия и стоимость устранения
Подача 230 В на клемму интерфейса RS-485 / DI	Фазное напряжение попадает на защитный TVS-диод и трансивер	Мгновенное выгорание интерфейсного чипа и процессора контроллера. Замена

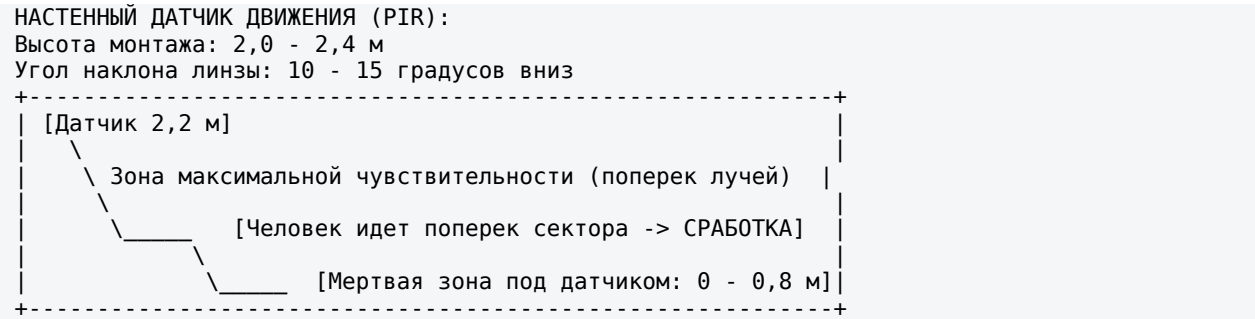
	интерфейса (MAX485).	модуля (15 000 – 60 000 руб.), простой системы.
Отсутствие наконечников НШВИ на многожильном проводе	Винт клеммника срезает тонкие проволоки жилы; оставшиеся греются под нагрузкой.	Оплавление корпуса модуля, локальный пожар в щите, потеря контакта.
Заземление экранов кабелей связи с двух сторон	Образование контура заземления; уравнительные токи 50 Гц наводят ЭДС на витую пару.	Постоянные потери пакетов RS-485/Modbus, зависание датчиков, ложные срабатывания шины. Недели бесплодной диагностики.
Установка диммеров и БП вплотную без зазоров	Отсутствие конвекционного охлаждения, взаимный перегрев радиаторов ключей.	Тепловой троттлинг (мерцание света), деградация электролитических конденсаторов, выход БП из строя через 3–6 месяцев.
Использование дешевых китайских БП без разделения цепей	Пробой изоляции трансформатора БП со стороны 230 В на вторичную сторону 24 В.	Вынос 230 В на все настенные выключатели и сенсорные панели в комнатах. Угроза жизни людей, полное уничтожение низковольтной части.
Общая нейтраль N для линий, защищенных разными УЗО	Объединение нулевых рабочих проводников после разных дифференциальных защит.	Мгновенная сработка УЗО при включении любой нагрузки. Невозможность взвести защиту до полного перебора щита.

Глава 15. Монтаж устройств на объекте

В этой главе приведены требования и размеры для чистового и чернового монтажа полевых устройств умного дома: сенсоров, приводов, панелей и исполнительных механизмов.

1. Датчики движения (PIR — пассивные инфракрасные)

Пассивный инфракрасный датчик (PIR, Passive Infrared) реагирует на перемещение теплового пятна (человека) относительно зон оптической системы (линзы Френеля).



Геометрия установки

- **Настенные датчики**: высота установки **2,0–2,4 м** от чистового пола. В коридорах датчик ориентируют вдоль оси движения, но с небольшим смещением, чтобы человек пересекал лучи линзы Френеля под углом, а не шел строго «в лоб» датчику (радиальное движение детектируется в 2–3 раза хуже тангенциального).
- **Потолочные датчики движения (обзор 360°)**: монтируются в центре помещения при высоте потолков **2,5–3,2 м**. Диаметр зоны обнаружения на полу равен D ≈ 2 × H × tan(alpha/2); для угла обзора 120° диаметр составляет примерно 3,5 высоты потолка (на реальную зону чувствительности PIR влияет ещё диаграмма линзы Френеля).
- **Зона нечувствительности (мертвая зона)**: непосредственно под настенным датчиком образуется конус нечувствительности радиусом 0,5–1,0 м.

Запрещенные зоны монтажа (источники ложных срабатываний)

- **Радиаторы отопления и конвекторы**: расстояние от датчика до радиатора — не менее **1,5–2,0 м**. Восходящие потоки теплого воздуха вызывают паразитные срабатывания PIR-элемента.

- **Внутренние блоки кондиционеров и вентиляционные решетки (диффузоры)**: прямой поток холодного или теплого воздуха на линзу датчика категорически недопустим. Расстояние — не менее **1,5 м**.
- **Зоны прямого солнечного света**: датчик не должен смотреть в окно, где солнечные лучи могут освещать линзу или создавать быстрые перемещения световых пятен по полу.
- **Шторы и жалюзи**: колыхание штор от сквозняка при открытом окне в сочетании с нагревом от солнца — частая причина ложных ночных включений света.

2. Датчики присутствия (микроволновые mmWave радары и высокоточные PIR)

Датчик присутствия принципиально отличается от датчика движения: он должен удерживать статус «занято», даже когда человек сидит неподвижно (работает за компьютером, читает, спит), фиксируя микродвижения грудной клетки при дыхании.

```
МИКРОВОЛНОВЫЙ РАДАР (mmWave, 24/60 ГГц):
Радиоволны проходят сквозь гипсокартон, стекло, дерево!
+-------------------------------------------------------------+
| КОМНАТА 1 (Офис)           | СТЕНА ГКЛ | КОМНАТА 2 (Коридор)|
| [Датчик присутствия] -> -> |   -> ->   | [Человек идет]     |
| (Зона детектирования       |           |                    |
|  настроена строго до стены)| [ЛОЖНАЯ СРАБОТКА без калибровки]|
+-------------------------------------------------------------+
```

Отличия в размещении и физике работы

1. **Высокоточные потолочные PIR-сенсоры (мультисегментные)**: содержат сотни микролинз. Монтируются строго над рабочей зоной:

- Над рабочим столом: строго над центром кресла на высоте 2,5–2,8 м.
- Над кроватью в спальне: потолочный PIR ставить не рекомендуется — резкие движения (вздрагивание, подъём руки) дают ложные срабатывания; зону PIR ориентируют на путь к кровати, а не на саму кровать. Для контроля дыхания и точного присутствия спящего человека используют ммWave-радар.

2. **Микроволновые радары миллиметрового диапазона (mmWave 24 ГГц / 60–64 ГГц)**:

- **Проницаемость материалов**: радиоволны миллиметрового диапазона свободно проходят через легкие перегородки (гипсокартон ГКЛ, дерево, пластик, стекло) и отражаются от металла, железобетона и воды (человеческого тела). Силикатные и бетонные блоки, даже толщиной в несколько сантиметров, практически экранируют сигнал mmWave — для

стен из такого материала нужен кабельный канал или наружный приёмник радара.

- **Опасность ложных срабатываний через стену**: датчик mmWave, установленный на стену из гипсокартона, будет видеть людей, проходящих по соседней комнате или коридору за стеной.
- **Правило монтажа mmWave**: датчик направляется внутрь комнаты от межкомнатных легких стен в сторону капитальных железобетонных стен. Программная зона дальности (Gate/Range) должна быть жестко ограничена геометрическими габаритами комнаты (например, обрезать чувствительность на дистанции 3,2 м при длине комнаты 3,5 м).
- **Вращающиеся элементы**: потолочные вентиляторы, роботы-пылесосы, качающиеся на сквозняке подвесные светильники, вибрирующие трубы ГВС/ХВС вызывают постоянную ложную сработку радара.

3. Датчики температуры, влажности и качества воздуха

Точность регулирования отопления и вентиляции напрямую зависит от точки замера параметров микроклимата.

```
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОМЕЩЕНИИ:
+-------------------------------------------------------------+
| Потолок (+26 °C) -> [ НЕ СТАВИТЬ: перегрев от теплого воздуха|
|                     [ НЕ СТАВИТЬ: вытяжные диффузоры        |
| 1,5 м (+22 °C)   -> [ ПРАВИЛЬНО: уровень дыхания / выключатель|
|                                                             |
| Пол (+19 °C)     -> [ НЕ СТАВИТЬ: сквозняки под дверью      |
+-------------------------------------------------------------+
```

Высота и правила размещения

- **Стандартная высота**: **1,4–1,6 м** от чистового пола (уровень дыхания стоящего/сидящего человека).
- При размещении в одном блоке с выключателями допускается высота **0,9–1,0 м** (евростандарт), но термостат должен иметь калибровку смещения (offset) на +0,5…+1,0 °C.

Где КАТЕГОРИЧЕСКИ НЕЛЬЗЯ монтировать датчики климата

1. **На внешних (уличных) стенах**: холодная поверхность ограждающей конструкции занижает показания датчика на 2–4 °C, заставляя автоматику перегревать помещение. Монтировать только на внутренних межкомнатных перегородках.

2. **В одном подрозетнике с диммерами или реле**: симистор диммера или плата блока питания греются. Температура внутри подрозетника на 3–8 °C выше температуры воздуха в комнате. Датчик температуры

должен быть термоизолирован или вынесен в отдельный подрозетник с вентилируемой накладкой.

3. **В зонах прямого солнечного облучения**: нагрев корпуса датчика солнцем через окно искажает замер температуры на 5–10 °C.
4. **Над плинтусом или у самого пола**: сквозняки из-под дверей и холодный застойный воздух у пола.
5. **Ближе 1,0 м к радиаторам, теплым полам, полотенцесушителям, кухонным плитам**.
6. **Герметизация гофротрубы**: если кабель к датчику идет по гофре из холодного подвала, стяжки пола или перекрытия, гофротрубу внутри подрозетника необходимо герметизировать акриловым герметиком или пластилином. Иначе микросквозняк внутри гофры будет обдувать термоэлемент сзади.

4. Датчики протечки воды (WLD — Water Leakage Detection)

Датчики протечки используют кондуктометрический принцип (замыкание двух или трех позолоченных/никелированных электродов слоем воды).

```
САНУЗЕЛ: Точки обязательной установки датчиков протечки
+-----------------------------------------------------------+
| [Инсталляция унитаза / люк сантехшкафа] -> Датчик 1 (пол)   |
| [Ванна / Душевой поддон: под сифоном]  -> Датчик 2 (пол)   |
| [Раковина / тумба: под гребенкой/сливом] -> Датчик 3 (пол)   |
| [Стиральная машина: за задней стенкой]  -> Датчик 4 (пол)   |
+-----------------------------------------------------------+
```

Точки обязательной установки

1. **Подводка коллекторного узла (сантехшкаф)**: на полу строго под распределительным коллектором (гребенкой) ХВС/ГВС и фильтрами тонкой очистки.
2. **Инсталляция унитаза**: внутри короба инсталляции под бачком (на полу ниши) и снаружи перед унитазом.
3. **Под стиральной и посудомоечной машинами**: на полу в зоне шлангов подачи и слива воды.
4. **Под ванной и душевым поддоном**: в точке проекции сифона слива и перелива.
5. **Под кухонной мойкой**: в зоне фильтров питьевой воды (осмоса), смесителя и измельчителя отходов.

6. **Котельная**: под узлом подпитки системы отопления, расширительными баками и бойлером косвенного нагрева (БКН).

Правила монтажа

- **Высота**: контакты датчика должны лежать **непосредственно на чистовом полу** (зазор 0 мм) электродами вниз.
- **Способ крепления**: проводной датчик врезается в межплиточный шов или крепится на силиконовый герметик/двусторонний скотч к полу.
- **Норма на санузел**: совмещенный санузел — **не менее 3–4 точек** контроля; раздельный санузел — по **2 точки** на каждое помещение; кухня — **2 точки** (мойка + посудомоечная машина).

5. Датчики открытия дверей и окон (герконы, СМК)

Магнитоконтактный извещатель состоит из двух частей: геркона (герметичного магнитоуправляемого контакта) и постоянного магнита.

```
ОКНО ПВХ: Установка скрытого геркона
+-------------------------------------------------------------+
| РАМА ОКНА (Неподвижная):                                    |
| [ Врезной геркон СМК ] <--- Кабель в раму                   |
|         || (Рабочий зазор: 5 - 12 мм)                       |
| [ Постоянный магнит ]                                       |
| СТВОРКА ОКНА (Подвижная)                                    |
+-------------------------------------------------------------+
```

Зазоры и взаимное позиционирование

- **Рабочий зазор на замыкание**: обычно **8–15 мм** (для миниатюрных накладных датчиков) и **15–25 мм** (для усиленных врезных датчиков).
- **Зазор на размыкание**: тревога формируется при удалении магнита на расстояние более **15–30 мм**.
- **Соосность**: геркон и магнит должны устанавливаться строго параллельно продольными осями. Смещение магнита по торцу относительно геркона не должно превышать 3–5 мм.

Ограничения по типам дверей и конструкциям

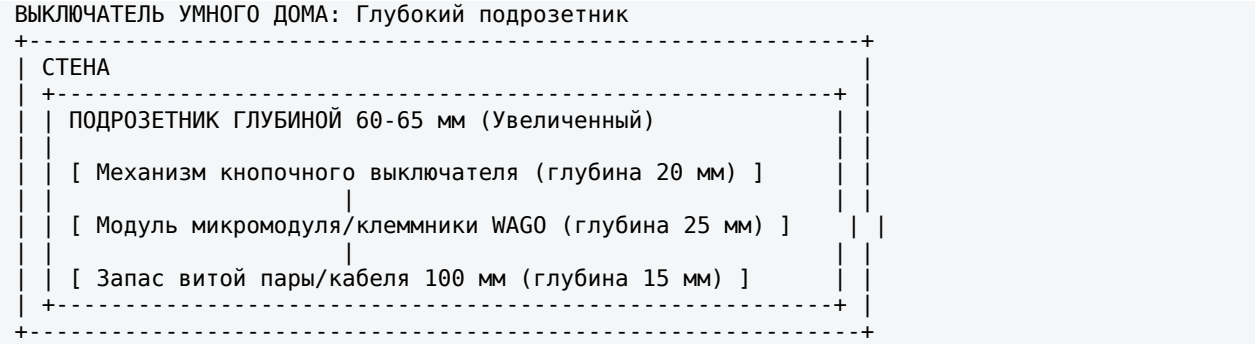
- **Металлические и бронированные двери**: стальное полотно шунтирует магнитный поток, уменьшая рабочий зазор в 3–5 раз (магнит перестает притягивать контакт геркона). Для металлических дверей применяются специальные датчики в массивных пластиковых корпусах с немагнитными проставками (например, ИО 102-20) или врезные герконы увеличенного диаметра.
- **Расположение на окнах**: на откидных поворотно-откидных створках геркон устанавливается в **верхней трети рамы со стороны ручки**,

чтобы датчик фиксировал как полное открытие, так и перевод створки в режим микропроветривания.

- **Запрет установки**: запрещается монтировать герконы в зоне прямого удара полотна о коробку (в притворе снизу со стороны замка) — механические вибрации со временем разрушают стеклянную колбу геркона.

6. Кнопки, выключатели и сенсорные панели

Органы ручного управления умного дома передают низковольтные импульсы на дискретные входы контроллера или работают по шине (KNX, RS-485, Zigbee).



Высота и стандарты размещения

- **Стандартная высота**: **900 мм** от уровня чистового пола (по центру рамки) — комфортная высота для взрослого человека с опущенной рукой и детей.
- **Прикроватные выключатели**: **650–750 мм** от чистового пола (на 100–150 мм выше прикроватной тумбы).
- **Кухонный фартук**: **1050–1150 мм** от чистового пола (на 150–200 мм выше уровня столешницы).
- **Сенсорные настенные экраны / панели управления (4", 8", 10")**: высота центра экрана **1450–1500 мм** (на уровне глаз стоящего человека).

Глубина подрозетников и подготовка

- **Глубокие подрозетники**: для блоков управления умного дома с большим числом проводов или встраиваемой радиоаппаратурой рекомендуются подрозетники глубиной **60 мм и более**; стандартные 40–45 мм допустимы для обычных выключателей и розеток при достаточном объёме распайки. В глубоком подрозетнике должны свободно помещаться: механизм звонковой кнопки, микромодуль ввода/реле и запас кабеля с клеммами WAGO 221.

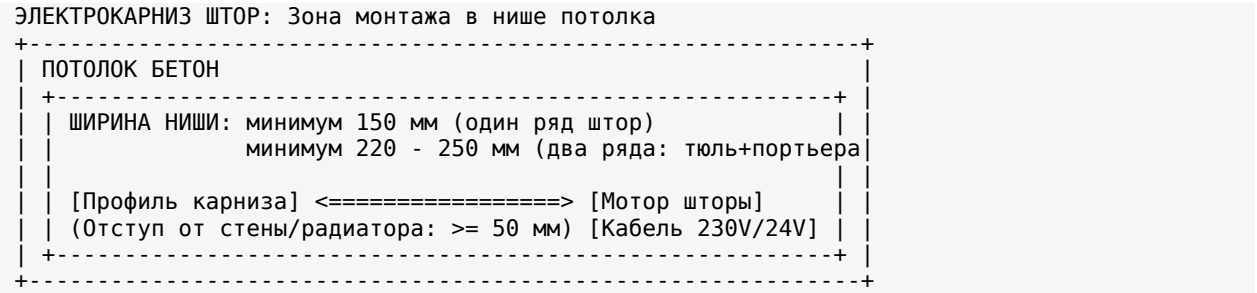
- **Тип механизмов**: для проводного умного дома используются **кнопочные выключатели без фиксации (звонкового типа, push-button)** с нормально открытыми контактами (NO). Выключатели с фиксацией клавиши неудобны, так как статус клавиши расходится со статусом света в приложении.

Что делать при готовом ремонте (без штробления)

1. **Беспроводные выключатели (Zigbee / BLE / EnOcean)**: плоские настенные выключатели на батарейках (CR2032/CR2450) или пьезогенераторах крепятся на двусторонний скотч 3M прямо на обои, плитку или стекло в любом месте.
2. **Установка микромодулей в чашу люстры / за натяжной потолок**: если к выключателю приходит только фаза без нуля и нет слаботочки, силовой релейный радиомодуль прячется за потолком у светильника, а настенный выключатель переводится в режим беспроводного передатчика.

7. Приводы: шторы, ворота, краны перекрытия воды

Исполнительные электроприводы требуют учета механических нагрузок, концевых упоров и длины кабельных трасс.



Карнизы для штор и рулонные жалюзи

- **Ширина потолочной ниши**: для одного ряда штор с электроприводом ширина ниши в натяжном/гипсокартонном потолке должна быть **не менее 150 мм**; для двух рядов (тюль + блэкаут портьера) — **не менее 220–250 мм**. При меньшей ширине ткань шторы трется о стену или радиатор, вызывая перегрузку мотора по току.
- **Питание и управление**:
- Фазовое управление 230 В (4-жильный кабель: PE, N, L_открыть, L_закрыть).
- Низковольтное «сухой контакт» / RS-485 (кабель питания 230 В / 24 В DC + экранированная пара управления).

- **Концевые выключатели**: современные приводы (Somfy, Dooya, Aqara) настраивают крайние положения автоматически по упору каретки в стопор (настройка по перегрузке по току). Нельзя обрезать тросик и ремень карниза без предварительного замера хода.

Электроприводы шаровых кранов защиты от протечки

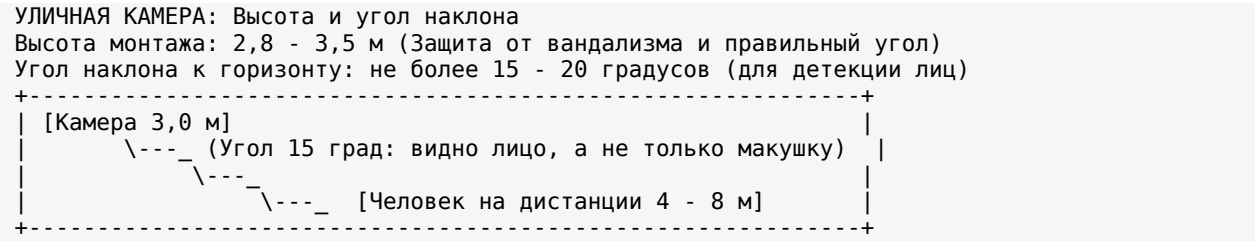
- **Тип приводов**: краны с электроприводом на **12 В / 24 В DC** с металлическим редуктором и крутящим моментом **не менее 10–15 Н·м** (например, Neptun, Gidrolock, Bugatti Pro). Применение дешевых пластиковых приводов 230 В в мокрых зонах запрещено по ПУЭ.
- **Усилие и закисание**: для предотвращения закисания шарового затвора контроллер умного дома должен выполнять автоматический проворот кранов (самоочистку) 1 раз в 7–14 дней.
- **Время закрытия**: для аварийных систем защита должна перекрывать воду за **5–15 секунд**. Медленные краны (время закрытия 60–120 секунд) неприемлемы для стояков многоквартирных домов под давлением 4–6 бар.

Приводы ворот и калиток

- Питание привода откатных/распашных ворот: либо бронированный кабель (ВБШв) сечением не менее 3×2,5 мм² непосредственно в земле на глубине не менее 0,7 м (ниже глубины промерзания), либо кабель сечением 3×1,5 мм² и более в ПНД-трубе (технической/гофрированной для земли) на той же глубине.
- Сигналы безопасности (инфракрасные фотоэлементы в створе ворот) подключаются по нормально замкнутой схеме (NC — Normally Closed): при обрыве провода фотоэлемента ворота немедленно блокируются, исключая зажатие автомобиля или человека.

8. Камеры видеонаблюдения

Монтаж IP-камер видеонаблюдения определяет детализацию распознавания лиц и номеров автомобилей.



Высота установки и угол обзора

- **Внутри помещений**: высота **2,2–2,5 м** в углу комнаты для максимального перекрытия объема.
- **Уличные фасадные камеры**: высота **2,8–3,5 м**.
- Установка выше 4,0 м приводит к тому, что камера видит только макушки людей и крыши автомобилей, распознавание лиц становится невозможным.
- Установка ниже 2,5 м создает риск умышленного повреждения или закрытия объектива рукой.
- **Угол наклона**: угол наклона оптической оси камеры к горизонту не должен превышать **15–20 градусов** для сохранения геометрии лиц.

Засветка и оптические помехи

- Не направляйте камеру напрямую на южные окна, фонари уличного освещения или в точку восхода/заката солнца. При необходимости используйте камеры с аппаратным широким динамическим диапазоном **True WDR ≥ 120 dB**.
- В ночном режиме встроенная инфракрасная подсветка (ИК-диоды) отражается от близко расположенных стен, козырьков крыш, водосточных труб и листьев деревьев, ослепляя матрицу камеры. Расстояние от объектива до любого препятствия сбоку должно быть не менее 50 см.

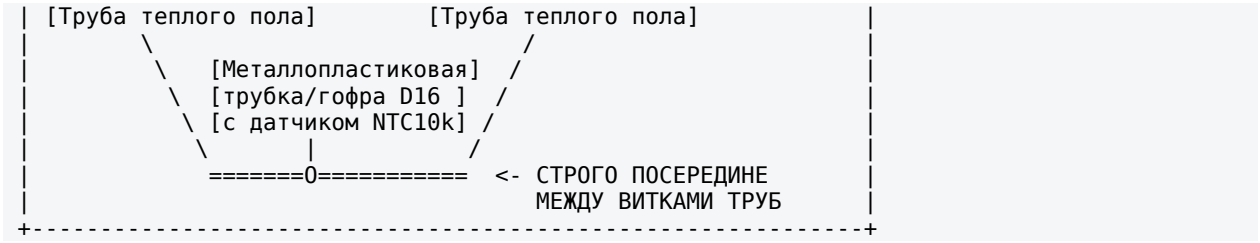
Питание PoE и длина кабельных линий

- Питание подается по технологии **PoE (Power over Ethernet)** стандарта IEEE 802.3af (до 15,4 Вт) или 802.3at PoE+ (до 30 Вт для поворотных PTZ-камер с подогревом) по кабелю витая пара Cat5e/Cat6.
- **Длина линии**: максимальная длина сегмента кабеля UTP от PoE-коммутатора до камеры — **100 метров** (по стандарту Ethernet).
- **Материал кабеля**: строго **чистая медь (CU)** сечением жилы 24 AWG (0,51 мм) или 23 AWG (0,57 мм). Категорически запрещено использовать омедненный алюминий (CCA — Copper Clad Aluminium): на длинах свыше 25–30 м падение напряжения по жилам CCA не позволяет запустить камеру при включении ночной ИК-подсветки.

9. Термостаты и зональное регулирование климата

Зональный климат-контроль управляет сервоприводами теплого пола и радиаторными клапанами на основе нескольких независимых температурных датчиков.

```
СХЕМА ТЕПЛОГО ПОЛА: Установка датчика температуры пола
+-----------------------------------------------------------+
| СТЯЖКА ПОЛА                                               |
```



Где и как измерять температуру

1. **Температура воздуха в помещении**:

- Замеряется настенным датчиком/термостатом на высоте **1,5 м** на внутренней перегородке.
- Один датчик контролирует одну климатическую зону (комнату). Нельзя управлять радиатором в спальне по датчику в коридоре.

2. **Температура теплого пола (датчик NTC в стяжке)**:

- Датчик NTC (Negative Temperature Coefficient, терморезистор 10 кОм или 100 кОм) укладывается в гладкую медную или металлопластиковую трубку (или качественную гофротрубу) диаметром 16 мм с герметично заглушенным латунной заглушкой концом.
- **Позиционирование**: конец трубки с термодатчиком размещается **строго посередине между двумя витками трубы отопления/греющего кабеля** на глубине 20–30 мм от поверхности стяжки.
- **Радиус изгиба**: плавный радиус поворота гофры от стены к полу (R ≥ 100 мм) для обеспечения возможности извлечения и замены вышедшего из строя датчика без вскрытия плитки.
- Длина ввода в зону обогрева: не менее 50–100 см от края зоны теплого пола.

10. Чек-лист монтажа полевых устройств

Монтажник обязан проверить каждый пункт перед сдачей объекта под чистовую отделку и пусконаладку.

Черновой этап (до штукатурки и стяжки)

- ☐ **Глубина подрозетников**: проверено штангенциркулем/линейкой во всех точках управления — глубина подрозетников ≥ 60 мм.
- ☐ **Трубки датчиков теплого пола**: конец заглушен металлической заглушкой, радиус изгиба на переходе со стены в пол ≥ 100 мм, проверена свободная проходимость зонда на всю длину (1,5–2 м).
- ☐ **Герметизация гильз**: слаботочные гофротрубы от датчиков герметизированы в подрозетниках от сквозняков.

- ☐ **Ниши электрокарнизов**: проверена геометрия ниш — ширина ≥ 150 мм (1 ряд) или ≥ 220 мм (2 ряда), подведен кабель с запасом не менее 50 см.
- ☐ **Кабели RS-485 / DALI**: проложены строго шлейфом («вход-выход»), топология «звезда» отсутствует, экраны не повреждены.
- ☐ **Запас проводников**: в каждом подрозетнике оставлен запас витой пары/кабеля 100–150 мм; в сантехшкафу и котельной — не менее 1,0 м.
- ☐ **Маркировка кабелей**: на оба конца каждого кабеля нанесена четкая маркировка кабельным маркером в соответствии с кабельным журналом проекта.

Чистовой этап (установка механизмов и приборов)

- ☐ **Датчики движения/присутствия**: установлены на проектной высоте (PIR: 2,2 м; потолочные: 2,8 м), удалены от радиаторов и кондиционеров ≥ 1,5 м, радары mmWave ориентированы от легких стен ГКЛ внутрь помещения.
- ☐ **Датчики протечки**: лежат контактными пластинами на чистовом полу без зазоров в самых нижних точках зон возможного скопления воды.
- ☐ **Герконы дверей/окон**: проверен рабочий зазор магнита (5–12 мм), датчик надежно срабатывает на открытие и микропроветривание.
- ☐ **Экраны слаботочки**: экраны кабелей изолированы на стороне датчиков и заземлены на шину FE строго в одном месте — в щите.
- ☐ **Проверка целостности шлейфов**: выполнена прозвонка всех жил на обрыв и отсутствие замыканий между проводниками перед подключением к клеммам оборудования.

Глава 16. Замки, домофоны и вход без ключа

Вы умеете ставить накладной и врезной замок с механическим ключом. Здесь то же самое, только ключ может быть картой, отпечатком пальца или телефоном в кармане, а команду «открыть» даёт не рука, а электрический сигнал. Всё остальное — дверь, коробка, петли, доводчик — остаётся вашей привычной работой.

Эта глава — про узел, на котором ошибка стоит дороже всего в умном доме. Неправильно смонтированный светильник погаснет. Неправильно смонтированный замок либо запрёт людей внутри при пожаре, либо откроет дверь чужому. Поэтому здесь мы разбираем не только «как подключить», но и «что произойдёт, когда всё сломается».

1. Виды электрических замков

Электромагнитный замок

Представьте мощный электромагнит, привинченный к дверной коробке, и стальную пластину на самой двери. Пока на катушку подано напряжение, магнит держит пластину — дверь не открыть. Сняли напряжение — магнит отпустил.

Держит такой замок очень крепко: типовые модели удерживают от 150 до 500 килограммов, точное значение — в паспорте. Внутри нет ни одной движущейся детали, ломаться нечему, поэтому служит он долго.

Главное свойство, которое надо запомнить: **он держит только пока есть питание**. Пропало электричество — дверь открыта.

Электромеханический замок

Это привычный вам ригель — язычок, который выдвигается в ответную планку, — только двигает его не ваш ключ, а электромагнит внутри замка. Щёлкнул, язычок ушёл, дверь открылась.

Ток он потребляет только в момент срабатывания, зато большой: короткий рывок в один-два ампера. Этот рывок создаёт просадки и помехи по питанию — одна из частых причин сбоев периферии на объекте; отдельное питание замка или диодная развязка устраняют эффект, об этом ниже.

Электрозащёлка

Знакомая вещь: та самая скошенная защёлка в ответной планке, которую вы видели в подъездных дверях. Только планка электрическая: подали напряжение — она перестаёт удерживать язычок, и дверь открывается от толчка.

Дешёвая, простая, ставится в дверь без переделки самого замка. Держит слабо: это не защита от взлома, а управление проходом.

Моторный замок

Внутри настоящий маленький электродвигатель, который проворачивает механизм замка так же, как это делал бы ключ. Умеет запирать на несколько оборотов, то есть даёт настоящую защиту, а не просто «придерживает дверь».

Дороже остальных, требует аккуратного монтажа и обязательно — механического ключа как запасного варианта.

Сводная таблица: что случится, когда пропадёт питание

Тип замка	При пропаже питания	Ток	Где уместен
Электромагнитный	**Открыт**	Постоянный, 0,3–0,5 А всё время	Пути эвакуации, подъезды, калитки
Электромеханический	Как задумано моделью — смотрите паспорт	Импульс 1–2 А в момент срабатывания	Квартиры, входные двери
Электрозащёлка	Обычно закрыт	Импульс	Офисы, внутренние двери
Моторный	Обычно остаётся в текущем положении	Импульс, дольше остальных	Входные двери, калитки

Цифры в таблице — порядок величины, чтобы вы понимали разницу между «постоянно ест» и «дёргает раз в минуту». Точные значения всегда в паспорте конкретной модели, и блок питания подбирается по нему, а не по этой таблице.

2. Главный вопрос: пожар и пропажа электричества

Здесь начинается то, за что вам платят, и то, на чём ошибаются чаще всего.

Нормально открытый и нормально закрытый. Эти два слова вы знаете по контактам реле, и смысл ровно тот же. «Нормально» здесь означает «в

состоянии покоя, когда питания нет». Нормально открытый замок без питания открыт. Нормально закрытый — без питания заперт.

На путях эвакуации ставится замок, который открывается при отключении питания. Логика простая и жёсткая: при пожаре обесточивается щит, и все двери на выходе должны открыться сами, без ключа, без карты и без работающего контроллера. Именно поэтому в подъездах стоят электромагнитные замки — они держат только под напряжением.

Эта же логика делает такой замок уязвимым. Тому, кто хочет войти, достаточно обесточить линию замка. Поэтому линию защищают: прокладывают скрыто, ставят отдельный источник бесперебойного питания, добавляют датчик вскрытия. Полностью проблему это не снимает — она заложена в саму конструкцию, и заказчику об этом надо сказать честно.

В квартире всё наоборот. Там дверь должна остаться запертой, когда отключат свет, иначе отключение электричества в подъезде становится приглашением войти. Поэтому в квартиру ставят замок, который без питания заперт, а выход изнутри обеспечивают механической ручкой — она открывает дверь всегда, независимо от электроники.

🔴 Правило, которое стоит выучить дословно: **на пути эвакуации замок обязан открыться сам, когда всё умерло. В жилом помещении дверь обязана остаться запертой, а выход изнутри — механическим.** Если на объекте эти два требования сталкиваются, решение принимает не монтажник — оно согласуется с заказчиком и с проектом, и лучше письменно.

3. Как замок подключается

Сухой контакт

Термин из автоматики, и он ровно про то, что вы думаете. Сухой контакт — это просто пара контактов, которые замыкаются и размыкаются, но сами по себе не имеют никакого напряжения. Как кнопка звонка, отключённая от сети: она ничего не питает, она только замыкает цепь.

Контроллер даёт команду «открыть» именно так: замыкает свой сухой контакт. Ток на замок при этом идёт от отдельного источника, а не из контроллера.

Реле

Реле — это выключатель, который вы не можете нажать рукой: его нажимает электромагнит. В нашем случае реле стоит между слабым

сигналом контроллера и сильным током замка. Контроллер даёт несколько миллиампер на катушку реле, а контакты реле пропускают через себя те самые два ампера, которые нужны замку.

Почему нельзя питать замок и контроллер от одного блока

Это самая частая ошибка на узле, и она даёт самый неприятный симптом — «иногда работает, иногда нет».

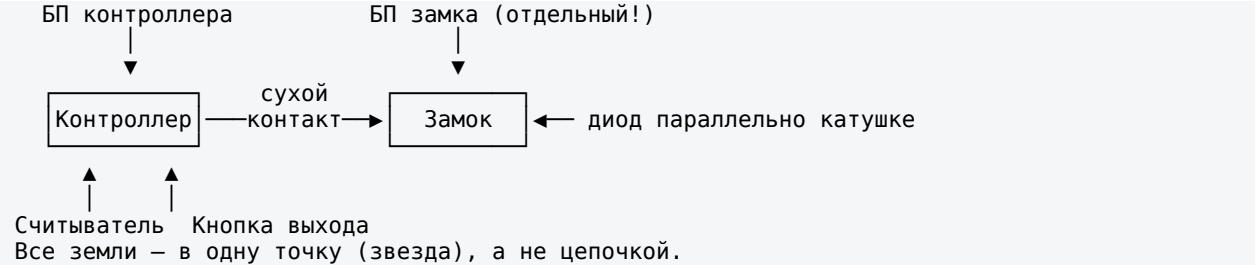
Электромеханический замок в момент срабатывания рвёт из блока питания ток в разы больше номинального. Напряжение на выходе блока на доли секунды проседает. Контроллеру этой просадки достаточно, чтобы перезагрузиться. Дверь при этом может открыться, а может и нет — как повезёт.

Лечение простое: **два отдельных блока питания**. Один — контроллеру и считывателю, другой — замку. Земли соединяются в одной точке, звездой, а не как получится.

Защитный диод на катушке

Катушка замка или реле — это индуктивность, и вы знаете, что она делает при разрыве цепи: выдаёт выброс напряжения обратной полярности, во много раз выше рабочего. Этот выброс убивает выходной транзистор контроллера — не сразу, а за недели, поэтому причину потом никто не находит.

Лечится копеечным диодом, включённым параллельно катушке в обратном направлении. Схему подключения берите из паспорта замка; если у замка встроенная защита, производитель об этом пишет.



4. Домофон и вызывная панель

Аудио и видео. Аудиодомофон даёт только голос. Видеодомофон добавляет картинку, и это ценно не только для «посмотреть, кто там»: снимок посетителя сохраняется ещё до того, как хозяин подошёл к монитору.

Координатные и двухпроводные системы. В старом многоквартирном фонде вам встретится координатная система: вызов конкретной квартиры

набирается пересечением линий, к каждой квартире идёт своя жила. Более поздние двухпроводные системы передают и звук, и видео, и питание по паре проводов до монитора — разводки по одной жиле на квартиру они не требуют. Знать надо обе: объект может оказаться любым.

Что технически значит «открыть дверь из приложения». Сервер умного дома даёт команду контроллеру, контроллер замыкает сухой контакт, замок открывается. Никакой магии здесь нет, и именно поэтому важно проверить одну вещь заранее: **есть ли у существующей вызывной панели выход «открыть», к которому можно физически подключиться.** Если такого выхода нет, «открытие из приложения» не появится ни от какой настройки — нужна пара проводов до замка, и это работа, которую надо заложить в смету.

5. Идентификаторы: чем человек предъявляет себя двери

Идентификатор	Как работает	Насколько легко скопировать	Где уместен
Ключ-таблетка	Контактная «таблетка», прижимается к считывателю	Копируется в любой мастерской за минуты	Подсобки, склады, старый фонд
Карта или брелок 125 кГц	Бесконтактный, читается с нескольких сантиметров	Копируется дешёвым дубликатором	Устаревшее решение, лучше не закладывать
Карта 13,56 МГц	Бесконтактный, с криптографией внутри	Зависит от типа карты и настройки: от «легко» до «практически нет»	Офисы, современные объекты
Отпечаток пальца	Считывается рисунок пальца	Палец не копируют, но датчик ошибается: мокрая рука, порез, мороз	Квартира, кабинет — всегда с запасным способом
PIN-код	Набор цифр на клавиатуре	Подсматривается	Только как дополнение ко второму способу
NFC-метка в телефоне	NFC (Near Field Communication, связь на коротком расстоянии — до 4 сантиметров): телефон прикладывается вплотную, как к терминалу оплаты	Требует доступа к самому телефону	Современные объекты
Телефон по Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy, маломощная разновидность	Требует доступа к телефону	То, что заказчики просят

	Bluetooth): телефон остаётся в кармане, дверь видит его за несколько метров		чаще всего

Про телефон подробнее, потому что спрашивают именно об этом. Путей два. NFC — приложить телефон к считывателю вплотную; работает предсказуемо, но руку из кармана достать придётся. BLE — телефон лежит в кармане, замок замечает его при подходе и открывает сам. Второй способ и есть та самая «дверь открывается сама», ради которой всё затевается, но он требует, чтобы это умел конкретный замок или считыватель. Смотрите паспорт.

Никогда не оставляйте один способ входа. Телефон разряжается, палец мёрзнет, карта теряется. Второй способ — карта, код или механический ключ — закладывается всегда.

Временные ключи гостям. Самый частый запрос после «открывать телефоном»: выдать доступ уборщице до пятницы, бригаде — на три дня, гостю — на один вечер. Технически это гость-режим: ограниченные права на время (сцены и свет, без замков и охраны) с заданным сроком действия и возможностью отзыва. Но работает он только если список хранится в самом контроллере на объекте, а не на сервере в интернете.

6. Замок обязан работать, когда связи нет

Это главное требование к любому замку, который вы ставите в наш умный дом.

Локальный контроллер хранит список ключей у себя и пускает по нему сам, не спрашивая ни сервер, ни облако. Иначе первый же обрыв интернета или зависший роутер оставит жильцов перед закрытой дверью — а происходит это всегда в худший момент.

🔴 **Проверяется это не по паспорту, а руками, на объекте.** Отключаете интернет физически, прикладываете ключ, дверь открывается. Возвращаете интернет. Две минуты работы, которые избавляют от двух часов разговора с заказчиком, у которого «всё сломалось». Делайте это на каждом объекте перед сдачей, даже если вчера на таком же оборудовании всё было хорошо.

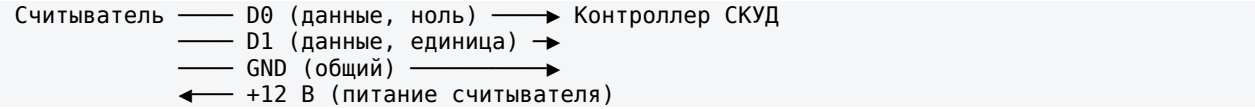
7. Wiegand — язык между считывателем и контроллером

СКУД (система контроля и управления доступом) — общее название всей этой конструкции: считыватели, контроллеры, замки, ключи, правила прохода.

Wiegand (Виганд) — способ, которым считыватель сообщает контроллеру номер поднесённой карты. Не сложный протокол с пакетами и проверками, а два сигнальных провода: импульс по первому означает ноль, импульс по второму — единицу. Плюс общий провод и питание считывателя.

Стандарт появился в 1980-х и держится до сих пор ровно потому, что прост: работает по обычной витой паре на десятки метров, понятен любому контроллеру и не требует настройки. Распространённые варианты — Wiegand 26 и Wiegand 34, по числу передаваемых бит; сколько из них приходится на номер карты и сколько на код объекта, смотрите в документации на оборудование.

Слабость Wiegand в том, что он передаёт номер открыто. Никакого шифрования и никакой проверки подлинности: тот, кто подключится к паре проводов между считывателем и контроллером, получит номер карты и сможет его повторить. Для дачи и квартиры это несущественно. Для объекта, где есть что охранять, применяют защищённую замену — **OSDP** (Open Supervised Device Protocol, открытый протокол с шифрованием и контролем линии), который работает поверх интерфейса RS-485.



8. Монтаж: где, как, что мешает

Высота считывателя — 1,4–1,6 метра от пола, со стороны подхода к двери. Проверьте, что до него дотянется человек с пакетами в руках и что под ним нет ступеньки или тумбы.

Что мешает радиосигналу. Металл. Это вы знаете по работе с металлическими коробами, и здесь то же самое: **металлический подрозетник или металлическая дверь съедают дальность считывателя**. Считыватель ставится в пластиковый подрозетник или в накладной корпус; на металлическую дверь — через диэлектрическую проставку либо выносится на стойку рядом.

Кабель считывателя — минимум четыре жилы: питание, общий, два сигнальных. Витая пара подходит. На длинной линии считайте падение

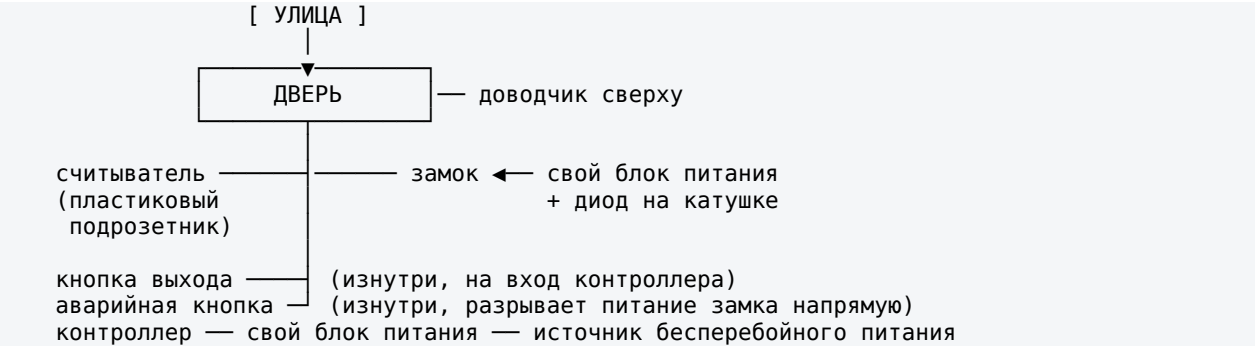
напряжения так же, как считаете его в силовой цепи: номинальное питание считывателя — 12 В, но большинство моделей допускают 8–16 В, и при просадке до 10 В исправный считыватель обычно работает штатно. Если считыватель всё же начал работать через раз — это повод проверить реальное напряжение под нагрузкой и падение на линии, а не сразу менять исправный прибор.

Доводчик обязателен везде, где замок закрывается сам. Без доводчика дверь остаётся приоткрытой, замок считает себя запертым, а объект стоит открытым. Усилие доводчика регулируется под вес двери.

Кнопка выхода — кнопка внутри помещения, которая открывает замок без всякого ключа. Без неё изнутри не выйти.

Аварийная кнопка — отдельная от кнопки выхода. Её задача — открыть дверь, когда контроллер завис или сгорел, то есть она должна снимать питание с замка напрямую, минуя электронику. Как именно это сделано, зависит от конструкции; обсуждается с заказчиком **до** монтажа, потому что вопрос «а как мы выйдем, если всё умерло» задаётся всегда, но обычно в самый неподходящий момент.

9. Типичная дверь целиком



Питание замка — отдельной линией со своим автоматом, номинал по паспорту замка. Источник бесперебойного питания подбирается по времени, которое дверь должна оставаться управляемой после отключения света; это время согласуйте с заказчиком, оно определяет ёмкость аккумулятора и цену.

10. Что спросит заказчик — и что отвечать

«А если я потеряю телефон?» Поэтому способов входа всегда два. Второй — карта, код или механический ключ.

«А если отключат свет?» Замок и контроллер питаются от источника бесперебойного питания. Сколько он продержится — зависит от аккумулятора; это считается заранее и записывается в паспорт объекта.

«А если пропадёт интернет?» Дверь продолжит работать: список ключей хранится на объекте. Это проверяется при сдаче, отключением сети, в присутствии заказчика.

«А если случится пожар?» Замки на путях эвакуации открываются при снятии питания. Это не настройка, а свойство выбранного оборудования, и оно согласуется на этапе проекта.

11. Диагностика на месте, когда «не работает»

Сначала спросите, работало ли раньше и когда перестало. Дальше — по порядку, от питания к сигналу.

1. **Питание замка.** Мультиметром на клеммах замка должно быть напряжение из паспорта. Нет — смотрите автомат, блок питания, обрыв линии.
2. **Считыватель.** Поднесите карту вплотную. Индикатор должен отреагировать. Не реагирует — считыватель не запитан или неисправен.
3. **Контроллер.** Индикатор активности должен отзываться на поднесение карты. Не отзывается — проверьте сигнальную пару от считывателя, начиная с клемм.
4. **Сам замок.** Отключите его от контроллера и подайте напряжение от блока питания напрямую, коротким нажатием. Щёлкнул — замок исправен, ищите дальше в сигнале. Не щёлкнул — замок или его катушка.
5. **Автономность.** Отключите интернет и повторите проход по ключу. Не проходит — контроллер работает через сервер, и это надо чинить, а не объяснять заказчику.

⚠️ Не держите напряжение на катушке дольше, чем разрешает паспорт: у большинства замков это секунды. Катушка греется и выходит из строя.

12. Типовые ошибки на этом узле

1. **Замок и контроллер от одного блока питания.** Симптом — «иногда срабатывает». Лечение — два блока.
2. **Нет диода на катушке.** Контроллер умирает через месяц-другой без видимой причины.
3. **Автономность не проверена.** Пропал интернет — дверь не открылась. Проверять отключением сети, на каждом объекте.

4. **Считыватель в металлическом подрозетнике.** Дальность падает, «глючит», а вы меняете исправный блок питания.
5. **Тонкий кабель на длинной линии.** На считывателе не хватает напряжения.
6. **Нет кнопки выхода.** Люди заперты внутри.
7. **Нет аварийного открытия.** Контроллер завис — выйти невозможно.
8. **Замок на пути эвакуации выбран неверно.** Самая дорогая ошибка из всех: при пожаре дверь останется запертой.
9. **Один способ входа.** Разряженный телефон превращается в вызов слесаря.
10. **Сигнальный кабель считывателя в одной трубе с силовым.** Наводка, карта проходит через раз. Разносите трассы — см. главу 13.

Коротко

Замок — это катушка или мотор, и его поведение определяется питанием. На пути эвакуации замок обязан открыться сам, когда питания нет; в жилом помещении — остаться запертым, а выход изнутри должен быть механическим. Два раздельных блока питания, диод на катушке, пластиковый подрозетник под считыватель, кнопка выхода и аварийное открытие — обязательны. Wiegand прост и потому вездесущ, но передаёт номер карты открыто; там, где это важно, ставится OSDP.

И главное: при пропаже интернета дом продолжает работать — свет, сценарии, климат остаются локальными; для замков поведение при обрыве связи задаёт политика — по умолчанию fail_secure (замок остаётся закрытым), для путей эвакуации fail_safe (замок открывается). Замок, не открывающийся офлайн, — не неисправность, а штатная политика, настраиваемая per-device с явным подтверждением владельца — проверяйте это отключением сети на каждом объекте.

Глава 17. Камеры, номера машин и лица

Камера в умном доме — не то же самое, что камера видеонаблюдения, хотя выглядят они одинаково и вешаются одинаково. Разница в том, зачем её смотрят. Видеонаблюдение отвечает на вопрос «что было вчера в три часа ночи»: пишет архив, к которому обращаются после происшествия. Камера умного дома отвечает на вопрос «что происходит сейчас» и, кроме картинки, выдаёт системе события: подъехала машина, у калитки человек, во дворе движение. По этим событиям срабатывают сценарии.

Отсюда следует практическое: камера умного дома должна отдавать **живой поток**, а не только запись. И проверять при сдаче надо именно живую картинку — об этом в конце главы.

1. Поток, запись и «живая» картинка

Поток — это непрерывная передача кадров от камеры к тому, кто смотрит. Пока смотрящий есть, поток идёт; отвернулись — камера может его и не отдавать.

Запись — те же кадры, сложенные на диск регистратора, чтобы посмотреть их потом.

Живая картинка и запись ходят разными путями, и ломаются они порознь. Это объясняет случай, который вас однажды позовут чинить: **в приложении звук с камеры идёт, а изображения нет.** Значит звуковая дорожка дошла, а видео — нет: либо камера отдаёт видео в формате, который телефон не умеет разобрать, либо видеопоток не доходит вовсе. Для монтажника вывод простой: «камера онлайн» и «камера показывает» — разные утверждения, и проверять надо второе.

2. Как машина «видит»: два разных шага

Распознавание всегда состоит из двух шагов, и путать их нельзя, потому что ломаются они по-разному.

Шаг первый — обнаружение (обнаружение — поиск на кадре нужного объекта, ещё без чтения). Программа находит на кадре нужный объект: прямоугольник номерного знака, лицо, фигуру человека. Если объект не найден, второй шаг не начинается вовсе.

Шаг второй — чтение. Найденный кусок кадра увеличивается, выравнивается и читается: буквы и цифры превращаются в строку, лицо — в набор признаков.

Практическая польза от этого различия: если система «не видит машину вообще» — виноват первый шаг, этап обнаружения. Чаще всего причина в монтаже (угол, расстояние, свет), но также проверьте настройки зоны детекции и параметры камеры. Если система «видит машину, но путает буквы» — второй шаг, и это уже качество кадра: смаз, грязь, разрешение.

3. Распознавание номеров: решает монтаж, а не программа

Это главное место главы. Автоматическое распознавание номерных знаков (ANPR, Automatic Number Plate Recognition — автоматическое распознавание номерных знаков) — вещь капризная, и почти вся капризность лечится правильной установкой камеры.

Расстояние

Номер должен занимать в кадре достаточную долю. Точное требование к высоте номера в пикселях у каждой камеры и программы своё — смотрите паспорт.

Проверять же лучше не по цифрам, а глазами: поставьте камеру, проедьте перед ней, откройте запись. **Если вы сами не читаете номер с записи — программа тем более не прочитает.**

Не пытайтесь одной камерой охватить и ворота, и весь двор. Камера распознавания — прицельная, её работа увидеть номер крупно. Общий обзор двора даёт вторая, обзорная камера.

Угол

Камера должна смотреть на номер почти в лоб. Номерной знак плоский, и при повороте буквы сплющиваются: примерно после тридцати градусов отклонения от фронтального чтение начинает рассыпаться, а верхняя строка с регионом может вообще не попасть в кадр.

Отсюда неочевидное для монтажника правило: **камеру распознавания не вешают высоко на столб под острым углом вниз.** Её ставят в поясе номерного знака — у легкового автомобиля это примерно 0,3–0,7 метра от земли — и направляют навстречу машине. Да, так до неё проще дотянуться рукой, поэтому её берут в антивандальном корпусе, а не переносят наверх.

Если дорога перед воротами делает поворот, машина подъезжает боком. Камеру ставят так, чтобы она ловила автомобиль уже на прямом участке.

Свет и ночь

Ночью номер смазывается по двум причинам, и обе — физика, а не «плохая программа».

Первая: темно, и контраста между буквами и фоном знака не хватает.

Вторая: **выдержка**. Выдержка — это время, за которое камера собирает один кадр. Днём это доли миллисекунды, ночью — заметно дольше. За это время машина проезжает сантиметры, и буквы вытягиваются в полосы.

Что с этим делают монтажом:

- **Инфракрасная подсветка** (ИК, infrared — инфракрасный, невидимый глазу свет). Номерные знаки светоотражающие, как дорожные указатели: они возвращают свет обратно к источнику. Поэтому ИК-прожектор ставится **рядом с камерой**, а не «где-нибудь во дворе» — иначе отражённый свет уйдёт мимо объектива.
- **Режим съёмки номеров**, если он есть в камере: принудительно короткая выдержка ценой темноты остального кадра. Смотрите паспорт.

Встречные фары — серьёзная проблема: свет бьёт в объектив, кадр засвечивается, номер выгорает. Частично помогает камера с WDR (Wide Dynamic Range) и выбор места установки, разворот камеры так, чтобы она не смотрела вдоль дороги навстречу потоку, и козырёк. Но надёжнее исключить саму съёмку навстречу свету фар — например, снимать задний номер при выезде со стороны въезда — об этом стоит сказать заказчику заранее.

Таблица монтажа камеры распознавания

Что	Значение
Высота установки	В поясе номерного знака, 0,3–0,7 м от земли
Наклон вниз	Минимальный, камера смотрит в плоскость знака
Отклонение вбок от фронтального	Не более примерно 30 градусов
Расстояние до места остановки	По паспорту камеры, проверяется тестовым проездом
Подсветка	ИК рядом с камерой, направлена в зону номера
Защита	Козырёк от солнца и осадков, антивандальный корпус

Высоты знака — это геометрия автомобиля, ей можно доверять. Всё остальное — «минимум столько-то метров», «не больше стольких-то градусов» — берите из паспорта конкретного оборудования, а не выдумывайте на объекте.

4. Что мешает в жизни

- **Грязь и соль на самом знаке.** Зимой после трассы номер коричневый, и тут бессильна любая камера. Честное поведение системы — не распознала, значит не открыла.
- **Снег и брызги на объективе.** Отсюда козырёк и правильный наклон.
- **Дождь и туман** рассеивают подсветку.
- **Встречные фары.**
- **Тонированная или рекламная рамка** поверх знака.
- **Движение.** Если машина не притормаживает, а проезжает мимо — смаз. Скорость, при которой номер ещё читается, проверяется тестовым проездом.

5. Что мы замерили сами — и что из этого можно обещать

Мы прогнали распознавание на своих снимках: дневной свет, машина стоит, камера смотрит в лоб. Результат: **номер найден на 6 снимках из 7, и все найденные прочитаны правильно.**

Что это значит на самом деле: выборка маленькая, условия идеальные. По такой цифре **нельзя обещать проценты точности** — ни ночью, ни в дождь, ни в снегопад. Обещать надо не процент, а режим работы: «днём при подъезде и остановке перед воротами читает устойчиво; ночью — с инфракрасной подсветкой, хуже; в непогоду возможен отказ чтения, и тогда ворота открываются кнопкой или из приложения».

Отдельно — про русские буквы, потому что спрашивают всегда. Программы, обученные на европейских номерах, как правило не читают российские номера корректно без адаптации — нужна локализованная модель или дообучение под российский стандарт ГОСТ Р 50577. Помогает то, что все двенадцать разрешённых ГОСТом букв — А В Е К М Н О Р С Т У Х — по начертанию совпадают с латинскими: обученная или дообученная под ГОСТ Р 50577 модель выдаёт латиницу, и обратный перевод в кириллицу однозначен.

Единственная настоящая путаница — кириллическая «О» и ноль: рисуются одинаково. Снимается она не «искусственным интеллектом», а знанием формата: система знает, в какой позиции номера стоит буква, а в какой цифра, и подставляет нужное.

6. Распознавание лиц: сложнее номеров, применимость уже

Номер — плоский прямоугольник с высоким контрастом и жёстким набором из двенадцати букв и десяти цифр. Лицо — объёмное, меняется от освещения, поворота, шапки, бороды, очков и возраста. Поэтому лица распознаются заметно хуже и требуют лучшего кадра.

Где это уместно в частном доме. Информировать: «пришёл кто-то из своих» — и включить свет, снять охрану с прихожей, отправить уведомление.

Где неуместно. Как единственный способ открыть дверь. У любой системы распознавания есть две разные ошибки, и путать их нельзя:

- **не узнала своего** — хозяин стоит перед дверью, дверь закрыта. Неприятно, но безопасно;
- **приняла чужого за своего** — дверь открылась постороннему. Это уже другой разговор.

Порог настройки один, и он смещает обе ошибки сразу: строже — чаще не пускает своих, мягче — чаще пускает чужих. Идеального положения не существует, поэтому лицо ставят вторым фактором, а не единственным.

И правовое. Съёмка и хранение изображений людей — регулируемая история; на частной территории для собственных нужд это одно, на въезде, куда попадают посторонние, — другое. Прежде чем обещать заказчику распознавание лиц у ворот, обсудите, кто отвечает за хранение этих данных.

7. Где считает: у ворот или на сервере

На месте. Небольшой компьютер в щите у ворот получает поток и сам решает, открыть или нет. Интернет пропал — ворота работают. Задержка минимальная. Для частного дома это правильный выбор, и наш продукт устроен именно так: главный принцип — дом обязан работать без интернета.

На сервере в интернете. Кадры уходят наружу, решение приходит обратно. Дешевле по железу, но: пропал интернет — ворота встали; кадры с вашего двора лежат у чужой компании; задержка зависит от канала.

Считать распознавание номеров способен небольшой одноплатный компьютер размером с ладонь (в проектах HI для въездной группы рассматривается Orange Pi) — но это не тот же компьютер, что стоит в щите: контроллер щита — ELX, а вычислитель для распознавания номеров подбирается и замеряется отдельно. Чем выше разрешение камеры и чем

больше камер, тем больше нагрузка, поэтому камера распознавания обычно одна и прицельная.

8. Выбор камеры: за что вы платите

Камера с инфракрасной подсветкой. Самая распространённая. Ночью включает невидимые глазу ИК-светодиоды, картинка становится чёрно-белой. Соседей не беспокоит.

Камера с белой подсветкой. Светит видимым светом, ночью даёт цвет и лучший контраст, но это фонарь, направленный в сторону улицы, — соседи могут возразить.

Камера без подсветки. Годится только там, где место и без неё освещено фонарём.

Разрешение — сколько точек в кадре. Больше точек — крупнее детали при том же расстоянии. Для номера важно не само разрешение, а сколько пикселей приходится на сам знак; поэтому камера 4K, повешенная слишком далеко, проигрывает камере попроще, поставленной правильно.

Широкий динамический диапазон (WDR, Wide Dynamic Range) — способность камеры одновременно видеть и яркое, и тёмное: например, освещённую улицу за воротами и тень под козырьком. Если камера смотрит из тени на свет или наоборот, без этой способности половина кадра будет выбита.

Глубина резкости. Объектив показывает чётко только на определённом расстоянии, ближе и дальше — размывает. Если машины останавливаются в разных местах, зона резкости должна перекрывать весь этот разброс; это настройка объектива, и её проверяют тестовым проездом.

9. Монтаж камеры

Питание. Удобнее всего PoE (Power over Ethernet — питание по сетевому кабелю): по одной витой паре идут и данные, и питание, отдельная линия 220 В к камере не нужна. Предельная длина линии — 100 метров, как у обычной компьютерной сети; дальше ставится коммутатор.

Кабель. Витая пара для наружной прокладки, в гофре или в лотке, с запасом по длине и с маркировкой на обоих концах. Подробнее — в главе 13.

Козырёк обязателен: он спасает объектив от прямого солнца, дождя и налипания снега.

Обогрев — для мест, где зимой минус: без него объектив запотевает и обмерзает, и картинка пропадает именно в мороз.

Куда смотреть. Не в сторону солнца на закате и восходе, не вдоль дороги навстречу фарам, не на белую стену, которая будет пересвечена. Камеру ставят так, чтобы главный объект был ближе к центру кадра, а не в углу.

10. Что обещать заказчику

Можно обещать: живую картинку в приложении; уведомление о движении; открытие ворот по номеру днём при подъезде и остановке; работу без интернета, если считает местный контроллер.

Нельзя обещать: конкретный процент точности; распознавание на ходу без замера; уверенное чтение грязного знака; распознавание лиц как единственный ключ от двери; «камера видит всё» — она видит то, что попало в кадр и было освещено.

Формулировка, которая честна и снимает половину будущих претензий: «система читает номер уверенно днём и при подъезде; ночью — с подсветкой и хуже; если не прочитала, ворота открываются кнопкой или из приложения, и хозяин никогда не остаётся перед закрытыми воротами».

11. Главное правило: проверяется проездом, а не настройками

Ни одна цифра из паспорта не заменяет тестового проезда. Приезжайте на объект на своей машине и проезжайте перед камерой: днём, в сумерках и в темноте, с остановкой и без. Смотрите, что видит система, и правьте угол, высоту и подсветку по результату.

И отдельно — проверка живой картинки, ради которой всё это ставится: откройте камеру в приложении и **пройдите перед ней рукой**. На экране должно двигаться. Если бейдж «в эфире» горит, а картинка стоит или чёрная — камера не отдаёт видео, и объект не сдан.

Коротко

Распознавание номеров работает ровно настолько, насколько правильно поставлена камера: в поясе номерного знака, в лоб, с подсветкой рядом с объективом, с козырьком. Русские буквы читаются без переобучения, потому что все двенадцать разрешённых ГОСТом букв совпадают по начертанию с латинскими. Обещать проценты нельзя — обещайте режим работы и запасной способ открыть ворота. Лица сложнее номеров и годятся вторым фактором, а не единственным ключом. Считать должен контроллер на объекте, иначе пропавший интернет запрёт хозяина снаружи. И всё это проверяется тестовым проездом и движением руки перед объективом, а не строчкой в настройках.

Глава 18. Пусконаладка

Монтаж закончен: щит собран, кабели уложены, приборы прикручены. Но объект ещё не работает — он просто собран. Пусконаладка (ПНР, пусконаладочные работы — проверка и запуск смонтированной системы с оформлением результата) превращает исправное железо в работающий дом.

Вы уже делали это в малом масштабе: прозвонить линии щита, подать питание по одному автомату, проверить розетку под нагрузкой. Здесь то же самое, только вместо розеток — контроллеры, датчики и сценарии, а цена ошибки — не перегоревшая лампа, а переделка после подписанного акта.

Одно правило на всё: сначала проверь малое, потом подключай большое. Линию — до сценария. Дом без интернета — до подписи.

1. Что проверяем до подачи 220 В

Контроллеры и модули системы питаются низковольтным напряжением (диапазон 9–48 В по спецификации HiDev), часть модулей — от шины питания; от 220 В напрямую они не питаются. У объекта два этажа питания: силовой (220 В) и слаботочный (12–24 В). Пока оба обесточены — ошибки дёшевы: их находят прозвонкой, а не переделкой.

Пять проверок до подачи

1. **Затяжка.** Пройти весь щит и все коробки, каждую клемму дотянуть с усилием. Недотянутая клемма — причина номер один «работает через раз»: на столе не проявляется, проявляется через месяц.
2. **Прозвонка.** Мультиметром в режиме прозвонки: фаза на ноль, фаза на землю, каждая пара жил, которые не должны звониться между собой. Короткое, найденное сейчас, стоит минуту; найденное под напряжением — сгоревший автомат или прибор.
3. **Сверка схемы.** Ни одна силовая жила не заведена на слаботочные клеммы. Подача 220 В на клеммы 24-вольтового модуля почти гарантированно выводит его из строя; следы (обугливание, вздутие, сгоревший входной делитель) часто видны, но не всегда — проверять входной каскад нужно в любом случае, а не полагаться на «бракованную партию».

4. **Полярность 12/24 В.** Блоки питания ещё не нагружены — меряем на их выходах напряжение и смотрим плюс-минус. Перепутанная полярность стоит блока питания или датчика.

5. **Изоляция — только до подключения приборов.** Мегомметр (прибор проверки изоляции: подаёт в кабель высокое напряжение, обычно 500 или 1000 В) в линию, к которой уже подключена электроника, включать нельзя — для электроники это то же, что 220 В. Сопротивление изоляции силовых линий меряем до подключения приборов либо с отключёнными обеими концами линии. Слаботочные линии проверяются мегомметром с пониженным испытательным напряжением (обычно до 250–500 В, в зависимости от типа линии) при отключённой электронике; цифровая прозвонка мультиметром — дополнительная проверка целостности, но не замена измерения изоляции.

Проверка	Чем	Что должно быть
Клеммы затянуты	отвёртка	каждая, с усилием
Фаза–ноль, фаза–земля	мультиметр, прозвонка	не звонится
220 В на слаботочных клеммах	визуально и мультиметром	отсутствует
Полярность 12/24 В	мультиметром, приборы не подключены	по маркировке
Изоляция силовых линий	мегомметром, приборы отключены	как в обычном щите, по ПУЭ (Правила устройства электроустановок)

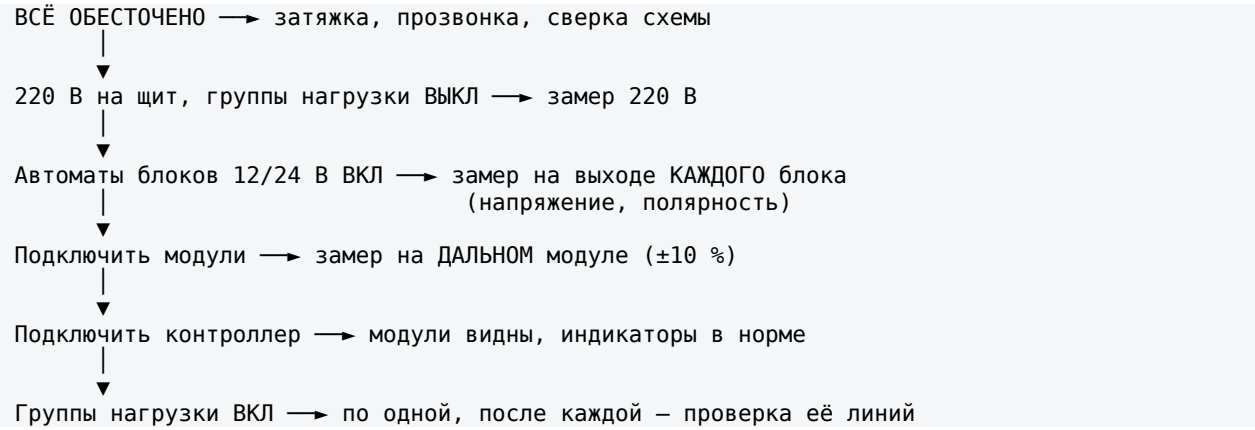
Слаботочные линии сдаются по своим нормативам (СП 6.13130 для ОПС, ГОСТ Р 53246 для СКС и др.); требования к силовым щитам по ПУЭ на них напрямую не распространяются, хотя общие принципы приёмки и записи в акты схожи.

Как не сжечь контроллер

Контроллер питается от 12 В. Если на его клеммы попадут 220 В — сгорит блок питания или сам контроллер, а почему — потом догадываться. Поэтому перед включением каждой группы меряйте напряжение на клеммах: совпадает с номиналом из паспорта — включайте; нет — ищите, откуда лишнее питание.

2. Порядок включения

Очередность подачи — не перестановка ради перестановки. Каждый шаг спрятан за предыдущим так, чтобы ошибка проявлялась там, где она дешёвая.



Шина (общая пара проводов, к которой модули подключаются цепочкой — как стояк отопления, от которого батареи по этажам) включается до контроллера не случайно. Пока контроллер не подключён, ошибка на шине выглядит как «нет связи» и лечится прозвонкой. Если же контроллер уже живой, а на шину ошибка подана — дешёвая ошибка станет дорогой.

«На клеммах блока 24,0 В» не значит, что на дальнем конце шины те же 24 В. Падение на проводах — вы знаете его лучше нас. Меряйте на дальнем модуле; норма — в пределах ±10 % от номинала. Меньше — сечение или плохой контакт, разбирайтесь до запуска, а не после.

Группы нагрузки включаются по одной. Номинал автомата подбирается по сечению кабеля и расчётной нагрузке группы (типовые значения: освещение 10 А, розетки 16 А, но это не норма, а практика); слаботочные цепи защищаются отдельными автоматами или предохранителями по току нагрузки блоков питания, а не фиксированным «6–10 А». Включили группу — проверили её линии (раздел 3). Включили следующую. Так при ошибке вы точно знаете, какую группу только что включили, а не ищете её по всему дому.

3. Каждая линия — отдельно, до сценариев

Сценарий («если движение в коридоре — включить свет») собирается из готовых кирпичей. Собрать сценарий из непроверенных кирпичей — значит получить шесть подозреваемых: датчик; кабель от датчика до контроллера; вход контроллера; выход контроллера; кабель и реле до нагрузки; сама нагрузка. Шесть подозреваемых, у каждого свой инструмент диагностики. Проверка по одному отсекает их до единственного.

Выходы: свет, розетки, приводы

Каждый выход: команда «включить» из конфигуратора (программа настройки, через которую система видна и подаются команды) → реле щёлкнуло → напряжение на клеммах нагрузки появилось → нагрузка работает. Реле щёлкнуло, а на нагрузке ничего — прозвонка кабеля и самой нагрузки: щелчок не гарантирует контакт.

Розетки проверяются старым электрическим способом: в розетку — лампа-контролёнка. Розетка управляется контроллером — нашли её в конфигураторе, нажали, лампа загорелась, выключилась.

Входы: датчики, кнопки

Каждый вход: реальное воздействие — прошёлся перед датчиком движения, открыл дверь, нажал кнопку → событие видно в логе (журнал событий, который система ведёт сама: каждое срабатывание с точным временем, «чёрный ящик»).

Датчики чаще всего дают сухой контакт (пара контактов без собственного напряжения, замыкается при срабатывании — как кнопка дверного звонка), поэтому проверяем и сам датчик, и то, что контроллер увидел именно его.

Что проверяем	Действие	Что должно произойти
Выход	команда из конфигуратора	щелчок реле, напряжение на клеммах, нагрузка работает
Вход	реальное воздействие	событие в логе с точным временем
Тип входа	сравнить с паспортом датчика	сухой контакт — как в паспорте, не наоборот

Два прохода

Каждую линию прогоняем минимум дважды. Второй проход — не для галочки: если первый раз сработало, а второй нет, у вас плавающий контакт, и найти его сейчас в десять раз дешевле, чем после подписанного акта.

Только когда каждая линия подтверждена по отдельности, собираются сценарии. Каждый сценарий — тоже минимум два прохода: реальным событием и повторным. Тогда любой сбой сценария — проблема в логике, и искать её надо в конфигураторе, а не в проводке. Вы всегда знаете, в какой половине системы искать.

4. Замки и контроль доступа

СКУД (система контроля и управления доступом — считыватели, контроллеры, замки, ключи) проверяется физически, а не «по описанию в паспорте».

Два поведения при пропаже питания

Замки делятся по поведению при потере питания:

- **fail-safe** («отказ в открытое состояние») — при отключении питания открывается;
- **fail-secure** («отказ в закрытое состояние») — при отключении питания остаётся запертым.

Электромагнитные замки (держат дверь электромагнитом) по устройству fail-safe — за это их и ставят на путях эвакуации. Электрозащёлки квартирных дверей, как правило, без питания остаются запертыми. Что именно должно происходить на вашем объекте — проект и паспорт замка. На пусконаладке вы просто фиксируете: сняли питание — проверили фактическое поведение — записали.

Правило без исключений: двери на путях эвакуации должны открываться при отключении питания. Если не открываются — это не опция, а причина не сдавать объект.

Автономный вход

Замок обязан пускать при отключённом интернете: список ключей хранится в контроллере замка на объекте, а не на удалённом сервере. Сервер нужен только для синхронизации списка, а не для каждого открывания.

Проверка: вынуть кабель провайдера (методика — в разделе 5), приложить ключ каждого жильца, ввести код, дать отпечаток, открыть телефоном. Замок должен пускать по локальному списку, не спрашивая никого снаружи, — и запись в журнале должна появиться.

Кнопка выхода

Кнопка внутри помещения, открывающая замок изнутри. Нажать — открылась. Потом проверить жёстче: она обязана работать даже при заблокированном или обесточенном контроллере — в этом её смысл. Подключается кнопка минуя логику контроллера — на реле или напрямую на защёлку; как именно, зависит от схемы, смотрите паспорт. Требование одно: нажал — открылось.

Аварийное открытие

Путь на случай, когда контроллер умер целиком. Реализация зависит от проекта: кнопка, идущая мимо контроллера, тумблер снятия питания с линии замка, дублирующий механический ключ.

Проверка: обесточить контроллер на время проверки и открыть дверь резервным способом. Если резервного пути нет — объект не сдаётся. «А как мы выйдем, если всё умерло?» — вопрос, который заказчик задаст либо вам на сдаче, либо сам себе в самый неподходящий момент.

Пути эвакуации

Замки на путях эвакуации обязаны открыться при отключении питания или пожарной тревоге. Базовая проверка проста: снять питание с линии эвакуационного замка — дверь должна отжиматься рукой. Если проект предусматривает стыковку с пожарной сигнализацией, сценарий «тревога — замки открылись» проверяется тестовым запуском по проекту. Заказчику показать оба случая: и снятие питания, и тест тревоги.

Дверь-комбинация

Если одна дверь одновременно входная и эвакуационная: в обычном режиме она должна держаться (fail-secure), а при тревоге открываться. Переход делается через реле: сигнал тревоги размыкает цепь замка, и замок открывается. Проверяются обе ветки: питание есть, тревоги нет — держит; имитация тревоги — открылось.

Доводчик

Дверь, открытая рукой, закрылась сама и защёлкнулась. Доводчик без регулировки «закрывает» наполовину: ригель не вошёл, замок не закрылся, а журнал уверен, что закрылся. Проверять надо не щелчок доводчика, а факт: дверь закрыта и замок в запертом состоянии.

Журнал доступа

После всех проверок открыть журнал и показать заказчику его собственные проходы с временем. Это одновременно проверка и лучший инструктаж: человек видит, что система пишет честно.

Проверка замков	Как делаем	Норма
Автономный вход	кабель интернета вынут, ключ приложен	открылось, запись в журнале
Кнопка выхода	нажать; затем при заблокированном контроллере	открылась оба раза
Аварийное открытие	обесточить контроллер, открыть	открылось

	резервом	
Эвакуация: снятие питания	снять питание с линии замка	дверь отжимается рукой
Эвакуация: тест тревоги	по проекту	замки путей эвакуации открылись
Доводчик	открыть дверь, отпустить	закрылась, замок заперт

5. Дом без интернета — главная проверка

Интернет в частном доме пропадает регулярно: провайдер, зависший роутер, неуплата, ураган. Если замок или ворота спрашивают разрешения у сервера в интернете, то при первом же обрыве жильцы стоят перед закрытой дверью. Система построена так, что всё критичное работает локально — контроллер хранит всё нужное на объекте. Но «построено так» — не аргумент для заказчика. Проверяется руками, на каждом объекте, до подписи.

Как отключать интернет правильно

- **Вынуть кабель провайдера** из порта WAN (Wide Area Network — широкая выделенная сеть, то есть линия провайдера; остальные порты роутера и Wi-Fi — это уже локальная сеть дома). Роутер остаётся включённым, локальная сеть жива, дом продолжает работать в себе.
- **Выключать роутер целиком — ошибка методики.** Вместе с интернетом умрёт и локальная сеть, и вы проверите не «работу без интернета», а «работу без сети вообще». Результат будет хуже реальности, а вывод — недостоверный.
- **Телефон, с которого проверяете:** выключить Wi-Fi и мобильные данные. Иначе телефон перепрыгнет на сотовый интернет и покажет то, что видит система со связью, а не без неё.

Что проверяем

Подсистема	Что делаем без интернета	Что должно быть
Свет	выключатели из приложения, датчики движения	работает как обычно
Розетки	команды из приложения, телефон в локальной сети	переключаются
Климат	сменить уставку, проверить сценарий «уехали»	работает локально
Замки	ключ, код, телефон	открывает, журнал пишется (раздел 4)
Камеры	открыть картинку по локальной сети	показывают, пишут на диск

Ворота с распознаванием	подъехать машиной	открывают по локальной базе номеров
Уведомления на телефон	вызвать событие	не приходят — и это норма

Уведомления в этой проверке не приходят — и это не дефект. Физика: уведомление должно доехать до телефона через интернет, а интернета нет — оно не доедет. То же с просмотром камер из другого города. Дом работает, но извне вы его не видите. Сказать это заказчику надо при сдаче, вслух: час разговора потом стоит дороже одной минуты сейчас.

Возврат

Последний шаг — вернуть кабель провайдера и убедиться, что всё переподключилось: статус «онлайн», картинка камер доступна снаружи, уведомления пошли. Проверка автономности без проверки возврата — половина проверки.

6. Пропажа электричества и возврат

Интернет — полбеды. Электричество пропадает тоже, и система обязана пережить это дважды: при пропаже и при возврате. Вторая половина коварнее первой, поэтому проверяется отдельно.

Проверка делается искусственно и при заказчике: выключить вводной автомат на пару минут, предупредить заранее, что погаснет всё. Если на объекте стоит сервер или компьютер, держать его на ИБП (источник бесперебойного питания — коробка с аккумулятором, которая питает прибор при пропаже сети) — если он предусмотрен проектом.

Что смотреть при пропаже

- **Замки.** Записать фактическое поведение: электромагнитный открылся, электрозащёлка заперлась (что именно должно быть — раздел 4).
- **Свет** гаснет целиком — нормально. Главное — возврат.
- **Отопление** встанет. Проверить, что ни один сценарий не может опустить температуру ниже минимума из проекта, чтобы долгая пропажа электричества не кончилась размороженными трубами.

Что смотреть при возврате

После подачи питания датчики просыпаются разом и могут выдать пачку событий — как звонки во все квартиры при опробовании стояка. Сценарии, повешенные на эти события, сработают залпом. Поэтому после включения — наблюдать 10–15 минут: ничего лишнего не включилось, лог чистый, ошибок шины нет.

Дальше — по категориям нагрузок:

Категория	Примеры	Поведение при возврате питания
Вернуть всегда	отопление, холодильник, охрана, сервер	включилось само
Не возвращать никогда	то, что человек выключил руками: обогреватель, плита, утюг	осталось выключенным
По проекту	свет по комнатам, вентиляция, шторы	как записано в бланке сдачи

Поведение сигнализации при возврате питания зависит от настроек панели: по умолчанию восстанавливается прежний режим, а событие «пропадание питания» обычно логируется и может подниматься как тревога — правило нужно формулировать как типовую настройку, а не норму без исключений.

Настройка «состояние выхода после возврата питания» есть не во всём оборудовании — зависит от модели, смотрите паспорт. Если у реле такой настройки нет, вы должны знать это до сдачи: розетка с обогревателем, включившаяся сама ночью, — претензия будет к вам, а не к электричеству.

Отключение повторить минимум дважды. Первый цикл — система переживает факт пропажи впервые, второй — чистая проверка. Если поведение второго цикла отличается от первого — это не «нормально, разогрелось», это находка, которую надо разбирать до сдачи.

7. Камеры: живая картинка, а не заставка

IP-камера (IP, Internet Protocol, интернет-протокол — камера, отдающая картинку по сети) хитра тем, что в приложении может показываться не живой поток, а заставка или последний стоп-кадр. На глаз от живого не отличить, если перед объективом ничего не происходит. А отличить надо: заказчик, у которого «на экране всё было хорошо», а запись пуста, не вспомнит ваши слова про заглушки.

Живой поток

1. Открыть картинку камеры: в приложении или по локальному адресу устройства в сети.
2. Помахать рукой прямо перед объективом — или попросить заказчика пройти.
3. Картинка отреагировала, движение видно — поток живой.

4. Картинка идеально ровная и не шевельнулась — подозрение на заставку: перезапустить просмотр, проверить по журналу — дошло ли событие движения. Дошло — камера жива, экран врёт. Не дошло — разбираться с камерой и её сетью.

Запись

Поток и запись — два разных слова, проверяются оба. Поток — живая картинка сейчас. Запись — сохранённое, лежит на регистраторе (NVR, Network Video Recorder, сетевой видеорегистратор — устройство с диском) или на сервере дома. Отмотать запись назад: ваши хождения перед объективом есть на диске, со временем. Поток жив, а записи нет — отдельная строка в протоколе, не «видео работает».

Ночь

Проверяется отдельно: открыть картинку в темноте, убедиться, что камера видит с ИК (инфракрасный — невидимый глазу свет) подсветкой. Картинка чёрно-белая и видная — норма. Глухо чёрная — подсветка не работает, объектив в грязи или снегу, либо не та модель — смотрите паспорт.

«Звук идёт, а картинки нет»

В приложениях звук и картинка иногда идут раздельными каналами, и бывает ровно такая картина: голос слышен, экран пуст. Физика простая: звук несёт десятки килобит в секунду, видео — мегабиты. Канал между камерой и экраном узкий или рваный — звук пролезает, видео нет.

Для монтажника это диагностический признак, а не повод менять камеру. Камера жива: раз отдаёт хотя бы звук, у неё есть питание и сеть. Не тянет канал. Проверяем по порядку:

- Перезапустить камеру: питание снять на 10 секунд и подать снова.
- Кабель PoE (Power over Ethernet, питание по сетевому кабелю): повреждённый кабель может пропускать питание и не пропускать данные — проверить тестером.
- Не стоит ли камера на Wi-Fi вместо кабеля.
- Длина линии: витая пара по стандарту держит до 100 метров на сегмент.
- Не упирается ли коммутатор (сетевой распределитель — как этажный щиток, только для сети) в узкое место на суммарный поток камер. Скорость потока данных снижают в настройках камеры — в пределах, разрешённых паспортом.

Проверка камер	Действие	Норма
Живой поток	движение перед объективом	движение видно
Заставка	картинка ровная при движении	проверить по журналу

Запись	отмотать назад	хождения на диске есть, со временем
Звук без картинки	звук есть, экран пуст	канал узкий, искать в сети
Ночь	открыть картинку в темноте	видно, ИК работает

8. Распознавание номеров

ANPR (Automatic Number Plate Recognition, автоматическое распознавание автомобильных номеров — камера с программой, которая читает номер с картинки) проверяется единственным честным способом: заездами. Своей машиной, на том объекте, куда её поставили. Номер должен быть чистый — без грязи и паутины.

Методика

1. Днём — три-четыре заезда: без остановки и с остановкой, в тех же позициях, в какие машина заезжает обычно. Один удачный проезд — не доказательство, доказательство — повторяемость.
2. То же самое в темноте, с фарами. Ночь ломает распознавание физически: выдержка (время накопления одного кадра) ночью длиннее, буквы смазываются; встречные фары бьют в объектив.
3. На каждый заезд — строка в журнале: время, день или ночь, результат (распознан / не распознан / распознан неверно), ворота открылись или нет.
4. Попросить вторую машину — заказчика или соседа, — чтобы проверить не только «свои» номера из базы, но и отказ на чужой: чужая машина открыть ворота не должна, ни днём, ни ночью.

№ заезда	Время	День/ночь	Результат чтения	Ворота	Примечание
1		день			
2		день			
3		ночь			
4		ночь			
5		день, чужая машина		не открылись	

Заполненная таблица прикладывается к бланку сдачи.

Почему ночью хуже

В темноте камера увеличивает выдержку — как дольше держать глаза открытыми в темноте: чем больше света набирает датчик, тем сильнее

смазывает движение. Добавляется шум датчика — как постороннее мерцание в темноте. ИК-подсветка даёт контраст, но буквы становятся мягче.

Днём — чётко. Ночью система может найти номер, но прочитать безошибочно уже не гарантировано, особенно если машина не до конца остановилась. В дождь капли на стекле искажают картинку, числа могут слиться.

Что сказать заказчику

Результат обещается режимом, а не процентами: днём при подъезде — читает устойчиво; ночью с ИК-подсветкой — хуже; в дождь и с грязным номером — возможен отказ, и правильное поведение системы в отказе — не открыть. Проценты точности не обещает никто: они зависят от камеры, погоды и чистоты номера — зависит от модели, смотрите паспорт. Если номер не читается днём при чистой погоде — ракурс камеры плохой, переставьте камеру.

9. Бланк сдачи объекта

Акт из двух слов «система работает» не принимается — ни вами, ни заказчиком. Подписывается конкретный список проверок, каждая — отдельной строкой, с результатом и подписью. Бланк собирается из таблиц этой главы:

Раздел	Проверка	Результат	Подпись заказчика
До 220 В	затяжка, прозвонка, сверка, полярность, изоляция		
Питание	напряжения вторички в норме, ±10 %, замер на дальнем модуле		
Включение	очередность соблюдена, группы по одной		
Линии	каждый вход и выход, минимум два прохода		
Сценарии	каждый сценарий, минимум два прохода		
Замки	автономный вход, кнопка выхода, аварийное открытие, эвакуация, доводчик		
Без интернета	таблица подсистем при вынутом кабеле провайдера		
Электричество	пропажа и возврат, два цикла, наблюдение		
Камеры	живой поток, запись, ночь		

Номера	заезды день/ночь, таблица прилагается		
Инструктаж	показан и повторён заказчиком		

Если хотя бы одна строка с отрицательным результатом — объект не сдаётся: исправить и сдавать заново. В конце бланка — дата и подпись: Подпись заказчика: _____ Дата: ___.___.20__ г.

Инструктаж — тоже строка бланка

И не формальная. Показать: где щит и как всё обесточить руками; как открыть замок резервным способом — заказчик должен сделать это сам, вашими руками не считается; что работает без интернета и чего без него не будет; куда смотреть журнал; кому звонить — номер вписан в бланк. Заказчик, который один раз сам открыл дверь аварийным способом, не звонит вам ночью с паникой — он просто открывает.

10. Типовые ошибки пусконаладки

Ошибка	Чем пахнет	Как правильно
Подано 220 В без проверок до подачи	контроллер не стартовал, следов нет	раздел 1: затяжка, прозвонка, сверка, полярность
Сценарии настроены до проверки линий	«то работает, то нет», шесть подозреваемых	сначала линии, потом сценарии
Каждая линия и сценарий прогнаны один раз	«работает через раз» после сдачи	минимум два прохода каждой проверки
Сдано без отключения интернета	звонок через неделю: замок не открывается	вынуть кабель провайдера, проверить всё
Выключен роутер вместо кабеля провайдера	«проверили автономность» — проверена бездна	вынимать именно WAN-кабель
Не проверен возврат питания	ночью сами включились розетки с обогревателем	два цикла, наблюдение 10–15 минут
Кнопка выхода не нажата на сдаче	люди заперты в первый же день	нажать, в том числе при заблокированном контроллере
Нет аварийного открытия	контроллер умер — все внутри	резервный путь до сдачи, показать заказчику
Замки на эвакуации не открываются без питания	при тревоге не выбегут	снять питание с линии замка — дверь отжимается
Считыватель за металлом	ключ «не читается»	считыватель на виду, не за металлом

Замок питается от контроллера	контроллер перезагружается при срабатывании замка	отдельный блок питания для замка
Заставка принята за живую камеру	«камера не работает» после сдачи	помахать рукой перед объективом
Номера проверены один раз днём	ночной отказ, скандал у ворот	заезды днём и ночью, журнал
Протокол «всё ок» одной строкой	спор через полгода — о чём спорить?	конкретика по каждой линии

Вся глава на одном экране: до 220 — затяжка и прозвонка; включение — по этажам питания, с замером на дальнем модуле; линии — по одной, дважды, потом сценарии; замки — автономно, кнопка, резерв, эвакуация; интернет — вынутый кабель провайдера; электричество — два цикла пропажи с наблюдением; камеры — движение перед объективом и отмотка записи; номера — заезды днём и ночью с журналом; сдача — бланк, где подписана каждая проверка.

Пропустите любой пункт — он вернётся к вам через неделю, уже с заказчиком на линии.

Глава 19. Сценарии, которые реально нужны

2.1. Из чего состоит сценарий

Сценарий — это набор правил, который описывает системе, что делать в определённых условиях. Грубо, каждый сценарий состоит из трёх частей:

- **Условие** — когда срабатывает. Пример: «датчик движения в коридоре видит человека» или «смотрите на время — 23:00».
- **Действие** — что происходит. Пример: «включить свет в коридоре», «запереть калитку».
- **Исключение (или условие отмены)** — при каком ещё событии действие прерывается или отменяется. Пример: «если ручной выключатель нажат — не включать автоматику» или «если датчик протечки сработал — отменить сценарий полива».

Без исключения сценарий может сделать что-то опасное. Пример: сценарий «включить свет при движении» без исключения «если свет уже включён ручным выключателем» может включать свет снова, даже когда кто-то осознанно его выключил.

2.2. Базовый набор, который ставят почти всем

Это сценарии, которые оправданы и которые не вызывают жалоб при правильной настройке:

Свет по движениям в коридорах и санузлах. Условие: датчик движения видит человека → действие: включить свет. Исключение: свет уже включён по другому триггеру, или прошло N минут без движения → выключить. Не ставят полностью выключаемый свет — система «забывает» последнее состояние выключателя, и ручное выключение из сценария убирается (об этом ниже).

Всё выключить при уходе. Условие: все датчики открытия дверей/окон закрыты, ни один датчик движения не видит человека в течение N минут → действие: выключить весь свет, отключить несущественные потребители. Исключение: ручное включение любого света перехватывает автоматику.

Ночной режим. Условие: время между 23:00 и 06:00 → действие: ослабить свет в коридорах (не полное выключение, а минимальная яркость), убрать срабатывание по движениям «случайных» зон, снизить скорость реакции на входные события. Исключение: при реальном движении в ночных зонах — всё равно включить свет, на 100 %.

Реакция на протечку. Условие: датчик протечки дал сигнал → действие: включить сигнализацию, отправить уведомление на телефон, написать в лог. Действие НЕ должно быть «отключить воду» автоматически — а электрик приходит и гасит автомат вручную.

2.3. Сценарии для дома

Улица по темноте. Условие: датчик освещённости показывает, что снаружи темно + нажатие кнопки у входа → действие: включить свет на участке, подъездные фонари. Исключение: днём не включать; если есть достаточная засветка от луны или фонарей соседей — не включать. Без датчика освещённости свет будет гореть и днём, и это жалоба №1 к таким системам.

Ворота. Условие: владелец подошёл к воротам (автомобиль на датчике или 收到 open гаража автоматики) → действие: открыть ворота. Исключение: если ворота уже открыты, не закрывать автоматически через таймер только потому, что прошло N минут — система должна ждать, пока владелец Explicitly даст команду «закрыть».

Полив. Условие: расписание (утро, 06:00) + датчик влажности почвы ниже порога → действие: включить полив на N минут. Исключение: датчик дождя сработал — не поливать; температура ниже +2 °C — не поливать (замёрзнет); ручная команда «выключить полив» отменяет сценарий.

Отпуск с имитацией присутствия. Условие: включён режим «отпуск» + таймер случайных событий → действие: включать свет в разных комнатах в случайное время, включать/выключать шторы (если есть), включать телевизор (если есть развлекательная система). Работает только когда хозяева реально уехали. Настройка требует, чтобы система РЕАЛЬНО знала, что хозяева уехали (а не просто «сегодня вторник» — иначе свет будет загораться каждый день, и подозрительные соседи обратят внимание).

2.4. Сценарии для экономии

Отопление по расписанию и присутствию. Дваложная схема: если кто-то дома (датчик движения в комнатах) → отопление на комфортную температуру; если никого нет более 30 минут → переход в экономичный режим (не выключать полностью, а снизить на 3–5 °C). Исключение: если в доме кот — датчик движения от проскальзывающего кота не даст стабильного сигнала, и котэ не даст отключить отопление. Поэтому перед ночной уставкой в коде всегда держится минимальная температура (ночной/отпускной минимум обычно задают 8–10 °C — этого достаточно,

чтобы вода в контурах не замёрзла; конкретную уставку задаёт проектировщик по дому, универсального норматива «16 °C» нет).

Свет по освещённости (по датчику естественного света). Условие: датчик освещённости показывает, что в помещении недостаточно дневного света → действие: включить локальное искусственное освещение. Исключение: в дневное время, когда солнечный свет достаточен — ручное включение света остаётся доступным. Это экономит электричество, когда солнце светит, и не обесценивает удобство ручного управления.

2.5. 🔴 Сценарии, которые заказчики просят, а потом отключают

Это знание, которое отличает монтажника от продавца. Вот список того, чего не надо обещать и 甚至 не надо предлагать первым делом:

«Всё отключается в 23:00 автоматически». Звучит удобно, а приводит к тому, что заказчик встаёт ночью в санузел и не может включить свет. Датчик движения может не сработать (человек спит, двигается минимально) или не находить лампочку в выключенном состоянии. Заказчик отключает сценарий и ставит на автомат выключатель. Урок: никогда не отключайте полностью освещение в санузлах ночью. Используйте диммирование до минимальной видимости.

«Разморозка полива». Автоматическое включение полива в заморозок, чтобы вода не замёрзла в трубах. Новички часто просят. На практике это приводит к тому, что в лютый мороз система поливает грядки, лужа моментально замерзает и становится ледяной дорожкой у входа — серьёзный риск травмы. Заказчик отключает. Урок: обсуждайте эту функцию, но предупреждайте сразу, и предлагайте ручное управление с оповещением «включить полив сейчас?».

«Автоматически выключать все розетки на ночь». Далеко не всё реле выдерживает циклическое включение/выключение. У телевизора, холодильника, зарядки — разница есть, и при отключении розетки они могут потерять настройки или повредить данные. Плюс, холодильник на этом «экономит» электричество только шумом компрессора. Заказчик, который разбудил холодильник и обнаружил, что еда разморозилась, отключает всё разом. Урок: весь режим — только для несущественных контуров (свет чести, декоративное освещение).

«Замок двери» закрывается автоматически каждые 5 минут». Звучит как безопасность, а работает как пытка для посетителей и для кота, который спрятался в коридоре. Заказчик отключает в первый же вечер. Урок: автоматическое запирание входной двери — это ситуация, когда вы

не всегда в безопасности и это имеет последствия. Обсуждайте, предлагайте таймер с ручным перехватом, но не ставьте по умолчанию.

Как отговорить, не потеряв заказ. Не говорите «это плохая идея». Говорите: «я понимаю, зачем это вам, но вот что мы видим на практике — вот три случая, когда этот сценарий мешал». Докажите на примере, предложите альтернативу (компромиссный вариант), и объясните компромисс. Заказчик выбирает компромисс — отменяет самый вредный сценарий, остаётся довольным.

2.6. Как объяснить заказчику, что сценарий делает, чтобы он не удивился

Правило простое: **покажите, а не скажите**, и получите подтверждение перед финальной настройкой.

Для каждого настроенного сценария делаете короткую демонстрацию. Пример для «свет в коридоре по движению»: «Мы приходим с кнопкой в руке, нажимаем -> свет загорается. Через 3 минуты без движения -> свет гаснет. Если вы нажмёте выключатель вручную при горящем свете -> система запомнит ваше ручное действие и не будет включать свет снова автоматически, пока вы не придёте».

На каждом шаге спрашиваете: «Вы всё поняли, как это работает? Есть вопросы?». Если заказчик говорит «а что, автоматически?» — значит, вы не объяснили достаточно. Вернитесь к шагу, переобъясните проще, дайте пример. Не заканчивайте пусконаладку, пока заказчик не скажет «понял, теперь я знаю, что будет».

Также показываете, где находятся ручные переключатели. Заказчик должен знать, что всегда может взять управление в свои руки. Если он видит выключатель на стене и понимает, что это кнопка ручного управления, а не просто «выключатель, который не работает в автоматическом режиме» — он не паникует.

2.7. Правило безопасности: что НЕЛЬЗЯ автоматизировать полностью

Это жёсткое правило, выше которого пусконаладщик сам не пошёл бы и заказчика не уговорил бы. Полностью автоматизировать **нельзя**:

- **Запирание входных дверей.** Заказчик должен иметь физическую возможность войти в дом в любой момент, даже если система «думает», что это не нужно. В случае пожара, угрозы здоровью ребёнка, вызова скорой — дверь должна открываться ручкой. Автоматическое запирание исключительно со стороны улицы или без возможности ручного

перебора — потенциально смертельно опасная ситуация. Даже если заказчик просит «чтобы полностью автоматически закрывалось» — вы не ставите это по умолчанию. Ставите таймер с предупреждением и ручным перекрытием.

- **Перекрытие газа.** Бытовой газ не имеет «локального команды выключения» по умеренной протечке. Газовый кран с нормально-закрытым (НЗ) приводом открывается подачей питания и автоматически закрывается при пропадании электричества; кроме того, система закрывает его по тревоге (датчик газа/угарного газа), а человек может закрыть его вручную. Автоматическое перекрытие по датчику газа — это возможность, но она регулируется строительными нормами, сертификацией оборудования и ответственностью монтажника. Без письменного разрешения инженера > вашего заказчика и без перепроверки проектом — вы это не настраиваете.
- **Отключение отопления зимой.** Ни зимой, ни при минусовых температурах нельзя ставить сценарий «отключить отопление при отсутствии присутствия» без задания **минимальной температуры**, ниже которой отопление не опускается никогда. Целуетесь в потерю труб, попутно повреждая имущество заказчика и создавая аварийную ситуацию для всего дома. Правило: минимум +16 °C (идеально +18 °C) — никогда не опускать, даже если счётчик говорит «в квартире никто». Тащить замёрзшую трубу без лишних слов — это не экономия, это авария.

2.8. Сценарии с доступом: ворота, калитка, гости

Эти сценарии стали возможны после того, как на объекте появились замки, считыватели и камера у въезда — то есть всё из глав 16 и 15. Разбираем их отдельно, потому что цена ошибки здесь выше, чем у света в коридоре: неправильный сценарий доступа либо пускает чужого, либо запирает своего.

Форма записи прежняя: условие, действие, исключение. Исключение здесь обязательно вдвойне.

Машина хозяина подъезжает — ворота открываются

Условие. Камера у въезда прочитала номер, и он есть в списке разрешённых.

Действие. Контроллер замыкает сухой контакт на входе привода ворот. Ворота открываются. Закрытие — по датчику проезда либо по таймеру, значение согласуется с заказчиком.

Исключения.

- Номер прочитан неуверенно. Система не открывает. Хозяин открывает кнопкой или из приложения. Это правильное поведение: лучше лишнее нажатие, чем открытые ворота на похожий номер.
- Следом заезжает чужая машина. Ворота не закрываются, пока зона проезда не освободится, но и второй машине никто не открывал: сценарий срабатывает на один проезд, а не «на пять минут открыто».
- Ворота не закрылись. Через оговорённое время система уведомляет хозяина. Автоматически «дожимать» закрытие вслепую нельзя — в проёме может стоять человек.

Что заложить в смету: камера распознавания с подсветкой, контроллер с сухим контактом до привода, кнопка открытия внутри, датчик в проёме.

Гость приезжает по временному коду

Условие. Гость вводит код на панели у калитки или открывает присланную ему ссылку в приложении, и срок действия ещё не истёк.

Действие. Калитка открывается на несколько секунд. Событие пишется в журнал: кто, когда, каким кодом.

Исключение. Срок вышел — код не работает, а хозяину уходит уведомление о попытке. Одноразовый код после использования гаснет.

🔴 Требование, которое проверяется при сдаче: **список кодов хранится на объекте.** Если коды проверяются через интернет, то при обрыве связи гость останется за забором, а хозяин — без объяснения.

Курьер: открыть калитку, но не гараж

Условие. Звонок в вызывную панель, хозяин видит картинку и нажимает «открыть».

Действие. Открывается только калитка. Гараж и дом — на других реле и в этот сценарий не входят вовсе.

Исключение. Калитка не закрылась за оговорённое время — уведомление хозяину и запись с камеры за весь эпизод.

Смета: вызывная панель с выходом «открыть», отдельное реле на калитку, камера, направленная на зону входа.

Уборщица и бригада по расписанию

Условие. Карта из списка приложена в разрешённые часы — например, будни с 8 до 12.

Действие. Открываются только оговорённые двери. Каждое срабатывание пишется в журнал.

Исключение. Та же карта вне разрешённого окна не открывает ничего, а хозяин получает уведомление о попытке.

Телефон в кармане открывает дверь

Условие. Замок увидел телефон хозяина рядом с дверью снаружи.

Действие. Дверь открывается без нажатий.

Исключение, ради которого сценарий вообще обсуждают отдельно: дверь не должна открываться, когда хозяин просто прошёл мимо неё **внутри дома**. Радио не знает стен: телефон в коридоре и телефон на крыльце для замка выглядят одинаково. Поэтому такой сценарий делают либо с подтверждением (нажатие на ручку, касание считывателя), либо с датчиком, который различает сторону двери. Замок, открывающийся «просто потому что телефон рядом», однажды откроется ночью сам.

Метка у входа запускает уход из дома

Условие. Хозяин приложил телефон к метке NFC у входной двери.

Действие. Свет выключен, климат переведён в экономный режим, охрана взведена, ворота и калитка заперты.

Исключение. Если в доме остались люди — по датчикам присутствия — охрана не взводится, а хозяину показывается предупреждение. Метка стоит рубля три, а ошибка «взвели охрану при ребёнке дома» стоит доверия ко всей системе.

Тревога: дверь открыли, а никто не идентифицировался

Условие. Датчик открытия сработал, а прохода по карте, коду или телефону в этот момент не было.

Действие. Уведомление хозяину с картинкой, включение записи, включение света — свет в этом сценарии полезнее сирены: он и отпугивает, и даёт камере кадр.

Исключение. Дверь открыта изнутри кнопкой выхода — это не тревога.

🔴 Пожар и авария: что обязано произойти с замками

Это не сценарий удобства. Это единственный сценарий в книге, где ошибка стоит жизни, и делается он не «в приложении», а железом.

Замки на путях эвакуации должны открыться при пропаже питания и по сигналу пожарной системы — без участия контроллера, сервера и интернета. Проверяется это отключением питания, а не настройкой в приложении. Логика умного дома здесь может только

добавить: включить свет по маршруту выхода, поднять роллеты, разблокировать калитку. Но сама разблокировка замка обязана происходить и тогда, когда контроллер мёртв.

Если заказчик просит «чтобы при пожаре двери заперлись от воров» — это разговор, который нужно остановить и объяснить. Запертая дверь при пожаре — это не защита имущества, это ловушка.

Гараж и ворота: защита на закрытие

Условие. Ворота или гаражные ворота закрываются.

Действие. Движение прекращается и реверсируется, если в проёме что-то есть.

Исключение. Это не программный сценарий, а обязательное оборудование привода: фотобарьер поперёк проёма и защита по усилию. Никакая автоматика умного дома не заменяет их, потому что она может зависнуть, а фотобарьер работает всегда. В смету это закладывается сразу.

Общее правило для всех сценариев доступа

У любого сценария доступа должен быть **ручной путь**: кнопка, ключ, приложение. Хозяин не должен оставаться перед закрытой дверью только потому, что камера не узнала грязный номер или у гостя разрядился телефон. Проверяется это при сдаче: отключите интернет, испачкайте номер, посадите телефон — и покажите заказчику, что он всё равно войдёт.

Глава 20. Типичные поломки и обслуживание

Умный дом ломаются по-другому, чем обычный. Обычный дом ломается громко и понятно: сработал автомат, перегорел предохранитель. Умный дом может молчать, может «работать через раз», может работать всем — кроме одного датчика в гараже, который «врёт». И самое важное, что вы должны усвоить за эту главу: **большинство «поломок умного дома» — не поломки**. Это питание, контакт или настройка. Оборудование отказывает реже, чем кажется.

16.1. Что ломается на практике и с какой частотой

Начнём с цифры, которую можно проверить. J.D. Power, исследование 2025 года по 12 755 домохозяйствам (данные приводятся в отраслевом обзоре neighborville.pro): подключённые (умные) бытовые приборы дают **87 неисправностей на 100 устройств** (PP100 — «проблемы на 100 единиц», чем ниже, тем надёжнее), против **63** у обычных. У владельцев, которые активно пользуются умными функциями, — уже 92. То есть «умность» добавляет 38–46% проблем к базовой. И это не сенсация-ловушка, а рабочий факт: каждый дополнительный электронный блок — это дополнительная точка отказа.

Что именно отказывает — по данным того же обзора и отраслевых материалов для монтажников (smarthomeinstallationauthority.com):

Питание. Скачки 230 В, просадки (провалы) напряжения («просадка» — кратковременное снижение ниже 90% номинала 230 В, то есть ниже 207 В, длительностью от 10 мс до 1 минуты по ГОСТ 32144-2013; отклонения в пределах 207–253 В — нормальный допуск, а щит «не видит» такого провала, хотя устройство может перезагрузиться), перегрузка блока питания. Следствие: устройство «глючит без причины», перезагружается, сценарии «срываются». Решение: отдельный автомат на оборудование, качественный блок питания с запасом, при необходимости UPS на контроллер.

Кабель и контакты. Свободные (незатянутые) клеммы, тонкий провод, неверное заземление. По данным отраслевых материалов для инсталляторов, именно эти причины дают **большую часть интермиттирующих (периодических) отказов** — тех самых «работает через раз». Причина банальна: контакт греется, расширяется, обрывается. Лечится перетяжкой.

Сеть. Самая частая жалоба владельцев — **потеря связи Wi-Fi**, и, что важно, в большинстве случаев проблема не в устройстве, а на стороне сети. Умные устройства работают в 2,4 ГГц — самом загруженном диапазоне (микроволновка, безворные телефоны, роутеры соседей). Для mesh-сетей (Zigbee, Z-Wave — низковольтные радиопروколы, где устройства перекидывают сигнал друг через друга) есть конкретная цифра: **mesh-сеть Zigbee в доме ~2000 кв. футов (~185 м²) с менее чем тремя repeater'ами (повторителями) на mains-питании** (то есть работающими от розетки, не от батарей) регулярно теряет батарейные узлы. Правило для монтажа: каждый батарейный датчик должен «видеть» минимум одно mains-устройство рядом.

Электроника. Контроллер и платы — самая дорогая поломка. Обозреватель приводит цифру до **$800** за ремонт платы управления (control board) — это для крупного бытового устройства; в быту умного дома замена модуля дешевле, но принцип тот же: плата дорожает. Фирмварь (встроенное программное обеспечение устройства) — отдельный класс: прерванный апдейт (прошивка) может оставить устройство неработоспособным.

Механика. Умный замок, чья дверь установлена криво, сжимает мотор до отказа. Термостат без C-wire (провода питания, отдельного от управляющих; без него термостат берёт питание с управляющей линии и «гасит» её на время работы) — классика американских переделок, у нас аналог — «подключили датчик к линии, которая ещё на что-то работает».

16.2. Диагностика по симптому: таблица

Принцип у всех пяти симптомов один: **от простого к сложному, от физического к логическому.** Сначала питание, потом соединение, потом настройка, и только потом — «устройство умрёт».

Симптом	Порядок проверки (от простого к сложному)
«Свет не включается»	1. Физический выключатель в этой точке работает? 2. В щите: автомат на этой линии не выбило? 3. Если умный выключатель — есть ли питание на модуле (индикатор)? 4. Контроллер: канал жив (включите с приложения)? 5. Если с приложения включается, а кнопка нет — проблема в кнопке/проводке. Если ни с того ни с другого — реле/драйвер.
«Работает через раз»	1. Питание: стабильное ли 230 В (мультиметр, посидите 10 минут и смотрите). 2. Контакт: где греется (клемма, розетка, блок) — перетянуть. 3. Радиосигнал: удалённость от контроллера, помехи (микроволновка, соседний Wi-Fi). 4. Фирмварь устройства — не устарело ли. 5. Только потом — замена устройства.
«Приложение пропало»	1. Интернет в доме вообще есть (телефон без Wi-Fi, другая комната)? 2. Роутер жив? 3. Контроллер: индикатор сети, IP-адрес не сменён (DHCP-адрес может «уплыть» — назначьте

	статический). 4. На телефоне: приложение не зависло (перезапуск), аккаунт не «вылетел». 5. Облако производителя не лежит (проверьте статус-страницу, если есть).
«Датчик врёт» (ложные срабатывания / не видит)	1. Батарея (даже «почти полная» батарея в PIR-датчике даёт ложные). 2. Место: нет ли рядом батареи, сквозняка, окна с солнцем, кошки. 3. Порог чувствительности (если регулируется). 4. Повторить калибровку. 5. Переставить датчик на заведомо рабочую точку — если «враньё» ушло с местом, проблема в месте, если нет — в датчике.
«Нет связи с платой» (контроллер не отвечает)	1. Питание платы (индикатор, мультиметром на клеммах). 2. Сетевой кабель: индикаторы на плате и роутере мигают? 3. IP-связность: пингуем плату с компьютера. 4. Брандмауэр (фильтр, который блокирует входящие) на роутере не закрыл ли порт. 5. Фирмварь контроллера — не «старый» ли (старый контроллер + новое приложение = API-несовместимость, документированная проблема).

16.3. Как отличить проблему монтажа от проблемы настройки и от отказа оборудования

Это первый вопрос, который вы задаёте себе на каждом выезде. Не потому, что он технически важен (он и технически важен), а потому, что от ответа зависит, **кто это чинит и за чей счёт**, и — главное — как вы это объясняете заказчику.

Три категории, три разных действия:

1. Проблема монтажа. Ошибка в проводке, свободный контакт, неверное сечение, неправильное место датчика, не проложенный кабель. Признаки: симптом привязан к месту (конкретная линия, конкретный кабель, конкретная розетка), возникает независимо от настроек, может проявляться как нагрев. **Чинит: вы, бесплатно (это ваша ответственность), на месте, перетяжкой/переделкой.** Признак в вашей пользу: если переставить известное рабочее устройство на проблемную точку и оно тоже «глючит» — точка плохая, а не устройство.

2. Проблема настройки. Сценарий (программа) настроен неверно, устройство не добавлено в систему, порог датчика, права пользователя, IP-конфликт. Признаки: питание и связь в норме (устройство «живое», индикаторы горят), но поведение не то; работает с одной точки управления, не работает с другой; проблема появилась после обновления или изменения. **Чинит: вы, удалённо, бесплатно (или за фиксированную консультацию).** Не требуется выезд.

3. Отказ оборудования. Устройство физически вышло из строя: сгорело реле, умер блок питания, «киркнул» модуль. Признаки: питание на входе

есть, связь есть, настройки в норме, но устройство не отвечает; индикатор мигает в аварийном режиме (по документации); другие устройства на том же канале работают. **Чинит: замена. Если гарантия — по гарантии; если нет — по согласованию с заказчиком (вы за работу, заказчик за устройство).**

Практический приём «перестановки» (самый быстрый способ расставить категории):

- Берёте **известно рабочее** устройство (из запаса или из соседней комнаты) и ставите на проблемную точку. Работает → точка нормальная, проблема была в старом устройстве (категория 3). Не работает → точка/проводка плохая (категория 1).
- Берёте **проблемное** устройство и ставите на известную нормальную точку. Работает → устройство живое, проблема была в точке (категория 1). Не работает → устройство умерло (категория 3).

Два перестановки — и вы знаете, что чинить, не тратя час на гадание.

16.4. Что чинится удалённо, а что требует выезда

Удалённо (30–60 минут, без выезда):

- Все проблемы настройки (категория 2): сценарии, пороги, права, IP, обновление приложения.
- Обновление прошивки устройств и контроллера.
- Диагностика «на расстоянии»: логи контроллера, статус сети, список устройств.
- Обучение заказчика (голосовой звонок, демонстрация).

Требует выезда:

- Всё, что связано с физикой: питание, контакты, кабели, места датчиков (категория 1).
- Замена оборудования (категория 3): модуль, блок питания, датчик, замок.
- Физическая диагностика, когда удалённо не распознать: нагрев, запах, механика.

Правило для договора: **первичная диагностика — удалённо и бесплатно** (если вы обслуживаете систему). Это экономит вам выезд в половине случаев и создаёт доверие: вы не «посчитали поездку», а «посмотрели логи». Если диагностика удалённо не дала ответа — выезд оплачивается, и это нормально.

16.5. Обслуживание как источник дохода

Умный дом — это не «сделал и ушёл». Это система, которая обновляется, которую кто-то должен смотреть. Обслуживание — ваш главный источник повторяемого дохода, и он должен быть оформлен, а не «по дружбе».

Что предлагать (пакеты):

- **Базовое обслуживание (2 раза в год):** проверка питания (напряжение, нагрузка блоков), проверка контактов (нагрев), обновление прошивки, проверка сети (уровень сигнала, резерв), отчёт (что проверено, что предупреждено).
- **Расширенное (4 раза в год):** базовое + калибровка датчиков, проверка сценариев, резервная копия настроек (backup — копия конфигурации, чтобы при отказе контроллера пересобрать систему за часы, а не за дни).
- **Абонентское:** фиксированная сумма в месяц/квартал, включает N удалённых обращений в год + один плановый выезд. Для вас это предсказуемый доход, для заказчика — предсказуемая цена.

Как оформлять:

- Отдельный договор на обслуживание (не «по доп. соглашению к договору монтажа»). В нём: перечень работ, периодичность, SLA (Service Level Agreement — уровень обслуживания, например: «ответ на заявку в течение 4 часов, выезд в течение 48 часов»), цена, что не входит (замена оборудования — отдельно, «аварийная» работа в нерабочее время — коэффициент).
- По каждому выезду — акт: что было, что нашли, что сделали, что рекомендовано. Это и ваша защита, и аргумент при продлении («вот, за год мы предотвратили три поломки»).

Сколько это стоит: рынок разный, региональные цены сильно отличаются. Рабочая рамка (ориентир, а не ценообразование): разовая диагностика/выезд — от стоимости вашего рабочего дня (если день стоит X, выезд — X/2, потому что вы не везёте с собой целый день); базовое обслуживание дома — один-два выезда в год, цена — половина-один ваш день работы; абонентское — фикс, который покрывает вам 1–2 выезда в год плюс удалённые обращения. **Цифры для конкретного города уточните локально** (рынок Москвы и города на 100 000 человек — разные); здесь важен не порядок цифр, а то, что цена обоснована перечнем работ, а не «потому что так принято».

16.6. Как объяснять заказчику поломку, чтобы не потерять доверие

Три правила:

1. Говорите факт, а не вину. Не «я не дотянул контакт» (это признание ошибки — и оно верно, если это ваша ошибка), а «в клемме этого модуля был свободный контакт, он давал просадку; перетянули, проверили под нагрузкой — держит». Вы называете состояние, причину, что сделали, что проверили. Если ошибка ваша — признаёте её в акте и чините бесплатно, без долгих извинений. Честность + быстрое устранение = доверие. «Я всё сделал идеально, виноват котёл» — доверие убивает.

2. Не обещайте «чтобы не повторилось». Никогда. Ни одна поломка не повторяется «никогда». Обещайте процесс: «установили резервный блок питания, в плановом обслуживании теперь проверяем эту линию раз в полгода». Заказчик помнит не поломку, а то, как вы на неё отреагировали.

3. Всё — в бумагу. Акты, отчёты, фотографии до/после. Устно сказанное «я вам ещё перезвоню» через месяц превращается в «вы так и не приехали». Записанное — это работа, которая была сделана.

Что говорить, когда поломка не ваша (оборудование, не ваша вина): не «это не наша вина», а «мы проверили монтаж, сеть, настройки — всё в норме; отказалось само устройство, это гарантия производителя. Мы заменим по гарантии, если хотите, подберём аналог, вот разница в цене». Вы — на стороне заказчика, даже когда причина не в вашей работе.

16.7. Что держать в машине как аварийный запас

Набор, который превращает «выеду в среду» в «починил за час»:

- **Измерительное:** мультиметр (заряженный), сетевая прозвонка (тестер витой пары).
- **Питание:** блок питания 24 В (если он у вас стандарт) и 12 В, запасной 5 В USB (для датчиков, если применимо), запасные предохранители (серия, которую вы ставите).
- **Сеть:** кусок витой пары (10–15 м), коннекторы RJ45 (10 шт.), переходники.
- **Коммутация:** клеммы и вставки (серии, которые вы ставите), разъёмы, стяжки, бирки и маркиратор.
- **Запасные устройства (минимум):** один датчик движения, один модуль реле/входа-вывода, один блок питания 24 В. Это «на обмен» — при отказе меняете и увозите сломанное.
- **Комплект для ремонта:** отвёртки (крестовые, шлицевые, Torx — под замки), кусачки, обжимник для RJ45, изолента, бумажные бирки.

- **Документация:** ноутбук с документацией по вашим объектам (схемы, IP-адреса, логины-пароли в зашифрованном виде, копия актов), внешний аккумулятор для ноутбука и телефона.
- **Организационное:** визитки, бланки актов, чек-лист сервисного выезда (ниже), вода и термос (выезд на 3 часа — это не шутка).

16.8. Чек-лист сервисного выезда

```
[ ] Звонок/связь с заказчиком: симптом воспроизводится, с какого времени, что менялось
[ ] Удалённая диагностика выполнена (логи, статус сети, список устройств) — до выезда
[ ] Категория определена: монтаж / настройка / отказ оборудования
[ ] Набор из п. 16.7 собран (мультиметр, прозвонка, БП, запасные устройства)
[ ] Документация по объекту под рукой (схема, IP, доступы)
[ ] По прибытии: осмотр без изменений (фото состояния «до»)
[ ] Диагностика по таблице 16.2 (от простого к сложному: питание → контакт → сеть →
настройка → устройство)
[ ] Перестановочный тест (рабочее на точку / плохое на точку) — категория подтверждена
[ ] Устранение: что сделали, чем проверили (нагрузка, измерение, повторный симптом)
[ ] Что предупредить заказчику: что может повториться, что проверить в следующий раз
[ ] Акт: что было / что нашли / что сделали / что рекомендовано — подписан
[ ] Запись в журнал обслуживания (для планового следующего визита)
[ ] Фото состояния «после» (если были физические изменения)
```

Конец глав 12 и 16.

Глава 21. Что и кому продавать: примеры с объектов

Как этим пользоваться

Пример — это заготовка, а не скрипт

У вас в руках двадцать шесть готовых разговоров под двадцать шесть типов объектов: от квартиры до спорткомплекса. Пользоваться ими просто.

Шаг первый. Посмотрите, что перед вами: квартира, кафе, склад. Найдите свой раздел.

Шаг второй. Прочитайте «что болит у владельца». Только реальная боль у вашего заказчика может отличаться от типовой. Поэтому перед предложением задайте один вопрос: «Что сейчас больше всего бесит: деньги, время или жалобы?»

Шаг третий. Возьмите из «что ставим» не весь список, а узлы под ту боль, которую назвали. Протечка в квартире — сначала датчик протечки и кран, остальное — позже. Так заказчик видит результат за неделю, а не за месяц.

Пример даёт вам каркас разговора и список узлов. Сам разговор ведёте вы: слова заказчика, его потери, его щит.

Переводим с техники на деньги

Рефлекс электрика — начать с железа: «поставлю контроллер с 22 реле». Заказчик слышит: дорого, сложно, и потом программиста нужен. И перестаёт слушать.

Начинайте с того, что теряется ему. Потерь, с которыми работаете, всего три:

- **Деньги.** Электричество, вода, испорченный товар, штрафы, зарплата человека, который «ходит и смотрит».
- **Время.** Персонал ходит по свету, снимает показания вручную, поднимает жалюзи каждое утро.
- **Нервы.** Жалобы соседей, страх залива, инспектор, заклинившие ворота.

Формула фразы: «Вы теряете X. Мы это останавливаем. Работает это вот так...» — и одна конкретная картинка: вывеска гаснет сама, вода перекрывается сама, свет в пустом зале не горит.

Два правила:

- Не обещайте процент экономии, который не замеряли у этого заказчика. «Счёт за свет падает, потому что завеса работает только тогда, когда открыта дверь» — сильная фраза. «Экономия тридцать процентов» — обман, если завеса заказчика работает по-другому.
- Всегда говорите: система работает без интернета. Интернет нужен, чтобы смотреть и управлять с телефона из другой точки. Интернет пропал — щит продолжает жить: сценарии, защита от протечки, охрана.

Три вопроса до того, как называть список

1. «Что у вас сейчас в щите?» — какие автоматы, какие кабели, куда можно подвесить модуль.
2. «Где именно болит?» — вывеска, холодильник, лестничная клетка.
3. «Кто платит за свет и воду?» — тот, кто платит, и слушает.

Слова, которые вы обязаны владеть

Слово	Что это, языком электрика
Контроллер	«Мозг» в щите: коробка, куда приходят провода от датчиков и уходят к группам. Механически — как блок реле с управляющими входами, только вместо десяти схем — сотни.
Сценарий	Написанное правило: «если случилось А — сделать В». Настраивается настройками и таймерами, кода нет.
Реле	Выключатель, который вы не нажимаете рукой: его нажимает электромагнит, которым командует контроллер.
Контактор	То же реле, но мощное: контроллер шевелит катушку малым током, а контакты сами переключают двигатель или ТЭН.
Сухой контакт	Пара клемм на чужом оборудовании — автомат, насос, ворота — которая просто замыкается и размыкается, без своего питания. На неё удобно «смотреть».
Датчик	Термостат из холодильника, только он не сам щёлкает, а докладывает контроллеру по проводу.
Диммер	Устройство, плавно приглушающее группу светодиодов. Как реостат, но точный и бесшумный.
Modbus	Общий «язык» по двум проводам: счётчик, холодильник, насос и контроллер говорят друг с другом на нём.
Витая пара	Знакомый кабель. Здесь это «нервы»: по ней датчики несут показания в щит.
Настенная панель	Сенсорный экран в комнате: свет, температура, сценарии — одной рукой.
Уведомление	Сообщение в мессенджере на телефоне: что случилось, где, в какое время.

Что лежит в щите автоматики

Узел	Роль	Что куда заходит
Блок питания	220 В превращает в 12/24 В для «головы»	ввод 220 В, выход — слаботочное питание
Автоматы	защита групп, как в обычном щите	220 В на группы и питание модулей
Контроллер	мозг	витые пары от датчиков, линия RS-485 от счётчиков
Модуль реле, 6–16 каналов	коммутация силовых групп	от контроллера; силовые — на свет, клапаны, приводы
Диммер	плавная регулировка яркости светодиодной ленты (ШИМ или фазосрез — по типу модуля)	команда управления — от контроллера
Клеммники	развязка и порядок	витая пара от датчиков

Схема на уровне «что куда»:

```
220 В ввод
   |
   +-- автоматы ----> группы: свет, ТЭНы, клапаны, приводы
   |
   +-- блок питания --> контроллер
                              ^
                              | витая пара, звездой от щита
      датчики: температура, движение, протечка, герконы
                              |
      RS-485: счётчики электричества и воды, чужие контроллеры
```

И главное, что нужно сказать каждому заказчику хотя бы раз за разговор: **объект работает без интернета**. Интернет — это удалённый доступ с телефона и отчёты. Провод пропал — щит продолжает жить своей жизнью.

Жильё

Жилые объекты вам ближе всего. Здесь главное — не технология, а доверие: заказчик пускает вас в свой дом и в свой бюджет. Начинайте с самого дешёвого и видимого — протечки или мастер-выключателя.

1. Частный дом

Объект. Коттедж или дача, до 3–4 этажей, с гаражом и участком.

Что болит у владельца. Отопление греет на полную, когда всех нет. Протечку под раковиной хозяин узнаёт от соседа снизу или по луже на первом этаже. Свет в гараже, на улице и в теплице горит всю ночь. Водонагреватель работает, когда в доме никто.

Что ставим. Контроллер в щите, модуль реле на 12–16 каналов на тёплые полы и приводы радиаторов, термодатчики в каждой комнате, датчики

протечки под каждой мойкой и в санузле плюс шаровой кран с электроприводом на вводе, датчик газа с клапаном, датчики движения на уличный свет, мастер-выключатель всего дома, панель в холле и приложение на телефон.

Что сказать заказчику. «Дом греет себя, когда вы дома, а когда вы уехали — сбрасывает тепло до минимума и догревается к вашему приходу. Если лопнет подводка, кран перекрывается сам, а на ваш телефон приходит сообщение раньше, чем пойдёт лужа. И одна кнопка — весь свет дома и участка гаснет.»

Сколько это работы для вас. Один день на щит: контроллер, модуль реле, клеммники. Один-два дня на витые пары от датчиков по комнатам — кабель идёт в штробе или по кабель-каналу до щита. Протечка и газ — ещё день. Дом до 200 м² — порядка пяти дней.

2. Квартира

Объект. Одно-трёхкомнатная квартира в многоквартирном доме.

Что болит у владельца. Ушёл — а свет и утюг горят. Гибкая подводка лопается ночью, и первой страдает квартира снизу. Тепло уходит впустую, когда месяц никого нет. Показания счётчиков снимает человек, который живёт в подъезде.

Что ставим. Компактный контроллер в нише щита — размером с небольшой бокс, модуль реле на 6–8 каналов, термодатчики и датчики движения в основных комнатах, датчик протечки под мойкой и в санузле плюс электрокран (если стояк перекрывается), мастер-выключатель, приложение на телефон.

Что сказать заказчику. «Если лопнет подводка ночью, вода перекроется за секунды, а вам придёт сообщение. Ремонтник придёт к сухому полу, а не к луже. Есть сценарий "отпуск": всё отключено, кроме холодильника, вода на стояках перекрыта — можно уехать на месяц, не звоня соседке.»

Сколько это работы для вас. Щит — один день, проводка датчиков — ещё один. Итого два-три дня, без штробления: по существующей проводке и одной витой паре на комнату.

3. Таунхаус

Объект. Три-пять этажей в ряд, на каждом — живёт семья, плюс участок, гараж, сад.

Что болит у владельца. Каждая семья спорит об отоплении: «у нас на этаже холодно, у них жарко». Свет в гараже и на участке горит всю ночь.

Газон поливают «когда вспомню», а потом выясняется, что вчера шёл дождь. Летом все уезжают — и дом стоит включённый.

Что ставим. Контроллер с расширением (или по модулю на этаж), термодатчики по комнатам, сценарии по этажам, датчики протечки в каждой мокрой зоне, полив: электромагнитные клапаны по секциям и датчик влажности почвы — полив по расписанию, но с пропуском, если почва уже мокрая, приводы ворот и гаражные ворота на реле, приложение для каждой семьи.

Что сказать заказчику. «Каждый этаж греет сам себя — споры "у нас холодно" заканчиваются. Газон поливается сам, ночью, а если шёл дождь — полив пропускается. Гараж открывается с телефона.»

Сколько это работы для вас. Четыре-семь дней: щит, витые пары по этажам, разводка полива по участку.

4. Многоквартирный дом и управляющая компания

Объект. Дом на триста-три тысячи квартир; зона ответственности УК: насосные, тепловые пункты, главные щиты, лестничные клетки.

Что болит у владельца. Протечку в подвале находят, когда вода дошла до потолка в квартире. Трубы в лестничных клетках по зиме промерзают. Насосная заairаивается или сбивает давление. По ПУЭ для электроприёмников I категории надёжности переключение на резерв должно быть автоматическим (секунды), для II категории — выполняется действиями дежурного персонала; жёсткого норматива «тридцать минут» не существует, но вручную переключить можно не успеть. А бюджет на «умное» у дома почти нулевой.

Что ставим. Контроллер в машинном помещении, модули контроля протечки — в одном доме на 1284 квартиры около 200 зон протечки покрыли тремя модулями (под мойками, в тепловом пункте, в насосной, на стыках канализации), датчики температуры обратки отопления в холодных зонах — лестничные клетки, лифтовые холлы, датчики давления на вводе холодной воды и после насосной, дополнительные контакты автоматов главного щита — диспетчер видит, какой ввод жив, уведомления дежурному инженеру в мессенджер.

Что сказать заказчику. «Диспетчеру приходит сообщение, пока вода до потолка не дошла, а не после. Тридцатиминутный норматив переключения питания мы будем соблюдать: щит видит вводы и сразу зовёт на переключение. Обратку в клетках следим — труба не замёрзнет.»

Сколько это работы для вас. Для большого дома — две-три недели: щит, прокладка датчиков в подвале, интеграция с существующими автоматами и кранами.

Общепит

В общепите продают не комфорт, а сохранность денег: продукта, смены, штрафы. Хозяин кафе думает сменами и партиями — говорите на его языке.

5. Кафе

Объект. Кафе с залом, кухней и вывеской.

Что болит у владельца. Персонал весь день ходит по залу и переключает группы света и отопление. Вывеска горит всю ночь — жильцы дома напротив жалуются. Санузлы духотные, свет «или весь, или ноль». Хозяин видит счёт за электричество, но не понимает, куда оно уходит.

Что ставим. Контроллер, релейный модуль на 12 каналов на группы света, диммеры на светодиодные ленты — вечером свет приглушается и становится тёплым, датчики движения и климата (температура, влажность, CO2 — углекислый газ, то есть насколько задыхается зал) в зале и санузлах, датчик освещённости: свет в санузле уходит на дежурный уровень, когда никого нет, расписание вывески — гаснет на ночь.

Что сказать заказчику. «Вывеска гаснет сама на ночь — жалобы соседей заканчиваются. Свет переключается сам: утро, день, вечер — персонал не ходит по залу и не щёлкает выключателями. Санузел сам уходит на дежурный, когда пуст.»

Сколько это работы для вас. Два-три дня: щит, витая пара на датчики, группы света на реле.

6. Ресторан с кухней

Объект. Большой ресторан со своей тепловой: теплопункт, вентиляция, кондиционирование — «котельная» внутри здания.

Что болит у владельца. Головное устройство умерло — и вся «котельная» ослепла: отопление, вентиляция, холод. Старый контроллер может сгореть от скачка напряжения, а потом некого звать: производитель ушёл, запчастей нет. Остановка систем ресторана — самый дорогой из всех рисков.

Что ставим. Новый головной контроллер в электрощитовой. Он подхватывает то, что уже стоит: тепловой пункт, приточные установки, кондиционирование, чиллер — всё говорит на Modbus, существующие

модули и щит не переделываются. Расписания: что и во сколько включается. Телеметрия и уведомления: инженеру приходит сообщение о сбое до того, как это заметит зал.

Что сказать заказчику. «Мы не трогаем ваш щит и вашу вентиляцию — меняем только "голову", остальное остаётся на месте. И теперь система ремонтопригодная: запчасти есть, сервис есть, вас никто не бросил без поддержки.»

Сколько это работы для вас. Две-четыре недели, поэтапно, с инженером на объекте.

7. Фастфуд-сеть

Объект. Точки быстрого питания; если это сеть — десятки и сотни точек.

Что болит у владельца. Холодильники — это деньги точки: компрессор работает без остановки, кто-то «руками» сбил температуру, и ночью испорчена партия. Тепловая завеса на входе работает весь день, открыта дверь или нет. Ночью горят свет и вывеска. Вечером мощность упирается в лимит — штраф. Показания счётчиков в десятках точек — ходит человек.

Что ставим. Контроллер с модулями расширения, сетевые карты для контроллеров холодильников — установки отчитываются по Modbus, счётчики электричества по группам (компрессоры, свет, печи, вентиляция — отдельно), релейные модули на завесу и группы света, датчик протечки с электрокраном под мойками, съём показаний счётчиков по общей шине RS-485. Сценарий: в пиковые часы отключить неприоритетные нагрузки — бойлер, лишнее отопление.

Что сказать заказчику. «Холодильники перестают быть чёрным ящиком: если компрессор не останавливается или температуру сбили, вы узнаете об этом в ночь, а не после испорченной партии. Завеса работает, только когда открыта дверь. Мощность в пределах лимита — без штрафов, а показания приходят сами.»

Сколько это работы для вас. Одна точка — три-пять дней, монтаж в ночные часы или выходные, точка не останавливается. Сеть — первая точка как шаблон, дальше копирование.

8. Фастфуд на сезонной точке

Объект. Модульный ресторан на горном курорте или южной трассе, запуск за семь-десять дней.

Что болит у владельца. Капитальное здание на сезонной точке не окупится. Инженера на месте нет. Холодильник упал, труба лопнула или

сеть просела — об этом никто не знает днями, а точка теряет и деньги, и репутацию.

Что ставим. Контроллер с сотовым модемом — интернет по телефонной карте, без кабеля, трёхфазный счётчик электричества на вводе, счётчики воды, термодатчики в холодильных камерах, потолочные датчики климата в зале и на кухне, дашборд для администратора: что прямо сейчас происходит на точке.

Что сказать заказчику. «Ресторан встаёт за семь-десять дней, а инженеры смотрят на него с телефона. Ставить постоянного инженера на сезонную точку не нужно.»

Сколько это работы для вас. Два-три дня на электромонтаж: в модульном здании провода уже проложены.

Торговля

Боль в торговле простая: товар и электричество. Всё остальное — бонус.

9. Магазин у дома

Объект. Продуктовый магазин: холодильные витрины, полки, вход с тепловой завесой.

Что болит у владельца. Холодильники — сердце магазина: ночью перестали держать температуру, утром нашли испорченную партию. Ночью горят свет и вывеска, входная завеса работает впустую. Под мойкой течёт вода. Лимит мощности — штраф.

Что ставим. Контроллер, связь с холодильными установками по Modbus, счётчики электричества по группам, релейный блок на свет и завесу — завеса только тогда, когда открыта дверь, датчик протечки с электрокраном, съём показаний счётчиков по шине.

Что сказать заказчику. «Если холодильник перестал держать холод в три часа ночи, вы узнаете об этом до открытия, а не после жалобы клиента. Ночью магазин уходит на минимум: свет, завеса, отопление.»

Сколько это работы для вас. Два-три дня, монтаж в часы, когда магазин работает.

Услуги

Сфера услуг живёт комфортом клиента и временем владельца. Ваша фраза: «вы перестанете делать это руками».

10. Автомойка самообслуживания

Объект. Автомойка самообслуживания на три-шесть постов.

Что болит у владельца. Пост «умирает» без повода: связь управления через ненадёжный адаптер во влажном помещении зависает, насос останавливается, гостю не подали пену — пост стоит, выручка падает. Хозяин не видит, куда ушла химия и что заработал каждый пост.

Что ставим. Главный контроллер в сухом помещении, на каждом посту — собственный маленький контроллер, который напрямую управляет насосом высокого давления, двумя пистолетами (вода и пена) и дозирующими насосами автохимии; связь постов — по отдельным проводам, без адаптеров. На каждом посту терминал с оплатой картой и по QR-коду. Веб-интерфейс для персонала: тарифы и программы, продажи по постам, износ оборудования, расход химии.

Что сказать заказчику. «Пост перестаёт умирать без повода: связь с насосом идёт по отдельному проводу. Каждый рубль каждого поста попадает в отчёт, а вы видите, куда уходит химия.»

Сколько это работы для вас. День на пост плюс главный щит; мойка на шесть постов — порядка недели с пусконаладкой.

11. Гостиница

Объект. Отель на пятьдесят-двести номеров.

Что болит у владельца. Гость уехал, свет горит, шторы открыты — номер весь день горит в режиме «готов». Гость в тёмной комнате тыкает пять кнопок. Гаджеты в номере слышны в соседний. После выезда в номере хаос.

Что ставим. Поэтажные контроллеры, в каждом номере маленький щит: диммеры на лампы и ленты, реле на приводы штор, небольшая настенная панель в номере. Сценарий «гость входит»: карточка в кармашке — свет включился, шторы открылись, температура комфортная. «Гость уходит»: всё выключено, шторы закрыты. «Вечер»: диммируемые группы уходят на низкий уровень, остальные гаснут. Дежурный свет в санузле. В одном отеле первым этапом сделали 58 номеров на двух этажах, дальше расширяли на остальные.

Что сказать заказчику. «Номер готов к гостю, прежде чем он войдёт: свет, шторы, температура. Он не нажимает ничего — просто заходит. После выезда в номере ничего не горит.»

Сколько это работы для вас. Полтора-два дня на этаж (15–20 номеров): щит на этаже, витая пара в номера, панели.

12. Мини-отель

Объект. Десять-двадцать пять номеров, хозяин ведёт всё сам, штатного инженера нет.

Что болит у владельца. Хозяин — инженер, уборщица и управляющий в одном лице: утром ходит по коридорам включает, вечером ходит выключает. Быть в двух местах не может. Состояние номеров гостя из его кабинета не видно.

Что ставим. Один контроллер, релейный модуль на 12 каналов на шторы и группы света, термодатчики по номерам, сценарии по номерам, приложение на телефоне хозяина плюс настенные кнопки в номерах.

Что сказать заказчику. «Вы управляете всем отелем с телефона: свет, температура, шторы. Из дома видите, какие номера тёмные, а какие горят.»

Сколько это работы для вас. Три-пять дней на 15–20 номеров.

13. Баня и сауна

Объект. Коммерческая баня, сауна или парная в спа-комплексе.

Что болит у владельца. Гость плеснул на каменку ведром — ТЭН сгорел или каменка охладилась, и пар упал. Смена режима — сухая сауна, влажная баня, хамам — долгая и ручная. Банщика отвлекают от парения, чтобы крутить задвижки. А управление в парной под напряжением — это риск для гостя.

Что ставим. Контроллер в сухом электрощитовом помещении. Реле на контуры печи: нагрев воздуха и парообразование отдельно. Датчики температуры: в стене парной и в каменке — термопара, то есть датчик, который видит температуру самого камня. Кнопки в парной — герметичные, слаботочные, до 12 В, проводка в металлорукаве. Сценарий: если каменка остыла, кнопка пара блокируется, пока она не прогреется — гость режим «руками» не сломает. Смена режима — за минуты, одной кнопкой.

Что сказать заказчику. «В парной ничто не может ударить током: управление слаботочное. Каменку перестают заливать руками — пар дозирован. Банщик нажимает одну кнопку, а не пять.»

Сколько это работы для вас. Три-пять дней на одну баню: щит, подключение печей, кнопки в парной.

14. Офис

Объект. Офис на десять-триста и больше рабочих мест.

Что болит у владельца. Свет на сотнях рабочих мест горит ночью и по выходным. Температура «на глаз»: у панорамных окон жарко, в глубине холодно. Переговорная — «а можно, там никого?». Подсветка лестниц горит без остановки.

Что ставим. Поэтажные контроллеры, диммирование света по зонам — на много светильников используем DALI, это протокол, который позволяет регулировать яркость каждого светодиодного светильника отдельно по двум проводам: один диммер на весь зал, но по светильникам; на одну линию — до 64 приборов. Датчики дверей и движения, индикаторы переговорных (зелёный-жёлтый-красный, связаны с календарём бронирования), подсветка лестниц по движению. Сценарии: после 23:00 без движения — всё гаснет; утро — свет ступенчато: тамбур, ресепшн, рабочие зоны.

Что сказать заказчику. «Свет гаснет сам там, где никого нет, — вы не платите за ночь и выходные. Переговорная — кнопка: стекло становится матовым, и разговор остаётся вашим.»

Сколько это работы для вас. День-два на этаж; большой офис — две-четыре недели, поэтапно.

15. Коворкинг

Объект. Коворкинг с переговорными, кабинками, кухней и кафе.

Что болит у владельца. Наполненность скачет: утро — полон, два часа ночи — пуст. Свет в пустых зонах горит. Переговорную занимает «кто 先来». Кухня и санузлы — «или весь, или ноль».

Что ставим. Контроллер, зоновое диммирование с датчиками присутствия, индикаторы занятости переговорных плюс календарь бронирования, сценарии «ночь» и «отпуск», свет в санузлах и на лестницах по движению.

Что сказать заказчику. «Вы платите за свет там, где реально сидят люди. Переговорные показывают себя: свободна, занята, зарезервирована — не нужно спрашивать "а можно там?"»

Сколько это работы для вас. Два-четыре дня на два этажа.

16. Салон красоты

Объект. Салон красоты или барбершоп, три-десять рабочих зон.

Что болит у владельца. Комфорт клиента — это репутация: после фенов душно, свет в зеркальных зонах «или весь, или ноль», вентиляция — вручную. Закрылся владелец и утром вспомнил, что оставил свет.

Что ставим. Контроллер, климат: отопление и кондиционирование по температуре и расписанию, зонированный свет — рабочие зоны яркие, зона ожидания приглушённая, вентиляция с форсажем при присутствии, сценарии «открыть» и «закрыть»: закрылся — всё на минимум, открылся — всё поднялось к приходу первого клиента.

Что сказать заказчику. «Когда вы закрываетесь, салон переключается сам: свет гаснет, вентиляция на минимум, температура на уставку. Вы просто закрываете дверь.»

Сколько это работы для вас. Один-два дня.

17. Медицинский кабинет

Объект. Клиника, стоматология, медкабинет с входной группой и процедурными.

Что болит у владельца. Ступени у входа обмерзают — посетитель поскользнулся на вашем пороге, и претензия пришла к вам. Персонал каждое утро и вечер ходит по жалюзи, иногда забывает. Гибкая подводка лопается под мойкой — вода на дорогое оборудование.

Что ставим. Кабельный подогрев ступеней: включается сам, когда на улице снег, — циклами на несколько часов, отключается, когда погода проясняется; прогноз погоды берётся из внешней службы при наличии интернета; при отсутствии связи система работает по локальной логике (датчики, расписание). Жалюзи и рольставни на реле, по расписанию, утром — каскадное включение света: тамбур, затем ресепшн, затем кабинеты. Датчик протечки под мойками с электрокраном.

Что сказать заказчику. «Ступени сухие, когда идёт снег, — ваш посетитель не поскользнётся на вашем пороге. Жалюзи поднимаются и опускаются сами — никто не ходит, никто не забывает. Если лопнет подводка, вода перекроется до того, как дойдёт до оборудования.»

Сколько это работы для вас. Два-три дня.

18. Автокемпинг

Объект. Кемпинг для автодомов: розеточные колонки, прачечная, душевые, накопительные ёмкости.

Что болит у владельца. Вода из скважины в дефиците — питьевую и техническую нужно разделить. Ночью гость сушит волосы на уличной раковине — шум и нагрузка. Электричество и вода автодомов — неучтённые. Прачечная без оператора. Зимой колонки промерзают. Межсезонье — охрана.

Что ставим. Один центральный контроллер плюс распределённые щитки по Modbus. Вода: ёмкости с датчиками уровня, защита скважинного насоса от сухого хода, разделение питьевой и технической воды. Прачечная: дозирующие насосы геля, оплата по QR-коду, машины разблокируются только после оплаты. Уличные розетки фенов — сами отключаются на ночь. Колонки: счётчики воды и электричества на каждую — каждый гость платит за то, что взял. Греющие кабели против промерзания. Периметральные датчики, ворота по звонку с авторизованного номера.

Что сказать заказчику. «У каждого автодома свои счётчики: гость платит за то, что взял, а вы видите, кто тянет ночью. Прачечная работает без человека. Ночью никто не сушит волосы на нервах ваших гостей.»

Сколько это работы для вас. Две-три недели в зависимости от территории.

Производство и склад

Здесь деньги говорят яснее всего: испорченная партия, штраф, простой. Заказчик — главный инженер или собственник, оба понимают щит, можно говорить чуть техничнее.

19. Склад с холодильными камерами

Объект. Склад с холодильными камерами, сухой склад, зона приёмки.

Что болит у владельца. Скрытый отказ холодильного оборудования: ночью скачок напряжения выбил автоматику, утром нашли испорченный товар. Режимы хранения — температура и влажность — проверяет инспектор, а записей нет. Расход электричества и воды — неучтённый.

Что ставим. Контроллер, датчики температуры и влажности в каждой камере и на складе, связь с контроллерами холодных камер по Modbus, трёхфазный счётчик электроэнергии с записью качества сети, водосчётчики по шине. Журнал событий: что делала сеть в момент сбоя — в журнале, а не в догадках.

Что сказать заказчику. «Если товар испортился, вы узнаете почему: журнал показывает, что делала сеть в тот час. Режимы камер следят круглосуточно — инспектору найдётся запись, а не отговорки.»

Сколько это работы для вас. Одна-две недели.

20. Производственный цех

Объект. Цех: прессы, линии, мокрые зоны, щитовые.

Что болит у владельца. Ночью цех — чёрный ящик: какой пресс работает, какая температура, где протечка — никто не знает. Свет «или весь, или ноль». Вентиляция — вручную. Сработавший автомат находят, когда кто-то заметит.

Что ставим. Контроллер, дополнительные контакты автоматов и моторов на контроллер — что включено, что отключено, видно одним взглядом, вентиляция по расписанию и по температуре, зоновый свет, датчики температуры и влажности, протечки в мокрых зонах, уведомления в мессенджер.

Что сказать заказчику. «Ночной цех перестаёт быть чёрным ящиком: с телефона видно, какая линия работает, какая температура и где протечка.»

Сколько это работы для вас. Две-три недели.

21. Теплица

Объект. Теплица под рассаду или промышленная теплица.

Что болит у владельца. Весь урожай — в температуре и влажности: днём жарко, надо открыть форточки, ночью — закрыть, в тумане — особый режим. Руками человек не успевает. Полив «когда вспомню». Ночной мороз убивает рассаду.

Что ставим. Контроллер, датчики температуры и влажности в нескольких точках теплицы, реле на приводы форточек — вентиляция сама открывается и закрывается по температуре, обогрев — кабельный подогрев грядок и котёл, полив: электромагнитные клапаны по секциям, по расписанию и по влажности — если шёл дождь, секция пропускается, тревога по морозу на телефон.

Что сказать заказчику. «Теплица дышит сама: жарко — форточки открылись, прохладно — закрылись, даже когда вас нет. Рассада поливается, когда ей надо, а не когда вы вспомнили.»

Сколько это работы для вас. Одна-две недели.

22. Гараж и мастерская

Объект. Гараж, маленькая мастерская, сервис.

Что болит у владельца. Утром хозяин ходит по мастерской включает оборудование. Ворота открываются вручную или не открываются. Вентиляция и свет — «или весь, или ноль». В мойке вода — протечку находят, когда промок пол.

Что ставим. Компактный контроллер, реле и контакторы на группы оборудования — контроллер шевелит катушку контактора, а контактор сам

тянет двигатель, ворота на реле и с телефона, свет по движению и расписанию, вентиляция по температуре, датчик протечки в моечной.

Что сказать заказчику. «Утром мастерская запускается сама — вам не нужно ходить включать. Ворота открываются с телефона. Если в мойке лопнет шланг, вода перекроется сама.»

Сколько это работы для вас. Два-три дня.

Территория и посёлок

Объекты, где погоду и природу решает не хозяин, а сезон. Продаёте надёжность на время отсутствия: хозяин на объекте редко.

23. Полив общих территорий посёлка

Объект. Парковая зона коттеджного посёлка: газоны, клумбы и ландшафтные деревья, которые дороже машин.

Что болит у владельца. Критичен регулярный полив молодых саженцев хвойных в первые сезоны после посадки: пересыхание кома может погубить саженец, замена которого дороже полива (взрослые ели и кедры кратковременный пропуск полива переносят). Мощный насос включается рывком — гидроудар в трубах. Прораб поливает «как видит».

Что ставим. Контроллер, релейный модуль, трёхфазный насос через частотный преобразователь — это устройство плавного пуска: насос разгоняется вместо рывка и держит стабильное давление, без ударов в трубах, электромагнитные клапаны по секциям — деревья, газон, клумбы отдельно, ночное расписание, подсветка парка по датчику сумерек.

Что сказать заказчику. «Ваши ели и кедры поливаются каждую ночь — даже когда вы в отъезде. Насос запускается плавно: в трубах не стучит. Парк сам подсвечивается с наступлением темноты.»

Сколько это работы для вас. Одна-две недели на одну парковую зону; дальше модуль повторяется на остальные.

24. Паркинг и шлагбаум

Объект. Подземный паркинг или пандус со шлагбаумом.

Что болит у владельца. Крутой въезд: снег заносит колёсами, превращается в наледь — посетитель скребёт бампером ваш пандус. Кабельный обогрев работает всю зиму — счёт за электричество огромный. Ворота паркинга заклинили зимой — консьерж заметил поздно, парковка вымерзла.

Что ставим. Контроллер, кабельный обогрев пандуса разбит на зоны — восемь зон: въезд и выезд отдельно, в каждой свой кабель и свой датчик температуры. Логика: греть только тогда, когда на улице около нуля — задача встречать переход через ноль сухим асфальтом, а не топить снег при минус двадцати; зоны работают поочерёдно, мощность ограничена, приоритет — зоны въезда. Шлагбаум: концевые выключатели положения на контроллер — «ворота не закрылись» известно за секунды, а не когда заметит консьерж.

Что сказать заказчику. «Пандус сухой, когда около нуля, и не жрёт электричество, когда минус двадцать или плюс десять. Если ворота заклинило, инженеру приходит сообщение — парковка не вымерзает.»

Сколько это работы для вас. Одна-две недели.

Общественные здания

Заказчик — администрация или главный инженер. Он боится трёх вещей: аварии, комиссии и фразы «нет бюджета».

25. Спортивный комплекс

Объект. Спортивный комплекс: бассейн, манеж, раздевалки, крыша с вытяжными установками.

Что болит у владельца. Автоматике вентиляции десять-пятнадцать лет: закрытая экосистема, вендор ушёл, отремонтировать и расширить невозможно. Влажность и воздухообмен в бассейне и залах вне нормы — зал «дышит» неправильно, в бассейне то туман, то духота.

Что ставим. Замена головной автоматики в вентиляционных щитах: приточно-вытяжные установки, калориферы, тепловые завесы, вытяжки на крыше — всё в одной диспетчерской. Датчики: температура, влажность, давление — по нему видно, что фильтр забился, положение заслонок. Локальные панели на щитах для ручного управления, уведомления о сбоях дежурному.

Что сказать заказчику. «Вентиляция в одном экране: каждая установка на схеме, каждая авария — на телефон. Влажность бассейна держится в диапазоне, а не "инженер час от часу ходит смотрит"»

Сколько это работы для вас. Четыре-восемь недель, поэтапно, без остановки бассейна.

26. Библиотека или музей

Объект. Общественное здание: залы, серверная, электрощитовая; часто — группа из нескольких зданий с одним диспетчером.

Что болит у владельца. Фонд — книги, экспонаты — боится воды и влажности: протечка под радиатором портит стеллаж. Один дежурный инженер на несколько зданий. Индивидуальный «шлюз» на каждый кондиционер стоит огромных денег. Влажная уборка вызывает ложные тревоги. Сработавший автомат находят, когда кто-то заметит.

Что ставим. Контроллер, дополнительные контакты автоматов на контроллер — срабатывание видно сразу, а ручное выключение не даёт ложной тревоги, мастер-выключатель всего света через контактор с нормально закрытым контактом — катушка не пьёт энергию при многочасовом отключении, датчики протечки в залах и серверной, кондиционеры по общему сетевому протоколу Modbus — без индивидуальных шлюзов, одна диспетчерская на несколько зданий.

Что сказать заказчику. «Один диспетчер смотрит несколько зданий: температура, влажность, протечки, автоматы. Фонд в безопасности: протечку под радиатором видят за секунды, а кондиционеры не покупают "по шлюзу на каждый"»

Сколько это работы для вас. Одна-две недели на здание, дальше копирование на следующее.

Пять фраз, которые продают

1. «Ваш дом работает сам, а вы управляете с телефона. Интернет пропал — ничего не останавливается: сценарии и защита от протечки живут в щите.»
2. «Если прорвёт воду, кран перекрывается сам, а вам приходит сообщение. Потолок снизу не пострадает.»
3. «Я не продаю вам "умный дом". Я убираю конкретные потери: вывеску, которая горит ночью, завесу, которая работает впустую, свет в пустом зале, порчу партии.»
4. «Щит мы не переделываем. Модули ставим рядом с тем, что уже есть, — ваши автоматы и кабели остаются на месте.»
5. «Сценарии пишут наши инженеры. Вы — монтажник, и ни строчки кода вам писать не придётся.»

Три фразы, которые убивают сделку

1. «Это умный дом.» — Заказчик не понимает слово, представляет дорогое и сложное, перестаёт слушать. Говорите о его потерях, не о названии.

2. «Для этого нужен интернет.» — Заказчик делает вывод: интернет отключат — всё умрёт. На самом деле объект работает без интернета, а интернет нужен только для доступа с телефона.
3. «Надо будет программиста вызывать.» — Страх заказчика сбывается в его голове: дорого, зависимо, сложно. Сценарии пишет инженер пусконаладки, а дальше всё управляется кнопкой.

Глава 22. Конкуренты и рынок умного дома в России

1.1. Кто такие «умные дома» и почему об этом говорят

Умный дом (smart home) — система, в которой электроприборы, освещение, климат и безопасность управляются автоматически: по сценариям, датчикам, голосу или с телефона. Монтажник, который эту систему встраивает, — не просто «электрик со скетчем», а интегратор, который понимает и электрику, и сеть, и логику автоматизации.

Рынок в России к 2026 году вырос из ниши «дачников с Wi-Fi-колонкой» в сегмент, где заказывают полноценные системы для квартир и офисов. Но рынок фрагментирован: десятки вендоров, разные протоколы, разные цены, разные уровни готовности к работе без интернета. Ниже — честный разбор каждой группы.

1.2. Группа 1. Премиальные проводные системы

KNX

Что это. Международный стандарт (серия ISO/IEC 14543-3, а также CENELEC EN 50090), описывающий как проводные (TP), так и радиочастотные (RF) системы автоматизации зданий. Устройства разных производителей общаются по одному протоколу по специальному кабелю (KVVP, 2×2×0,8 мм). Стандарт зрелый — с 1999 года; сертификацию устройств проводит KNX Association, конфигурирование выполняется в фирменном инструменте ETS (Engineering Tool Software).

Плюсы.

- Надёжность: проводное соединение не зависит от Wi-Fi, роутеров и облаков.
- Стандарт: одно устройство KNX совместимо с любым другим, прошедшим сертификацию.
- Репутация: используется в коммерческих зданиях, больницах, аэропортах по всему миру.
- Масштабируемость: от одной квартиры до целого завода.

Минусы.

- Цена: стоимость компонентов и кабельной инфраструктуры выше, чем у беспроводных решений. Порядок величины — от 150 000 ₽ за базовую квартирную систему, но зависит от количества точек и объектов.
- Сроки: проектирование в ETS, прокладка отдельного кабеля, адресация — всё это дольше, чем «подключил роутер и Wi-Fi-датчик».
- Сертифицированный интегратор: для работы с KNX нужен аттестованный специалист (KNX Partner), обучение и экзамены.
- Обучение: ETS — мощный, но сложный инструмент. Входной порог для монтажника без автоматизации высокий.

Crestron

Что это. Американская компания, продающая интегрированные решения для управления аудио-, видео- и климат-системами. Своя проприетарная экосистема, свой язык программирования (Crestron SIMPL#).

Плюсы.

- Глубокая интеграция: одна система управляет и светом, и шторами, и мультимедиа, и климатом.
- Премиальный имидж: заказчики из сегмента «элитный ремонт» знают бренд и доверяют ему.
- Поддержка: крупная дилерская сеть и техподдержка.

Минусы.

- Цена: один из самых дорогих рынков — стоимость контроллеров и панелей измеряется в сотнях тысяч рублей.
- Закрытость: проприетарный протокол, привязка к сертифицированным интеграторам.
- Сроки: проектирование и программирование — отдельная дисциплина, требующая опыта.
- Обучение: дорогие курсы, сертификация.

Control4 (Snap One)

Что это. Американская платформа (сейчас — часть Snap One), ориентированная на жилые и коммерческие объекты. Проводная + беспроводная гибридная система.

Плюсы.

- Гибкость: поддержка и проводных, и беспроводных устройств.
- Экосистема: большой каталог совместимых устройств от разных производителей.
- Интерфейс: понятные мобильные приложения и панели управления.

Минусы.

- Цена: средний и высокий сегмент, зависит от комплектации.
- Привязка к экосистеме: глубокая интеграция с устройствами Control4, но «чужие» устройства могут не поддерживаться.
- Сертификация: для установки и программирования нужен сертифицированный партнёр.

1.3. Группа 2. Российские решения

Wiren Board

Что это. Российская компания (Санкт-Петербург), производящая контроллеры и модули ввода-вывода на базе открытых протоколов (Modbus, MQTT, KNX). Платформа WB — основа для промышленной и жилой автоматизации.

Плюсы.

- Открытость: протоколы MQTT и Modbus открыты, можно интегрировать что угодно.
- Промышленное качество: контроллеры рассчитаны на надёжную работу, есть сертификаты.
- Локальная поддержка: русскоязыная документация, техподдержка, сообщество.
- Гибкость: подходит и для «умного дома», и для промышленного контроля.

Минусы.

- Требует проектирования: это не «включил и работает» — нужен инженер, который напишет логику.
- Интерфейс: веб-интерфейс есть, но он инженерный, а не «потребительский».
- Каталог устройств: меньше, чем у крупных международных вендоров, хотя растёт.

Larnitech

Что это. Российская компания, продающая готовые комплекты умного дома (проводные и беспроводные). Позиционируется как решение «под ключ» для монтажников.

Плюсы.

- Простота: готовые комплекты с понятной инструкцией — монтажник может начать быстро.
- Цена: ниже, чем у премиальных систем.
- Локальная поддержка: русскоязыная документация и техподдержка.

Минусы.

- Экосистема: системы Larnitech построены на собственной шине DE и контроллерах своего бренда, но при этом поддерживают интеграцию стороннего оборудования по Modbus RTU/TCP и через открытый API; полное переиспользование чужой периферии ограничено.
- Масштабируемость: для крупных объектов может не хватить гибкости.
- Маркетинг: бренд менее известен на рынке, чем Wiren Board или KNX.

iRidium

Что это. Российская платформа (Москва) для управления умным домом и автоматизацией зданий. Поддерживает множество протоколов (KNX, Modbus, MQTT, RS-485 и др.), работает с панелями управления и мобильными приложениями.

Плюсы.

- Мультипротокольность: может работать с устройствами разных производителей и стандартов.
- Гибкость: можно создавать сложные сценарии, графические интерфейсы.
- Локальность: русскоязыный продукт, русскоязыная поддержка.

Минусы.

- Сложность: платформа мощная, но требует обучения.
- Зависимость от интегратора: для полноценной настройки нужен опытный специалист.
- Экосистема устройств: сам iRidium — это контроллер и интерфейс, а не датчики и исполнительные механизмы, их нужно подбирать отдельно.

Sprut.hub

Что это. Российская платформа для умного дома, работающая на базе Home Assistant (открытая платформа). Предлагает готовое «железо» (hub) и облачный сервис, но основа — открытый код.

Плюсы.

- Основа на Home Assistant: доступна вся экосистема HA, тысячи интеграций.
- Российский хаб: локальная поддержка, русскоязыный интерфейс.
- Гибкость: можно работать локально, без облака.

Минусы.

- Двойственность: часть функций завязана на облачный сервис Sprut, что создаёт зависимость.

- Сложность: Home Assistant — мощный, но сложный инструмент, требует настройки.
- Поддержка: зависит от сообщества и от команды Sprut, которая может измениться.

Rubetek

Что это. Российский вендор беспроводных устройств для умного дома (Wi-Fi, Zigbee). Широкий каталог: датчики, реле, выключатели, шлюзы.

Плюсы.

- Каталог: большой набор готовых устройств, доступных «с полки».
- Цена: конкурентоспособная, ниже премиальных систем.
- Простота: устройства настраиваются через приложение, без глубоких знаний.

Минусы.

- Облачная зависимость: многие устройства Rubetek требуют облачного сервиса для работы.
- Качество: уровень сборки и надёжности уступает промышленным решениям (Wiren Board, KNX).
- Привязка: закрытая экосистема, сложный переход на другую платформу.

1.4. Группа 3. Массовые беспроводные решения

Яндекс с Алисой, Sber, Tuya и всё, что на ней собрано

Что это. Экосистемы крупных российских и китайских компаний. Tuya — китайская платформа, на которой построены тысячи устройств (Aqara, Xiaomi и десятки белых брендов). Яндекс Алиса и Sber — голосовые ассистенты, встроенные в умные колонки и хабы.

Плюсы.

- Доступность: устройства продаются в обычных магазинах, не нужно искать специализированного поставщика.
- Цена: массовый сегмент — устройства стоят от нескольких сотен до нескольких тысяч рублей.
- Простота для пользователя: приложение, голосовое управление, «включил и работает».
- Монтажнику проще: отдельный кабель к каждому устройству не нужен — устройства работают по радиоканалу (Zigbee, Z-Wave, Thread, Tuya и др.) через шлюз, который подключается к сети; для стабильной работы нужен запас по радиопокрытию и питание устройств.

Минусы.

- Облачная зависимость: устройства Яндекса, Sber и Tuya работают через облачные серверы. Если интернет пропадёт — часть функций исчезнет.
- Что будет, если облако закроют или уйдёт из страны: это реальный сценарий. Примеры: Google Nest в России, сервисы Samsung SmartThings. Устройство превращается в «глупую» лампочку или датчик.
- Приватность: данные о вашем доме (когда вы дома, какие устройства включены) уходят на серверы вендора.
- Качество: массовые устройства — не промышленный класс. Отказы чаще, чем у проводных систем.
- Обслуживание: в полностью облачных системах (Wi-Fi-устройства Tuya напрямую) обновления идут через облако вендора — без доступа к облаку обновление невозможно; в системах с локальным шлюзом обновление может выполняться локально.

Aqara, Xiaomi

Что это. Aqara — бренд с фокусом на умный дом со своей экосистемой (хабы, Zigbee, HomeKit), Xiaomi — массовый электронный гигант с платформой Mi Home; Tuya — третья, отдельная облачная платформа, на которой работают многие сторонние бренды.

Плюсы.

- Большой каталог: датчики, камеры, замки, термостаты, шлюзы.
- Zigbee-протокол: работает локально через шлюз, не требует постоянного интернета для базовых функций.
- Сообщество: огромное, много инструкций и гайдов.

Минусы.

- Привязка к экосистеме Xiaomi: глубокая интеграция с приложением Mi Home / Xiaomi Home.
- Облачные функции: часть возможностей (видеохранение, голосовые подсказки) требуют интернета.
- Поддержка в России: официальная русская локализация приложений есть, но часть документации и тонких настроек доступна только на английском и китайском.
- Срок службы: массовая электроника, не рассчитанная на 10-20 лет эксплуатации.

1.5. Группа 4. Открытые решения

Home Assistant как основа для интегратора

Что это. Home Assistant (HA) — бесплатная открытая платформа автоматизации, работающая на любом компьютере или мини-ПК (Raspberry Pi, x86-сервер). Поддерживает тысячи устройств от разных производителей через интеграции (компоненты).

Плюсы.

- Независимость: работает локально, без облака. Интернет нужен только для удалённого доступа (по VPN или Tailscale), а не для базовой работы.
- Огромная экосистема: интеграции с KNX, Modbus, MQTT, Zigbee, Wi-Fi, Z-Wave, и десятками других протоколов.
- Свобода: открытый код, любой может посмотреть, как устроена система.
- Сообщество: крупнейшее сообщество в мире для домашней автоматизации, тысячи гайдов.
- Никакой привязки к вендору: вы выбираете устройства сами, не зависите от одного бренда.

Минусы.

- Сложность настройки: HA — это конструктор, а не готовый продукт. Нужно уметь настраивать YAML-файлы, дашборды, автоматизации.
- Поддержка: нет техподдержки «по телефону» — только сообщество и документация.
- Обслуживание: обновления, бэкапы, отказоустойчивость — всё на совести интегратора.
- Не для «поставил и забыл»: требует постоянного внимания, особенно при добавлении новых устройств.

1.6. Чем они лучше нас (объективно)

Каждый конкурент силён в чём-то, и это нужно признавать — иначе монтажник не поймёт, почему заказчик выбирает чужое решение.

Конкурент	В чём объективно силён
KNX	Зрелость стандарта, сертификация, промышленная надёжность, 25+ лет на рынке
Crestron	Глубокая интеграция AV-оборудования, премиальный имидж
Control4	Большой каталог совместимых устройств, удобные интерфейсы
Wiren Board	Промышленное качество, открытость протоколов, локальная поддержка
iRidium	Мультипротокольность, гибкость, русскоязычность
Larnitech	Простота для монтажника, готовые комплекты

Tuya / Xiaomi	Масштаб производства, низкая цена, огромный каталог устройств
Aqara	Хорошее соотношение цена/качество, Zigbee-протокол
Яндекс / Sber	Голосовое управление, массовая узнаваемость, простота для конечного пользователя
Home Assistant	Независимость от облака, открытость, тысяча интеграций

Зрелость означает: продукт прошёл через годы отладки, баги вычищены, документация стабильна. Каталог устройств — это не только количество, но и предсказуемость: заказчик знает, что датчик температуры от Aqara будет работать с шлюзом Aqara. Сообщество — это тысячи людей, которые уже решили ваши проблемы и написали об этом в интернете. Обучение — это курсы, вебинары, сертификации, которые снижают порог входа. Маркетинг — это узнаваемость бренда, благодаря которой заказчик сам приходит с запросом.

1.7. Чем они хуже

Облачная зависимость и что будет, если облако закроют

Яндекс, Sber, Tuya, Xiaomi, Rubetek — все эти системы в той или иной степени зависят от облачных серверов. Если вендор закроет сервис, уйдёт из России или изменит API — устройства теряют часть или всю функциональность. Примеры:

- Сервисы Google Nest в России — доступ ограничен.
- Умные колонки Яндекса без интернета — голосовое управление не работает.
- Tuya-устройства без облака — часть автоматизаций перестаёт выполняться.

Проверенный принцип: если система не работает без интернета — она не система, а набор устройств с красивой обёрткой.

Цена

Премиальные системы (KNX, Crestron, Control4) дороги не только оборудованием, но и кабельной инфраструктурой, проектированием, сертификацией интегратора. Массовые системы дешёвые в покупке, но могут быть дорогими в обслуживании, если требуют постоянного облачного доступа или замены устройств при смене вендора.

Зависимость от одного вендора (vendor lock-in)

В закрытой экосистеме одного вендора замена датчика на устройство другого производителя обычно невозможна или требует перепривязки и

несовместима с готовыми сценариями; перестраивать всю систему при этом не нужно. Это ловушка: заказчик привязан к экосистеме, а экосистема может уйти.

Сложность обслуживания

Массовые системы обновляются через облако. Если обновление сломало совместимость — заказчик остаётся с неработающими устройствами и без техподдержки. У премиальных систем техподдержка есть, но она дорогая и медленная. У Home Assistant — нет техподдержки вообще, всё на совести интегратора.

Что делать при отказе

- Проводные системы (KNX, Wiren Board): можно заменить модуль, не ломая всю систему. Кабель остаётся.
- Беспроводные массовые: если шлюз сломался или облако закрылось — устройства часто превращаются в бесполезное железо.
- Home Assistant: бэкапы, документация, открытость — вы можете восстановить систему на любом совместимом железе. Но для этого нужно уметь это делать.

1.8. Как монтажнику выбирать решение

Критерии выбора

1. **Тип объекта.** Квартира, частный дом, офис, коммерческое помещение — разные требования. Для квартиры достаточно беспроводного решения. Для коммерческого объекта — проводная система с сертификацией.

2. **Бюджет.** Честно: если бюджет ниже 100 000 ₽ за квартиру — премиальные проводные системы не вариант. Если бюджет позволяет — можно рассмотреть KNX или Crestron.

3. **Требование автономности.** Если заказчик хочет, чтобы система работала без интернета — Tuya и Яндекс отпадают. Подходят KNX, Wiren Board, Home Assistant, iRidium.

4. **Сроки проекта.** Если нужно «включить к завтрашнему дню» — массовые беспроводные решения или готовые комплекты Larnitech. Если есть время на проектирование — KNX или Wiren Board.

5. **Уровень заказчика.** Если заказчик хочет управлять голосом и приложением — ему нужна экосистема с готовым интерфейсом (Алиса, Sber, Tuya). Если заказчик хочет «настройку под себя» — ему нужен интегратор с Home Assistant или iRidium.

6. **Срок службы.** Если объект рассчитан на 20+ лет — не стоит брать массовые решения с облачной зависимостью. Кабельные системы и Home Assistant — более перспективны.

Когда честно сказать «вам нужно не это»

- Заказчик хочет всё «по скидке с маркетплейса» за 30 000 ₽ на квартиру — это не умный дом, это набор Wi-Fi-устройств, которые будут работать, пока работает интернет и пока вендор не закроет сервис.
- Заказчик хочет KNX, но бюджет — 50 000 ₽ — не стоит обманывать: KNX в таком бюджете не реализуется качественно.
- Заказчик хочет «как у соседа» (Туя + Алиса), но у него коммерческий объект с требованиями к отказоустойчивости — массовые решения не подходят.
- Заказчик не хочет платить за проектирование и интеграцию, а хочет «чтобы электрик подключил и всё заработало» — для сложных систем это невозможно, нужно объяснить почему.

1.9. Типичные вопросы заказчиков и как отвечать

«А если интернет пропадёт?»

«Зависит от системы. Проводные системы (KNX, Wiren Board) работают без интернета полностью — кабельное соединение не зависит от провайдера. Беспроводные системы на Tuya или Яндексе — частично: базовые функции (включить свет по кнопке) работают, но автоматизации, голосовое управление и удалённое управление через приложение — нет. Home Assistant работает локально, без интернета, полностью. Рекомендую для вашего объекта систему, которая не зависит от интернета в базовых функциях.»

«А если вы пропадёте (исполнитель, компания)?»

«Если система на открытом протоколе (KNX, Modbus, MQTT, Home Assistant) — любой специалист по этой технологии сможет обслуживать систему, даже если мы пропадём. Если система на закрытой платформе одного вендора — обслуживание возможно только у этого вендора или его дилеров. Поэтому при выборе системы я рекомендую открытыми протоколами.»

«А Алиса же дешевле!»

«Алиса — это голосовой ассистент, а не система автоматизации. Колонка с Алисой стоит 5 000–10 000 ₽, но она управляет только тем, что подключено к облаку Яндекса. Для управления освещением и климатом в квартире —

да, это дешёвый вариант. Но: без интернета Алиса не управляет ничем, данные уходят на серверы Яндекса, и если Яндекс закроет сервис в России — колонка остаётся пылесборником. Для полноценного умного дома нужна система, а не одна колонка.»

«А это не взломают?»

«Любое подключённое к сети устройство теоретически можно взломать. Проводная шина KNX сама по себе не имеет радиоканала и недоступна по воздуху, но при наличии IP-шлюза или удалённого обслуживания система выходит в сеть — безопасность зависит от настройки доступа. Беспроводные системы на Zigbee (Aqara) — шифрование, но уязвимости находят регулярно. Устройства на Wi-Fi — наиболее уязвимы, если не менять пароли по умолчанию. Рекомендация: использовать сегментацию сети (отдельный VLAN для умного дома), менять стандартные пароли, отключать ненужные облачные функции.»

«А если лампочка сгорит?»

«Лампочка — расходный материал, это нормально. В любой системе замена лампочки — это выкрутить старую и вкрутить новую. В проводной системе (KNX) — замена не требует перенастройки, адрес устройства привязан к физической точке. В беспроводной системе (Tuya, Xiaomi) — нужно заново привязать устройство в приложении. Рекомендую для мест, где лампочки меняют часто, устройства с физическим управлением (выключатель продолжает работать даже если лампочка сгорела).»

Конец главы.

Глава 23. Типы клиентов и как им продавать

ГРУППА 1 — ЧАСТНЫЕ ЛИЦА

1.1 Квартира в новостройке с ремонтом

Типичный объект: квартира в доме сданного или сдающегося проекта, ремонт на стадии «черновой» или «чистовой».

Что автоматизируют в первую очередь: умное освещение (выключатели без проводки в местах, где их не планировали), управление шторами/ролетами, «умный» щиток на основе контроллера с релейными модулями — свет, розетки и другие нагрузки переключаются со смартфона (сами защитные автоматы дистанционно не коммутируются).

Что дальше: климат-контроль (кондиционеры, тёплые полы), мультимедиа (сценарии «вечер», «приём гостей»), охрана (датчики открытия, видеонаблюдение за парадным).

Порядок чека: осмотр квартиры на этапе чернового ремонта (ещё есть доступ к стенам) -> обсуждение сценариев -> проект щитка и разводки -> монтаж -> настройка.

Кто принимает решение в семье: обычно оба супруга, но решающим часто является тот, кто больше интересуется технологиями или кто ведёт ремонт. Бывают случаи, когда решение принимает жена, а муж «подпишется», и наоборот.

Что для них ВАЖНО: чтобы не было видно проводов и устройств, чтобы выключатели выглядели как обычные, чтобы система работала без задержек, чтобы не пришлось переключать каждый свет отдельным приложением.

Что для них НЕ важно (хотя мы думаем иначе): количество сценариев, бренд процессора, протоколы (Zigbee, Matter, Wi-Fi им не различают), глубина интеграции с сторонними сервисами. Они думают: «включил свет — и всё работает».

Какие возражения и как отвечать:

- «Это дорого» -> «Смартфон у вас уже есть, а управление светом — это как добавить ещё один приложение, только для дома. Стоимость одного выключателя с автоматизацией — порядок двухтысяч рублей, это как хорошая люстра».

- «Мы ещё не решили» -> «Решение по проводке в стенах нужно принимать до штукатурки. Если затянете — будет штробить заново, и это дороже в три-четыре раза».
- «Мне будет сложно управлять» -> «Система настраивается под вас: один сценарий "Я дома" включает всё нужное. Я покажу пять минут — дальше вы сами».

На чём срывается сделка: когда электрик-монтажник приходит уже после чистовой отделки и обнаруживает, что штробить нельзя или уже поздно. Либо когда клиент выбрал дешёвый набор с AliExpress и потом не может настроить интеграцию.

1.2 Квартира с готовым ремонтом (сложность: нельзя штробить)

Типичный объект: квартира с выполненной отделкой, где стены не предназначены для вскрытия.

Что автоматизируют в первую очередь: беспроводные выключатели (клеятся на двусторонний скотч или крепятся на саморезы в существующую подрозетник), беспроводные реле в существующие подрозетники, умные лампочки и светодиодные ленты.

Что дальше: датчики движения, датчики открытия дверей, робот-пылесос с интеграцией, умные розетки для бытовой техники.

Порядок чека: осмотр существующей электрики -> определение, какие подрозетники можно использовать -> подбор беспроводных решений -> монтаж без штробки -> настройка.

Кто принимает решение: те же лица, что и в новостройке, но с оговоркой — решение часто принимается спонтанно, после визита в шоурум или после просмотра видео на YouTube.

Что для них ВАЖНО: минимум разрушений, чтобы не было видно новых устройств, чтобы не пришлось переделывать ремонт.

Что для них НЕ важно: глубина интеграции с другими системами, наличие проводного резервирования.

Какие возражения и как отвечать:

- «Штробить нельзя» -> «Именно для этого придумали беспроводные системы. Реле ставится в существующий подрозетник, выключатель крепится на двусторонний скотч. Штробить не нужно».
- «А если беспроводной сигнал помешает» -> «Рабочая частота 2.4 ГГц, как у Wi-Fi роутера. В квартире и так всё работает на этой частоте. Мы подбираем каналы, помех не будет».

На чём срывается сделка: когда монтажник не может найти подходящий подрозетник для реле или когда клиент ожидает, что беспроводной выключатель будет выглядеть как обычный механический (а он немного толще).

1.3 Частный дом на этапе стройки

Типичный объект: дом, где идут строительные работы, стены стоят, но отделка ещё не начата.

Что автоматизируют в первую очередь: полный «умный» щиток, разводка по всему дому с запасом линий, управление освещением по всему дому, система «умный дом» с центральным контроллером.

Что дальше: тёплые полы по всему дому, климат-контроль (кондиционеры, тепловые насосы), система полива участка, ворота и калитки с автоматикой, видеонаблюдение, система пожарной сигнализации с выводом на смартфон.

Порядок чека: проектирование щитка и разводки -> монтаж кабельной инфраструктуры -> установка контроллера -> монтаж конечных устройств -> настройка и пуск.

Кто принимает решение: хозяин дома (часто мужчина, иногда оба супруга), иногда привлекается архитектор или прораб. Решение принимается на этапе проектирования, до начала электромонтажа.

Что для них ВАЖНО: чтобы система была надёжной, чтобы не было «слепых зон» в доме, чтобы можно было управлять всем со смартфона, чтобы были понятные интерфейсы для всех членов семьи (включая пожилых родителей).

Что для них НЕ важно: количество сторонних интеграций, наличие API для разработчиков, модульность отдельных компонентов.

Какие возражения и как отвечать:

- «Это слишком сложно для дома» -> «Система работает автономно. Вы просто живёте в доме, а он сам управляет светом, климатом и безопасностью. Если интернет пропадёт — всё продолжит работать локально».
- «Мы не понимаем, что нам нужно» -> «Я предлагаю начать с базового набора: умный щиток, свет по комнатам, датчики открытия дверей и окон. Потом можно добавить что угодно. Главное — заложить проводку сейчас, потом будет дороже в разы».

На чём срывается сделка: когда заказчик выбирает самого дешёвого электрика, который не умеет проектировать «умные» системы, и потом

приходится переделывать. Либо когда решение откладывается на «потом», а «потом» наступает после заселения.

1.4 Готовый частный дом

Типичный объект: дом, в котором уже живут люди, всё отделано, электрика смонтирована.

Что автоматизируют в первую очередь: беспроводные решения (аналогично квартире с готовым ремонтом), но с большим количеством устройств из-за площади дома. Часто начинают с одной комнаты или одной зоны (например, «умный» щиток на вводе + свет в гостиной).

Что дальше: расширение на всю площадь, добавление систем безопасности, климат-контроля, автоматики ворот и шлагбаумов.

Порядок чека: осмотр дома -> определение точек, где можно установить устройства без повреждений -> подбор решений -> монтаж -> настройка.

Кто принимает решение: хозяин дома. Решение часто принимается после того, как сосед или знакомый уже установил систему и показал результат.

Что для них ВАЖНО: чтобы не портили существующий ремонт, чтобы система была надёжной, чтобы не было видимых проводов.

Что для них НЕ важно: количество сценариев, глубина интеграции.

Какие возражения и как отвечать:

- «У меня уже всё работает нормально» -> «Да, но вы каждый раз ходите к выключателю? А если забыли выключить свет во всей спальне? Или если уехали и не помните, выключены ли обогреватели? Система решает эти проблемы».
- «Боимся, что сломается и мы останемся без света» -> «При выходе контроллера из строя реле удерживают последнее состояние, а автономные устройства — термостаты, котёл — продолжают работать по своей прошивке. Переключить свет всегда можно автоматами в щите».

На чём срывается сделка: когда монтажник не может найти место для установки центрального контроллера или когда клиент ожидает, что беспроводная система будет работать так же безупречно, как проводная в новом доме (а на большом расстоянии в старом доме с толстыми стенами могут быть потери сигнала).

1.5 Дача и загородный дом без постоянного проживания

Типичный объект: дачный домик или загородный дом, в который хозяева приезжают выходные или праздники.

Что автоматизируют в первую очередь: система безопасности (сигнализация, датчики протечки, датчики дыма), удалённое управление светом (чтобы приезжала освещённая дом), управление поливом, защита от замерзания труб (подогрев).

Что дальше: климат-контроль (прогрев дома перед приезд), автоматика ворот и ворот калитки, видеонаблюдение, контроль расхода электроэнергии (чтобы не перегрузить ввод при длительном отсутствии).

Порядок чека: осмотр -> определение критичных точек (ввод, трубы, ворота) -> проект -> монтаж -> настройка удалённого доступа -> пуск.

Кто принимает решение: хозяин дома, иногда вместе с женой или сыном/дочерью, который живёт ближе к даче.

Что для них ВАЖНО: чтобы система работала без постоянного интернета (локально), чтобы была защита от замерзания, чтобы можно было проверить всё со смартфона из города.

Что для них НЕ важно: красота интерфейса, количество сценариев, интеграция с мультимедиа.

Какие возражения и как отвечать:

- «Мы ездим редко, зачем тратиться» -> «Одна протечка, которую вы не обнаружили вовремя, стоит ремонта на порядок дороже, чем система оповещения. А замёрзшие трубы — это ещё и соседские проблемы».
- «А если интернет на даче не будет» -> «Система работает автономно. Оповещения идут через GSM-модуль, интернет не нужен. Удалённое управление — по Wi-Fi, если оно есть, а если нет — система сама всё сделает».

На чём срывается сделка: когда заказчик откладывает установку на «сезон» и забывает, либо когда выбирает самый дешёвый вариант без GSM-модуля и потом не может получить оповещение.

1.6 Апартаменты под сдачу

Типичный объект: квартира, которая сдаётся посуточно или долгосрочно через платформы (Авито, Суточно.ру, Booking).

Что автоматизируют в первую очередь: ключ-карта или кодовый замок на входе, умный щиток с дистанционным управлением (чтобы сдавать/снимать питание удалённо), датчики открытия дверей и окон, видеодомофон с записью.

Что дальше: датчики протечки (чтобы не залить соседей), автоматическое отключение питания при отсутствии гостя, контроль загрязнения (пылесос по расписанию), управление кондиционером перед заездом.

Порядок чека: осмотр -> проектирование системы контроля доступа и безопасности -> монтаж -> настройка удалённого управления -> интеграция с платформой бронирования (если возможно).

Кто принимает решение: владелец апартаментов (часто инвестор, не живущий в этом городе). Решение принимается на основе расчёта: сколько стоит система vs сколько стоит одна поломка или одна замена замка после каждого гостя.

Что для них ВАЖНО: надёжность, возможность удалённого контроля, чтобы гость не мог самостоятельно отключить систему, чтобы система работала без вмешательства.

Что для них НЕ важно: эстетика выключателей, количество сценариев, удобство для гостя (гость — это временный пользователь, а не владелец).

Какие возражения и как отвечать:

- «Гости будут ломать» -> «Система рассчитана на это: реле в подрозетнике не видно, выключатели защищены, кодовый замок можно сбросить на заводские настройки за 30 секунд после каждого гостя».
- «Это дорого для квартиры, которую сдаю на несколько месяцев в году» -> «Стоимость системы — порядок стоимости одного ремонта после поломки, которую вы не обнаружили вовремя. Одна протечка в квартиру соседям — это уже стоимость всей системы плюс ремонт».

На чём срывается сделка: когда владелец не понимает разницы между «умным домом» и «системой безопасности для сдачи», и покупает дешёвый видеодомофон вместо полноценной автоматизации. Либо когда монтажник не может объяснить, как система работает без постоянного присутствия хозяина.

ГРУППА 2 — БИЗНЕС

2.1 Автомойки

Реальная боль: свет на постах работает 24/7, ворота открываются и закрываются вручную или по старой автоматике, учёт воды и электроэнергии ведётся вручную или не ведётся вообще. Персонал тратит время на переключение режимов освещения.

Что автоматизируют: свет на постах по датчику движения и расписанию, автоматика подъёмных ворот и откатных ворот, учёт электроэнергии и воды по зонам, диспетчеризация (управление всеми постами с одного экрана).

Кто принимает решение: владелец автомойки или управляющий. Решение принимается после подсчёта: сколько электроэнергии уходит на свет и какие потери от ручного управления.

Чем аргументировать: экономия на электроэнергии (свет по датчику вместо постоянного горения), снижение нагрузки на персонал (не нужно ходить и переключать свет), увеличение срока службы ламп, централизованный контроль всех постов.

Порядок чека: осмотр объекта -> аудит текущего энергопотребления -> проект автоматизации -> монтаж -> пуск и обучение персонала.

Чем отличается от частника в работе: решение принимается не эмоциями, а расчётом. Важна окупаемость. Клиент хочет видеть цифры: сколько сэкономим в месяц, сколько окупится оборудование. Работаем с юридическим лицом, нужен договор, акт выполненных работ, возможно — счёт на оплату с НДС.

2.2 Рекламные конструкции и вывески

Реальная боль: вывески горят весь день и всю ночь независимо от того, есть ли люди на улице. Перегорают светодиоды раньше времени. Электричество дорогое, а свет на пустой улице — это выбрасываемые деньги.

Что автоматизируют: включение по расписанию и датчику освещённости (фотореле), диспетчеризацию нескольких конструкций с одного центра, плавное включение/выключение (без всплеска тока), мониторинг состояния каждой конструкции (выход из строя модуля — уведомление).

Кто принимает решение: владелец рекламного агентства или управляющий объектом, на котором установлена конструкция. Решение принимается после того, как кто-то покажет расчёт: сколько электроэнергии экономит датчик освещённости за год.

Чем аргументировать: экономия на электроэнергии (фактор 0.3-0.5 от постоянного горения), увеличение срока службы LED-модулей (они не работают, когда не нужно), снижение нагрузки на вводную автоматику (плавный пуск), возможность удалённого контроля без выезда на объект.

Порядок чека: осмотр конструкций -> аудит текущего энергопотребления -> проект автоматизации -> монтаж датчиков и реле -> настройка расписания -> пуск.

Чем отличается от частника в работе: объекты обычно на улице, под открытым небом, с влагозащитными требованиями. Нужно понимать IP-рейтинг оборудования. Часто работаем с несколькими объектами

одновременно — диспетчеризация. Считаем экономию в рублях в месяц и год.

2.3 Архитектурная и ландшафтная подсветка

Реальная боль: подсветка работает по расписанию, которое не учитывает сезонное изменение темноты. Летом свет включается в 21:00, когда ещё светло, зимой выключается в 17:00, когда уже темно. Перерасход электроэнергии.

Что автоматизируют: управление по датчику освещённости (фотореле с регулировкой порога), диммирование (плавная регулировка яркости), сценарии «вечер», «ночь», «фестиваль», мониторинг каждой линии (перегоревший модуль — уведомление).

Кто принимает решение: архитектор или управляющая компания объекта. Решение принимается на этапе проектирования или при модернизации существующей подсветки.

Чем аргументировать: экономия 30-50% на электроэнергии за счёт датчиков освещённости, увеличение срока службы ламп за счёт диммирования, красивые сценарии, которые повышают привлекательность объекта вечером.

Порядок чека: осмотр объекта -> аудит текущей электрики -> проект -> монтаж датчиков и диммеров -> настройка сценариев -> пуск.

Чем отличается от частника в работе: объекты часто большие, с десятками линий. Нужен проект, а не «поставить выключатель». Клиент — архитектор или управляющая компания, у них свои стандарты и допуски. Важна документация: паспорт системы, схема, акт.

2.4 Кафе, рестораны, бары

Реальная боль: свет не создаёт настроение, а просто светит одинаково в любое время. Климат неудобный (то жарко, то холодно). Музыка не управляется с одной точки. Персонал тратит время на переключение света и климата между сменами.

Что автоматизируют: свет по зонам и сценам («обед», «вечер», «культурная программа», «закрытие»), климат-контроль по зонам, управление музыкой и звуком, учёт энергопотребления по зонам.

Кто принимает решение: владелец заведения или управляющий. Решение принимается после того, как кто-то показывает, как выглядит заведение со сценариями света и как это влияет на атмосферу и, как следствие, на средний чек.

Чем аргументировать: создание атмосферы (свет влияет на поведение гостей и средний чек), экономия электроэнергии (свет выключается в непосещённых зонах), снижение нагрузки на персонал (вечерняя смена не должна настраивать свет вручную), защита оборудования (плавное включение вентиляторов и компрессоров).

Порядок чека: осмотр заведения -> обсуждение сценариев с владельцем -> проект -> монтаж -> настройка сценариев -> обучение персонала.

Чем отличается от частника в работе: клиент хочет «красиво» и «чтобы гости замечали». Важна эстетика оборудования (реле, диммеры не должны быть видны). Сценарии — ключевое слово. Нужен человек, который будет поддерживать систему после пуска. Часто работаем в связке с дизайнером интерьера.

2.5 Салоны красоты, шоурумы, магазины

Реальная боль: свет в зоне кассы и в зоне примерки одинаковый, хотя должен быть разным. Климат в зоне ожидания и в «закрытой» зоне не различается. Вывеска горит, когда магазин закрыт. Персонал не управляет светом и климатом — это делает электрик по вызову.

Что автоматизируют: свет по зонам (зона кассы, зона примерки, зона ожидания, витрина), управление климатом по зонам, автоматическое выключение вывески после закрытия, учёт энергопотребления по зонам.

Кто принимает решение: владелец бизнеса или управляющий. Решение принимается после подсчёта: сколько электроэнергии уходит на свет и климат, и сколько можно сэкономить.

Чем аргументировать: экономия на электроэнергии (вывеска не горит днём, свет выключается в непосещённых зонах), увеличение комфорта клиентов (правильный свет в зоне примерки влияет на решение о покупке), снижение нагрузки на персонал.

Порядок чека: осмотр -> аудит энергопотребления -> проект -> монтаж -> настройка сценариев -> обучение персонала.

Чем отличается от частника в работе: свет должен быть «правильным» для продаж. Это не домашнее освещение, а торговое. Нужно понимать цветовую температуру, индексу CRI. Часто работаем с дизайнером интерьера. Сроки сжатые: магазин не может работать без света неделю.

2.6 Офисы

Реальная боль: свет горит в пустых кабинетах и переговорных. Климат не настраивается под загрузку помещения. Переговорные включаются

вручную, и кто-то забывает выключить. Электроэнергия — статья расходов, которую никто не оптимизирует.

Что автоматизируют: свет по присутствию (датчики движения), климат по расписанию и загрузке, управление переговорными (бронирование + включение/выключение), учёт энергопотребления по этажам и зонам.

Кто принимает решение: руководитель отдела эксплуатации (facility manager) или IT-директор. Решение принимается на основе расчёта экономии и нормативных требований (если есть ESG-отчётность или сертификация здания).

Чем аргументировать: экономия на электроэнергии (свет и климат в пустых помещениях), снижение углеродного следа (для ESG-отчётности), повышение комфорта сотрудников (правильный свет и климат влияют на продуктивность), снижение нагрузки на службу эксплуатации.

Порядок чека: осмотр -> аудит энергопотребления -> проект -> монтаж -> настройка -> интеграция с системой управления зданием (BMS), если есть.

Чем отличается от частника в работе: офисы — это корпоративная среда. Нужны договоры, акты, паспорта систем, гарантийные обязательства. Решение принимается не одним человеком, а через согласование (facility manager + IT + финансы). Сроки — по графику ремонта или замены оборудования.

2.7 Склады и производственные помещения

Реальная боль: свет на больших площадях горит постоянно, хотя люди работают в конкретных зонах. Температура и влажность не контролируются, что влияет на качество продукции. Протечки обнаруживаются слишком поздно.

Что автоматизируют: свет по датчикам присутствия (в каждой зоне отдельно), мониторинг температуры и влажности (с оповещением при отклонении), система защиты от протечек (датчики по периметру + автоматический перекрывающий клапан), учёт энергопотребления по зонам.

Кто принимает решение: технический директор или начальник производства. Решение принимается после расчёта: сколько стоит остановка производства из-за протечки или перегрева, и сколько стоит система предотвращения.

Чем аргументировать: предотвращение ущерба от протечек (стоимость ремонта залитого производства — порядка сотен тысяч рублей), экономия

на электроэнергии (свет только там, где люди), контроль температуры (сохранность продукции), снижение аварийности.

Порядок чека: осмотр -> аудит текущей инфраструктуры -> проект -> монтаж датчиков и контроллеров -> настройка оповещений -> интеграция с диспетчеризацией -> обучение персонала.

Чем отличается от частника в работе: это производственная среда. Оборудование должно соответствовать промышленным стандартам (IP65 и выше, взрывозащищённое исполнение при необходимости). Важна надёжность и отказоустойчивость. Сроки сжатые: производство не может простаивать. Считаем не экономию, а предотвращение ущерба.

2.8 Гостиницы и хостелы

Реальная боль: свет в номерах горит постоянно, пока гость не выключил вручную. Климат не настраивается под заселение. Ключи (электронные карточки) не интегрированы с системой управления. Персонал тратит время на обход этажей и переключение света.

Что автоматизируют: управление светом и климатом по ключ-карте (включение при заселении, выключение при выезде), централизованное управление всеми номерами с диспетчерской, учёт энергопотребления по этажам и номерам, автоматическое отключение питания в номерах после выезда.

Кто принимает решение: владелец отеля или управляющий. Решение принимается после расчёта: сколько экономится на электроэнергии в номерах, где гости забывают выключать свет и кондиционер.

Чем аргументировать: экономия на электроэнергии (каждый номер сэкономит 100-300 рублей в сутки на светах и климате, которые забыли выключить), снижение нагрузки на персонал (не нужно обходить этажи), повышение комфорта гостей (номер готов к заезду, свет и климат включаются автоматически).

Порядок чека: осмотр -> аудит текущей электрики -> проект интеграции с системой ключ-карт -> монтаж -> настройка -> обучение персонала.

Чем отличается от частника в работе: работаем с интеграцией ключ-карт (магнитные, RFID, NFC). Это отдельная подсистема, которую нужно «подружить» с автоматизацией. Клиент — отель, у них свои стандарты сервиса и требования к надёжности. Сроки — по сезону (лучше до начала высокого сезона).

2.9 Фитнес и бассейны

Реальная боль: климат в зале и в зоне бассейна не связаны. Влажность в зоне бассейна высокая, и это влияет на оборудование и комфорт. Вентиляция работает постоянно, хотя зал может быть пуст. Освещение не адаптируется под время суток (утренние тренировки vs вечернее кардио).

Что автоматизируют: климат и влажность по зонам (зал, зона бассейна, раздевалки, душевые), вентиляция по датчикам загрязнённости воздуха, свет по сценам (утро, день, вечер, ночь), мониторинг параметров воды (температура, химия) с оповещением.

Кто принимает решение: владелец фитнес-клуба или управляющий. Решение принимается после расчёта: сколько стоит перегрев/переохлаждение зала, сколько стоит влажность для стен и оборудования, сколько экономится на вентиляции, когда она работает только когда нужно.

Чем аргументировать: продление срока службы оборудования (контроль влажности предотвращает коррозию), экономия на электроэнергии (вентиляция и свет по факту загрузки), комфорт посетителей (правильный климат влияет на повторные визиты), предотвращение плесени и грибка в зоне бассейна.

Порядок чека: осмотр -> аудит климата и вентиляции -> проект -> монтатж датчиков и контроллеров -> настройка сценариев -> интеграция с системой управления бассейном -> пуск.

Чем отличается от частника в работе: это специфическая среда с повышенной влажностью. Оборудование должно быть влагозащищённым. Нужно понимать требования к вентиляции бассейнов (своды правил СП 60.13330, СП 31-113-2004 — ранее СНиП). Клиент часто — сеть фитнес-клубов, и решение масштабируется на несколько объектов.

ОТДЕЛЬНЫЕ РАЗБОРЫ

Чем продажа бизнесу отличается от продажи частнику

Кто решает. У частника решение принимает один человек или пара (хозяева квартиры/дома). У бизнеса — несколько лиц: владелец, управляющий, технический директор, финансовый директор, иногда — совет директоров. Каждый видит проблему под своим углом: владелец хочет прибыль, управляющий хочет чтобы всё работало без его участия, финансовый директор хочет понять ROI.

Какие сроки. Частник принимает решение за день-три, иногда за неделю (подумает). Бизнес решает за недели и месяцы: нужно согласование бюджета, выбор из нескольких поставщиков, проведение тендера.

Чего боятся. Частник боится, что система не будет работать, что будет сложно управлять, что ремонт будет стоить дороже. Бизнес боится, что оборудование выйдет из строя и остановит производство, что система не интегрируется с существующими процессами, что подрядчик исчезнет после пуска.

Как считают деньги. Частник считает в «это стоит столько-то рублей». Бизнес считает в ROI (окупаемости): сколько мы сэкономим в месяц, сколько окупится оборудование за сколько месяцев, какой выгоды от предотвращения аварий. Для бизнеса важна не цена оборудования, а стоимость владения за весь срок эксплуатации.

Документация. Частнику нужен чек и гарантийный талон. Бизнесу нужны: договор, спецификация, акт выполненных работ, паспорт системы, протокол пуска-наладки, гарантийные обязательства с конкретными сроками реакции.

Поддержка. Частник звонит, когда что-то не работает. Бизнес заключает договор на сервисное обслуживание с регулярными визитами и гарантированным временем реакции.

Как считать окупаемость для бизнеса

Структура расчёта:

1. Текущие расходы (до автоматизации):

- Электроэнергия на освещение: (мощность всех ламп, Вт) × (часы работы в сутки) × (30 дней) ÷ 1000 × (цена за кВт·ч) = ежемесячная стоимость света.
- Электроэнергия на климат: аналогично.
- Электроэнергия на прочее оборудование: аналогично.
- Затраты на обслуживание: выезды электрика, замена ламп, ремонт оборудования.
- Потери от аварий: залитые помещения, перегрев оборудования, простои.

2. Расходы после автоматизации:

- Электроэнергия на освещение: (мощность) × (часы работы × коэффициент экономии, например 0.4) × (30 дней) × (цена за кВт·ч).
- Электроэнергия на климат: аналогично, с коэффициентом экономии от датчиков присутствия и программируемых режимов.
- Затраты на обслуживание: снижаются за счёт предотвращения аварий и увеличения срока службы оборудования.

- Потери от аварий: снижаются за счёт раннего оповещения.

3. Стоимость системы:

- Оборудование (датчики, контроллеры, реле, кабель): стоимость материалов.
- Монтаж и пуск-наладка: стоимость работ.
- Проектирование: стоимость разработки проекта.
- Годовое обслуживание: стоимость сервисного договора.

4. Расчёт окупаемости:

- Ежемесячная экономия = (текущие расходы) − (расходы после автоматизации).
- Срок окупаемости (месяцы) = (стоимость системы + первый год обслуживания) / (ежемесячная экономия).
- Если срок окупаемости меньше срока службы оборудования (обычно 5-10 лет) — инвестиция оправдана.

Пример структуры (цифры — порядок, не точные значения):

Статья	До автоматизации	После автоматизации
Свет, электроэнергия	150 000 руб/мес	60 000 руб/мес
Климат, электроэнергия	80 000 руб/мес	40 000 руб/мес
Обслуживание электрики	30 000 руб/мес	15 000 руб/мес
Потери от аварий	50 000 руб/мес (в среднем)	10 000 руб/мес
Итого расходы	**310 000 руб/мес**	**125 000 руб/мес**
Экономия в месяц		**185 000 руб/мес**

Стоимость системы: порядка 2 000 000 рублей (оборудование + монтаж + проект + первый год обслуживания). Срок окупаемости: 2 000 000 / 185 000 ≈ 11 месяцев. Оборудование служит 7-10 лет. Инвестиция оправдана.

Как заходить в первый бизнес-объект, если опыта нет

Шаг 1. Найти «лёгкую» цель. Не начинайте с производственного цеха или отеля на 200 номеров. Начните с малого бизнеса: кофейня на 30 посадочных мест, небольшой салон красоты, автомойка с 4 постами. Там проще система, быстрее результат, меньше рисков.

Шаг 2. Провести аудит бесплатно. Предложите владельцу бесплатный аудит энергопотребления. Поставьте замеритель на вводе, замерьте, сколько уходит на свет, климат, оборудование. Покажите цифры. Это даёт вам доверие и понимание объекта без обязательств.

Шаг 3. Предложить пилотный проект. Не предлагайте автоматизацию всего объекта сразу. Предложите одну зону: «Давайте автоматизируем свет

на кухне / в зоне кассы / на посту №1. Это стоит порядка N рублей. Если результат вас устроит — продолжим». Пилот снижает риск для клиента и даёт вам кейс для следующих переговоров.

Шаг 4. Считать и показывать экономию. После пуска пилотного проекта замерьте реальную экономию за месяц. Покажите клиенту цифры. Это ваш аргумент для расширения на весь объект.

Шаг 5. Найти партнёра. Если вы электрик-монтажник без опыта в автоматизации, найдите интегратора, который возмёт на себя проектирование и программирование, а вы будете отвечать за кабельную инфраструктуру и монтаж. Это позволяет вам брать бизнес-заказы, не будучи экспертом по всем протоколам и контроллерам.

Шаг 6. Документировать. Каждый проект — это кейс для следующего. Фотографии до/после, цифры экономии, отзыв клиента. Это ваша «портфолио» для бизнес-клиентов.

Ключевые ошибки, которых стоит избегать:

- Не обещайте то, чего не можете гарантировать. Лучше сказать «я сделаю кабельную часть, а программирование возьмёт мой партнёр», чем обещать «сделаю всё».
- Не бойтесь сказать «не знаю». Клиент уважает честность больше, чем уверенное враньё.
- Не работайте без договора. Даже с пилотным проектом — договор, акт, гарантия.
- Не забывайте про сервис. Бизнес-клиент покупает не оборудование, а решение проблемы. Если после пуска что-то сломается и вы не отреагируете — вы потеряете клиента навсегда.

Конец главы.

Глава 24. Переговоры: ошибки, которые стоят заказа

1. Ошибка «сразу про технику»

Рассказ про протоколы, контроллеры, шины данных и архитектуру системы — это язык инженера, а не покупателя. Заказчик слышит «Zigbee, Modbus, KNX» и перестаёт слушать: ему кажется, что он не понимает тему и ему будут «разводить». Результат — потерянный интерес в первые пять минут разговора.

Что говорить вместо. Переведи технику на бытовой язык. Не «у нас контроллер на шине Modbus RTU», а «вся система общается по одному кабелю, как домашняя сеть — без лишних проводов». Не «протокол Zigbee», а «лампочки включаются с телефона и голосом, как у Яндекс-станции». Покажи результат, а не процесс. Формула: «Что клиент увидит и почувствует» → «Как это работает простыми словами» → «Если спросит глубже — технические детали».

Диалог 1: техника вместо результата

Заказчик:

— Я хочу, чтобы свет в холле включался, когда я приду с работы, а в спальне — выключался, когда я лягу спать.

Неудачный ответ (в нём нарочно собран наш жаргон: брокер — посредник, через который устройства обмениваются сообщениями; Zigbee и MQTT — названия протоколов связи; заказчику эти слова не говорят ничего):

— У нас контроллер на базе ESP32 с поддержкой протокола Zigbee 3.0 и MQTT-брокером, интеграция с Яндекс Smart Home через Hi-Alice, с локальной обработкой сценариев.

Удачный ответ:

— Когда вы подъедете к дому — свет в холле загорится. Когда ляжете спать — вся квартира постепенно погаснет, а утром — загорится поэтапно. Управлять можно с телефона, пультом или голосом. Всё это работает, даже если интернет пропадёт — система не рушится.

Диалог 2: «А зачем это мне» vs «Вот зачем»

Заказчик:

— Зачем мне это нужно? У меня и так всё работает.

Неудачный ответ:

— Это модно, это будущее, это технологии.

Удачный ответ:

— Вы экономите электроэнергию: свет и климат включаются только там, где сейчас есть люди. Вы не идёте по дому и не вспоминаете, чтобы выключить. Вы возвращаетесь домой — и всё уже готово: температура, свет, музыка. Это как термостат в машине — вы не думаете о нём, пока он работает.

2. Ошибка «обещал больше, чем система умеет»

Говорить «это будет работать идеально всегда» или «наша система не имеет аналогов» — прямой путь к претензии после пуска. Любая система имеет ограничения: задержка реакции, зависимость от интернета, обновления прошивок, ограниченная совместимость устройств.

Как отвечать на «а может ли оно...» честно. Раздели ответ на три части: (1) что система делает точно, (2) что она делает с оговорками, (3) что она не делает и почему. Пример: «Управление светом работает без интернета — локально. Дистанционное управление из другой точки — через VPN, задержка 1–3 секунды. Голосовое управление Яндекс-станцией — работает, но не все команды приходится переформулировать». Честность не убивает сделку — убивает недоговорённости после неё.

Диалог 3: «работает всегда» vs «работает, но»

Заказчик:

— А если я приду вечером, будет ли всё работать?

Неудачный ответ:

— Да, всегда, идеально, без сбоев.

Удачный ответ:

— Свет и климат работают локально — без интернета, без облака. Дистанционное управление из телефона работает через интернет, и если провайдер подвиснет — вы сможете включить свет пультом или выключателем на стене, как обычно. Система не ломается, она просто переходит на локальный режим.

Диалог 4: «а сосед сделал дешевле»

Заказчик:

— Мой сосед закупил то же самое за полцены.

Неудачный ответ:

— Он купил подделку, это не работает.

Удачный ответ:

— Цена зависит от трёх вещей: качество устройств, срок службы и поддержка после сдачи. Дешёвые китайские переключатели работают месяцы, а потом вам придётся переделывать проводку. Мы ставим устройства, которые работают 5–7 лет без перебоев, и если что сломается — придём в течение 24 часов, это входит в нашу гарантию. Посчитайте стоимость владения: ваш сосед поменяет оборудование дважды, а вы — ни разу.

3. Ошибка «назвал цену первым»

Назвать цену до того, как заказчик понял ценность решения — значит отдать рычаг переговоров. Клиент воспринимает цифру как точку отсчёта для торга, а не как отражение работы.

Как вести разговор до цены. Структура: сначала объём работы (что будет сделано), затем результат (что клиент получит), затем ресурсы (какие материалы и оборудование), и только потом — стоимость. Пример: «Мы установим 12 точек управления, 8 датчиков и центральный контроллер. После монтажа вы получите автоматизацию света, климата и штор с одного экрана. Материалы — брендовые, с гарантией 3 года. Стоимость всего проекта — N рублей». Цена в конце — это не скидка, а итог логической цепочки.

Как называть цену и не оправдываться

Цену называют не «надо», а «получится». Не «это стоит N рублей, потому что дорого», а «за эту сумму вы получаете X месяцев бесперебойной работы, Y зон управления и Z лет гарантии». Оправдываться за цену — значит сразу признать, что она завышена. Вместо оправданий — покажите состав: «Из N рублей — M рублей оборудование с 3-летней гарантией, остальное — монтаж, проект, пусконаладка. Распишу по пунктам». Когда клиент видит, что каждая цифра имеет основание, он не торгует — он решает, стоит ли.

Диалог 5: «назвал цену первым»

Заказчик:

— Сколько это стоит?

Неудачный ответ:

— 200 тысяч. Дешевле не делаю.

Удачный ответ:

— Сначала разберёмся, что именно вам нужно. У вас 12 точек света, 3 климат-зоны, видеодомофон и управление шторами. За эти деньги вы получаете: автономную систему (работает без интернета), управление с одного экрана, приоритетную техническую поддержку (SLA 4 часа) и гарантию на оборудование по условиям договора. Стоимость — N рублей, из них M рублей — оборудование с гарантией, остальное — монтаж и настройка. Ниже — расшифровка.

Диалог 6: «а если вы пропадёте»

Заказчик:

— А если вы пропадёте через год? Кто будет обслуживать?

Неудачный ответ:

— Я никогда не пропаду, я здесь навсегда.

Удачный ответ:

— Если я пропал — система работает без меня. Всё, что вы видите в приложении, работает по локальным протоколам. Обслуживанием занимается любой электрик, который разбирается в щитах — схемы и паспорта всех устройств у вас под рукой. Я даю 3 года гарантии на монтаж, а оборудование — гарантия производителя. Если что-то сломается, звоните — приеду лично, или попросите любого электрика, он разберётся.

4. Ошибка «не выяснил, кто принимает решение»

В семье решение о «умном доме» часто принимает не тот, с кем ты разговариваешь. Муж может быть заинтересован, жена — против (или наоборот). Прораб может одобрить техническую часть, но дизайнер решит, что проводка испортит интерьер.

Кто на самом деле скажет да. На первой встрече выясни: (1) кто финансово принимает решение, (2) кто живёт в доме и будет пользоваться системой, (3) кто влияет на эстетику (дизайнер, жена, прораб). Задай прямой вопрос: «Кто ещё должен согласовать решение?» Не спрашивай в лоб «вы единственные решающие?» — это вызывает защитную реакцию. Лучше: «Я хочу, чтобы все участники были в курсе — подскажите, кому ещё нужно показать план?»

Диалог 7: «не выяснил, кто принимает решение»

Заказчик (муж):

— Звоню, хочу умный дом. Давайте проект.

Неудачный ответ:

— Отлично, делаем. Сколько точек нужно?

Удачный ответ:

— Прежде чем делать проект — кто ещё должен согласовать? Жена планирует ремонт? Дизайнер рисует план? Просто чтобы потом не переделывать: я сделаю проект, вы покажете жене, и если ей не понравится расположение выключателей — это будет переделка. Давайте согласуем всех заранее.

Диалог 8: «а это точно не сломается»

Заказчик:

— А если это сломается? У меня дети маленькие, они будут лапать.

Неудачный ответ:

— Не сломается, гарантия есть.

Удачный ответ:

— Дети лопают, это нормально. Датчики в детской — на высоте 1,5 метра, чтобы ребёнок не дотянулся. Все кабели — в стенах, ни о чём не видно. Если что-то всё же сломается — это покрывается нашей гарантией, мы приедем и починим. Но обычно ломают не техника, а ребёнок, который настраивает свет на максимальную яркость в 3 часа ночи — это уже не сломаемо, это настраивается.

5. Ошибка «согласился на бесплатный проект»

Бесплатный проект — это не подарок, а ловушка. Заказчик привыкает к тому, что проектирование — это отдельная услуга, которую можно отнять. Когда ты приступаешь к монтажу, он считает, что «проект уже оплачен, а монтаж — это бонус».

Где граница бесплатной консультации. Консультация — это 30–60 минут разговора с выездом на осмотр, после которого ты даёшь рекомендации. Проектирование — это отдельная услуга: чертежи, спецификация оборудования, смета. Консультация бесплатна, если заказчик не просит документов. Как только он просит план или спецификацию — это проект, и за него платят. Формулировка: «Консультация и осмотр — бесплатно. Проектирование обычно входит в стоимость монтажа по коммерческому предложению — отдельно оплачиваются опции вроде умных замков, СКУД, мультирума и DALI, а

также строительно-кабельные работы сверх проекта. Если хотите получить план и смету без обязательств по монтажу — это отдельная платная услуга».

Диалог 9: «бесплатный проект» и как это ловится

Заказчик:

— Вы же мне уже всё обещали — план, смету, схему. Давайте делайте, а потом решу, пойду ли я с вами на монтаж.

Неудачный ответ:

— Хорошо, сделаю бесплатно, а потом посмотрим.

Удачный ответ:

— Консультация и осмотр — бесплатно. А план, схема и смета — это проект, и за него отдельная оплата. Если вы выберете меня — стоимость проекта засчитывается в счёт монтажа. Если нет — вы получаете чёткий план, по которому сможете сдать проект любой мастерской.

Диалог 10: «интернет не нужен вообще»

Заказчик:

— А если интернет отключат? Всё сломается?

Неудачный ответ:

— Интернет не нужен вообще, система работает автономно полностью.

Удачный ответ:

— Свет, климат и замки работают без интернета — всё локально. Интернет нужно только для удалённого доступа: чтобы включить свет из машины, когда вы едете домой, или получить уведомление, что ворота открылись. Без интернета система работает, но вы управляете ею только через пульт у себя в квартире.

6. Ошибка «не зафиксировал договорённости»

Устные договорённости в строительстве не имеют силы. Заказчик помнит не то, что ты говорил, а то, что ему удобно. Через неделю он говорит: «ты же обещал установить именно эту модель камеры».

Что писать после встречи. После каждой встречи отправь заказчику письмо или мессенджер с перечнем: (1) что обсуждали, (2) какие решения приняли, (3) что дальше, (4) сроки, (5) стоимость. Формат — простой список, не протокол. Пример: «Итого по встрече 05.09: 1) Планируем 12 точек управления светом. 2) Выбор контроллера — X, поставщик — Y. 3)

Следующий шаг — выезд на осмотр в среду. 4) Предварительная смета — N руб. 5) Договор будет подписан до начала монтажа». Если ответа нет в течение 24 часов — свяжись с заказчиком повторно (звонок или письмо); договорённость фиксируется явным подтверждением заказчика или подписанным документом, а не молчанием.

Диалог 11: «не зафиксировал договорённости»

Заказчик (через неделю после встречи):

— Вы же обещали именно эту модель камеры!

Неудачный ответ:

— Я же говорил другое!

Удачный ответ:

— В письме после встречи я указал модель, которую вы одобрили. Если хотите — можем пересмотреть. Но сейчас это будет доплатой, потому что я уже заказал другую.

Диалог 12: «я ничего не подписывал»

Заказчик:

— Я не подписывал ничего, вы же обещали…

Неудачный ответ:

— Вы согласились устно.

Удачный ответ:

— Давайте посмотрим письмо, которое я отправил после встречи. Там всё расписано: что мы согласовали, что дальше, сроки, стоимость. Если что-то не так — поправим, и я пересылаю вам поправленный вариант на подпись. А пока — без подписанного документа мы не начнём.

7. Ошибка «спорил с заказчиком»

Спор — это ситуация, в которой оба уходят проигравшими: заказчик чувствует давление, ты — раздражение. В продаже инженерных систем спор никогда не меняет решение клиента, он только укрепляет его в противоположной позиции.

Как не спорить и всё равно донести своё. Используй технику «согласие с частью + факт + альтернатива». Не «вы неправы, эта проводка не выдержит», а «вы правы, что хочется сэкономить на кабеле. Однако сечение кабеля выбирается по нагрузке: для розеточных групп, которые у вас будут, обычно нужен медный кабель не менее 2,5 мм² с автоматом 16 А.

Кабель 1,5 мм² рассчитан на меньшую нагрузку (линии освещения, автомат 10 А) — если фактическая нагрузка превысит допустимую для такого сечения, начнутся перегрев и срабатывание защиты. Альтернатива: я могу предложить кабель другого бренда, который стоит на 15% дешевле, но с тем же сечением и сертификатом». Ты не спорил — ты дал факты и выбор.

Диалог 13: «спор» vs «факты и выбор»

Заказчик:

— Зачем мне этот навороченный контроллер? Мой электрик скажет, что это переплата.

Неудачный ответ:

— Ваш электрик не разбирается, а я знаю лучше.

Удачный ответ:

— Вы правы, простой вариант дешевле. Но простой контроллер не выдержит нагрузки, когда вы одновременно включите свет, климат и шторы. Через год он будет «зависать» и вам придётся ждать, пока отзовётся. Мой вариант — дороже, но выдержит любую нагрузку. Или выбираете простой — я тоже сделаю, но через год, когда заедет — переделаем. Ваш выбор.

8. Ошибка «пропал после сдачи»

Сдача объекта — это не конец работы, а начало сервисных отношений. Заказчик, у которого после сдачи пропала поддержка, не возвращается на повторные заказы и не рекомендует тебя.

Почему возврат на объект — это деньги. Один повторный вызов стоит 30–50% от стоимости первого монтажа. Рекомендатель — это клиент, который привёл нового заказчика, и ты не потратился на рекламу, чтобы его найти. Сервисный выезд через 1–2 месяца после сдачи — это момент, когда заказчик ещё помнит, как работал монтажник, и ещё не заметил мелких недочётов. Формула: «Сдал — через месяц приехал проверить — забрал обратно мелкие правки — клиент доволен — он рекомендовал тебя соседу».

Диалог 14: «а если я потеряю телефон»

Заказчик:

— Что если я упаду в больницу или потеряю телефон — как войти в дом?

Неудачный ответ:

— Ну это маловероятно.

Удачный ответ:

— У вас есть три способа войти: пульт на столе у входа (работает всегда), домофонная кнопка (как обычная колокольчик — нажал, открылось), и запасной ключ. Телефон — это удобство, а не обязательный способ. Доступ работает через резервные каналы: если ваш телефон выключен, нажмите кнопку домофона — дверь откроется. Если домофон тоже выключен — ключ. Три способа, ни один не зависит от интернета.

Диалог 15: «а если пожар»

Заказчик:

— Если пожар — я же заберу детей и бежать не буду думать, как открыть дверь?

Неудачный ответ:

— Не переживайте, всё будет.

Удачный ответ:

— Дверь открывается автоматически при пожаре. Датчик дыма — это как дымоход: он видит дым и открывает все двери и замки. Никто не должен думать — дверь просто открывается, как при обычном пожаре, когда выбегают из квартиры. К тому же — аварийные выключатели света находятся у каждого выхода, как обычно. Система обязана упрощать эвакуацию, а не усложнять её.

9. Ошибка «обещал проценты точности и «всегда работает»

Система распознавания номеров и лиц — работает в идеальных условиях. На практике — это зависит от камеры, света, погоды и ракурса. Обещать «99% точности» или «всегда распознаёт» — прямой путь к истерике заказчика, когда система не сработала в дождь.

Что обещать — и что нет.

Обещайте:

— Днём, при подъезде и остановке перед воротами, номер читается устойчиво.

— Ночью — с ИК-подсветкой, тоже читается, но с большим числом отказов, чем днём.

— Система честно сообщает, когда не смогла распознать, и в этом случае ворота не открывает (это фича, а не баг: лучше не открыла, чем открыла чужому).

— Лицо — как удобство для своих, с обязательным резервным способом (домофон, ключ, приложение).

Не обещайте:

— Процентов точности, тем более «девяносто девять». Малые тесты на дневке — не гарантия на ночь и дождь.

— Чтение на скорости без остановки — это зависит от камеры и выдержки, проверяется тестом, а не на словах.

— «Распознает любую машину в любую погоду» — не распознает. Грязный номер, тонированная рамка, туман, встречные фары — система откажет, и это правильно.

— «Заменит охрану» — не заменит. Это автоматика удобства, не безопасность.

— «Через интернет, облако, как у соседа» — не для ворот дома. В умном доме распознавание лучше держать локально, на одноплатном компьютере в щите у ворот. Интернет здесь — запасной канал, а не основной.

Диалог 16: «а если гость приедет»

Заказчик:

— А если мой друг приедет — как он попадёт в дом?

Неудачный ответ:

— Он позвонит вам, вы откроете через приложение.

Удачный ответ:

— У вас есть пульт на стене у входа — друг нажимает кнопку домофона, вы отвечаете на звонок и нажимаете «открыть». Или выдаёте одноразовый код в приложении — он работает 24 часа. Или просто открываете дверь сами, когда подойдёте. Никаких «связаться с владельцем» — просто нажать кнопку, как в обычном домофоне.

Диалог 17: «а если я потеряю телефон» (повтор, с акцентом на резерв)

Заказчик:

— Мой телефон сломался — что делать?

Неудачный ответ:

— Купите новый и настраивайте заново.

Удачный ответ:

— У вас есть пульт на стене — он работает всегда, как обычный домофон. Или вызовите бригаду — мы сбросим пароль и выдадим новый доступ за 10 минут. Но обычно хватает пульта или кнопки у входа. Телефон — это удобство, а не обязательный ключ.

10. Как фиксировать договорённости письменно, чтобы потом не спорить

Принцип: каждая договорённость — в письме, каждое письмо — с подтверждением

После каждой встречи, звонка или выезда:

1. Составьте список из пяти пунктов: что обсудили, что решили, что дальше, когда, сколько стоит.
2. Отправьте заказчику в мессенджер или по почте.
3. Попросите ответить «согласен» или исправить.
4. Если ответа нет в течение 24 часов — связаться повторно (звонок/письмо); договорённость фиксируется явным подтверждением заказчика или подписанным документом, а не молчанием.
5. Никогда не начинайте монтаж, пока нет подписанного договора или хотя бы письменного подтверждения о намерении работать.

Шаблон письма после встречи:

> *Итого по встрече 05.09:*
>
> *1. Планируем: 12 точек управления светом, 3 зоны климата, видеодомофон, управление шторами.*
>
> *2. Выбор: контроллер X, поставщик Y, камера Z с ИК-подсветкой.*
>
> *3. Следующий шаг: выезд на осмотр 08.09 в 12:00, выездной лист — в приложении.*
>
> *4. Стоимость проекта: N руб. (засчитывается в счёт монтажа при подписании договора).*
>
> *5. Сроки монтажа: с 12.09 по 26.09, сдача — 28.09.*

Если заказчик явно не подтвердил письмо — считать договорённость незафиксированной и уточнить у него ответ.

11. Когда отказаться от заказа

Не берём заказ, когда:

1. Заказчик требует «как у соседа», но не знает, что у соседа.

Если клиент приносит фото из соцсетей и говорит «хочу так же», а когда спрашивают — оказывается, что это система за 500 тысяч, а он готов платить 50 — это не ваш клиент. Не пытайтесь «сделать дешево» — вы потеряете деньги и репутацию.

2. Нет доступа к объекту.

Если заказчик не может предоставить доступ в квартиру, к щитку, к проводке — работать невозможно. Не важно, сколько он готов платить.

3. Заказчик не хочет видеть проект и схему.

Если клиент говорит «просто сделайте, я доверяю», а когда предлагаете показать план — «нет, не надо» — это красный флаг. Любой монтаж без проекта — это когда заказчик потом скажет, что вы «намутили», хотя сами не знает, что на самом деле нужно.

4. Есть скрытые условия.

Если клиент молчит о том, что у него есть собственник, соседи, ТСЖ, и только потом выясняется, что ничего ставить нельзя — это не ваша вина, но и ваш убыток.

5. Заказчик берёт у других, а к вам приносит «посмотри, исправь».

Если клиент приносит чужой проект и просит «просто переделать», а вы понимаете, что это полная переделка — честно скажите: «Это не доработка, это новый проект. Давайте сделаем его правильно». Если он insists — «нет, дешевле, быстрее» — откажитесь.

Диалог 18: «отказаться» как профессиональная позиция

Заказчик:

— Я хочу, чтобы вы сделали всё, как у соседа, за полцены.

Неудачный ответ:

— Я постараюсь.

Удачный ответ:

— Я не смогу сделать это качественно за эту цену. У вашего соседа система за 500 тысяч, а вы готовы платить 50 — это разные проекты. Я могу предложить: честную смету за настоящую систему, или посоветовать, где взять «как у соседа» по-настоящему. Но сделать вид, что 50 тысяч

покрывают 500 тысяч — это обман, который обернётся вам обеим сторонам плохо.

Итоги главы

Переговоры — это не продажа, а поиск общего языка. Заказчик не хочет слышать протоколы, он хочет услышать, что его жизнь станет проще. Цена — это не цифра, а соотношение «что вы получите за это деньги». Договорённость без подписи — это пустая устница, а спор с клиентом — это два человека, которые теряют друг друга.

Главное правило: отвечайте на вопрос, который задали, а не на тот, который вы бы задали себе. Не оправдывайтесь за цену — покажите состав. Не обещайте «всегда» — расскажите, как система работает в реальности. Не спорьте — дайте факты и выбор. И если что-то не можешь сделать честно — скажите об этом сразу. Заказчик это ценит больше, чем бесплатный проект.

Краткое резюме для повторения

— Технику переводите на язык результата: не «Zigbee», а «включи свет с телефона». — Честность лучше идеальных обещаний: «работает без интернета», а не «работает всегда». — Цену называют последней, не оправдываясь за неё — показывайте состав. — Выясняйте, кто ещё принимает решение: «кого ещё нужно согласовать». — Бесплатная консультация — не проект. Проект — это чертежи и смета за отдельную плату. — Каждую договорённость фиксируйте письменно. Без подписи — нет сделки. — Споры теряют обеих сторон. Давайте факты и выбор — клиент решает. — Сервис после сдачи — это не подарок, это повторные заказы и рекомендации. — Никогда не обещайте «99% точности» — обещайте «читается днём», а ночью «с отказами». — Если не можете сделать честно — откажитесь. Это лучше, чем переделка и обид.

Глава 25. Чек-листы

Чек-лист — это как проверка сети перед включением: берёте тестер, идёте по точкам, отмечаете галочкой. В умном доме — то же самое. Выезд, монтаж, пусконаладка, сдача — по пунктам. Пропустили один — и через месяц клиент позвонит.

Как пользоваться: распечатайте или откройте на телефоне. Отмечайте квадратные скобки по ходу: `[ ]` стало `[x]`. Правило одно: пункт без отметки — работа не сделана, даже если «кажется, что сделал». Если пункт нельзя отметить прямо сейчас — впишите дату, когда отметите, и не сдавайте объект раньше.

1. Выезд на объект и замер

Цель: собрать всё, что нужно для сметы, до того как названа цена. Первый выезд — разведка: пропустите заземление или не сфотографируете щиток — переделываете стены.

- ☐ Зафиксировал дату, время и цель выезда в журнале
- ☐ Сфотографировал фасад здания, подъезд и подъездные пути
- ☐ Определил тип объекта: частный дом, дача, квартира, коммерческое помещение
- ☐ Записал этажность и планировку: комнаты, зоны
- ☐ Нашёл существующий электрощит и сфотографировал его целиком
- ☐ Сфотографировал этикетки автоматов и кабельных линий в щите
- ☐ Проверил число свободных мест на DIN-рейке (DIN-рейка — планка в щите, на которую крепятся автоматы)
- ☐ Проверил наличие и состояние заземления: розетки с заземлением, УЗО (устройство защитного отключения) на 30 мА на линиях
- ☐ Оценил состояние существующей проводки: возраст, видимые повреждения
- ☐ Проверил наличие слаботочных линий: интернет, ТВ, телефон
- ☐ Определил точку ввода питания в здание
- ☐ Оценил пути прокладки кабелей: чердак, подпол, штробы (канавки в стене под кабель)
- ☐ Оценил состояние стен и потолков: какой материал, можно ли штробить
- ☐ Проверил наличие вентиляции и кондиционирования — влияет на размещение датчиков
- ☐ Проверил, где стоит роутер и есть ли Wi-Fi (беспроводная сеть)
- ☐ Отметил на плане: точки света и розеток, управление шторами

- ☐ Отметил места под датчики: движения, температуры, влажности, дыма, протечек
- ☐ Отметил места под камеры и считыватели доступа
- ☐ Определил места для контроллера и роутера
- ☐ Уточнил про уже установленные умные устройства и бренды
- ☐ Записал контакт заказчика и того, кто даёт доступ на объект
- ☐ Согласовал дату следующего выезда
- ☐ Составил черновой список оборудования

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

2. Согласование с заказчиком

Цель: понять, кто платит, кто пользуется и что не делать.

- ☐ Записал ФИО и контакты всех, кто принимает решения
- ☐ Выяснил, кто оплачивает проект
- ☐ Выяснил, кто будет пользоваться системой каждый день
- ☐ Выяснил, кто присутствует при монтаже и кто принимает работу
- ☐ Узнал про опыт заказчика с умным домом
- ☐ Уточнил про существующие умные устройства и бренды
- ☐ Уточнил про существующее видеонаблюдение и камеры
- ☐ Уточнил про домашний Wi-Fi
- ☐ Уточнил предпочтения по голосовому помощнику
- ☐ Узнал про домашний кинотеатр или аудиосистему
- ☐ Спросил про необходимость интеграции со зданием (управляющая компания, стояки)
- ☐ Узнал про домашних животных и аллергии: датчик движения реагирует на питомцев
- ☐ Уточнил про ремонт или перепланировку в ближайшие полгода
- ☐ Узнал про планы на расширение системы
- ☐ Определил приоритетные зоны: свет, климат, шторы, безопасность
- ☐ Спросил про бюджет или рабочий диапазон цен
- ☐ Записал, чего заказчик НЕ хочет: внешний вид, бренды
- ☐ Записал желаемые сценарии: утро, вечер, уход, возврат
- ☐ Согласовал срок готовности объекта
- ☐ Уточнил, кто подписывает договор и акт
- ☐ Согласовал канал связи: мессенджер, телефон, почта
- ☐ Записал всё в техническое задание (ТЗ — техническое задание, подписанный список «что делаем»)

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

3. Закупка

Цель: не поехать за вторым кабелем посреди монтажа. Деньги ушли — ошибку не поправить.

- ☐ Проект согласован и подписан заказчиком
- ☐ Сверил спецификацию (список закупки с количеством) с планом точек
- ☐ Проверил совместимость всех компонентов между собой по паспортам
- ☐ Проверил совместимость с тем, что уже стоит у заказчика
- ☐ Согласовал с заказчиком бренд и модель каждого ключевого устройства
- ☐ Проверил сертификаты соответствия
- ☐ Уточнил гарантийные условия у поставщика по каждой позиции
- ☐ Сверил цены со сметой; отклонения больше согласованных — заказчику на подпись
- ☐ Проверил цены и акции перед заказом
- ☐ Проверил сроки поставки и наличие на складе
- ☐ Заложил запас расходников примерно 10 процентов: кабель, датчики, крепёж
- ☐ Проверил комплектность: кабель, крепёж, дюбели, гофра (гофрированная труба, в которую тянут кабель)
- ☐ Заказал запасные карты памяти для видеорегистратора и камер
- ☐ Убедился, что есть инструменты или ПО для пусконаладки
- ☐ Согласовал сроки доставки и условия возврата неиспользованного
- ☐ Сохранил накладные и сертификаты в папке проекта

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

4. Черновой этап (подготовка к монтажу)

Цель: не испортить жильё и не потерять день.

- ☐ На объекте есть электричество и освещение для работы
- ☐ Заказчик или его представитель ознакомлен с планом работ
- ☐ Все материалы и оборудование по спецификации на объекте
- ☐ Инструмент готов: шуруповёрт, перфоратор, стриппер (инструмент для снятия изоляции), тестер
- ☐ Расходники готовы: гофра, кабель-каналы, дюбели, изолента, термоусадка (трубка, которая сжимается от фена и изолирует соединение)
- ☐ Пол и мебель в зоне работ укрыты плёнкой
- ☐ График шумных работ согласован с заказчиком
- ☐ Стремянка и средства защиты: перчатки, очки
- ☐ Все линии, на которых работаем, обесточены — проверено тестером, а не «автомат же выключен»

- ☐ Сфотографировал состояние помещений до начала работ
- ☐ Временные отключения электричества согласованы (с заказчиком, а в квартире — и с управляющей компанией)
- ☐ Связь с заказчиком работает, телефон заряжен

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

5. Прокладка кабелей

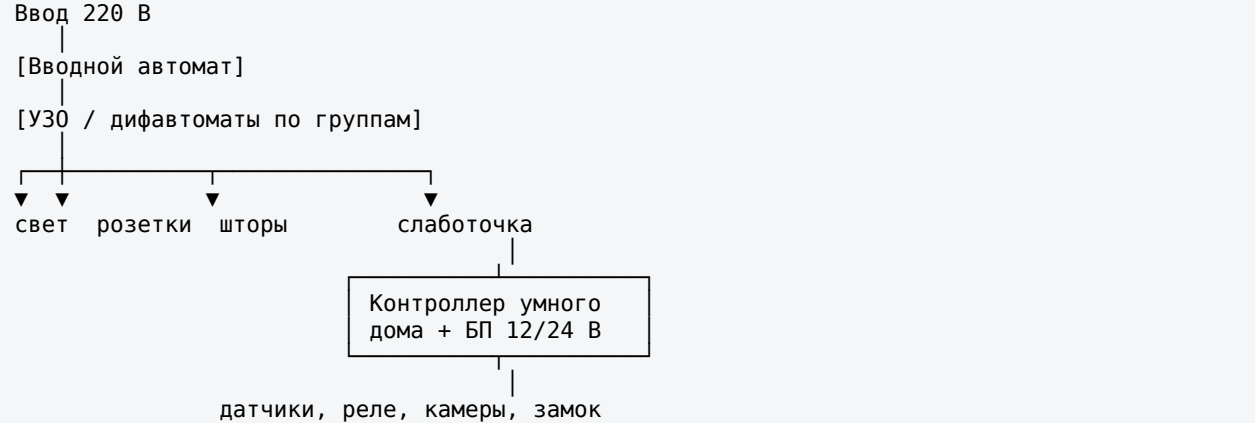
Цель: к каждой точке — правильный кабель, промаркированный, до закрытия стен. Ошибки в проводке скрыты: закрыли стену — и забыли.

- ☐ Разметил маршруты кабелей по плану
- ☐ К каждой точке управления кабель проложен по проекту
- ☐ Сечение кабеля соответствует нагрузке (сечение — «толщина» жилы; тонкий кабель на большой ток греется, как провод от старой плитки)
- ☐ Весь силовой кабель в гофре или кабель-канале, где положено
- ☐ Силовые и слаботочные линии не идут в одной трубе; если параллельно — не ближе 10 см
- ☐ Улица: кабель защищён от грызунов и ультрафиолета
- ☐ Витая пара (сетевой кабель из скрученных пар проводов) до камер: не длиннее 100 метров на сегмент
- ☐ Кабель до считывателя: минимум 4 жилы (питание, D0, D1, общий)
- ☐ Кабель до замка — отдельный, не в одном пучке с питанием контроллера
- ☐ Минимальный радиус изгиба указывается в документации на конкретный кабель: типично от 4 диаметров (витая пара) до 10–15 (контрольные, коаксиальные); для распространённых силовых кабелей — не менее 7.5–10 наружных диаметров; без перегибов и перетяжек
- ☐ Кабели закреплены каждые 30 см стяжками и защёлками
- ☐ Запас 15–20 см на каждом конце линии — чтобы хватило на переклёмку
- ☐ Каждая линия промаркирована с двух концов: «щит — спальня, свет, люстра»
- ☐ Все соединения в коробках выполнены и изолированы
- ☐ Кабели в сухом состоянии, не проходят в зоне будущей мебели
- ☐ Проверил высоту коробок и панелей по проекту
- ☐ Сопротивление изоляции каждой линии проверено мегаомметром (прибор, который «давит» на изоляцию высоким напряжением и смотрит, не пробьёт ли)
- ☐ Сфотографировал ВСЮ скрытую проводку до закрытия стен — с привязкой к размерам
- ☐ Составлен акт скрытых работ и подписан заказчиком
- ☐ Ни одна линия не перегружена по сечению
- ☐ Записал в журнал маркировку всех линий

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

6. Сборка щита

Цель: щит, который через год можно открыть и всё понять без звонка.



- ☐ Щитовая чистая, сухая, есть доступ, место хватает
- ☐ Вводной автомат соответствует нагрузке проекта
- ☐ Автоматы установлены по схеме, не «как влезли»
- ☐ Розеточные группы и линии во влажных помещениях защищены УЗО (устройство защитного отключения) или дифавтоматом (автомат и УЗО в одном корпусе) согласно ПУЭ-7 п. 7.1.71–7.1.79; необходимость УЗО на остальные группы определена проектом
- ☐ Подключены нейтральная (N — Neutral, ноль) и защитная (PE — Protective Earth, защитное заземление) шины
- ☐ Контроллер умного дома подключён через свой блок питания
- ☐ Установлено резервное питание контроллера (аккумулятор или ИБП — источник бесперебойного питания)
- ☐ Все автоматы пронумерованы, каждая линия подписана настоящими словами: «кухня, розетки, верхние»
- ☐ Клеммы затянуты по норме из паспорта клеммы (динамометрическим ключом, где доступен)
- ☐ Запас провода в щите — на переклёмку, уложен аккуратно
- ☐ Фазировка проверена: где фаза L, где ноль N, где земля PE
- ☐ На неиспользуемых позициях стоят заглушки
- ☐ Кабельные вводы промаркированы
- ☐ Нет токоведущих частей, до которых можно дотронуться
- ☐ Щит заземлён, под ключом, без доступа посторонних
- ☐ Установлены индикаторы-светодиоды (LED — Light Emitting Diode, светодиод) на автоматы
- ☐ Каждый автомат щёлкается туда-обратно и держит нагрузку
- ☐ Табличка: название, дата, номер проекта
- ☐ Сфотографировал готовый щит со всех сторон

- ☐ Записал в журнал, что установлено

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

7. Черновая проводка (предварительное подключение)

Черновик — проверяем структуру, а не эстетику. Грязно, но работает.

- ☐ Подключил контроллер и проверил его питание
- ☐ Прошивки контроллера и модулей актуальны
- ☐ Все кабели подключены к нужным контактам
- ☐ Включил свет и проверил работу каждой точки
- ☐ Проверил управление шторами и ставнями
- ☐ Подключил датчики: движения, температуры, влажности, дыма, протечек
- ☐ Включил климат и проверил датчики
- ☐ Подключил камеры и проверил видимость на экране
- ☐ Проверил работу считывателя доступа или домофона
- ☐ Сценарии запускаются без ошибок: утро, вечер, уход, возврат
- ☐ Управление из мобильного приложения работает
- ☐ Система работает без интернета
- ☐ Отключил питание и включил заново — система автозагрузилась
- ☐ Проверил индикаторы на щитке по назначению
- ☐ Нет перегрева компонентов
- ☐ Проверено заземление всех металлических корпусов
- ☐ Сфотографировал каждое подключение: до и после
- ☐ Записал в журнал, что работает, а что дорабатывать
- ☐ Согласовал черновой запуск с заказчиком
- ☐ Подписан протокол чернового этапа

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

8. Чистовой монтаж

Цель: всё стоит ровно, работает и не мозолит глаза.

- ☐ Розетки и выключатели установлены заподлицо, без перекосов
- ☐ Все механизмы закреплены, лицевые панели на месте
- ☐ Датчики движения, температуры, протечек, дыма установлены по проекту
- ☐ Контроллер установлен и подключён ко всем линиям
- ☐ Считыватель замка: в пластиковом подрозетнике, на удобной высоте (обычно 1,2–1,4 м от пола) — по паспорту модели
- ☐ Замок установлен, доводчик (механизм, который сам закрывает дверь) смонтирован и отрегулирован

- ☐ Кнопка выхода изнутри есть и работает
- ☐ Аварийный способ открыть дверь при умершем контроллере обсуждён и установлен
- ☐ Камеры закреплены, козырьки поставлены, транспортировочная плёнка с объективов снята
- ☐ Грозозащита на уличных линиях стоит
- ☐ Все кабельные трассы в каналах, ничего не висит
- ☐ Инструмент, обрезки, мусор убраны
- ☐ Маркировка линий в щите совпадает с реальной разводкой — прошёлся по каждой линии тестером

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

9. Пусконаладка

Цель: не «должно работать», а «проверил, вот результат». Каждый пункт — дважды: включили и проверили.

- ☐ Все автоматы в щитке в положении «выкл»
- ☐ Включил вводной автомат и измерил напряжение на шинах
- ☐ Группы включал по одной: утечек нет, УЗО не выбивает
- ☐ Каждая розетка проверена тестером: фаза, ноль, земля
- ☐ Каждый выключатель управляет своей нагрузкой
- ☐ Контроллер запущен, видит все модули
- ☐ Каждый датчик проверен действием: помахал рукой перед датчиком движения, приложил тепло к датчику температуры, каплю воды — на датчик протечки (каплю, не ведро)
- ☐ Проверены реле: шторы, клапаны, насосы
- ☐ Сценарии проверены вживую: «утро», «вечер», «уход», «возврат»
- ☐ Уведомления на телефон приходят: протечка, открытие двери, тревога
- ☐ Приложение установлено на телефоны всех, кто будет пользоваться
- ☐ Голосовое управление проверено, если предусмотрено
- ☐ Камеры: картинка идёт, запись на носитель работает
- ☐ Проверены автоматические отключения: таймер, датчик, сценарий
- ☐ Проверен шум реле и механизмов
- ☐ Выключил интернет — система работает локально (локально — «внутри дома», без интернета; как домофон, который звонит без сети)
- ☐ Проверено резервное питание: выдернул питание контроллера — система не умерла
- ☐ Для датчиков с регулируемой чувствительностью (движение, протечка) настроены пороги и зоны обнаружения; показания датчиков температуры/влажности сверены с эталонным прибором, при расхождении внесена поправка, если прошивка это позволяет
- ☐ Резервная копия настроек контроллера сделана и сохранена вне контроллера

- ☐ Протокол пусконаладки составлен и подписан заказчиком

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

10. Монтаж замка и считывателя

Замок — это как выключатель, который вы не нажимаете рукой: его нажимает электромагнит или мотор. Считыватель — как карта, которую кладут на поверхность, только у него своё питание и пара сигнальных проводов.

Поведение при отключении электроэнергии:

Тип	Как запирается	Как открывается	Куда ставить
Электромагнитный (электромагнит на раме)	пока на катушке напряжение	при пропадании питания	путь эвакуации
Электромеханический (соленоид или мотор в замке)	без питания	при подаче напряжения	входная дверь
Моторный	в том состоянии, в котором без питания	командой	по проекту

В паспортах замков встречаются буквы NC (Normally Closed, «нормально замкнутый») и NO (Normally Open, «нормально разомкнутый») — они описывают состояние замка БЕЗ питания. Не угадывайте по буквам — проверяйте поведение обесточиванием: сняли линию с замка и посмотрели, что стала делать дверь.

- ☐ Тип замка выбран по месту: на пути эвакуации — замок, открывающийся при пропадании питания; на входной двери — замок, остающийся запертым
- ☐ Замок закреплён с фиксирующей планкой
- ☐ Параллельно катушке замка в обратной полярности установлен обычный диод (например 1N4007): диод пропускает ток в одну сторону и замыкает через себя импульс ЭДС самоиндукции, возникающий при отключении катушки, защищая транзистор/реле контроллера
- ☐ Отдельная линия питания замка; питание замка и контроллера — от разных источников или независимых выходов, разными кабелями
- ☐ Блок питания замка имеет резервный ИБП — для эвакуационного пути
- ☐ Замок соединён с контроллером через сухой контакт или реле
- ☐ Считыватель в пластиковом или накладном подрозетнике, не в металлическом; не на металлической двери, либо на диэлектрической накладке

- ☐ Считыватель на удобной высоте (обычно 1,2–1,4 м от пола) — по паспорту модели
- ☐ Кабель считывателя: минимум 4 жилы (питание, D0, D1, общий), проложен отдельно от силовых; падение напряжения на длинной линии посчитано
- ☐ Считыватель подключён к контроллеру по проекту (Wiegand — протокол считывателей по двум данным проводам; RS-485 — стандарт последовательной связи по паре проводов)
- ☐ Внутренняя кнопка выхода установлена и подключена на вход контроллера
- ☐ Аварийная кнопка или тумблер «снять питание с замка» установлена, минуя контроллер
- ☐ Доводчик смонтирован и отрегулирован: дверь закрывается сама и до конца
- ☐ Ключ заказчика работает: приложил — открылось
- ☐ Чужой ключ НЕ открывает: проверил незаписанным брелоком
- ☐ Автономность проверена физически: выдернул сеть из контроллера — ключ по-прежнему открывает (занимает две минуты и спасает от скандала «система сломалась»)
- ☐ Если замок на эвакуационном пути — сигнал о пропаже питания замка приходит в щит/уведомлением
- ☐ Замок в момент срабатывания не «просаживает» контроллер: открыл дверь — контроллер не перезагрузился
- ☐ Сфотографирована схема подключения

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

11. Аварийное открытие и пожар

При пожаре электричество может исчезнуть. Двери должны открываться, а не ждать карточку.

- ☐ На всех дверях путей эвакуации стоят замки, открывающиеся при пропадании питания
- ☐ На входной двери замок, остающийся запертым без питания
- ☐ Аварийная кнопка или тумблер «снять питание с замка» работает при «зависшем» контроллере: включил, отключил — замок отпустил
- ☐ Кнопка красного цвета, с надписью «АВАРИЙНОЕ ОТКРЫТИЕ», по пути к выходу
- ☐ Сценарий «пожар» настроен и сверен с проектом и заказчиком: открыть двери, включить свет на пути выхода, послать уведомление
- ☐ Сценарий проверен вживую: нажал тест на датчике дыма — двери открылись, свет загорелся, уведомление пришло
- ☐ Проверено обесточиванием: снял питание с линии замка — дверь открылась рукой без ключа

- ☐ Двери отжимаются при полностью отключённой системе; замок не заедает при давлении
- ☐ Двери закрываются сами (доводчик не мешает эвакуации), на выходе нет блокировок
- ☐ Резервное питание покрывает замки на эвакуационных путях и контроллер
- ☐ Считыватель, PIN-код (Personal Identification Number, персональный идентификационный номер), отпечаток пальца (если есть) работают без сети — из локальной памяти замка
- ☐ Датчики дыма установлены по проекту и дают сигнал в систему
- ☐ Датчики протечки проверены: капля воды на датчик — уведомление пришло, клапан (если есть) закрылся
- ☐ Сработала сигнализация при аварийном открытии
- ☐ План эвакуации у каждого выхода; выходы промаркированы на плане и на местности
- ☐ Заказчик знает, как открыть дверь, если всё умерло, и где эта кнопка
- ☐ Обсуждено: замок на эвакуационном пути, открывающийся при пропадании питания, — это защита людей, а не «дыра в безопасности»
- ☐ Способ аварийного открытия записан в руководстве пользователя
- ☐ Составлен акт проверки и подписан с заказчиком

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

12. Монтаж камеры

Камера — как окно: где поставите и как посмотрите, так и будет. Ошибку на этом этапе не исправит программа.

- ☐ Место выбрано: не на солнце, не на фонарь и не на фары вдоль дороги
- ☐ Для распознавания номеров: камера на уровне номерного знака или чуть ниже (знак легковой машины — примерно 0,3–0,7 м от земли), не смотрит вниз под острым углом
- ☐ Для общего наблюдения: высота 2,5–3 м, камеры не перекрывают друг друга
- ☐ Расстояние до места остановки машины — по паспорту камеры, не выдумывать
- ☐ Поворот вбок от фронтального взгляда на номер — не более 30 градусов
- ☐ Козырёк сверху — от солнца, дождя и снега; солнце падает на номер, а не прямо в линзу
- ☐ Камера не дрожит на ветру, объектив чистый: нет пыли, паутины, капель
- ☐ Питание: PoE (Power over Ethernet, питание по тому же сетевому кабелю, что и картинка) или отдельный блок питания по паспорту

- ☐ Если PoE: стандарт совпадает у коммутатора и камеры — сверены оба паспорта; коммутатор поддерживает PoE или установлен инжектор
- ☐ Витая пара не длиннее 100 метров на сегмент, иначе — повторитель
- ☐ Кабель на улице — в гофре или кабель-канале, с защитой от грызунов; не рядом с силовыми линиями
- ☐ Автомат на линию камеры в щите — как на любую линию
- ☐ Грозозащита на входе уличной линии в здание (гроза по улице выжигает порт камеры — классика)
- ☐ Блок питания (если не PoE) — в сухом щите, не в коробке на столбе
- ☐ Если объект на улице зимой — обогрев объектива есть, проверено по паспорту
- ☐ Подключена к видеорегистратору или контроллеру, проверены IP-адрес (IP — сетевой адрес устройства) и подключение к сети
- ☐ Настроена запись: постоянная, по движению или по расписанию
- ☐ Настроены уведомления: движение, потеря сигнала
- ☐ На месте подобраны баланс белого и экспозиция
- ☐ Сфотографирована камера и её обзор

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

13. Живая картинка с камеры

Живая картинка — кадры, которые только что сняты. Если через 30 секунд вы видите тот же кадр — это не живо.

- ☐ Поток (живая картинка, идущая непрерывно, как эфир) открылся в приложении
- ☐ Картинка идёт без пропаданий и рассыпаний
- ☐ Движение — реакция в реальном времени: шевельнулись в кадре — картинка отреагировала
- ☐ Посмотрено днём в пасмурную погоду: нет бликов от козырька и корпуса
- ☐ Посмотрено в темноте: фонари и фары не слепят, ИК (инфракрасная — невидимая глазу) подсветка работает
- ☐ Посмотрено в мороз, если сезон: объектив не запотевает и не обмерзает
- ☐ Цвета соответствуют реальности, нет «мёртвых» зон, пересвета или чёрных пятен
- ☐ Если камера PTZ (Pan-Tilt-Zoom, поворот-наклон-зум): управление откликается
- ☐ Если есть микрофон — звук передаётся чётко
- ☐ Запись на диск: открыл архив, нашёл вчерашний час
- ☐ Запись по событию: прошёл мимо камеры — кусок с событием записался

- ☐ Носитель не переполнен: цикл работает, старые записи перезаписываются по расписанию
- ☐ Картинка доступна заказчику: в его приложении та же камера
- ☐ Выключил интернет — камера и локальный доступ к записи работают
- ☐ Камера не перегревается, сигнал стабилен (без падений)

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

14. Распознавание номеров

Номер — как надпись на книге: если книга смазана или закрыта, не прочтёте.

- ☐ Номер читается ГЛАЗАМИ с записи: пусть машина проедет, откройте запись, посмотрите. Если вам с записи нечитаемо — программе тем более
- ☐ Номер занимает большую часть кадра
- ☐ ИК-подсветка стоит рядом с камерой и направлена на зону номера (номер светлоотражающий, как дорожный знак: свет должен идти оттуда же, откуда смотрит камера)
- ☐ Режим «съёмка номеров» с короткой выдержкой включён, если паспорт камеры его предусматривает
- ☐ Свет равномерный, без теней и бликов
- ☐ Номер чистый и не закрыт: нет пыли, снега, рекламы и тонированной рамки (рамка — светофильтр, чтение ломает)
- ☐ Распознавание работает локально у ворот (компьютер в щите у ворот), а не через облако — интернет пропал, ворота всё равно открываются
- ☐ Чувствительность (порог) распознавания выставлена экспериментально на реальной шлагбаумной линии
- ☐ Тестовый проезд днём: система распознала номер своей машины и открыла ворота
- ☐ Тестовый проезд вечером/ночью: с ИК-подсветкой — открыла
- ☐ «Чужой» номер: система НЕ открыла ворота машине, которой здесь не положено
- ☐ Не прочитала — система честно говорит «не распознала» и не открывает — это правильное поведение, не баг
- ☐ Проверено отключением интернета: ворота у своего номера открываются
- ☐ Заказчику обещан режим («днём читает устойчиво, ночью хуже, в непогоду возможен отказ»), а не проценты точности
- ☐ Список «своих» номеров заполнен, заказчик умеет его пополнять
- ☐ Результаты тестов записаны в протокол

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

15. Временный доступ гостю

Временный доступ — это как пропуск на один день: потом больше не работает. «Навсегда» гостю не выдавать.

- ☐ Контроллер хранит список ключей сам, локально (не сверяется с сервером по сети — сервер может лежать, а гостю надо заехать)
- ☐ Ключ гостю создан: карта, PIN-код, QR-код (Quick Response, двумерный штрихкод), BLE-ключ (Bluetooth Low Energy, малопотребляющий Bluetooth) или временный ключ в приложении — по тому, что умеет конкретный контроллер (смотри паспорт)
- ☐ Установлены время начала и окончания (например: с 14:00 15 сентября до 15:00 того же дня)
- ☐ Зоны ограничены: гость на парковку и калитку, но не в щитовую и не во все двери
- ☐ Ключ проверен ДО приезда гостя: приложил — открылось
- ☐ Ключ одноразовый (не многоразовый)
- ☐ Если гость — бригада ремонтников: ключ выдан на срок работ, не «навсегда»
- ☐ Если ключ — телефон гостя (NFC — Near Field Communication, бесконтактная связь на короткое расстояние): проверен на его конкретном телефоне
- ☐ Код/ключ отправлены гостю: мессенджер, SMS (Short Message Service, текстовое сообщение), почта
- ☐ Гость открыл дверь — зафиксировано в журнале: кому, какой ключ, на какой срок, зачем
- ☐ После окончания срока проверено: тот же ключ уже НЕ открывает
- ☐ Утерянный код можно деактивировать; после окончания код удалён из активных
- ☐ С гостем подтверждено: открылось

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

16. Сдача объекта

Сдача — когда заказчик получает работающую систему с документами, а не надежду.

- ☐ Передан полный комплект документации: схема электрики, схема автоматизации, спецификация оборудования
- ☐ Акт скрытых работ, протокол пусконаладки, акт приёма-передачи с перечнем работ — подписаны
- ☐ Гарантийный талон с печатью и подписью
- ☐ Руководство пользователя на простом языке, со скриншотами, передано

- ☐ Ключи от щита переданы заказчику
- ☐ Все устройства закреплены на местах
- ☐ Проведён финальный обход объекта с заказчиком: показаны все зоны и управление
- ☐ Показано управление: вручную, из приложения, голосом (если есть)
- ☐ Показаны аварийные сценарии: как открыть дверь без электричества, что происходит при тревоге
- ☐ Все пожелания из ТЗ сверены по списку — каждое отмечено выполненным или перенесено с подписью
- ☐ Замечания заказчика записаны в акт со сроками устранения
- ☐ Мини-инструктаж: как перезагрузить контроллер, что делать при пропаже интернета, куда звонить
- ☐ Согласованы контакты сервисной поддержки и дата первого сервисного визита
- ☐ Подпись заказчика на акте получена
- ☐ Подписанный акт и документы сфотографированы для папки проекта
- ☐ Копии всех документов — в папке проекта, оригиналы — у заказчика

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

17. Выезд по гарантии

Цель: приехать, починить, не купить себе новый скандал.

- ☐ Запрос заказчика прочитан ДО выезда: что именно не работает, при каких условиях
- ☐ Позвонил заказчику заранее: есть ли заявки или вопросы
- ☐ Взял инструмент, тестер и вероятные расходники по журналу объекта
- ☐ Прогнал все сценарии вживую: «утро», «вечер», «уход», «возврат»
- ☐ Все датчики проверены действием, а не «по приложению выглядит нормально»
- ☐ Камеры: объектив чистый, картинка живая, запись ведётся
- ☐ Замки: ключ работает, автономность при отключённой сети — работает
- ☐ Щит: клеммы протянуты, следов нагрева и окислов нет
- ☐ Розетки и выключатели осмотрены на видимые повреждения
- ☐ Проверены кабельные соединения в щитовой
- ☐ Проверены обновления приложения, прошивок контроллера и модулей; обновлять — только после предупреждения заказчика
- ☐ Проверено резервное питание (аккумулятор, ИБП)
- ☐ Устройства отвечают вовремя
- ☐ Проверена система оповещения (сирена, уведомления)
- ☐ Кабель-каналы и гофра оценены на повреждения
- ☐ Щитовая закрыта на замок
- ☐ Заказчик знает, как вызвать поддержку

- ☐ Всё найденное записано: что исправил, что требует замены, что предложил
- ☐ Журнал техобслуживания заполнен: дата, работы, подпись заказчика
- ☐ Согласована дата следующего планового визита

Красный признак: если хоть один пункт не отмечен — объект не сдан.

Как вести эти списки, чтобы они работали

Одна бумага — один объект. Не «чек-лист вообще», а чек-лист этого дома, с датами и подписями. Через два года спор «а мы это делали?» решается отметкой в списке, а не памятью.

Отмечайте сразу. Пункт, отложенный «отмечу вечером», почти наверняка перестаёт существовать.

Нельзя отметить — не сдавайте. Тестовый проезд для распознавания номеров нельзя сделать в гололёд? Значит, пункт «проверка распознавания» остаётся открытым, и объект по этому узлу не сдан. Впишите дату, когда сделаете, и согласуйте это с заказчиком письменно.

Фотографии — часть отметки. Пункт «сфотографировал проводку до закрытия стен» без фотографии на диске — не выполнен. Отметка в списке и файл с датой должны совпадать.

Глава 26. Глоссарий

Как пользоваться словарём

Слова собраны по алфавиту: русская буква — заголовок раздела. Термины латиницей поставлены туда, где они произносятся по-русски: NFC — в разделе «Н», Wiegand — в разделе «В», Zigbee — в разделе «З».

У каждой статьи — строка «На объекте это значит:» с практическим следствием для монтажа. Фраза «смотрите паспорт» означает: характеристика зависит от модели, точное число берётся из документа изделия.

Ссылки «см.» ведут к полной статье в другом месте словаря.

А

Аварийная кнопка разблокировки — кнопка у двери, которая при аварии или пожаре снимает запирание: разрывает питание электромагнитного замка, и дверь открывается рукой. Аналогия — стоп-кран поезда: действие простое и безусловное.

На объекте это значит: монтируется на путях эвакуации по проекту; цепь строится так, чтобы обрыв провода не оставил людей запертыми — схему подтверждайте у производителя замка и контроллера.

Автоматизация — когда домом управляют устройства, а не руки: контроллер следит за датчиками и сам включает и выключает нагрузку по правилам. Для электрика это знакомая логика реле и кнопочных постов, только правил больше и меняются они без перекидки проводов.

На объекте это значит: прежде чем тянуть кабели, получите список сценариев от заказчика — переделка трассы после чистовой отделки дороже самого кабеля.

Актуатор — исполнительное устройство (от англ. actuator, «привод»): то, что выполняет команду — реле, диммер, привод клапана или шторы. Как силовой контактор: не думает, а делает то, что велит схема управления.

На объекте это значит: именно актуаторы вы монтируете в щит и коробки; ток нагрузки и тип подключения — строго по паспорту модуля.

Аналоговый вход — вход контроллера, измеряющий величину плавно, а не «есть/нет»: температуру, освещённость, давление. Аналогия — мультиметр: он показывает не «целая цепь или оборвана», а точное число вольт.

На объекте это значит: к аналоговому входу идёт слаботочный кабель по схеме производителя; перепутать с дискретным входом нельзя — модуль покажет чушь или откажется работать.

Ампер-часы (А·ч) резервного питания — единица ёмкости аккумулятора: сколько ампер батарея отдаёт в течение часа. Как бак с соляркой у генератора: делите запас на расход, получаете время работы. Например, 7 А·ч при потреблении 0,5 А — ориентировочно 14 часов.

На объекте это значит: реальная автономия зависит от типа батареи, возраста и температуры; точные цифры — из паспорта батареи, расчёт делайте с запасом.

Б

Бистабильное реле — реле с двумя устойчивыми положениями: импульс переключил — и осталось в новом состоянии без удерживающего тока. Как клавишный выключатель, а не кнопка звонка: палец не нужен.

На объекте это значит: катушка не греется, но управлению нужен именно импульс — проверьте, что выход контроллера умеет его давать (зависит от модели).

Беспотенциальный контакт — см. «Сухой контакт».

Бесперебойное питание (ИБП) (UPS, Uninterruptible Power Supply — «источник бесперебойного питания») — блок, который при пропадании сети переходит на батарею и держит щит живым. Маленький генератор с автозапуском, только на минуты и часы, а не сутки.

На объекте это значит: время автономии считается по суммарному потреблению щита и ёмкости батареи в ампер-часах; место, вес и вентиляция — по паспорту.

Bluetooth Low Energy (BLE) («блютус с низким энергопотреблением») — беспроводная связь малой дальности для меток, брелоков и замков: живёт на батарейке-таблетке месяцами.

На объекте это значит: у батареек есть срок — кто и когда их меняет, решается с заказчиком заранее; дальность и работа через стены зависят от моделей.

В

Витая пара — кабель из пар медных жил, свитых между собой: переплетение гасит наводки, потому что помеха наводится на обе жилы поровну и приёмник её вычитает.

На объекте это значит: тянется без натяжения, радиус изгиба — по паспорту кабеля; от силовых линий — отдельно (см. «Слаботочные линии»).

Видеорегистратор (NVR) (Network Video Recorder, «сетевой видеорегистратор») — устройство, которое пишет видео с камер на диск и раздаёт картинку на экраны и телефоны.

На объекте это значит: ему нужны сеть, питание, вентиляция и место под диски; совместимость с камерами разных производителей проверяйте заранее (см. «ONVIF»).

Вызывная панель — «дверной» блок домофона: кнопка вызова, камера, микрофон и динамик. То, что стоит под дождём, снег и ключи соседей.

На объекте это значит: исполнение уличное и антивандальное по классу защиты; высота установки — по проекту, кабель — по системе (см. «Домофон»).

Временный ключ — идентификатор с ограниченным сроком: карта, код или ссылка, которая перестаёт работать в назначенный день. Как суточный пропуск подрядчика на проходную.

На объекте это значит: бригаде на время монтажа выдаются временные ключи; после сдачи объекта их отзывают — это функция системы, а не договорённость на словах.

Wiegand (Виганд) — классический интерфейс считывателей СКУД (см. «Контроль доступа»): две сигнальные линии, D0 и D1, по которым код карты уходит в контроллер импульсами. Назван по фамилии инженера Джона Виганда.

На объекте это значит: интерфейс передаёт только код — без питания и обратных команд; считывателю нужны отдельные провода питания, длина линии — по паспорту.

Г

Геркон — см. «Магнитный контакт».

Гистерезис — зазор между порогом включения и порогом выключения. Например, термостат включает обогрев при +19, а выключает при +21: реле не клацает каждую секунду около порога.

На объекте это значит: слишком малый гистерезис изнашивает реле частыми переключениями; величина задаётся настройкой или конструкцией — зависит от модели, смотрите паспорт.

Д

Датчик движения и датчик присутствия — два разных прибора. Датчик движения видит перемещение тёплого тела — как инфракрасный «сторож» на прожекторе. Датчик присутствия видит и неподвижного человека. Читающий на диване для датчика движения «исчезает», и свет гаснет; для датчика присутствия — нет.

На объекте это значит: для спален и рабочих столов спрашивайте присутствие, для коридора хватает движения; технология и зона обнаружения — по паспорту модели.

Датчик протечки — пластина с двумя контактами: капля замкнула — сработал. Как «мокрый» контакт дренажной сигнализации.

На объекте это значит: ставится под мойками, у стиральной машины и на вводах воды; подключается к дискретному входу — нормально разомкнутым или нормально замкнутым контактом, по паспорту датчика.

Детекция и распознавание — два разных шага видеоаналитики. Детекция — «в кадре что-то движется», как загорелся луч фотоэлемента. Распознавание — следующий шаг: «это лицо сотрудника» или «это номер автомобиля».

На объекте это значит: «увидел движение» и «узнал человека» — разные функции с разными требованиями к камере; что умеет конкретная модель — смотрите паспорт.

Дискретный вход — вход «есть сигнал — нет сигнала»: кнопка, концевик, геркон. Аналогия — индикаторная отвёртка: отвечает только «горит — не горит».

На объекте это значит: большинство датчиков дома подключаются сюда; сухой контакт или конкретное напряжение на входе — по паспорту модуля.

Диммер — регулятор яркости: меняет мощность светильника плавно, без ступенек. Аналогия — реостат, только греется не ручка, а электроника внутри.

На объекте это значит: не каждая лампа диммируется — совместимость лампы и диммера проверяется до закупки; у светодиодных ламп свои типы диммеров, зависит от модели.

Доводчик — механика на двери: пружина и гидравлика, которые плавно дожимают дверь после того, как вы её отпустили. Как в подъезде.

На объекте это значит: на дверях с электрозащёлкой и электромагнитным замком доводчик обязателен — иначе дверь останется приоткрытой и замок не защёлкнется.

Домофон — связь «дверь — квартира»: вызывная панель, монитор или приложение, замок. Бывает аналоговый (свой кабель, своя разводка) и IP (работает по витой паре, как компьютер).

На объекте это значит: разводка аналогового и IP-домофона разная; распиновку и схему берите у производителя системы, «по привычке от прошлой стройки» не подключать.

Е

Ёмкостная кнопка — сенсорная кнопка без подвижных частей: палец меняет электрическую ёмкость, и электроника видит «нажатие». Как экран телефона.

На объекте это значит: выглядит как стеклянная накладка, но срабатывает и на посторонний проводящий предмет; чувствительность и место установки — по паспорту модели.

З

Задержка выключения — пауза между «условие ушло» и «нагрузка выключилась»: свет в тамбуре горит ещё заданное время после ухода. Аналогия — реле времени вентиляции в санузле, знакомое по старым схемам.

На объекте это значит: время задаётся настройкой, не зашито в железе; согласуйте с заказчиком, чтобы свет не гас «под рукой».

Зона охраны — группа датчиков, которая ставится и снимается как одно целое: «периметр», «спальня», «гостевая». Как отдельные присоединения в щите: у каждого свой автомат и свой смысл.

На объекте это значит: деление на зоны — проектное решение; какие датчики входят в какую зону, фиксируется с заказчиком до монтажа.

Zigbee (Зигби) — беспроводной протокол с ячеистой сетью: устройства с питанием от сети передают сообщения друг за другом, как цепочка людей, передающих ведро.

На объекте это значит: дальность «через три стены» заранее не обещается — сеть планируется по месту, с розетками-ретрансляторами между дальними точками (см. «Ретранслятор»).

И

Идентификатор — то, чем человек «представляется» системе: карта, брелок, отпечаток, лицо, телефон. Личный пропуск на проходную.

На объекте это значит: каждой технологии идентификаторов свой считыватель; тип карт фиксируется до заказа оборудования (см. «Считыватель»).

Импульсное реле — реле, которое каждым импульсом кнопки переключается в противоположное состояние: нажали — включилось, нажали ещё раз — выключилось. Знакомо по лестничному освещению с кнопками на каждом этаже.

На объекте это значит: классическая схема легко дополняется автоматикой: контроллер подаёт тот же импульс, что и кнопка; совместимость — по паспорту реле.

Импульсный блок питания — «электронный» источник питания: маленький и лёгкий по сравнению с трансформаторным «кирпичом», но создающий высокочастотные помехи.

На объекте это значит: размещается подальше от аналоговых входов, аудио и антенн; импульсные помехи — частая причина «плавающих» показаний датчиков.

Индукционная петля — провод, уложенный петлёй в полотне дороги перед шлагбаумом: металл над петлёй меняет её индуктивность, и система «видит» машину. Металлоискатель, лежащий под асфальтом.

На объекте это значит: закладывается до асфальтирования; упустили момент — вскрывать покрытие и переделывать.

Инвертор — преобразователь постоянного напряжения в переменное: из аккумулятора делает переменное напряжение для техники. Родственник сварочного инвертора, только задача здесь — питание щита при пропадании сети.

На объекте это значит: мощность инвертора в составе ИБП должна покрывать нагрузку щита — расчёт по паспорту, «на глазок» не берём.

Интерфейс — способ подключения и «язык общения» устройства: клеммы, разъёмы, протокол. Как розетка и вилка: форма и напряжение должны совпадать.

На объекте это значит: до закупки выясните, чем устройство подключается: сухие контакты, RS-485 (промышленная шина на витой паре), Ethernet (проводная сеть для компьютеров и камер), Wi-Fi (беспроводная сеть) — от этого зависит весь кабельный журнал.

IP-камера (IP — Internet Protocol, интернет-протокол, правило, по которому данные находят адресата в сети) — камера, передающая видео по сети: своя витая пара, свой адрес, как у компьютера.

На объекте это значит: ей нужны сеть и питание — часто по PoE (Power over Ethernet, питание по сетевому кабелю, см. отдельную статью) — и свободный порт коммутатора.

K

KNX — стандарт проводной автоматики зданий: устройства сидят на одной шине и питаются от неё, команды ходят по всей линии. Как шина управления станком, только рассчитанная на дом.

На объекте это значит: топология, терминатор и питание шины — по правилам производителя; устройства не из «семьи» подключаются через шлюзы (см. «Шлюз»).

Карта доступа — идентификатор в виде карты или брелока: внутри антенна и чип. «Таблетка» от домофона — родственница, только технологий несколько, и между собой они несовместимы.

На объекте это значит: считыватель должен уметь именно вашу технологию карт — совместимость по паспорту, до закупки.

Ключ-таблетка — металлический идентификатор старых домофонов: прикладывается контактно к площадке-«луше».

На объекте это значит: контактная технология — площадка считывателя затирается и окисляется; для новых объектов обычно выбирают бесконтактные карты.

Кнопка выхода — кнопка изнутри помещения: на короткое время снимает запирание, чтобы выйти. В профессиональных системах называется REX (Request to Exit, «запрос на выход»): система отличает выход кнопкой от взлома.

На объекте это значит: подключается в цепь питания замка или отдельным входом контроллера — по схеме конкретной системы; продумайте и выход при полном пропадании питания.

Коммутатор (свитч) — устройство, к которому сводятся все сетевые кабели дома: каждый кабель — в свой порт. Кроссовая «розетка» для витой пары.

На объекте это значит: ставится в слаботочном щите; порты считайте с запасом на будущие камеры и точки доступа.

Контактор — тот самый магнитный пускатель: реле для больших токов — котёл, ворота, станок.

На объекте это значит: автоматика управляет мощной нагрузкой через контактор: выход контроллера — на катушку, силовые контакты — на нагрузку; напряжение катушки бывает разным — по паспорту.

Концевик — концевой выключатель: механический контакт, который нажимает движущаяся часть — створка, ворота, заслонка. Привычный «предельный выключатель» со станков.

На объекте это значит: сообщает автоматике «створка открыта до конца» или «дверь закрыта»; ставьте так, чтобы створка не била по рычагу и не задевала его в промежуточных положениях.

Контроллер — «мозг» умного дома: читает датчики, выполняет сценарии, командует реле. Блок управления лифтом: принял вызов, оценил, отдал команду приводу.

На объекте это значит: контроллеру нужны питание, место в щите, сеть и слаботочные подводки к каждому датчику — щит проектируется с запасом места.

Контроль доступа (СКУД) — система, решающая, кому и когда открывать: считыватель, контроллер доступа, замок, кнопка выхода. СКУД — система контроля и управления доступом.

На объекте это значит: это всегда связка из четырёх узлов, и принимается она целиком: дверь должна открываться по ключу, запираться и выпускать кнопкой.

Кроссовер (кросс) — панель, на которой заканчиваются все слаботочные линии дома: каждая пара — на своё гнездо с маркировкой. В другом значении — сетевой кабель-кроссовер для прямого соединения двух портов; современное оборудование почти не нуждается в нём, порты сами договариваются.

На объекте это значит: без кросса любая переделка сети превращается в разгадку «какой серый провод куда идёт»; маркируйте с обеих сторон.

Л

Л**окальная сеть (LAN)** (Local Area Network, «локальная вычислительная сеть») — домашняя сеть из роутера, коммутаторов, кабелей и устройств: камеры, панели и контроллер живут в ней под своими адресами.

На объекте это значит: центр сети — слаботочный щит, в него сводится звезда витых пар; каждый кабель подписан с двух концов.

М

Магнитный контакт (геркон) — пара контактов в герметичной колбе, которые замыкает магнит: одна часть на раме, вторая на створке. Концевик, который срабатывает без нажатия, на расстоянии.

На объекте это значит: рабочий зазор между частями маленький и зависит от модели — ставьте по разметке производителя, иначе дверь «вымкнется» через раз.

Маршрутизатор (роутер) — устройство, соединяющее домашнюю сеть с интернетом и раздающее адреса устройствам. Диспетчер сортировочного узла: решает, какой пакет внутрь, какой наружу.

На объекте это значит: роутер, коммутатор и сервер — три разные вещи (см. статьи о них); в щите им нужны место, питание и охлаждение.

Мастер-выключатель — кнопка «уходя, гасите всё»: одна клавиша у входа выключает свет и ненужные розетки по всему дому. Котёл, холодильник и охрана под неё не подпадают: список задаётся сценарием.

На объекте это значит: под мастер-выключатель нужна отдельная линия до щита — закладывается на этапе чернового монтажа.

Модуль расширения — добавка к контроллеру: ещё входы, выходы или реле, подключенные к «мозгу» по шине. Как дополнительные модульные аппараты на той же DIN-рейке (монтажной рейке щита).

На объекте это значит: наращивание — это модуль по шине, а не второй контроллер; оставьте в щите место и промаркируйте шину.

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport, «транспорт телеметрии с очередями сообщений») — протокол-«доска объявлений»: устройство вешает сообщение («движение в прихожей») на центральный сервер-брокер («брокер» — почтальон, раздающий сообщения), а заинтересованные сами его читают.

На объекте это значит: термин для разговора с интегратором: система «на MQTT» означает, что есть центральный брокер, и устройства стыкуются через него.

Н

Нормально замкнутый (НЗ, NC — Normally Closed, «нормально закрытый») и нормально разомкнутый (НР, NO — Normally Open, «нормально открытый») контакты — состояние контакта в покое, без нажатия и без питания: НЗ замкнут, НР разомкнут. Кнопка «стоп» у станка всегда НЗ: обрыв провода выглядит как «нажали» — и всё замирает, это безопасно.

На объекте это значит: выбор НЗ или НР — выбор безопасности: охранные и аварийные цепи обычно НЗ, бытовые датчики — как удобнее, по паспорту датчика.

NFC (Near Field Communication, «связь ближнего поля», обмен данными на расстоянии до 4 сантиметров) — та же технология, что в банковской карте: телефон или карта подносится к считывателю на секунду.

На объекте это значит: поднесение должно быть точным — ставьте считыватель на удобной высоте и не за металлической дверью: металл и расстояние мешают.

О

Обратная связь — система сообщает действительное состояние, а не «команду дал». Как дополнительный контакт контактора: не «нажал кнопку», а «пускатель реально втянулся».

На объекте это значит: где возможно — заводите сигнальные контакты обратно в контроллер: без обратной связи сценарий не узнает о заевшем приводе или выбитом автомате.

Опрос и подписка — два способа получать данные. Опрос: контроллер через заданный интервал сам спрашивает «как дела?». Подписка: устройство само сообщает при изменении. Обход объекта по часам против звонка охранника при событии.

На объекте это значит: от способа зависит скорость реакции и нагрузка на сеть; что умеет устройство — по паспорту, выбирает проектировщик.

Оптопара — светодиод и фотоприёмник в одном корпусе: сигнал передаётся светом через прозрачный изолятор, а электрически вход и выход не соединены. Это и есть гальваническая развязка — отсутствие электрического контакта при передаче сигнала. Фонарик через стекло.

На объекте это значит: оптопара внутри модулей защищает контроллер от выбросов на длинных линиях; выводы входа «для надёжности» с силовой частью не соединять.

Оптоволокно — кабель, по которому сигнал идёт светом, а не электричеством: наводки не страшны в принципе. Ставится между зданиями и на длинных линиях.

На объекте это значит: стыкуется с медью через медиаконвертер (см. «Сетевой мост»); разделка и сварка оптики — отдельная квалификация и инструмент.

Отказоустойчивость — способность дома переживать отказ: сгорел контроллер — ключевой свет включается обычными клавишами; пропала сеть — камера пишет на свою карту.

На объекте это значит: «ручной режим» продумывается заранее: дублирующие клавиши у важнейших светильников и понятная процедура аварийного открывания двери.

ONVIF (Open Network Video Interface Forum, «открытый форум сетевого видео») — стандарт, по которому камеры и регистраторы разных производителей понимают друг друга: видео, события, управление.

На объекте это значит: камеры и регистратор разных марок — требуйте ONVIF у обоих; часть фирменных функций через стандарт может не работать — проверяйте связку заранее.

Отпечаток (пальца) — биометрический идентификатор: считыватель сверяет узор пальца с эталоном в базе. Замок «свой — чужой», только ключ всегда с собой.

На объекте это значит: биометрия ставится в сухих крытых местах; уличные модели — по паспорту, а влажный и грязный палец — обычная история на объекте.

П

Панель управления — настенный экран умного дома: сценарии, температура, камеры в одном месте. Пост управления станком, только красивый.

На объекте это значит: под панель нужны сеть и питание; место согласуется с заказчиком, высота — по эргономике, а не «как в прошлой квартире».

Перемычка (джампер) — маленькая скобка, замыкающая два штырька на плате: «переключатель» настроек модуля без паяльника.

На объекте это значит: перед включением сверьте положение джамперов с паспортом — они задают тип входа, адрес на шине, режим реле.

Питание по сетевому кабелю (PoE) (Power over Ethernet, «питание поверх Ethernet») — устройство получает электричество по той же витой паре, по которой идут данные. Отдельный кабель 220 вольт до камеры не нужен.

На объекте это значит: питание даёт коммутатор или инжектор; их мощность должна покрыть все подключенные устройства — считайте по паспортам, «хватит-не хватит» на глаз не определить.

Подтягивающий резистор — резистор, «притягивающий» вход к плюсу или минусу, пока кнопка разомкнута. Пружина, возвращающая стрелку в ноль: без неё стрелка болтается где попало.

На объекте это значит: «висящий в воздухе» длинный провод ловит наводки и даёт ложные срабатывания; подтяжка встроена в модули или ставится по схеме производителя.

Помехозащищённость — устойчивость сигнала к наводкам от силовых кабелей, двигателей, импульсных блоков питания. Разговор в цеху: либо отойдите в тихое место (разнесите кабели), либо говорите внятнее (экран, витая пара).

На объекте это значит: слаботочка отдельно от силовых, пересечения — под прямым углом, экраны — по схеме; это дешевле, чем ловить сбои на пусконаладке.

Преобразователь интерфейсов — переходник между двумя «языками связи»: например, между RS-485 и Ethernet. Переходник с евровилки на старую розетку, только для данных.

На объекте это значит: прежде чем купить, определите, что конвертируется: физический интерфейс, протокол или и то и другое — это разные устройства.

Прошивка — внутренняя программа устройства, «зашитая» в память. Как программа стирки в машинке, только её обновляет производитель.

На объекте это значит: при сдаче записывайте версии прошивок всех устройств; обновление в разгар пусконаладки может сбить настройки — по регламенту интегратора.

Протокол — язык обмена данными: правила «кто и когда говорит, что считается фразой». Русский и китайский за одним столом без переводчика не договорятся — так же и устройства разных протоколов.

На объекте это значит: протокол системы выясняется до закупки: красивое устройство «не на том языке» — это деньги за шлюз (см. «Шлюз»).

Пусконаладка (ПНР) (пусконаладочные работы) — этап после монтажа: проверка каждого входа и выхода, прогон сценариев, настройка запасных режимов, сдача с протоколом. Не «повесил щит», а «опрессовал систему и подписал акт».

На объекте это значит: закладывайте время на ПНР отдельно от монтажа: «работает у интегратора» и «работает у заказчика» — разные вещи.

Р

Распознавание лиц — видеоаналитика, сопоставляющая лицо в кадре с базой: свой или чужой. Уже не детекция движения, а следующий шаг (см. «Детекция и распознавание»).

На объекте это значит: результат зависит от высоты установки камеры и освещения — требования конкретной модели в паспорте; контровой свет и капюшон испытывают любую систему.

Распознавание номеров (ANPR) (Automatic Number Plate Recognition, «автоматическое распознавание номерных знаков») — аналитика для въездов: камера читает номер, система открывает шлагбаум «своим».

На объекте это значит: угол, дистанция и освещение заданы производителем в паспорте — «как камера встанет» здесь не работает.

Реле безопасности — специальное реле для цепей аварийного останова: дублированные каналы, самоконтроль заклинивания контактов. Стоит у ворот, лифтов, станков — там, где отказ опасен для человека.

На объекте это значит: если по проекту стоит реле безопасности, заменить его обычным промежуточным нельзя — ни при каких «а зачем оно такое дорогое».

Реле промежуточное — реле-«усилитель команды»: слабый выход контроллера включает катушку промежуточного реле, а его контакты — уже мощный пускатель.

На объекте это значит: выход контроллера рассчитан на небольшой ток (зависит от модели); мощные нагрузки — через промежуточное реле или контактор по паспорту.

Ретранслятор — повторитель радиосигнала: принял слабый пакет и передал дальше. В ячеистых сетях (см. «Zigbee») ретрансляторами работают сами устройства с питанием от сети — розетки и лампочные модули.

На объекте это значит: батареечные датчики не ретранслируют — планируйте сеть так, чтобы между дальними устройствами стояли «розетки-повторители»; реальная дальность зависит от стен и моделей.

Розетка умная — розетка со встроенным реле и измерением: включается по сценарию, иногда показывает потребление.

На объекте это значит: предел по току — по паспорту модели; всё, что нельзя отключать «по сценарию» (морозильник, котёл), в умные розетки не втыкается.

Роутер — см. «Маршрутизатор».

RTSP (Real Time Streaming Protocol, «протокол потоковой передачи в реальном времени») — «транспорт» живого видео: по RTSP-адресу камеру открывают регистраторы и программы.

На объекте это значит: RTSP-адрес камеры проверяется до чистовых работ — сразу видно, что камера живая и сеть до неё пробита.

С

Сервер — компьютер, на котором работает «мозг»: программа-контроллер, базы, интерфейсы. Может быть большой стойкой, а может беззвучной коробкой в кладовой.

На объекте это значит: серверу нужны питание (лучше с резервом), сеть, прохлада и доступ для обслуживания — за гипсокартоном не замуровывать.

Сетевой мост — устройство, соединяющее две сети или две среды передачи: Wi-Fi с кабелем, оптику с медью. Переходная муфта между кабелем и трубой.

На объекте это значит: медиаконвертер для оптики и «радиомост» между корпусами — это он; питание моста на дальней стороне предусмотрите заранее.

Сигнальная земля — общий провод слаботочных измерительных цепей, отдельный от защитного заземления. «Ноль» схемы на бумаге: точка отсчёта всех измерений.

На объекте это значит: соединяется с защитной землёй только там, где указал производитель; заземлить экраны «в разных концах» — получить петлю земли и наводки.

Симистор — полупроводниковый ключ переменного тока: пропускает обе полуволны, открывается и закрывается электроникой, без искрящих контактов. Живёт внутри диммеров и твердотельных реле.

На объекте это значит: греется — крепится на радиатор; с некоторыми светодиодными лампами симисторные диммеры трещат или мерцают — совместимость по паспорту.

Слаботочные линии — все кабели сигналов и данных: витая пара, шины, линии датчиков. Главный враг — наводки от сильных соседей.

На объекте это значит: свои лотки и полки, расстояние от силовых кабелей — по проекту, пересечение — под прямым углом, маркировка с двух концов.

Сценарий — правило «если — то», записанное в контроллере: «если все ушли — выключить свет и закрыть клапаны». Составляется в приложении

кнопками, без программирования — как будильник в телефоне: условие, время, действие.

На объекте это значит: список сценариев — главный документ монтажа: он определяет, какие датчики и линии нужны; фиксируется с заказчиком до закупки кабеля.

Степень защиты (IP) (Ingress Protection, «защита от проникновения») — маркировка корпуса по пыли и влаге, знакомая вам по щитам и розеткам: IP44, IP65.

На объекте это значит: уличные датчики и панели выбираются по классу защиты места установки — та же логика, что с силовым оборудованием.

Считыватель — устройство у двери, принимающее «пропуск»: карту, брелок, отпечаток, код. Решение принимает не он — он передаёт идентификатор контроллеру доступа.

На объекте это значит: технология карт, уличное исполнение и высота установки — по паспорту и проекту; считыватель без контроллера дверь не откроет.

Сухой контакт — контакт «просто замкнулось — разомкнулось», без напряжения от самого датчика: кнопка, концевик, геркон, выход реле. Обычная клавиша выключателя: она ничего не «выдаёт», само замыкание — событие. Другое название — беспотенциальный контакт.

На объекте это значит: напряжение на линию подаёт принимающий модуль; кем и каким контактом (НР или НЗ) — по схеме производителя, путаница здесь даёт половину ошибок на пусконаладке.

Счётчик импульсов — вход контроллера, который считает замыкания: у электросчётчика с импульсным выходом каждое мигание — порция энергии.

На объекте это значит: заказчику нужен контроль потребления — импульсный выход счётчика уточняется до закупки; на старых счётчиках его нет.

Т

Таймер — функция отсчёта времени: задержки, расписания, «свет в кладовке — не дольше десяти минут». Реле времени, которое вы и так ставите в схемах.

На объекте это значит: таймеры живут в контроллере — «временные» функции не требуют отдельного железа, только настройки.

Твердотельное реле (SSR) (Solid State Relay, «реле на твёрдом теле») — реле без подвижных контактов: внутри симистор или транзисторы. Не щёлкает, не искрит, ресурс выше обычного, но греется сильнее.

На объекте это значит: крепится на радиатор, выбирается с запасом по току по паспорту; частые переключения — его стихия, обычное реле там умрёт раньше.

Терминатор линии — резистор на конце шины, гасящий отражённый сигнал. Глушитель на конце трубы: без него волна возвращается и всё портит.

На объекте это значит: длинные шины без терминатора теряют пакеты; переключатели и резисторы ставятся так, как нарисовал производитель, — это не «по желанию».

Термостат — устройство или сценарий, поддерживающий температуру: измеряет, сравнивает с уставкой, включает обогрев или охлаждение с гистерезисом.

На объекте это значит: датчик — не на сквозняке, не над батареей и не на солнечной стене: «палка в неправильном месте» испортит любой сценарий.

Топология шины и звезды — две схемы соединения. Шина: одна магистраль, устройства в цепочку, терминаторы на концах — так работают RS-485 и KNX. Звезда: к каждому устройству свой кабель до центра — так идёт витая пара к коммутатору.

На объекте это значит: топологию определяет система, а не удобство монтажника: шину звездой не развести, витую пару цепочкой — тоже; решается на проектировании.

Трансформатор развязки — трансформатор с одинаковым напряжением на входе и выходе, но без электрической связи обмоток: стена для помех и блуждающих токов. Гальваническая развязка силовых цепей.

На объекте это значит: применяется по проекту; мощность и тип — по паспорту, монтаж — как у обычного трансформатора, весить будет соответственно.

Точка доступа — устройство, раздающее Wi-Fi: подключено кабелем к сети и «разливает» беспроводную сеть по этажу.

На объекте это значит: точка — не роутер: роутер рулит адресами и интернетом, точка лишь раздаёт сеть; в большом доме точек несколько, питание часто по PoE.

У

УЗО и дифавтомат в контексте автоматики — те же защитные аппараты, что вы ставите всегда: УЗО (устройство защитного отключения) и дифавтомат (автомат с УЗО в одном корпусе). Автоматика им не замена: реле и контроллеры коммутируют нагрузку, а защита человека и кабеля остаётся обязанностью силового щита.

На объекте это значит: управление светом через актуатор не отменяет автомат и УЗО группы; актуатор ставится после автомата, а не вместо него.

Умная розетка — см. «Розетка умная».

Уставка — заданное значение, при котором автоматика действует: «держать двадцать один градус», «включить при такой-то освещённости». Отметка на термостате духовки, которую вы крутите ручкой.

На объекте это значит: уставки подбираются на пусконаладке вместе с заказчиком; финальные значения записываются в документацию — при сервисе они пригодятся.

Ф

Фазировка — правильное распределение фаз: какая фаза питает какую группу, как делится нагрузка по трём фазам, где фаза на разрыв. В автоматике добавляется своё: некоторые модули требовательны к тому, где у них фаза, а где ноль.

На объекте это значит: фаза — на разрыв всегда; для «сухих» реле это неважно, а у диммеров и реле, питающихся от линии, перепутанные ноль и фаза — риск поломки (зависит от модели, смотрите паспорт).

Фотореле (датчик освещённости) — включает свет по темноте. Уличное фотореле на столбе, только в умном доме порог настраивается и связывается со сценариями.

На объекте это значит: датчик — туда, куда не светят фары и собственные фонари дома, иначе будет «сам себе мешает»: включился, осветил, выключился — и так по кругу на закате.

Поток и запись — две стороны видеонаблюдения. Поток — живая картинка на экране в реальном времени. Запись — сохранённое на диск видео, к которому возвращаются после события.

На объекте это значит: объём диска под глубину архива считается по настройкам камер — зависит от модели; сколько дней хранить запись, фиксируется с заказчиком заранее.

Ш

Шлагбаум — приводная стрела на въезде: двигатель, управление (кнопки, карты, номера), фотоэлементы безопасности, индукционная петля в полотне.

На объекте это значит: шлагбауму нужны силовое питание привода, сигнальные линии от СКУД и петля до асфальтирования — всё проектируется вместе, а не «по факту».

Шина — общая линия связи, к которой подключены все устройства системы: одна пара проводов вместо пучка отдельных кабелей. Магистраль с остановками: каждое устройство «сходит» на своей.

На объекте это значит: шину нельзя ветвить как попало: топология, длина, терминатор и питание шины — по правилам производителя; нарушение даёт плавающие сбои, которые ищутся неделями.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ, PWM) (Pulse Width Modulation, «модуляция ширины импульса») — регулировка мощности быстрым включением и выключением: нагрузка мигает сотни раз в секунду, глаз и прибор видят среднюю мощность. Быстрое «щёлканье» выключателем, которое глаз сливает в полумрак.

На объекте это значит: на ШИМ работают диммеры, вентиляторы и приводы; совместимость нагрузки с модулем — по паспорту, а слышимый писк на светильниках проверяйте до чистовой отделки.

Шлейф сигнализации — цепочка охранно-пожарных датчиков на одной линии с оконечным резистором: прибор следит за целостью всей линии. Гирлянда: оборвался участок — прибор видит.

На объекте это значит: номинал оконечного резистора — строго по паспорту прибора; «похожий резистор» ломает логику всех зон.

Шлюз — переводчик между системами, говорящими на разных протоколах: контроллер шлёт команду на своём языке, шлюз переводит её на язык оборудования. Синхронный переводчик на переговорах.

На объекте это значит: шлюз — узкое место: завис переводчик — встал «мостик». По возможности берите оборудование без шлюза, а шлюз оставляйте на неизбежные стыки.

Щ

Щит автоматики — щит или раздел общего щита, где живёт «мозг»: контроллер, модули входов и выходов, импульсные блоки питания, клеммы слаботочки. Всё на DIN-рейке, как привычные автоматы.

На объекте это значит: внутри щита силовая и слаботочная части разводятся по разным сторонам (перегородка, разные полки); запас места под будущие модули закладывается сразу — докупленный модуль «некуда поставить» стоит дороже свободной рейки.

Э

Экранирование — металлическая оплётка или фольга вокруг жилы: помеха стекает по экрану, не задевая сигнал. Клетка Фарадея вокруг кабеля.

На объекте это значит: экран заземляется так, как указал производитель, — чаще с одной стороны, чтобы не получить петлю; «отрезал экран и забыл» — частая причина наводок.

Электромагнитный замок — дверь держит электромагнит: питание подано — дверь заперта, питание снято — открыта. Замок «наоборот»: заперт, пока есть ток.

На объекте это значит: при пропадании питания дверь открывается — хорошо для эвакуации; если запирание при аварии важно, нужно резервное питание. Кнопка выхода просто разрывает питание.

Электромеханический замок — обычный ригельный замок с электрическим приводом: подали импульс — ригель втянулся. В покое дверь держится механикой, электричество нужно только на открытие.

На объекте это значит: при пропадании питания замок остаётся в прежнем состоянии (зависит от модели) — для дверей на путях эвакуации режим проверяется по паспорту и проекту.

Электрозащёлка — планка в дверной раме с подпружиненным язычком: импульс убирает язычок, и дверь открывается ручкой. Механика закрывания остаётся обычной.

На объекте это значит: бывают версии «без питания — заперто» и «без питания — открыто»; выбор зависит от требований эвакуации, доводчик на такой двери обязателен.

Напутствие

Словарь не заменяет паспорт изделия: где характеристика зависит от модели, точное число берётся из документа производителя. Если встретили термин, которого здесь нет, — внесите его в список вопросов к интегратору до монтажа: на объекте объяснять термины уже некогда.

Дополнено Директором

OSDP (Open Supervised Device Protocol, открытый протокол с контролем линии) — современная замена Wiegand для связи считывателя с контроллером. Передаёт данные в зашифрованном виде по двум проводам интерфейса RS-485 и умеет замечать обрыв или подмену считывателя.

На объекте это значит: если заказчику важна защита от копирования пропусков — закладывайте считыватели с поддержкой OSDP, а не только Wiegand; проверьте, что контроллер тоже его понимает.

Широкий динамический диапазон (WDR, Wide Dynamic Range) — способность камеры одновременно различать очень светлые и очень тёмные участки кадра.

На объекте это значит: камера смотрит из тени на освещённую улицу или в сторону фонаря — берите модель с WDR, иначе половина кадра будет чёрной или выбеленной, а номер не прочитается.

Выдержка — время, за которое камера собирает один кадр. Днём это доли миллисекунды, ночью заметно больше.

На объекте это значит: длинная ночная выдержка размазывает номер движущейся машины в полосы. Лечится подсветкой рядом с камерой и режимом съёмки номеров, если он есть в модели.

Фотобарьер — пара «излучатель — приёмник» поперёк проёма ворот. Пока луч прерван, привод не закрывает створку.

На объекте это значит: обязательное оборудование привода ворот, а не опция сценария. Автоматика умного дома его не заменяет: она может зависнуть, фотобарьер работает всегда.

Глава 27. Таблицы и справочные данные

22.1. Сечение кабеля по току и длине (нормативы РФ)

Выбор сечения медных кабелей ВВГнг(А)-LS (ГОСТ 31996-2012) — по допустимому току (ПУЭ 7 табл. 1.3.4, СП 256.1325800.2016 п. 15.3, ГОСТ Р 50571.5.52-2011) и по потере напряжения: целевое проектное значение ΔU ≤ 3% (рекомендация, в т.ч. для линий освещения по ГОСТ Р 50571.5.52); нормируемый допуск напряжения у электроприёмников — ГОСТ 32144-2013 (±10%).

Сечение, мм²	Длит. доп. ток (ПУЭ, воздух), А	Длит. доп. ток (в стене/трубе), А	Номинал АВ, А	Макс. мощность (230 В), кВт	Макс. длина при ΔU ≤ 3% (230 В, ном. АВ), м	Макс. длина при ΔU ≤ 3% (400 В, 3 фазы), м	Назначение линии в умном доме
0.5 (слаботочка)	11	9	2 – 6	1.38	15	—	Питание датчиков, шлейфы сухих контактов, RS-485
0.75	15	12	6	1.38	21	63	Питание контроллеров, приводы жалюзи 24В/230В
1.0	17	14	6 – 10	2.30	25	75	Линии слаботочного и декоративного освещения
1.5	19	15	10	2.30	28	84	Основные группы освещения, приводы штор
2.5	27	21	16	3.68	29	87	Розеточные группы, тёплый пол, кондиционеры
4.0	38	27	25	5.75	30	90	Варочные панели (1Ф), проточные водонагреватели
6.0	46	34	32	7.36	31	93	Вводы в распределительные щиты, электрокотлы
10.0	70	50	50	11.50	33	99	Главный ввод в квартиру / коттедж (1Ф или 3Ф)
16.0	85	70	63	14.49	38	114	Магистральные питающие линии, удалённые строения

Поправочные коэффициенты на способы прокладки и температуру (ГОСТ Р 50571.5.52-2011)

Фактор влияния	Условия прокладки	Поправочный коэффициент (K)	Практическое правило монтажника
Температура среды	15 °C / 25 °C / 35 °C / 40 °C	1.17 / 1.06 / 0.94 / 0.87	При прокладке по чердакам и в котельных снижать допустимый ток на 15–20%
Число кабелей в пучке/лотке	1 кабель / 2 кабеля / 4 кабеля / 6 кабелей / 9 кабелей	1.00 / 0.80 / 0.65 / 0.57 / 0.50	В общих плотных пучках за фальшпотолком брать запас по сечению кабеля
Прокладка в теплоизоляции	Кабель полностью окружён минватой в каркасной стене	0.51	В каркасных домах автомат на 1.5 мм² ставить не более 6-10А, на 2.5 мм² — 13-16А

Справочные формулы расчёта падения напряжения:

- Для однофазной линии (230 В): Δ U (%) = 200 · I · L · rho / U · S, где U = 230 В, rho = 0.0175 Ом·мм²/м (медь при 20 °C).
- Предельная длина однофазной линии: L = Δ U (%) · U · S / 200 · I · rho = 3 · 230 · S / 200 · I · 0.0175 ≈ 197.14 · S / I.
- Для трехфазной симметричной линии (400 В): L = frac{Δ U (%) · U лин · S}{100 · sqrt{3} · I · rho} ≈ 396 · S / I.

22.2. Типовые токи бытовых нагрузок (230 В, 50 Гц)

Тип нагрузки	Номинальная мощность, Вт	Номинальный ток I ном, А	Коэффициент мощности (cos φ)	Характер нагрузки	Особенности коммутации и защиты
Светодиодная лампа / спот	7 – 15	0.03 – 0.08	0.50 – 0.80	Емкостная	Ограничение не более 10-15 ламп на один канал реле
Люстра / группа спотов (LED)	50 – 150	0.25 – 0.75	0.65 – 0.85	Емкостная	Высокий суммарный заряд входных емкостей драйверов
Светодиодная лента (БП 100 Вт)	100	0.50 – 0.55	0.85 – 0.95	Емкостная	Пиковый ток при включении до 50–80 А
Светодиодная лента (БП 250 Вт)	250	1.20 – 1.35	0.90 – 0.95	Емкостная	Обязательно реле $AgSnO_2$ или внешний контактор
Светодиодная лента (БП 400 Вт)	400	1.90 – 2.10	0.92 – 0.96	Емкостная	Требуется ограничитель пускового тока (ICL)
Люминесцентная лампа (ЭмПРА)	36 – 58	0.35 – 0.55	0.50 – 0.60	Индуктивная	Требуется компенсация реактивной мощности
Люминесцентная лампа (ЭПРА)	36 – 58	0.18 – 0.28	0.92 – 0.96	Слабоемкостная	Коммутация стандартными реле АС-1
Розеточная группа общего назначения	до 3680	до 16.0	0.85 – 1.00	Смешанная	Защита автоматическим выключателем 16А (В

					или C)
Кабельный тёплый пол (до 5 м²)	750	3.26	1.00	Чисто активная	Допускается прямое реле блока автоматики
Кабельный тёплый пол (10-15 м²)	1500 – 2250	6.52 – 9.78	1.00	Чисто активная	Прямое реле с номиналом ≥ 10 А или SSR
Накопительный бойлер (80-100 л)	1500 – 2500	6.52 – 10.87	1.00	Чисто активная	Коммутация контактором AC-1 / AC-7a
Проточный водонагреватель	6000 – 8800	26.1 – 38.3	1.00	Чисто активная	Отдельный силовой контактор и выделенный кабель
Кондиционер сплит (инвертор 9k-12k)	800 – 1200	3.50 – 5.50	0.90 – 0.95	Активно-индуктивная	Плавный пуск инвертором
Кондиционер on/off (старт-стоп)	900 – 1500	4.6 – 8.7	0.75 – 0.85	Индуктивная	Пусковой бросок компрессора до 5–6 кратного тока
Циркуляционный насос отопления	45 – 120	0.3 – 0.8	0.65 – 0.75	Индуктивная	Снабберная RC-цепочка параллельно контакту
Скважинный насос погружной	750 – 2200	4.20 – 12.0	0.70 – 0.80	Индуктивная	Требуется контактор категории AC-3
Дренажный / фекальный насос	500 – 1100	2.50 – 5.50	0.70 – 0.80	Индуктивная	Контактор AC-3, контроль пускового тока
Электропривод штор / жалюзи	35 – 80	0.15 – 0.38	0.70 – 0.80	Индуктивная	Реверсивная аппаратная блокировка каналов
Термоэлектрический сервопривод	2 – 5	0.01 – 0.02	0.90 – 0.95	Резистивная	Коммутация полупроводниковыми ключами (Triac/SSR)
Электромагнитный замок (12/24В)	5 – 15	0.40 – 1.20	0.60 – 0.70	Индуктивная	Защитный диод параллельно обмотке

22.3. Пусковые токи по типам нагрузки (Inrush Current)

Нагрузка	Кратность пускового тока (I пуск / I ном)	Длительность импульса	Физическая причина броска	Меры защиты релейных модулей и автоматики
LED драйверы / импульсные БП	**50 – 120×**	1 – 3 мс	Заряд входного электролитического конденсатора	Реле с контактами $AgSnO_2$ (High Inrush), NTC-термисторы, ICL-модули
Лампы накаливания и галоген	**10 – 15×**	10 – 20 мс	Малое сопротивление холодной вольфрамовой нити	Плавный старт диммером (soft start), запас по току контактов
Асинхронные двигатели (насосы)	**5 – 7×**	0.5 – 3.0 с	Разгон ротора, малое начальное сопротивление статора	Автоматы хар-ки C/D, контакторы категории AC-3, блоки УПП / ЧРП
Инверторные компрессоры/приводы	**1.5 – 3×**	100 – 300 мс	Плавное нарастание частоты генерации ШИМ	Стандартные модульные реле AC-1 / AC-7a
Тороидальные трансформаторы	**20 – 40×**	5 – 15 мс	Глубокое магнитное насыщение сердечника	Автоматы хар-ки D, реле с контролем фазы перехода через ноль
Электронагреватели	**1.0 – 1.05×**	отсутствует	Линейное удельное	Стандартные реле и

(ТЭНы)			сопротивление спирали	контакторы категории AC-1, твердотельные реле (SSR)
Люминесцентные лампы с ЭмПРА	**2 – 3×**	0.5 – 1.5 с	Индуктивный выброс электромагнитного дросселя	Контакторы AC-5a, подключение параллельных емкостных компенсаторов

22.4. Категории применения контакторов и реле (ГОСТ IEC 60947-4-1, ГОСТ IEC 61095)

Категория	Стандарт	Характер коммутируемой нагрузки	Типовое применение в шкафах автоматизации умного дома
AC-1	ГОСТ IEC 60947-4-1	Неиндуктивные или слабоиндуктивные нагрузки (cos φ ≥ 0.95)	Электронагреватели, бойлеры, кабельный тёплый пол, конвекторы
AC-3	ГОСТ IEC 60947-4-1	Двигатели с к.з. ротором: пуск, отключение во время работы	Скважинные, дренажные и циркуляционные насосы, вентиляторы вытяжки
AC-4	ГОСТ IEC 60947-4-1	Двигатели с к.з. ротором: пуск, торможение противовключением, толчковый режим	Приводы ворот, рольставен в режиме частой перекладки хода
AC-5a	ГОСТ IEC 60947-4-1	Коммутация газоразрядных ламп (люминесцентные с ДРЛ, ДНаТ)	Магистральное уличное освещение, прожекторы подсветки территории
AC-5b	ГОСТ IEC 60947-4-1	Коммутация ламп накаливания и галогенных ламп	Группы ламп накаливания (контакты выдерживают бросок тока 15×)
AC-7a	ГОСТ IEC 61095	Слабоиндуктивные бытовые нагрузки (cos φ ≥ 0.8)	Модульные контакторы в бытовых щитах (мастер-выключатель, группы розеток)
AC-7b	ГОСТ IEC 61095	Бытовые двигательные нагрузки (cos φ ≈ 0.45)	Бытовые кондиционеры, вентиляционные установки, холодильники
AC-14	ГОСТ IEC 60947-5-1	Управление маломощными электромагнитными нагрузками (≤ 72 ВА)	Малые электромагнитные реле, цепи сигнализации
AC-15	ГОСТ IEC 60947-5-1	Управление электромагнитными приводами AC (> 72 ВА)	Катушки мощных контакторов, соленоидные клапаны систем водоснабжения
DC-1	ГОСТ IEC 60947-4-1	Неиндуктивные или слабоиндуктивные цепи постоянного тока	Светодиодные ленты 12/24 В, резистивные нагреватели DC

DC-13	ГОСТ IEC 60947-5-1	Управление электромагнитами постоянного тока	Сервоприводы, электромеханические замки и защёлки 12/24 В

22.5. Характеристики проводных шин автоматизации

Параметр	DALI / DALI-2 (IEC 62386)	Modbus RTU (RS-485 / TIA-485-A)	KNX TP1 (ISO/IEC 14543-3)	1-Wire (Maxim Dallas)
Физическая среда	2 жилы без соблюдения полярности	Витая пара в общем экране (STP)	Специальная витая пара (экранированная)	2 или 3 жилы (GND, Data, VCC)
Рекомендуемый кабель	ВВГнг(А)-LS 2×1.5, КВВГ 2×1.5	КСПЭВ 1×2×0.5, FTP Cat5e, Belden 9841	KNX Certified 2×2×0.8 мм (YCYM)	КСПВ 3×0.5, МКЭШ 3×0.5, FTP Cat5e
Макс. длина линии	300 м (падение напряжения ≤ 2 В)	1200 м (на скорости 9600–19200 бит/с)	1000 м (линия), до 350 м до БП	50 – 100 м (зависит от топологии)
Скорость передачи	1200 бит/с (манчестерский код)	9600 – 115200 бит/с	9600 бит/с	16.3 кбит/с (стандартная скорость)
Ёмкость сегмента	До 64 ЭПРА + 64 контроллера	До 32 устройств (247 адресов)	До 64 на линию; до ~256 на участок через линейные/областные сопрягатели (line/area couplers)	До 20–30 датчиков на одну ветку
Топология сети	Шина, дерево, звезда (кольцо нельзя)	Строгий шлейф (Daisy-Chain), отводы < 0.5 м	Шина, дерево, звезда (кольцо нельзя)	Линейная шина (звезда нежелательна)
Терминаторы	Не требуются	Резисторы 120 Ом на обоих концах	Не требуются (дроссель в БП)	Подтягивающий резистор 4.7 кОм к +5В
Напряжение шины	16 В DC (номинал, 9.5 – 22.5 В, 250 мА)	Дифференциал А-В (питание 12/24В отдельно)	29 – 30 В DC (SELV питание в шине)	3.3 – 5.0 В DC (или паразитное)
Устойчивость к КЗ	Устойчива (БП уходит в ограничение 250 мА)	Устойчива к КЗ между линиями А и В	Устойчива к кратковременному КЗ	Зависание шины при КЗ Data на GND

Назначение контактов и цветовая маркировка проводных шин

Шина / Протокол	Линия / Сигнал	Назначение линии	Рекомендуемый цвет жилы
KNX TP1	**KNX +** (Плюс шины)	Питание и данные (+29..30 В DC)	**Красный**
	KNX - (Минус шины)	Общий провод данных и питания (0 В)	**Чёрный**
	Доп. питание +	Вспомогательное питание 29 В (при наличии)	Жёлтый

	Доп. питание -	Вспомогательный 0 В (при наличии)	Белый
Modbus RS-485	**Data + (D+)**	Прямой дифференциальный сигнал данных (вывод A или B различается у производителей — сверять с даташитом устройства, часто A = D−)	Бело-оранжевый (внутренняя маркировка HI, не отраслевой стандарт)
	Data - (D-)	Инверсный дифференциальный сигнал данных (вывод A или B различается у производителей — сверять с даташитом устройства)	Оранжевый (внутренняя маркировка HI, не отраслевой стандарт)
	GND / Common	Опорный сигнальный ноль (обязателен!)	Коричневый / Зелёный / Дренажная жила
	+VCC (12/24 В)	Питание модулей ввода-вывода (при наличии)	Синий / Красный
DALI	**DA / DA**	Двунаправленная шина команд и питания	Любые две жилы (полярность произвольная)
1-Wire	**DQ (Data)**	Однопроводная шина данных	Синий / Зелёный
	GND	Общий провод питания и сигнала	Белый / Чёрный
	VDD (+5 В)	Внешнее питание датчиков (DS18B20)	Красный / Оранжевый

22.6. Беспроводные протоколы умного дома

Протокол	Стандарт / Стек	Частота в РФ	Дальность в помещении	Mesh-топология	Питание от батарей	Требование к шлюзу / хабу
Zigbee 3.0	IEEE 802.15.4	2.4 ГГц	10 – 20 м (ж/б стены ослабляют)	Да (роутеры — устройства 230 В)	Да (CR2032 до 2–3 лет)	Да (Zigbee координатор)
Z-Wave Plus v2	ITU-T G.9959	869.0 МГц (РФ)	20 – 30 м (высокая проникаемость)	Да (до 232 узлов в сети)	Да (CR123A / CR2450)	Да (Z-Wave контроллер)
Thread	IEEE 802.15.4 + 6LoWPAN	2.4 ГГц	10 – 20 м	Да (самовосстановление, IPv6)	Да (Sleepy End Devices)	Да (Thread Border Router)
Matter	Уровень приложений CSA	Поверх Wi-Fi / Thread	Соответствует несущей среде	Да (при работе через Thread)	Да (на устройствах Thread)	Matter Controller (Apple/HA/Google)
Wi-Fi 4/5/6	IEEE 802.11 n/ac/ax	2.4 ГГц / 5 ГГц	15 – 35 м	Mesh отсутствует в базовом стандарте, доступен EasyMesh	Редко (ток 100–300 мА)	Нет хаба (подключение к роутеру)
BLE Mesh	Bluetooth SIG Core 5.x	2.4 ГГц	5 – 15 м	Да (флуд-маршрутизация)	Да (CR2032 до 1–2 лет)	Для удалённого доступа да

22.7. Высоты установки электроустановочных и сенсорных устройств

Устройство	Рекомендуемая высота от чистого пола	Нормативный документ	Правила позиционирования на объекте
Выключатели общего света	800 – 900 мм (евро) или 1000 мм	СП 256.1325800 п. 15.28	Со стороны дверной ручки, отступ от дверного наличника 100–150 мм
Выключатели у изголовья кровати	650 – 750 мм (над прикроватной тумбой)	Дизайн-проект	В одном блоке с розетками для зарядки гаджетов
Розетки общего назначения	300 мм	СП 256.1325800 п. 15.29	Вдоль стен с шагом 3–4 м, вне зоны прямого попадания воды
Розетки кухонного фартука	1050 – 1150 мм (100–150 мм от столешницы)	СП 256.1325800	Не ближе 500 мм к газовой плите, мойке и отопительным приборам
Розетки под вытяжку / ТВ	1800 – 2200 мм / 1200 – 1400 мм	Проект планировки	Скрытый монтаж за корпусом телевизора или вытяжного шкафа
Комнатный термостат	1200 – 1500 мм	СП 60.13330.2020	На внутренней перегородке, вдали от прямых лучей солнца и сквозняков
Потолочный датчик присутствия	2400 – 3000 мм (на потолке)	Паспорт изготовителя	В геометрическом центре зоны контроля, вне воздушных потоков кондиционера
Настенный датчик движения	2000 – 2400 мм	СП 256.1325800	В углу помещения, лучи направлены поперёк вероятного движения человека
Датчик протечки воды	0 мм (на чистовом полу)	СНиП 2.04.01-85	В сантехшкафах, под стиральными и посудомоечными машинами, под трапами
Настенная панель / планшет	1400 – 1500 мм (по центру экрана)	Эргономический стандарт	В проходной зоне (холл, гостиная) на уровне глаз взрослого человека
Купольная IP-камера (помещение)	2200 – 2500 мм	Типовая практика; состав системы — по РД 78.36.003-2002	В углу зоны обзора с направлением на входные двери; окна держать сбоку/сзади, избегая встречной засветки
Уличная	2800 – 3500 мм	Типовая практика; состав системы —	На фасаде здания, с защитой от прямого

цилиндрическая камера		по РД 78.36.003-2002	ослепления солнцем и фарами

22.8. Степени защиты оболочки IP (ГОСТ 14254-2015 / IEC 60529) и требования к зонам

Первая цифра (защита от пыли и твёрдых тел)	Вторая цифра (защита от проникновения воды)	Зона установки / Помещение	Минимально требуемый класс IP	Нормативная ссылка
0: Защита отсутствует	**0:** Защита отсутствует	**Квартирный щит в сухом коридоре**	не ниже IP31 (IP20 — только в нише из негорючих материалов)	ПУЭ 7 п. 7.1.28
1: Твёрдые тела ≥ 50 мм	**1:** Вертикально падающие капли	**Санузел: Зона 0 (внутри чаши ванны/душа)**	IPX7 (питание только 12В SELV)	ГОСТ Р 50571.7.701
2: Твёрдые тела ≥ 12.5 мм (пальцы)	**2:** Капли воды под углом до 15°	**Санузел: Зона 1 (над ванной/поддоном до 2.25 м)**	IPX4 (IPX5 при наличии гидромассажа)	ГОСТ Р 50571.7.701
3: Твёрдые тела ≥ 2.5 мм (инструмент)	**3:** Дождевые брызги под углом до 60°	**Санузел: Зона 2 (радиус 0.6 м от Зоны 1)**	IPX4	ГОСТ Р 50571.7.701
4: Твёрдые тела ≥ 1.0 мм (проволока)	**4:** Сплошное обрызгивание со всех сторон	**Улица: под навесом, козырьком крыльца**	IP44 / IP54	ПУЭ 7 п. 2.1.52
5: Пылезащищённое исполнение	**5:** Струи воды под давлением с любого направления	**Улица: открытый фасад здания, забор**	IP65 / IP66	ПУЭ 7 п. 2.1.52
6: Полная пыленепроницаемость	**7:** Кратковременное погружение в воду (до 1 м)	**Грунт, приямки, колодцы септиков и дренажа**	IP67 / IP68	СП 256.1325800
6: Полная пыленепроницаемость	**8:** Длительное погружение под давлением	**Погружные насосы, чаши бассейнов**	IP68	ГОСТ Р 50571.7.702

22.9. Сводная таблица типичных ошибок монтажа автоматики

Ошибка монтажа	Практическое последствие / Симптом	Как делать правильно	Нормативный пункт
Разводка RS-485 «звездой» или кольцом	Отражения сигнала, потеря пакетов, сбои опроса	Строгий последовательный шлейф (Daisy-Chain), отводы ≤ 0.5 м	TIA/EIA-485-A
Отсутствие терминаторов 120	Ошибки CRC, нестабильная	Установка резисторов 120 Ом на первом и	TIA/EIA-485-A

Ом на шине RS-485	связь на скоростях >19200	последнем устройствах	
Прямое реле AC-1 на мощные LED драйверы	Сваривание и залипание контактов через 1–3 месяца	Реле с контактами $AgSnO_2$, реле High Inrush или модульный контактор	ГОСТ IEC 60947-4-1
Параллельная прокладка 230 В и UTP в одной гофре	Наводки 50 Гц на входах контроллера, ложные триггеры	Раздельные каналы, расстояние ≥ 100 мм, экранированная пара	СП 76.13330.2016 п. 6.4.2
Заземление экрана кабеля RS-485 с двух сторон	Уравнительные токи по экрану, выгорание трансиверов	Заземление экрана строго в ОДНОЙ точке (со стороны главного щита)	ГОСТ Р 50571.5.54
Затяжка слаботочных клеммников шуруповёртом	Срыв резьбы, скол печатной платы, микротрещины дорожек	Ручная затяжка динамометрической отвёрткой (момент 0.2–0.4 Н·м)	Паспорт изделия
Монтаж термостата над плинтусом или у радиатора	Искажение показаний температуры на 2–5 °C	Установка на высоте 1.5 м на внутренней стене вне конвекционных потоков	СП 60.13330.2020
Отсутствие защитного диода на замке / реле DC	Высоковольтный индуктивный выброс, пробой транзистора	Диод (1N4007) параллельно катушке в обратной полярности	ГОСТ 2.702-2011
Неправильная фазировка приводов 230В штор	Одновременная подача двух фаз на мотор, сгорание обмотки	Использовать специализированные модули с аппаратной блокировкой	Паспорт привода
Использование кабеля без индекса нг(А)-LS	Нарушение требований пожарной безопасности при сдаче	Применять кабели ВВГнг(А)-LS, ППГнг(А)-HF, КПСнг(А)-FRLS	ГОСТ 31565-2012 табл. 2
Объединение нулевых проводников разных УЗО	Ложное срабатывание УЗО/АВДТ при включении любой нагрузки	Раздельные нулевые шины N для каждого дифференциального автомата / УЗО	ПУЭ 7 п. 7.1.76
Отсутствие маркировки жил и кабелей в щите	Увеличение времени ПНР и диагностики аварий в 5-10 раз	Маркировка кабелей термоусадкой/бирками по кабельному журналу	СП 76.13330.2016 п. 6.1.18
Подключение многопроволочной жилы без НШВИ	Перекусывание проволок винтом, нагрев и отгорание клеммы	Обязательная опрессовка наконечниками НШВИ / НШВИ(2)	ГОСТ 10434-82
Установка антенны	Падение	Вынос внешней антенны	Паспорт

Zigbee/Wi-Fi внутрь глухого металлощита	дальности радиосвязи до 1–2 метров, потери пакетов	на SMA-кабеле наружу щита	контроллера

Глава 28. Что читать и где учиться дальше

Когда вы уже несколько лет сами собираете щиты, разводите кабели и проверяете изоляцию, внезапно оказывается, что рядом становятся «умные» выключатели, датчики и контроллеры. Они говорят на языке, который вы ещё не знаете. Эта глава — ваша таблица переводов: какие документы действительно нужны, где искать актуальные версии, как не потеряться в море статей и рекламных обзоров, и что делать, если никто не объясняет, как это работает на практике.

Мы не будем продавать ничего. Просто расскажем, что реально пригодится на объекте уже завтра — и куда заглянуть, если захотите углубиться.

25.1. Нормативные документы — куда ходить за правилами

Эти документы не просто стоит знать — их нарушение можно понести по закону. Для автоматизации они особенно важны, потому что вы начинаете соприкасаться с низковольтными сетями, которые регулируются отдельными правилами.

Чтобы найти актуальную редакцию любого документа:

- **ПУЭ (Правила устройства электроустановок)** — ищите на официальном портале правовой информации pravo.gov.ru. В поисковой строке введите «Правила устройства электроустановок». Если сайт выдаёт несколько вариантов — берите тот, у которого дата вступления в силу самая поздняя. Текущая редакция — седьмая. ПУЭ — ведомственный нормативный документ Минэнерго России; часть глав 7-го издания официально утверждена приказами министерства, часть глав остаётся в редакции 6-го издания до выпуска новых. Перед применением проверяйте статус главы в актуальной базе нормативов.
- **ГОСТ (Государственный стандарт)** — на официальном портале Росстандарта rst.gov.ru и в ФГИС «Национальная система стандартов». В поиске вводите номер, например «Р 50571.5.52-2011». Если ГОСТ помечен как «помечен на утрату» или есть более поздняя версия — используйте новую.
- **СП (Свод правил, строительные нормы и правила, СНиП)** — на norms.ru и stroy.ru. СП часто заменяют более новыми СП или включают в Единые системы регламентов (ЕСР).

Документ	Полное официальное	Ключевые разделы для

	наименование	изучения
ПУЭ (7-е изд.)	Правила устройства электроустановок	—
СП 256.1325800.2016	Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа	—
ГОСТ Р 50571.5.52-2011	Электроустановки низковольтные. Выбор и монтаж. Электропроводки	Таблицы приложения B (B.52.x) — поправочные коэффициенты токов в пучках, трубах, лотках. Это — ваша ПУЭ-таблица, но для многожильных кабелей в сложных условиях прокладки.
ГОСТ Р 50571.7.701-2013	Электроустановки низновольтные. Специальные установки. Помещения с ванной или душем	П. 701.32 — Зоны безопасности (0, 1, 2). Раздел 701.5 (п. 701.51 и далее) — IP-классы оборудования и ограничения на установку коробок.
ГОСТ 31565-2012	Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности	Таблица 2 — Где какие кабели можно класть: нг(A)-LS для жилых, нг(A)-FRLS для пожарной сигнализации.
СП 76.13330.2016	Электротехнические устройства (Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85)	—
СП 134.13330.2012	Системы электросвязи зданий. Основы проектирования	—
ГОСТ Р 50571.5.54-2013	Заземляющие устройства и защитные проводники	—
СП 60.13330.2020	Отопление, вентиляция, кондиционирование	—

Вот что важно знать: ПУЭ содержит отдельные требования к цепям и электроустановкам напряжением до 50 В (класс безопасного сверхнизкого напряжения) — при работе с низковольтными цепями автоматики проверяйте применимые пункты ПУЭ напрямую. Это как если бы вы вдоль стены проложили обычную электропроводку — но вместо 220 В туда подаётся 12 В. Нагрузка меньше, но правила те же: заземление, экранировка, защита от влаги — всё как в обычной электрике, только аккуратнее, потому что данных больше.

🔴 **Номера сводов правил и стандартов приведены как ориентир для поиска, а не как ссылка на действующий пункт.** Редакции меняются: у

СП 256.1325800.2016, например, действующая редакция — с изменениями, вступившими в силу в январе 2025 года. Перед тем как ссылаться на норматив в проекте или споре с заказчиком, откройте актуальную редакцию в официальном источнике и проверьте, что пункт всё ещё тот.

25.2. Где скачать схемы протоколов — прямо сейчас

Протокол обмена (Communication protocol — это правила, по которым «разговаривают» устройства) — для электрика это как язык, на котором вы измеряете ток. Два прибора, которые говорят на разных языках, не поймут друг друга, даже если оба подключены к одной сети.

Не нужно ничего покупать. Эти спецификации доступны бесплатно и их можно скачать прямо сейчас.

Протокол / Технология	Где искать	Что скачать
Modbus RTU / TCP	modbus.org	Спецификации Modbus Application Protocol V1.1b3 и Modbus over Serial Line V1.02 — скачиваются без регистрации. RTU — это передача по двум проводам (как ваша линия заземления, но для данных), TCP — по сети Ethernet.
DALI (Digital Addressable Lighting Interface)	dali-alliance.org — www.dali-alliance.org	Руководство по проектированию и список сертифицированных устройств. DALI — это как диммер, но управляется не вручную, а по цифровому сигналу. Каждый светильник получает адрес, как квартира в доме, и на него можно послать команду включить или выключить.
KNX	knx.org	Международный стандарт EN 50090 / ISO 14543. Учебные курсы KNX Basic доступны на MyKNX после бесплатной регистрации. KNX — это как один большой щиток, в который входят и свет, и климат, и шторы, и всё управляется из одного места.
Matter и Zigbee	csa-iot.org	Спецификации Matter Core Specification и Zigbee Cluster Library (ZCL) — бесплатно. Matter — это стандарт, который Apple, Google и Amazon договорились, чтобы ваши устройства работали вместе, как розетки одной марки в щитке.
Thread	threadgroup.org — www.threadgroup.org	Спецификации Thread 1.3 / 1.4 после бесплатной регистрации. Thread — беспроводная mesh-сеть: устройства-роутеры (часть устройств) ретранслируют сигнал, сеть сама находит маршрут; конечные спящие устройства могут вообще не участвовать в передаче чужого трафика.
Z-Wave	zwavealliance.org	Спецификации Z-Wave Public Specification. Z-Wave — это как отдельная линия в щитке, но на частоте 868 МГц, поэтому не конфликтует с Wi-Fi и Zigbee, которые работают на 2.4 ГГц.

Меню и шпаргалка: что где искать

Иногда проще знать ответ: «где конкретно искать».

- **Глубокий поиск по названию** — в строке поиска Google введите название стандарта в кавычках: «Modbus over Serial Line specification». Это даст вам официальный документ первым в выдаче.
- **GitHub** — почти все протоколы открыты. Поищите `Modbus specification filetype:pdf` или зайдите в репозитории вроде `modbus-controls/modbus`. Там лежат расшифровки протоколов и примеры.
- **Форумы и вики производителей контроллеров** — там есть готовые статьи о том, как читать регистры Modbus. Это как ваша шпаргалка с объяснением, что за регистр зачем.

Home Assistant и Zigbee2MQTT

Протокол / Технология	Где документация	Зачем
Home Assistant	home-assistant.io	Полная открытая документация по интеграциям, автоматизациям и конфигурациям. Home Assistant (домашний ассистент — это программа, которая соединяет все ваши устройства в одну сеть) пишут сами энтузиасты.
Zigbee2MQTT	zigbee2mqtt.io	База поддерживаемых устройств и параметров. Zigbee2MQTT (Zigbee to MQTT — это мост между Zigbee-устройствами и вашей сетью) имеет более 3000 моделей в базе.

25.3. Русскоязычные сообщества — спрашивайте здесь

Англоязычная документация хороша, но когда вы стоите на объекте с проводкой и говорите «а вот этот регистр Modbus что значит?», вам нужен человек, который поймёт, о чём вы. Эти сообщества — ваша сторожевая бригада в телефоне.

Ресурс	Адрес	Что здесь полезно монтажнику
Вики производителей контроллеров	ищите по запросу «вики» плюс марка контроллера	Лучшая практическая база знаний в РФ. Статьи о RS-485, выборе реле под нагрузки, защите входов, заземлении.
Sprut.ai	sprut.ai	Крупнейший русскоязычный портал. База устройств, обзоры, практические сценарии. Используйте поиск: вбейте модель вашего контроллера.
Форум Mastergrad	mastergrad.com	Профессиональные обсуждения щитов, кабельных трасс, нормативов.
Форум Forumhouse	forumhouse.ru	Реальный опыт монтажа в коттеджах и загородных домах.
Хабр, хаб Smart Home	habr.com/ru/hub/smart_home	Технические статьи инженеров-интеграторов. Иногда глубоковато, но есть много практических лайфхаков.
Отраслевые чаты в Телеграме	ищите по названию протокола или марки	Чат в реальном времени. Спросите — ответят быстро.

Перед тем как задавать вопрос в сообществе:

1. Используйте поиск. Вбейте модель вашего оборудования в строку поиска форума. Два тысячи людей уже столкнулись с тем же.
2. Приложите фото. Не «не работает», а «вот щит, вот подключение, вот ошибка в логе».
3. Опишите, что уже пробовали. «Перефлажил» звучит иначе, чем «проверил напряжение на реле — 220 В, но катушка не медлительно включается».

25.4. Производители — где скачивать паспорта

Паспорт оборудования (техническая документация производителя — это как тот листок к прибору, где написано: какие клеммы куда подключать, сколько тока жрать, и какие защитные функции есть) — это ваш главный друг. Если вы его не читаете, вы работаете на память, как электрик, который девятилетний кабель помнит, но не читает ПУЭ.

Производитель	Сайт	Что искать монтажнику
Сайты производителей модулей	раздел «документация» у любой марки	Схемы подключения модулей, таблицы регистров Modbus, видеоинструкции на YouTube.
Systeme Electric	systeme.ru	Технические альбомы (Acti9, Easy9), каталоги, таблицы селективности автоматов.
IEK GROUP	iek.ru	Альбомы типовых решений, калькуляторы щитов, паспорта автоматов и контакторов.
ОВЕН	owen.ru	Руководства по ПР200/ПР103 (программируемые реле), модули МВ110/МВ210, лайфхаки по RS-485.
DKC (ДКС)	dkc.ru	Альбомы кабельных трасс, лотки, молниезащита, конфигуратор щитов Quadro.
HiDev / Home Intelligence	h-i.space	Схемы щитовой автоматики, паспорта контроллеров и субмодулей, типовые узлы сопряжения климата и слаботочных сетей.

На сайте производителя ищите раздел «Документация», «Поддержка», «Скачать», «Технические паспорта». Если сайт перегружен рекламой и «купите сейчас» — ищите в PDF: «[модель] passport PDF» или «[модель] manual PDF» в Google.

25.5. Обучение внутри нашей компании

Home Intelligence (АО «Домашний интеллект», h-i.space) работает с 2010 года, делает более 1000 проектов. Мы не выдаём дипломы и не продаем курсы — но если вы работаете с нами или проходите стажировку, вы получаете то, что действительно нужно: доступ к документации HiDev, практику на реальных объектах и ответы от опытных инженеров.

Что доступно:

- **Документация на h-i.space.** Схемы щитов, паспорта контроллеров, типовые узлы сопряжения климата и слаботочных сетей — всё это не в рекламных буклетах, а в технических разделах сайта. Изучайте их, как ПУЭ: от схемы к схеме, пока не поймёте логику.
- **Менторство.** Внутри компании есть команды, которые работают с HiDev-контроллерами ежедневно. Они знают, какие датчики подключаются к каким портам, какие адреса Modbus используются, и как не сломать климат в воскресенье вечером. Запрашивайте время у того, кто сделал 50 таких же щитов.
- **Практика на объектах.** Обучение строится вокруг реальных установок. Вы не разбираете теорию — вы монтируете. А если что-то пойдёт не так, вы разбираетесь вместе с тем, кто это уже решил 10 раз.
- **Отчёты и разбор.** После каждого объекта вы проходите разбор: что сработало, что нет, что будем делать по-другому. Это не про галочки в журнале — это про то, чтобы вы больше не ошибались в том же месте.

Курсы, сертификаты, дипломы — это проходит владелец проекта. Если вы хотите пройти KNX Basic или KNX Advanced — обсудите это с руководителем. Экзамен сдаётся в центре KNX по всей России. ETS (Engineer Tool Software — программа для настройки KNX-устройств) — платная (лицензия или аренда через my.knx.org); для ознакомления доступна ограниченная демо-версия. Для простых задач HI обычно достаточно конфигураторов поставщиков устройств.

25.6. Видеонаблюдение и контроль доступа — с чего начать

Для большинства монтажников видеосистема — это новая тема. Вы привыкли к 220 В, кабелям с маркировкой, к щитам. Аналоговая камера, раньше не слышал? Откройте паспорт.

Что важно понять сразу:

- **Видеокамера** состоит из двух частей: корпуса с линзой и электроники. В паспорте указаны габариты корпуса, способ крепления, расположение

клемм питания и сигналового кабеля. Это как чертёж детали, только для камеры.

- **Регистратор (видеорегистратор)** — это как ваш распределительный щит, но вместо автоматов он принимает видеопотоки. В паспорте: сколько каналов, какой интерфейс (ethernet или коаксиальный), какие функции поддерживает.
- **Питание камер PoE (Power over Ethernet — питание по витой паре)** — это когда один кабель несёт и питание, и данные. Очень удобно, но нужно знать: ваш коммутатор должен поддерживать PoE, иначе камера не включится.

Перед монтажом видеосистемы:

1. Скачайте паспорт каждой модели камеры и регистратора.

2. Проверьте: какие клеммы куда подключать.

3. Узнайте диапазон напряжий питания — 12 В или 24 В.

4. Определитесь с длиной кабеля — для IP-камер по витой паре стандартный предел сегмента Ethernet 100 м (без промежуточных коммутаторов); для аналогового видео по коаксиальному кабелю дальность зависит от типа кабеля и может достигать 200–300 м.

25.7. Программные утилиты и мобильные приложения

Эти утилиты заменят вам мультиметр, паяльник и воображение. Никогда не программируйте «на памяти» — проверяйте факт на экране.

Инструмент	Платформа	Назначение
Мобильный калькулятор «Электрик» / CuCalc	Android, iOS	Расчёт сечения кабеля по току и падению напряжения по ПУЭ прямо на объекте.
Wi-Fi Analyzer / Wi-Fiman	Android, iOS, ПК	Сканирование радиоэфира 2.4 / 5 ГГц, выбор свободных частот для контроллеров и роутеров.
Fing / PingTools	Android, iOS	Сканирование сети, поиск IP и MAC-адресов контроллеров, IP-камер.
QModMaster / Modbus Poll	Windows, Linux	Проверка шины RS-485: чтение и запись регистров, проверка адресации и скорости. RS-485 (Recommended Standard 485 — стандарт двусторонней связи по двум проводам) — это как ваша линия заземления, но вместо тока по ней бегут цифры.
MQTT Explorer	Windows, macOS, Linux	Дерево топиков MQTT (Message Queuing Telemetry Transport — лёгкий протокол обмена сообщениями для слабых устройств).

		Мониторинг датчиков в реальном времени.
Wireshark	Windows, macOS, Linux	Глубокий захват сетевых пакетов. Нужен, когда «не пингуется» и страшно.
PuTTY / Termius	Windows, macOS, Android, iOS	SSH (Secure Shell — защищённый терминал для удалённого доступа к серверу) и TCP-подключения к контроллерам.

Как понять, что выбрать

Если вы видите надпись «RS-485» на контроллере — используйте QModMaster. Если видите «Wi-Fi» — Fing или Wi-Fi Analyzer. Если система строится на MQTT — MQTT Explorer.

Не бойтесь терминалов. PuTTY для электрика — это как мультиметр: вы подключаетесь, вводите команды, и видите что происходит внутри. Это не «программирование» — это диагностика.

25.8. Аппаратный инструментарий — обязательный минимум

Купить можно дешево, а сломать — дорого. Именно поэтому качественный инструмент — это не роскошь, а норма.

Прибор	**Минимум для монтажника**	**Где применять**
Цифровой мультиметр с True RMS	CAT III 600V, измерение напряжения, тока, ёмкости, прозвонка	Проверка рабочих напряжий, целостности шлейфов, катушек реле
Мегаомметр	Испытательное напряжение 500 В / 1000 В	Сопротивление изоляции кабелей до подачи напряжения
USB to RS-485 адаптер	Гальваническая развязка, FTDI или CP2102 чип	Адресация устройств, чтение регистров
Динамометрическая отвёртка	0.1–0.6 Н·м для слаботочки, 1.0–5.0 Н·м для модулей	Не срывает резьбу клеммников, не допускает недотяжки
Кабельный тестер витой пары	Проверка T568A/B, поиск обрывов и перехлёстов	Обжим патч-кордов и магистралей
Кримпер для наконечников	НШВИ (0.25–6.0 мм²), шестигранный или квадратный	Качественная опрессовка многожильных проводов
Пинцет для SMD-компонентов	Антистатческий, тонкая игла	Если паэтыруетесь в контроллеры самостоятельно
Паяльник + держатель	Температура 200–350 °C	Запайка кабелей в контроллеры с пайкой

True RMS (True Root Mean Square — истинное среднеквадратическое значение) — это способ измерения переменного тока, который не ошибается на несинусоидальных сигналах. Если ваш мультиметр без True RMS, а нагрузка — СВЧ-источник, показания могут быть смещены на 20 %.

CAT III (Category III — третья категория измерительной точки) — это класс защиты мультиметра на счётчиках и распределительных коробках. CAT III 600V значит: вы можете измерять в распределительном щитке сети 220 В. CAT II — только на бытовых приборах.

25.9. Как учиться на объекте — без стыда и без опозданий

Любой монтажник делает ошибки. Разница между хорошим и отличным — в том, кто учится на них.

Разбор своих ошибок

Когда что-то не сработало — не спешите винить оборудование. Спросите себя:

- Было ли напряжение на клеммах? (Проверили мультиметром?)
- Был ли контроллер в сети? (Пинг есть?)
- Был ли датчик подключён к правильному порту? (Проверили паспорт?)
- Не перепутали ли адреса на шине? (В RS-485 каждый модуль — как квартира: номер 1 — это не номер 2.)

Запишите ответы в тетрадь. Не в голову — в бумагу. Через месяц вы не вспомните, но эта тетрадь подскажет.

Журнал объектов

Каждый объект фиксируйте в журнале. Это не про бухгалтерию — это про вашу память.

```
┌──────────────────────────────────────────────────────┐
│ Журнал объекта: дом №12, ул. Лесная, г. Подмосковье  │
├──────────────────────────────────────────────────────┤
│ Дата: _________  Монтажник: _________  Бригада: _____ │
│                                                      │
│ Схема щитка:                                         │
│ [рисунок или фото щитка]                             │
│                                                      │
│ Монтировано:                                         │
│ • Контроллер: HiDev X2 — адрес 1, порты 1–8          │
│ • Датчики движения: 5 шт. — адреса 11–15             │
│ • Реле включения света: 3 шт. — адреса 21–23         │
│                                                      │
│ Проблемы:                                            │
│ • Датчик в кладовке не видит движение — заменить на  │
│   датчик с ИК-диодом вместо пироэлектрического       │
│ • Реле 23 не щёлкает — проверить питание 12 В        │
```

```
Использованная документация:
[ссылки на паспорта, схемы с сайта]
```

Фотофиксация

Фотографируйте до, во время и после:

- **До** — как было проволожено, какие кабели идут куда. Это как чертёж, который вы не сделали.
- **Во время** — каждое соединение в клеммнике. Через месяц вы не вспомните, в какую клемму шёл синий провод.
- **После** — как выглядит готовый щит, чтобы сравнить с проектом.

Фотографии идут в ваш журнал и в журнал объекта заказчика. Если через год кто-то спросит: «а почему тут кабель повернулся?», фото ответит быстрее, чем вы.

25.10. Что читать про доступ и распознавание — паспорты, а не статьи

Когда речь о видеонаблюдении, контроле доступа или распознавании (это когда камера «видит» лицо или номер машины и решает, кто вы), в интернете полно статей типа: «Лучшие камеры 2026 года», «Топ-5 систем распознавания», «Обзор новинок».

Эти статьи написаны маркетологами. Они вам не помогут.

Читайте паспорта.

Почему паспорт важнее статьи:

- **Статья** говорит: «камера купилась за 5000 рублей в магазине X».
- **Паспорт** говорит: «датчик света 0.1 Лк, угол обзора 85°, питание 12 В, потребление 200 мА, крепление под винты с шагом 20 мм».

Ваша задача — знать, что именно нужно для монтажа. А это:

- Габариты корпуса и способ крепления.
- Расположение клемм питания и сигнала.
- Диапазон напряжий питания.
- Поддержка PoE или требуется отдельное питание.
- Рабочее расстояние и угол обзора (на камеру — расстояние до объекта наблюдения; угол обзора — как ширина лучей фонаря).
- Требования к сети: скорость записи, пропускная способность.
- Поддержка протоколов: ONVIF (Open Network Video Interface Forum — открытый стандарт видеокамер, который позволяет камере работать с любым регистратором, если оба поддерживают ONVIF). Если ваша

камера и регистратор поддерживают ONVIF, вы просто подключаете кабель — и система их свяжет сама.
- Длина кабеля и тип патч-корда.
- Частота кадров и разрешение: это определяет, сколько места займет запись на диске.

Где брать паспорта:

- На сайте производителя камеры, в разделе «Поддержка» или «Документы».
- В комплекте с камерой — в электронном виде на флешке или в бумажном виде в коробке.
- В технической поддержке производители — звоните, просите выслать паспорт по почте.
- На форумах (forumhouse.ru, mastergrad.com) — иногда пользователи выкладывают паспорта, если официальный сайт не работает.

Почему статьи вредны: они пишут о модели, которую завтра снимут с продаж. Вы купили камеру по статье, а через год оказалось, что прошивка багнутая и обновлений не будет. Паспорт же растёт с оборудованием — он всегда актуален.

25.11. Порядок профессионального роста — ваша дорожная карта

Все начинается с одной клеммы. Но не все доходят до цели.

```
Этап 1: Электромонтажник систем автоматизации
├── Базовые навыки: монтаж кабельных трасс, маркировка жил и кабелей,
│   сборка щитов по готовым схемам.
├── Допуски: III группа по электробезопасности до 1000 В.
└── Сдача работ: прозвонка линий, мегаомметр, опрессовка наконечников НШВИ.
Этап 2: Специалист по пусконаладочным работам (ПНР)
├── Навыки: адресация Modbus/DALI, спаривание Zigbee/Matter, настройка контроллера.
├── Инструменты: RS-485, SSH-клиенты, сканеры сети, конфигураторы.
└── Обучение: практические семинары и курсы производителей (ОВЕН, Wiren Board — как
    сторонние ориентиры рынка; KNX Basic на knx.org).
Этап 3: Инженер-проектировщик / Ведущий интегратор
├── Навыки: расчёт щитов, расчёт падения напряжения, однолинейные схемы
│   и кабельные журналы в САПР (AutoCAD, NanoCAD, EPLAN).
├── Сертификация: KNX Partner — практический экзамен в ETS.
└── Компетенции: Modbus/BACnet шлюзы, API-интеграция, СКС.
Этап 4: Руководитель бригады / Техдиректор проекта
├── Управление: регламенты монтажа, шеф-монтаж, надзор за субподрядчиками.
└── Взаимодействие: согласование с архитекторами, дизайнерами, ОВ и ВК.
```

ПНР (Пусконаладочные работы — проверка и настройка установленного оборудования после монтажа) требуют больше знаний о программируемой логике, чем о кабелях. Но если вы хорошо монтировали на этапе 1 — этап 2 пройдёте быстро.

САПР (Система автоматизированного проектирования — программное обеспечение для черчения схем) нужно изучать не для красоты чертежей,

а чтобы понимать, как правильно спроектировать кабельную трассу. На объекте вы можете не чертить — но если кто-то уже нарисовал схему, вы должны её прочитать.

Как пройти от этапа к этапу

1. На каждом объекте задавайте вопросы. Не бойтесь спрашивать: «а почему это подключено так, а не иначе?». Хорошие электрики не сами ничего не знают — они знают, кому спросить.
2. Делайте то, что делали вы — только лучше. Если вы монтировали 10 щитов с одинаковой схемой, попробуйте изменить один узел. Это как паять детали: каждая пайка делает вас лучше.

3. Читайте паспорта. Не «вроде бы знаю», а «в паспорте написано, что...».

4. Пишите в журнал. Не для начальника — для себя.

5. Обращайтесь в сообщества. Не для того чтобы вас подправили — для того чтобы вы могли подправить других.

Заключение: ваш путь не в книгах

Самая важная вещь, которую мы вам дали — это не ссылка на сайт и не номер ГОСТа. Это умение находить ответы сами.

Когда вы стоите на объекте и думаете: «а как это подключить?», не включайте YouTube и не ищите статью. Сначала откройте паспорт. Если его нет — поговорите с тем, кто ставил это оборудование раньше. Если никого нет — зайдите в чат, в телеграм, на форум. Три человека, которые уже проходили это, ответят быстрее, чем вы будете крутить колёса в голове.

Мы не знаем всего. Но мы знаем, где это можно найти. И этот навык — ваш главный инструмент, которым вы обладали ещё до того, как впервые взяли мультиметр в руки. Его просто нужно научиться применять.

Следующая глава: «Как собрать первый щит: пошаговое руководство для электрика».