

Глава 2. Что у вас стоит: обход лодки, паспорт лодки, чужая лодка

Узнать систему в лицо, нарисовать её на одном листе и найти опасное — за один заход

Почти всё, что дальше в этой книге написано про диагностику, начинается с одного и того же вопроса: что у вас стоит. Не «что бывает на лодках», а что стоит именно на вашей — сколько источников энергии, где их выключатели, какие цепи живут в обход этих выключателей и где защита. Пока этого нет на бумаге, любой совет вы примеряете наугад. Эта глава даёт один заход: вы проходите лодку, узнаете железо в лицо, записываете его в паспорт лодки и получаете лист, который дальше открываете вместо того, чтобы каждый раз лезть под пайолы — съёмный настил над трюмом.

ПОСЛЕ ЭТОЙ ГЛАВЫ ВЫ СМОЖЕТЕ

- Пройти лодку по маршруту от батарей до панели и не пропустить ни одного источника энергии.
- Отличить выключатель батареи от реле разделения заряда, реле — от DC-DC, шунт — от шины, зарядное — от инвертора, глядя на клеммы и надписи.
- Нарисовать однолинейную схему своей лодки на одном листе и заполнить паспорт лодки, честно отметив, чего вы не знаете.

- По табличкам и по проводам определить, построена лодка по американским или по европейским правилам, прочитав по номеру корпуса год и изготовителя и понять, что это меняет в чтении книги.
- За двадцать минут принять чужую лодку: найти главное, проверить работающее, не тронуть опасное и внятно сказать базе, что не так.

Что нужно знать из других глав: карта источников и правило «главный выключатель не значит „нет напряжения нигде“» (→ 1.7), что опасно и что нет (→ 1.1), как измерять падение напряжения под током (→ 3.4), защита у батареи (→ 4.2).

- | | | | |
|-----|--|-----|--|
| 2.1 | Обход лодки за час без приборов | 2.6 | Чужая лодка за двадцать минут |
| 2.2 | Как узнать узел в лицо | 2.7 | Когда всё погасло на незнакомой лодке |
| 2.3 | Паспорт лодки: однолинейная схема и поля | 2.8 | Минимальный набор инструмента на борту |
| 2.4 | Заводская схема: как её читать | 2.9 | На борту |
| 2.5 | Лодка построена по ISO или по АВУС | | |

2.1. Обход лодки за час без приборов: маршрут, что открыть, что записать

Первый заход делается без единого прибора. Задача не измерить, а увидеть и записать: где рождается энергия, чем она отключается и куда идёт. Прибор на этом этапе только отвлекает — он даёт число, а вам нужна карта.

Маршрут идёт по пути энергии, от источников к потребителям, и порядок здесь не произвольный. Если начать от панели, вы будете всё время возвращаться назад с вопросом «а откуда это питается»; если начать от батарей, каждый следующий узел объясняется предыдущим.

ПРАВИЛО ОБХОДА

Считайте источники, а не приборы. Опасность на лодке создаёт не число потребителей, а число мест, откуда приходит энергия: каждый банк батарей, берег через бортовой ввод, инвертор, генераторная установка, солнечная панель, ветрогенератор, двигатель на ходу: генератор двигателя даёт ток, пока двигатель работает. Потребитель без источника мёртв; источник, о котором вы забыли, остаётся под напряжением, когда вы уверены, что всё выключено.

В доме и в автомобиле такую карту рисовать не нужно: щиток один, и всё, что за ним, снимается одним автоматом. На лодке источников несколько, работают они одновременно и друг друга не отключают — поэтому первый шаг здесь не измерение, а перечень источников.

ОБХОД: ШЕСТЬ ОСТАНОВОК

До того как открыть отсеки: на лодке с бензиновым двигателем включите вытяжной вентилятор трюма на четыре минуты **CFR** и откройте моторный отсек прежде, чем понадобится свет; снимите кольцо и часы, ключи и инструмент над клеммами батареи не проносите, фонарь и телефон держите выше уровня клемм. Свинцовый банк с пробками после заряда выделяет водород — отсек проветривается до того, как вы в нём работаете → 1.1. Переменный ток снимите до того, как откроете отсек с зарядным устройством, инвертором или щитом переменного тока: выключатель берега на панели переменного тока OFF, автомат на причальной колонке (pedestal) OFF, вилка из колонки, затем из ввода на лодке — сначала со стороны берега, чтобы вилка у вас в руках никогда не была под напряжением; инвертор OFF; генераторная установка заглушена → 1.7. Смотреть и записывать при этом безопасно: пока вы ничего не отсоединяете, бортовая сеть 12 или 24 V током не бьёт.

- 1 Батарейный отсек. Откройте, посчитайте батареи, прочитайте этикетки. Батарея — это корпус, банк — группа батарей, соединённых перемычками и работающих как одна: запишите сначала каждую батарею, потом отметьте, какие из них собраны перемычками в группу.

Вы увидите: Место, напряжение и ёмкость в ампер-часах с этикетки каждой батареи, химия (пробки на крышке — свинцово-кислотная с обслуживанием; надпись AGM или GEL — свинцовая закрытая; Lithium или LiFePO4 — литиевая) и дата, если стоит. Перемычки не прослежены — число банков и общую ёмкость не записывайте, запишите «группы не прослежены» → 6.4.

- 2 Клеммы батарей. Проследите глазами каждый толстый провод от плюса — и толстый минус.

Вы увидите: Куда плюсовой провод уходит первым: в предохранитель, в выключатель или прямо в глубину лодки. Каждый плюсовой провод с батареи — отдельная строка в вашем списке. Куда приходит минус банка: на минусовую шину — общую точку, где собраны минусы потребителей, — или на двигатель; есть ли рядом зелёные провода связи по массе (bonding).

- 3 Выключатели. Найдите все.

Вы увидите: Сколько их, какие позиции подписаны, что каждый отключает. Пока просто перечень — проверка придёт в шаге 5.

- 4 Узлы между батареями и панелью: реле разделения заряда, преобразователь, шунт, зарядное устройство, инвертор.

Вы увидите: Что именно стоит и что написано на корпусе. Реле разделения заряда (ACR) соединяет банки, пока один из них заряжается, и разъединяет, когда заряд кончился; как отличить его от соседей — → 2.2 · с. 6.

- 5 Панель и цепи мимо выключателя. Перед тем как что-то переключить, запишите положение каждого выключателя и что горит на панели: это ваша точка возврата. Двигатель заглушен, берег снят (панель OFF, колонка OFF, вилка вынута), зарядное устройство выключено, солнечный контроллер выключен или солнечная панель накрыта,

крупные потребители выключены — поверните в OFF все выключатели батарей. На работающем двигателе выключатель батареи не трогают → 1.7.

Вы увидите: Что на панели погасло и что осталось живым. Живая после этого цепь идёт мимо выключателя: трюмная помпа, память приборов, сигнализация, детектор угарного газа (CO monitor), зарядное устройство, солнечный контроллер, преобразователь или реле между банками, если они подключены до выключателей. Выпишите каждую такую цепь и найдите её защиту у батареи. Это самая ценная запись обхода.

6

Бортовой ввод и всё, что с ним связано.

Вы увидите: Сколько вводов, где вилка, где выключатель берега на панели, есть ли защитное отключение (ELCI) — автомат на вводе с кнопкой TEST и надписью GFCI, ELCI, RCD или RCBO на корпусе, есть ли индикатор обратной полярности.

ВЕРНУТЬ ЛОДКУ В РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ

Двигатель заглушен — выключатели батарей в записанные положения. Зарядное устройство и солнечный контроллер — как были до обхода, укрытие с солнечной панели снять; инвертор — в записанное положение. Берег — последним: вилка в лодку, затем в колонку, автомат на колонке ON, выключатель берега на панели переменного тока ON. Сверьте панель с записью. Помпа — в автоматический режим, и её автоматический пуск проверен: поплавков — рукой, электронный датчик — водой или кнопкой проверки; не включилась — лодку без присмотра не оставляйте → 12.3. Крышки отсеков закрыты, инструмент убран из трюма.

Записывайте по ходу, а не потом. Через час вы будете помнить крупное и забудете именно мелочь, которая потом окажется важной, — что средняя позиция выключателя подписана ALL, а не BOTH, что у зарядного устройства свой предохранитель прямо на клемме, что один из толстых проводов уходит в переборку и вы не знаете, куда.

ТИПИЧНАЯ ОШИБКА

Записать «батарея — выключатель — панель» и закрыть тему. В этой записи нет ни одной из цепей, которые остаются под напряжением при выключенном выключателе, а именно они потом станут неожиданностью.

ЕСЛИ ЛОДКЕ 20-40 ЛЕТ

1. Проверить первым: сколько плюсовых проводов уходит прямо с клеммы батареи и есть ли у каждого своя защита.
2. Менять первым, если нашли плюс без защиты: защиту у батареи → 4.2.
3. Документов может не оказаться вовсе: признак — на панели нет ни одной бирки с номером цепи, а надписи выключателей нанесены от руки. Тогда паспорт лодки вы пишете с нуля, и это нормальный исход обхода → 2.3 · с. 12.

2.2. Как узнать узел в лицо

На лодке нет двух одинаковых сборок, но набор железа между батареей и панелью повторяется от лодки к лодке. Отличайте узлы по тому, что они делают: реле соединяет, преобразователь преобразует, шунт измеряет, шина раздаёт, — а клеммы и надписи говорят, который из них перед вами. Узел опознаётся по трём вещам сразу: по клеммам (стойки под кольцевой наконечник или винтовые зажимы, сколько их и одинакового ли они размера), по надписям на корпусе или на этикетке (изготовитель задаёт ток, напряжение и пороги; если на изделии их нет, они стоят в спецификации модели) и по проводам (толстые силовые, тонкие управляющие, есть ли провод переменного тока).

Дальше — девять узлов, сгруппированных по тому, что их путают между собой.

Таблица 2.1. Девять узлов: по чему узнаются

Узел	Клеммы и провода	Что напечатано	Что отличает от соседа
Выключатель батареи	Две-четыре крупные стойки, поворотная рукоятка с подписанными позициями	Длительный ток, кратковременный ток со временем, пусковой ток за 30 секунд, максимальное напряжение	Единственный узел с рукояткой, которую вы поворачиваете рукой
Реле разделения заряда (ACR)	Две силовые стойки одного размера, подписанные A и B; тонкий провод минуса, без которого реле не работает, и у части моделей — провода выносного светодиода и отключения на время пуска	Изготовитель, модель, ток в амперах и пороги соединения и разъединения банков в вольтах	В описании модели заданы пороги в вольтах; на корпусе органов управления нет, но у части моделей выключатель и светодиод вынесены на панель
Преобразователь DC-DC	Винтовые зажимы под провод до 16 mm ² (6 AWG) MFR , вход и выход разделены	Изготовитель, модель, ток выхода в амперах и мощность в ваттах	В описании модели заданы ток выхода и параметры заряда; светодиоды состояния и настройка с телефона
Шунт	Два крупных болта в разрыве минуса; два сигнальных винта с проводами к монитору — или, у шунта с электроникой внутри, два провода с предохранителем 1 А: к плюсу батареи и дополнительный вход	Ток и милливольты, например 500 A / 50 mV MFR	Стоит в минусе, а не в плюсе, и ничего не коммутирует

Узел	Клеммы и провода	Что напечатано	Что отличает от соседа
Шина	Четыре-шесть стоек в ряд на изоляторе; крышка снимается, стойки остаются на месте	Ток и максимальное напряжение	Полярность не напечатана: плюсовая и минусовая шина — одно изделие
Предохранитель	Один корпус в разрыве провода, органа сброса нет; у батареи — на шпильке клеммы в изолированном держателе (MRBF) или в своём держателе (ANL, Class T): чем они различаются → 4.4	Номинал и напряжение; разрывная способность — на корпусе или только в спецификации	После срабатывания заменяется, а не взводится
Автомат	Рычажок или кнопка сброса	Номинал и напряжение; разрывная способность — на корпусе или только в спецификации	Взводится рукой: рычажок возвращают во включённое положение или нажимают кнопку сброса
Зарядное устройство	Сторона постоянного тока — винтовые зажимы; переменный ток только входит	Напряжения заряда по фазам	Переменный ток входит, но не выходит
Инвертор и инвертор-зарядное	Сторона постоянного тока — мощные болты; переменный ток выходит, у инвертор-зарядного и входит	Мощность в вольтамперах, у инвертор-зарядного ещё и ток заряда	Считайте стороны переменного тока: одна — инвертор, две — инвертор-зарядное

Выключатель батареи (battery switch) вы узнаете первым — это единственный узел, которым вы управляете рукой. Позиции подписаны по-разному у разных изготовителей: у одного средняя позиция называется BOTH или 1+2, у другого ALL **MFR**. Это одно и то же действие — соединить оба банка на общий выход.

Отдельно существует двухцепной выключатель (Dual Circuit Plus) с двумя независимыми выходами: у него три позиции — OFF, ON и COMBINE BATTERIES **MFR**. В ON каждый банк питает свою цепь отдельно, в COMBINE они соединяются. BAT 1 и BAT 2 — это подписи батарейных вводов, а не позиции рукоятки, и «combine» здесь означает не «выбрать оба», а «связать две отдельные цепи». Чем эти два типа различаются и что каждый из них отключает — → 8.1; почему переключать банки на ходу — ловушка, — → 8.5.

ПОЧЕМУ ТАК

У части выключателей есть вспомогательная контактная группа AFD — отключение поля генератора двигателя (alternator field disconnect). Она закрывается чуть позже главных контактов и открывается чуть раньше них, и через неё пропущен провод возбуждения от внешнего регулятора: если рукоятку повернуть в OFF на работающем двигателе, поле снимается раньше, чем разрывается силовая цепь, и броска напряжения на разорванной цепи (load dump) не возникает. Работает это только на генераторе двигателя с внешним регулятором **MFR** — на моторе со встроенным регулятором такой выключатель ничего не спасает. Признак у него не на рукоятке, а в спецификации модели: изготовитель выносит наличие AFD отдельной строкой. Правило книги от этого не меняется: выключатель батареи на работающем двигателе не трогают.

Реле разделения заряда и преобразователь DC-DC решают одну задачу — довести заряд от источника до второго банка — и потому стоят в одном и том же месте схемы. Снаружи они разные. Сначала прочитайте изготовителя и модель на корпусе: у реле в описании модели стоят пороги соединения и разъединения банков в вольтах, у преобразователя — ток выхода и параметры заряда **MFR**. Внешний вид — второй признак. У реле две силовые стойки одинакового размера, подписанные A и B, и корпус без органов управления; у преобразователя винтовые зажимы, светодиоды состояния, настройка с телефона, вход и выход разнесены, а в спецификации указаны ток выхода и мощность. У части реле выключатель и светодиод вынесены на панель, а сам корпус остаётся без органов управления: смотрите, что стоит между банками, а не что выведено

на панель. Практическое следствие: реле только соединяет то, что уже есть, а преобразователь делает из одного напряжения другое и потому может заряжать банк другой химии или другого напряжения.

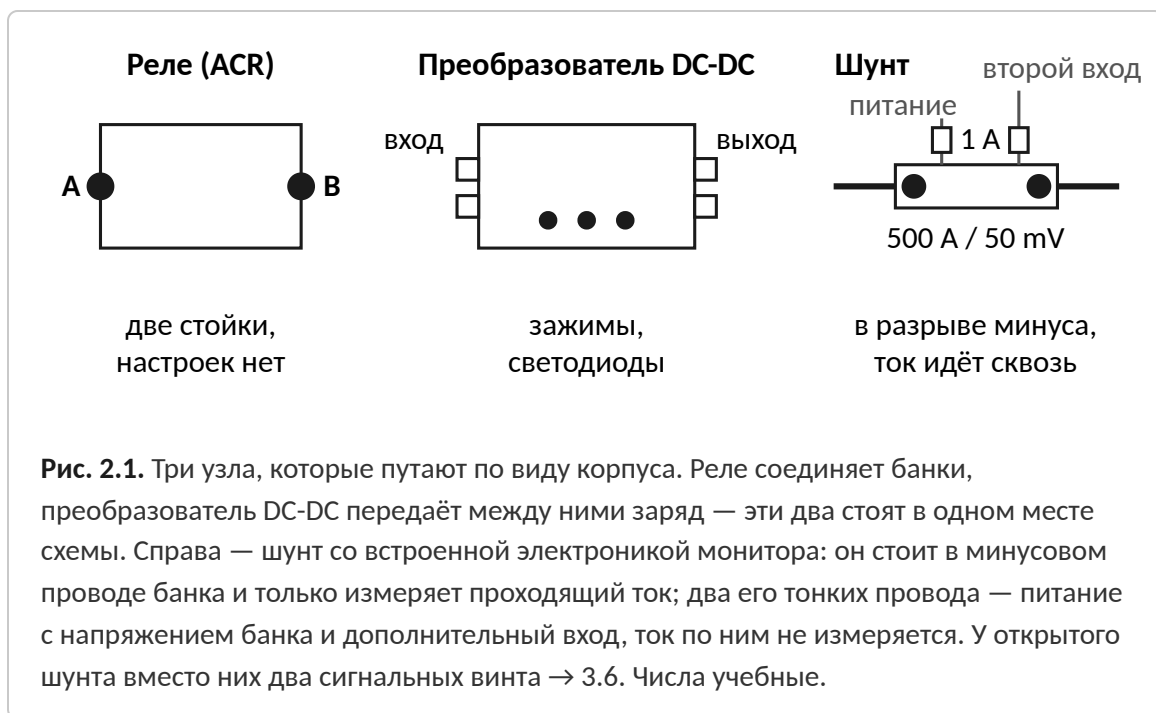
Шунт путают с шиной, и это ошибка с последствиями. Шина (bus bar) раздаёт: к ней подходит много проводов, и все они соединены между собой. Шунт разрывает: он стоит в разрыве минусового провода банка, и весь ток банка идёт сквозь него. Внешне он узнаётся по двум крупным болтам на массивной перемычке. Монитор батареи — прибор, который считает ток и заряд банка, — берёт ток по падению напряжения на этой перемычке; отсюда надпись вроде 500 A / 50 mV **MFR**: при токе 500 A на шунте падает 50 mV. У открытого шунта это падение снимается с двух сигнальных винтов на теле перемычки, и тонкие провода от них к монитору — измерительная пара → 3.6. У шунта со встроенной электроникой монитора сигнальных винтов снаружи нет; наружу выходят два тонких провода с предохранителем 1 A: один идёт к плюсу батареи — он питает электронику, и по нему монитор читает напряжение банка, второй — на вторую батарею или середину банка, это дополнительный вход. Ток по этим проводам не измеряется. Если снять шунт, банк останется без минуса; если снять шину, лодка останется без половины цепей.

ЦИФРЫ

Пусть шунт размечен 500 A / 50 mV. Сопротивление перемычки получается $0.05 / 500 = 0.0001 \Omega$, а тепло на ней при полном токе — $0.05 \cdot 500 = 25 \text{ W}$. Отсюда два следствия: при 50 A на шунте падает 5 mV, при полном токе 500 A — 50 mV, то есть даже в пике это меньше сотой доли напряжения банка, и потребители этого не видят; а сам шунт под большим током ощутимо тёплый — это норма, а не неисправность.

Длительно допустимый ток шунта указан в его паспорте и бывает меньше номинала шкалы: у распространённой модели на 500 A это 66 % номинала **MFR**.

Зарядное устройство и инвертор различаются по сторонам переменного тока. У зарядного устройства переменный ток только входит — шнуром с вилкой или через клеммник под крышкой, — а на стороне постоянного тока стоят винтовые зажимы; на корпусе напечатаны напряжения заряда, например 14.4 V и 13.8 V для свинцовой батареи 12 V **MFR** — напряжения двух этапов заряда; какой этап когда и почему профиль зависит от химии → 9.3. У чистого инвертора переменный ток только выходит, а на стороне постоянного тока стоят мощные болты. У инвертора-зарядного есть и вход, и выход переменного тока и встроенный переключатель, который сам выбирает между берегом и собственным выходом. Этот узел вы обязаны опознать точно: его клеммы постоянного тока остаются под напряжением и у выключенного аппарата, а выход переменного тока живёт, пока работает инвертор, — при любом положении выключателя берега → 1.7.



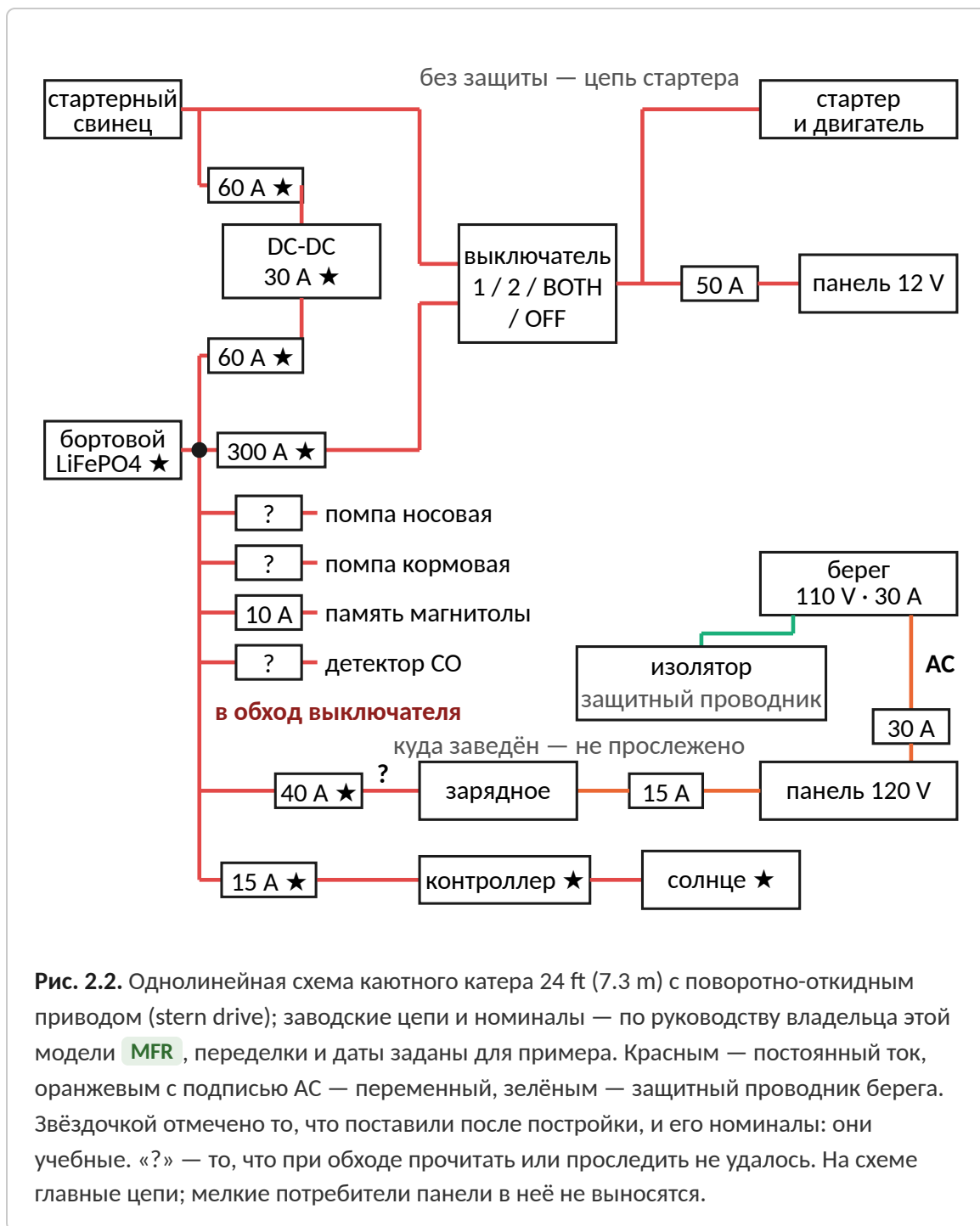
ПРАКТИКА

Сфотографируйте каждый узел так, чтобы на снимке читалась этикетка целиком, и второй раз — так, чтобы было видно, какие провода в него входят. Первая фотография отвечает на вопрос «что это», вторая — «как оно подключено»; поодиночке ни одна из них на оба вопроса не отвечает **PRACTICE**.

2.3. Паспорт лодки: однолинейная схема и поля

Паспорт лодки — это короткая форма из двух частей: лист схемы, на котором нарисовано, откуда на вашей лодке берётся энергия и чем она отключается, и поля с тем, чего на рисунке не видно. Он нужен вам самому — чтобы не разбирать лодку заново при каждой неисправности; он нужен мастеру — чтобы приехать с нужной деталью; он нужен страховщику и эксперту, который осматривает лодку (surveyor) — как доказательство, что вы знаете свою систему.

Схема называется однолинейной (one-line diagram), потому что на ней каждая цепь — одна линия, без деления на плюс и минус. Это не чертёж и не проект: она не обязана быть красивой и не обязана соблюдать обозначения. Она обязана отвечать на четыре вопроса — сколько источников, что чем отключается, где защита, что идёт в обход выключателя.



Прочитайте эту схему так, как будете читать свою. Оба банка заведены на один выключатель 1 / 2 / BOTH / OFF. В положении BOTH свинцовый и литиевый банки соединяются напрямую, мимо преобразователя; в положении 2 на литиевый банк садится весь выход выключателя — и стартер, и генератор двигателя. Это находка, а не особенность модели: выключатель заводской, литий

поставили позже, и заводская логика «любой банк на любую нагрузку» после замены значит уже не то, что значила. Что с этим делать — → 11.3. С выхода выключателя питаются стартер с двигателем и, через автомат 50 А, панель 12 V. Мимо выключателя по руководству лодки идут четыре заводские цепи: две трюмные помпы с поплавками, детектор угарного газа (CO monitor) и память магнитолы MFR ; после постройки к ним добавились солнечный контроллер, преобразователь между банками и выход зарядного — у каждой своя защита у клеммы. Бортовой ввод идёт на панель 120 V через главный автомат 30 А. Гальванический изолятор нарисован не в силовой линии, а на отдельной ветви, подписанной «защитный проводник»: силовой ток через него не идёт, и берегового питания он не отключает.

Вторая находка того же рода — в заряде. По руководству лодки заводское зарядное устройство заряжает оба банка при любом положении выключателя, а оно и генератор двигателя рассчитаны на свинцовые батареи MFR . Если выход зарядного после замены банка остался заведён на оба банка, литиевый банк заряжается по свинцовому профилю мимо преобразователя; куда он заведён сейчас, обход не проследил, и это первое, что надо выяснить → 11.3.

У преобразователя между банками подписан ток выхода — 30 А. Ток на его входе больше: со стартерного банка он берёт ту же мощность плюс свои потери. Пусть он отдаёт 30 А при 14.2 V, его КПД 87 %, а на входе 12.5 V: на входе он берёт $30 \cdot 14.2 / 0.87 / 12.5 \approx 39$ А. Даже если напряжение на входе равно выходному, ток на входе больше на потери — $30 / 0.87 \approx 34$ А.

Поэтому провод и защита со стороны входа считаются по входному току из руководства преобразователя, а не по числу в его названии: у распространённого преобразователя на 30 А изготовитель ставит на сторону 12 V предохранитель 60 А MFR → 8.3.

ТА ЖЕ МОДЕЛЬ — НЕ ТА ЖЕ ЛОДКА

Схема выше построена по руководству владельца конкретной серийной модели, и даже на ровеснице того же типа вы найдёте другое: банк перенесли, зарядное заменили, солнце поставили или сняли. Заводская схема говорит, что на такой лодке **искать**, а не что на ней **стоит**. Руководство этой модели само предупреждает: банки ставил продавец, и назначение позиций выключателя на конкретной лодке может отличаться **MFR**. Сошлось — отметили; не сошлось — это и есть находка, ради которой обход делается.

Рисовать начинайте с источников слева и ведите вправо. Каждый источник получает свою линию; на линии между источником и первым узлом ставьте прямоугольник, если там стоит защита, и оставляйте линию пустой, если защиты там нет, — пустая линия на вашем же рисунке потом задаст вам правильный вопрос. Отдельно, ниже основной линии, нарисуйте всё, что при выключенном выключателе остаётся живым. Именно эта нижняя часть схемы и есть то, ради чего лист стоит рисовать.

РАЗОБРАННЫЙ ПРИМЕР

Условие: лодка с Рис. 2.2 — два банка, преобразователь между ними, бортовой ввод с зарядным, солнечная панель. Вопрос: сколько источников надо снять, чтобы лодка была обесточена. Решение определяет не число приборов: в счёт идёт всё, что нужно снять отдельным действием. Счёт: стартерный банк — один, бортовой — два, берег через бортовой ввод — три, солнечная панель — четыре; двигатель на ходу даёт пятый. Зарядное устройство отдельного действия не требует: снят берег — оно перестаёт заряжать, но его выходные клеммы остаются под напряжением батареи, как и её собственные. Инвертор требует: он даёт 120 или 230 V от банка при снятом берегу, и у него свой выключатель и свой вход постоянного тока → 1.7; на этой лодке инвертора нет. Преобразователь между банками гаснет вместе с обоими банками, поэтому источником не считается, но его клеммы живы, пока жив хоть один банк. Что значит пять: одного движения рукой здесь не существует, и фраза «лодка обесточена» верна только после того, как снят каждый из пяти. До обхода на этот вопрос вы, скорее всего, ответили бы «два» — батареи.

Схему рисуют не в форме, а на отдельном листе: её приходится переделывать по ходу обхода, а перепечатывать из-за этого поля незачем. В форме остаётся одна строка — сколько листов схемы к ней приложено.

Поля паспорта — это то, чего на схеме не видно: чем заполнены банки, какие модели стоят, когда вы последний раз проверяли. Поле «не знаю» в этой форме не дефект, а рабочая запись: неизвестное соединение, записанное словами «толстый красный провод от бортового банка уходит в переборку под койкой, куда — не знаю», стоит дороже, чем пустое место, потому что с ним мастер начинает не с нуля.

Ниже — учебный образец: заводские цепи и номиналы взяты из руководства владельца этой модели, переделки и даты заданы для примера.

ПАСПОРТ ЛОДКИ · ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ

Лодка: тип, длина, год, номер корпуса (все знаки, как на транце → 2.5 · с. 24)	Bayliner 2452 Classic Cruiser, каютный катер с поворотным-откидным приводом (stern drive), 24 ft (7.3 m), 2003 · номер корпуса переписан с правого борта транца: двенадцать знаков без кода страны, модельный год — 03
Дата последней проверки	21 сентября 2026
Источники энергии — всё, что снимается отдельным действием: банки, берег, инвертор, солнце, генераторная установка, двигатель на ходу	стартерный банк в корме · бортовой банк в носовой части · берег через один бортовой ввод, 30 А · солнечная панель, поставлена в 2019 · двигатель на ходу. Генераторной установки нет, инвертора нет
Преобразующие устройства: зарядное, инвертор, реле или DC-DC между банками — от чего питаются и на какие банки выходят (→ 2.2 · с. 6)	зарядное устройство — заводское, от автомата 15 А на панели 120 V; по руководству лодки заряжает оба банка при любом положении выключателя и рассчитано на свинцовые батареи; снят берег — перестаёт заряжать, но его выход соединён с батареей и остаётся под её напряжением · преобразователь DC-DC на 30 А между банками — от банков, его клеммы живы, пока жив хоть один банк; передаёт только со стартерного банка на бортовой, обратно не заряжает · инвертора нет

Выключатели: где стоит, как подписаны позиции, какая позиция какой банк, что отключает	один выключатель у входа в машинное, позиции 1 / 2 / BOTH / OFF, оба банка заведены на него: позиция 1 → стартерный банк, позиция 2 → бортовой, BOTH → оба банка соединены напрямую; с его выхода питаются стартер с двигателем и, через автомат 50 А, панель 12 V — значит, в положении 2 стартер и генератор двигателя сидят на литиевом банке. У бортового ввода свой выключатель на панели 120 V
Цепи в обход выключателей и их защита: помпа, память, сигнализация, детектор угарного газа, зарядное, солнечный контроллер, реле или DC-DC между банками	носовая трюмная помпа с поплавком · кормовая трюмная помпа с поплавком · детектор угарного газа (CO monitor) — все три прослежены до клеммы бортового банка, номиналы их защиты не прочитал — выяснить · память магнитолы 10 А · солнечный контроллер 15 А · выход зарядного устройства, защита 40 А у клеммы поставлена при замене банка; по заводской схеме зарядное заряжает оба банка, на какой банк выход заведён сейчас — не прослежено · преобразователь DC-DC на 30 А, защита 60 А с каждой стороны — его клеммы живы при выключателе в OFF
Банки: химия, напряжение, ампер-часы, дата установки	стартерный (в корме) — свинцовый, 12 V, 2023 · бортовой (в носовой части) — LiFePO4, 12 V, 200 Ah, поставлен в 2025 взамен свинцового

Общий минус: куда приходит минус банков — минусовая шина или двигатель; есть ли зелёные провода связи по массе (bonding)	минусы обоих банков приходят на минусовую шину у двигателя, от неё толстый провод идёт на двигатель · зелёные провода связи по массе видны у топливного бака; по руководству лодки они идут к баку, заливной горловине, дейдвуду и другим металлическим частям
Главная защита: тип (MRBF, ANL, Class T → 4.4), номинал, разрывная способность (AIC), расстояние от клеммы	у клеммы бортового банка — 300 А, поставлена вместе с литием в 2025; тип держателя не прочитан, расстояние от клеммы не измерено, разрывная способность (AIC) не установлена · заводской автомат 50 А между выключателем и панелью 12 V — на месте. При литиевом банке разрывную способность выяснить — мастеру
Модели ключевых приборов: зарядное, инвертор, реле или DC-DC, контроллер солнечной панели, монитор батареи, BMS литиевого банка	зарядное — заводское, рассчитано на свинец, изготовитель и модель не переписаны · преобразователь DC-DC — изготовитель и модель не переписаны, поставлен в 2025 · контроллер солнца — модель не переписана, 2019 · монитора батареи нет · BMS встроена в батареи бортового банка, модель не переписана
Берег: число вводов, напряжение и частота, есть ли защитное отключение (ELCI → 17.3), гальванический изолятор (→ 17.4) и индикатор полярности	один бортовой ввод 30 А, 60 Hz; в руководстве лодки он назван 110 V, на колонке это 120 V · главный автомат ввода 30 А на панели · гальванический изолятор стоит в защитном проводнике, берегового питания не отключает · индикатор обратной полярности есть · защитного отключения — автомата с кнопкой TEST и надписью ELCI или RCD — на борту не нашёл, выяснить

**Неизвестные соединения —
словами, как видите**

толстый красный от бортового банка уходит в переборку под койкой, куда — не знаю · два чёрных провода в одном жгуте у панели 120 V не прослежены · куда заведён выход зарядного после замены банка — не прослежено

**Схема источников — на
отдельном листе, листов**

1

**Что выяснить в первую
очередь**

подходят ли литиевому банку заводское зарядное и генератор двигателя: по руководству лодки оба рассчитаны на свинец, а зарядное заряжает оба банка, — куда заведён его выход сейчас, выяснить до следующего заряда от берега → 11.3 · какие положения выключателя допустимы после замены банка на литиевый: в BOTH банки соединяются напрямую, мимо преобразователя, а в положении 2 на литии оказываются стартер и генератор двигателя, — выяснить до следующего выхода → 11.3 · что будет с обеими помпами и детектором угарного газа, когда защита литиевого банка его отключит: все три прослежены до его клеммы → 11.4 · разрывная способность (AIC) главной защиты при литиевом банке · номиналы защиты обеих помп и детектора угарного газа · есть ли защитное отключение (ELCI) на бортовом вводе · чем заряжается стартерный банк на стоянке: по заводской схеме — зарядным; солнце заведено на бортовой, преобразователь передаёт только в одну сторону · чем снимается солнечная панель перед работой с контроллером или банком

Пустой бланк паспорта выходит отдельным файлом: лист полей и лист схемы в клетку, который печатается столько раз, сколько понадобится.

ЧТО СКАЗАТЬ МАСТЕРУ

Паспорт заменяет половину телефонного разговора с мастером: вместо «у меня что-то с электрикой» — «каютный катер 24 ft (7.3 m) с поворотным-откидным приводом, два банка, бортовой литиевый 200 Ah поставлен в прошлом году, преобразователь между банками, две помпы, детектор угарного газа и память магнитолы мимо выключателя, заводское зарядное рассчитано на свинец, разрывную способность главной защиты не знаю». Принять работу: после любой переделки паспорт обновлён в тот же день, и новая цепь на схеме нарисована там же, где стоит на лодке.

2.4. Заводская схема: как её читать и где она не совпадает с лодкой

Заводская схема отвечает на вопрос, на который ваш обход ответить не может: куда уходит провод, скрытый в переборке. Читать её надо, зная три вещи — что обязательных обозначений для этих схем нет, что цвет провода на американской лодке несёт функцию, и что схема описывает лодку в день спуска, а не сегодня.

Единого обязательного набора условных обозначений для схем прогулочных лодок не существует. Поэтому один и тот же прямоугольник у разных строителей означает выключатель батареи, автомат или реле, и читать схему нужно от её собственной легенды, а не по памяти. Если легенды на листе нет, обозначения восстанавливаются по числу проводов и по тому, что к узлу подходит.

Гораздо больше информации несёт цвет. В североамериканской системе цвет провода постоянного тока закреплён за функцией цепи, и таблица эта короткая.

Таблица 2.2. Цвета проводов постоянного тока и цепей двигателя **ABYC**

Цвет	Что это за цепь
Красный	Плюсовой проводник
Чёрный или жёлтый	Минусовой проводник
Зелёный или зелёный с жёлтой полосой	Защитный проводник, связь по массе (bonding)
Зелёный с цветной полосой, кроме жёлтой	Наклон двигателя или колонки вниз (power trim / tilt)
Жёлтый с красной полосой	Цепь пуска: от ключа к втягивающему реле
Пурпурный	Зажигание и питание приборов
Оранжевый	Питание аксессуаров от панели
Коричневый	Генератор двигателя и питание помп
Тёмно-серый	Ходовые огни, тахометр
Тёмно-синий	Освещение каюты и приборов
Светло-синий	Датчик давления масла
Коричневый с жёлтой полосой или жёлтый	Вытяжной вентилятор трюма: провод от его предохранителя или выключателя; жёлтым он бывает только на лодке, где минус не жёлтый
Бежевый	Датчик температуры воды
Розовый	Датчик уровня топлива

Пользуйтесь этой таблицей как подсказкой, а не как доказательством. Цвет говорит, чем провод был задуман; что он делает сегодня, показывает только прослеживание до обоих концов. На лодке, которую переделывали, цвет врёт там, где цепь добавляли после спуска: новый провод берут того цвета, который был под рукой. Жёлтый провод минусом не считается, пока не прослежен до обоих концов: на лодке с чёрным минусом жёлтым по ABYC может быть плюс вытяжного вентилятора трюма.

⚠ ЧЁРНЫЙ ОЗНАЧАЕТ ДВЕ ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ ВЕЩИ

В североамериканской системе чёрный — это фаза переменного тока: провод, который относительно корпуса несёт полное сетевое напряжение. Чем это кончается для человека и почему в воде хуже — → 17.5. В системе постоянного тока чёрный — допустимый цвет минуса, и он безопасен. Два чёрных провода в одном жгуте могут быть этими двумя разными проводами. Пока вы не проследили провод до обоих концов, чёрный не считается минусом. Поэтому на лодке по ISO, где есть система переменного тока — а фаза в ней может быть чёрной, — минус постоянного тока обязан быть жёлтым ISO ; по ABYC минус бывает и чёрным, и жёлтым.

Переменный ток снимается не одним берегом: выключатель берега на панели переменного тока OFF, автомат на колонке OFF, вилка из колонки, затем из ввода на лодке; инвертор OFF; генераторная установка заглушена → 1.7. Только после этого измерьте прибором не ниже CAT III 600 V MFR , проверенным на заведомо живом источнике до и после измерения, щупы одной рукой, вторая не касается металла: на входе панели переменного тока — 0 V переменного; в режиме LoZ — доли вольта; вольт и больше — источник не снят. Этот ноль подтверждает панель и не заменяет снятия каждого источника. Снятый берег сам по себе лодку не обесточивает: инвертор даёт 120 или 230 V при любом положении выключателя берега. Что при этом не опасно: провода бортовой сети 12 или 24 V в том же жгуте током не бьют.

Сплошной зелёный и зелёный с жёлтой полосой в постоянном и в переменном токе, в системе ABYC и в системе ISO означают защитный проводник, который в норме тока не несёт ABYC . Зелёный с полосой другого цвета защитным проводником не является: на лодке по ABYC это силовая цепь наклона двигателя или колонки (power trim / tilt). Сплошной зелёный — самая устойчивая подсказка при чтении чужой проводки, но подсказка: в цепи, добавленной после постройки, зелёным может оказаться что

угодно. Правило прежнее: прежде чем взяться, снимите переменный ток по карте источников → 1.7.

Схема расходится с лодкой всегда, и расхождения бывают трёх видов. Первое — строитель поставил другой узел той же функции: на схеме реле, на лодке преобразователь. Второе — цепь добавили после спуска, и на схеме её нет: солнце, инвертор, эхолот, холодильник. Третье — цепь на схеме есть, а на лодке от неё остались только провода. Правило простое: там, где схема и лодка расходятся, права лодка, а схема после проверки исправляется карандашом прямо на листе с датой.

ЧТО ТРЕБУЕТ СТАНДАРТ

На лодке по ISO схема цепей с указанием мест установки приборов и способом опознавания проводников входит в руководство владельца как обязательная часть **ISO** ; изменения и в системе, и в чертежах тот же стандарт адресует специалисту по судовой электрике. На лодке по ABYC функцию цепи несёт цвет, и схему чаще приходится восстанавливать по нему. Отсюда практическое следствие: на лодке по ISO ищите схему в документах, на лодке по ABYC — читайте цвет.

2.5. Лодка построена по ISO или по ABYC: как распознать и что это меняет

Построена лодка по ABYC или по ISO, спрашивают не из любопытства: числа в двух системах местами разные, и, читая книгу, вы должны знать, какое из двух относится к вашей лодке. Различить их можно за пять минут, не открывая документов. Дальше в этом разделе «лодка по ABYC» означает лодку, построенную по североамериканским правилам, «лодка по ISO» — по европейским.

Сечения. Самый быстрый признак — на изоляции провода и в схеме. Лодка по ABYC размечена в AWG: 18, 16, 14, 10, 2, 4/0 — самое толстое сечение этого ряда, 107 mm² → Табл. 4.3. Лодка по ISO — в

квадратных миллиметрах: 0.75, 1.0, 1.5, 2.5, 6, 16, 35 **ISO**. Если на проводах стоит mm^2 , лодку строили по ISO; на лодке по ABYC такие провода встречаются на участках, заменённых позже, — тогда рядом в том же жгуте остаётся разметка в AWG.

Номер корпуса. Перепишите всю надпись целиком, потом разделите сам номер. Номер по 33 CFR (hull identification number, HIN) — двенадцать знаков подряд без разделителей: три знака кода изготовителя, пять знаков серийного номера, затем буква месяца и цифра года, затем две цифры модельного года — «03» означает модельный 2003 год. Перед номером на корпусе может стоять код страны US- через дефис, и в состав номера он не входит **CFR**.

Номер по ISO (craft identification number, CIN) — двухбуквенный код страны изготовителя, дефис и те же двенадцать знаков, устроенные так же **ISO**. Поэтому по числу знаков постройку не различить: код страны говорит, где зарегистрирован изготовитель, а не по каким правилам построена лодка, — лодка американской верфи для европейского рынка несёт US- и табличку CE. Правила постройки показывают табличка и сечения проводов; номер корпуса даёт год и изготовителя.

Где искать номер. Основной нанесён снаружи на правом борту транца, в пределах 2 in (51 mm) от самой нижней из трёх линий — верха транца, планширя или стыка корпуса с палубой; на лодке без транца — в пределах 1 ft (305 mm) от кормы; высота знаков не меньше 1/4 in (6.4 mm) **CFR**. Второй, такой же, нанесён внутри лодки в скрытом месте, и найти его — отдельная задача: он может оказаться под обшивкой или под деталью.

Год постройки. Номер корпуса — единственное место на лодке, которое обязано его нести. Девятый знак — буква месяца, десятый — последняя цифра года сертификации, а если сертификация не требовалась — года изготовления; последние два знака — модельный год **CFR**. Десятилетие по одной цифре не восстанавливается: сопоставьте её с модельным годом и с тем, как выглядит лодка. Так номер читается у лодки, построенной с 1 августа 1984 года. У более ранней последние четыре знака устроены

иначе — их расшифровывает руководство береговой охраны США по проверке номеров корпуса (Hull Identification Number Validation & Verification Guidelines), а лодка, построенная до 1 ноября 1972 года, номера может не нести вовсе. Это и есть ответ на вопрос «моей лодке двадцать лет или сорок», от которого зависит, что искать на борту.

Таблички. На однокорпусной лодке по 33 CFR короче 20 ft (6.1 m), кроме парусных, каноэ, каяков и надувных, стоит табличка вместимости: число людей и допустимая масса **CFR**. На лодке под подвесной мотор там же стоит строка допустимой мощности мотора; на лодке со стационарным или поворотным-откидным приводом этой строки нет — её отсутствие говорит о типе привода, а не о дефекте таблички. Размещена табличка так, чтобы её видел рулевой при отходе. На лодке длиннее 20 ft (6.1 m), на катамаране и понтоне регламент такую табличку не требует: она может стоять, может и не стоять, и её отсутствие само по себе ни о чём не говорит. На лодке по ISO стоит табличка строителя с маркировкой CE, категорией проектирования (design category) A, B, C или D и максимальной рекомендованной загрузкой. Категория говорит о погоде, на которую лодка рассчитана, а не об электрике; табличка с CE — признак того, что лодку строили и продавали по европейским правилам.

ПОЧЕМУ ПРИЗНАК МОЖЕТ ОБМАНУТЬ

Лодку ввозили из другой страны; строителя или верфь меняли при достройке; ставили оборудование другого рынка — зарядное на 230 V, розетки другого стандарта; провода меняли целыми участками; меняли панель.

Что это меняет в чтении книги: там, где числа расходятся, они стоят рядом в одной строке, и применяется более строгое из двух. Расхождение, которое встретится вам в каждой главе о защите, — расстояние от источника до защиты: 7 in (175 mm; ISO — 200 mm). У правила два послабления для провода в сплошной оболочке — 40 in (1.02 m; ISO — 1 m) и 72 in (1.83 m; ISO — 1.8 m); здесь строже ISO. Для 40 in условие оболочки ставят и регламент, и ABYC; для 72 in его

добавляет ABYC, в регламенте его нет **ABYC**. Защита при этом стоит как можно ближе к источнику: все три числа — пределы, и разбираются они там же, где само правило → 4.2.

Есть и расхождение, о котором стоит знать заранее. В американской системе красный закреплён за общим плюсовым питанием; у цепей двигателя и приборов свои цвета — они в таблице выше. В европейской системе плюс может быть опознан не цветом, а по заводской схеме **ISO**. Поэтому на европейской лодке красный провод не доказывает плюс, а на американской не доказывает его отсутствие: назначение провода подтверждает прослеживание до обоих концов, и схема из руководства владельца на европейской лодке нужнее, чем на американской.

Минусовой проводник в обеих системах чёрный или жёлтый **ABYC**. Синий провод минусом не считается, пока не прослежен до обоих концов. Жёлтый — тоже только после прослеживания: на лодке с чёрным минусом жёлтым бывает плюс вентилятора трюма → Табл. 2.2 · с. 22.

ТИПИЧНАЯ ОШИБКА

Считать, что найденный признак описывает всю проводку. Признаки говорят только о том, как лодку построили. После двух владельцев и трёх переделок в ней может стоять американский инвертор, европейское зарядное и провода обоих типов в одном жгуте. Признак задаёт, какой стандарт был исходным, — состояние проводки показывает только осмотр.

2.6. Чужая лодка за двадцать минут

На чужой лодке у вас нет ни схемы, ни истории, ни права переделывать. Зато есть двадцать минут до отхода и человек на берегу, которому можно задать вопрос. Задача приёмки — не понять систему целиком, а узнать четыре вещи: где отключается энергия, работает ли то, от чего зависит безопасность, что здесь трогать нельзя и о чём сказать базе.

ГРАНИЦА НА ЧУЖОЙ ЛОДКЕ

На чужой лодке вы пользуетесь кнопками и выключателями и не берёте в руки инструмент. Причина не в вежливости: последствия любой вашей переделки достанутся следующему экипажу, который о ней не узнает, а проверить результат измерением вы здесь не можете — у вас нет ни исходного состояния системы, ни её схемы.

ПОЧЕМУ ТАК

Разница между своей и чужой лодкой не в сложности работы, а в возможности её проверить. На своей лодке вы знаете, каким было напряжение вчера, где проходит провод и что вы сами переделывали в прошлом сезоне; ошибка обнаруживается сравнением с известным состоянием. На чужой известного состояния нет: вы не отличите неисправность, возникшую сейчас, от особенности этой лодки. Поэтому здесь работают только действия, результат которых виден сразу и целиком — переключатель встал в положение, помпа загудела, прибор засветился.

НА ЧУЖОЙ ЛОДКЕ

1. Найти: записать исходное — положение каждого выключателя, что горит на панели, в каком режиме стоит помпа (без этой записи вернуть лодку как было вы не сможете, а следующий экипаж об изменении не узнает); выключатели батарей и их позиции; панель и её главный автомат — тот, через который питается вся панель; трюмную помпу и её тумблер; бортовой ввод и его выключатель; огнетушитель.
2. Проверить: помпу в ручном режиме — гудит и гонит воду; ходовые огни; напряжение на панели при снятом берегу (снимать в порядке: выключатель берега на панели переменного тока OFF, автомат на колонке OFF, вилка из колонки, затем из ввода на лодке → 17.2); что показывает монитор батареи, если он есть.
3. Не трогать: провода на батареях, предохранители, любые соединения; выключатель батареи на работающем двигателе; защитное отключение берега после срабатывания.

4. Сказать базе: что не работает, при каких условиях это заметно, что вы уже переключали, и какое показание видели на мониторе или панели.

Двадцать минут распределяются так: пять на батареи и выключатели, пять на панель и цепи мимо выключателя, пять на берег, пять на помпу и огни. Порядок тот же, что на своей лодке, потому что причина та же — сначала источники, потом потребители.

ОБХОД ЛОДКИ

Двигатель заглушен, берег снят (панель OFF, колонка OFF, вилка вынута), зарядное устройство выключено, солнечный контроллер выключен или солнечная панель накрыта, крупные потребители выключены — поверните в OFF все выключатели батарей и посмотрите, что на панели осталось живым. Живая после этого цепь идёт мимо выключателя; это самый быстрый способ такие цепи найти, и он не требует инструмента. Верните выключатели в записанные положения сразу, берег подключите последним — вилка в лодку, затем в колонку, автомат на колонке ON, выключатель берега на панели ON — и скажите базе, что выключатели трогали. На работающем двигателе и при работающем зарядном выключатель не трогают.

ПРИЁМКА: ЦИФРЫ

Напряжение на панели при
снятом берегу

Показание монитора ☐ не знаю
батарей

Что не работает и при каких
условиях это заметно

ЧТО СКАЗАТЬ МАСТЕРУ

«Помпа в ручном качает, в автоматическом не включается; поплавков рукой не поднимал. Монитор показывает 12.3 V при выключенном берегу. Ходовые огни горят все». Такая фраза базе стоит дороже, чем «тут что-то с электрикой», потому что по ней человек на берегу знает, что уже проверено, что нет и что везти с собой, чтобы не ехать второй раз.

2.7. Когда всё погасло на незнакомой лодке

На незнакомой лодке порядок действий при погасшей панели короче, чем на своей, потому что половина обычных шагов вам недоступна: вы не знаете, где стоят предохранители, и не имеете права их менять. Остаётся то, что делается руками без инструмента.

ЧТО ИЗМЕНИЛОСЬ ПЕРЕД ПРОБЛЕМОЙ?

Что включили последним · шли ли под двигателем · был ли подключён берег · стояла ли лодка под дождём · переключали ли источник · без заметных изменений.

ПОГАСЛО: ЧТО СДЕЛАТЬ НА ЧУЖОЙ ЛОДКЕ

- 1** Посмотрите, что именно погасло.
Вы увидите: Освещение и приборы 12/24 V, только розетки и оборудование от берега или обе группы. Не различаете — назовите два неработающих прибора и один работающий. Погасли только розетки — идите сразу к шагу о береге и выключатель батареи не трогайте.
- 2** Двигатель заглушен — выключатель батареи в том положении, которое вы записали при приёме → 2.6 · с. 27?
Вы увидите: Не в OFF. Положение, в котором банки соединяются между собой (BOTH, ALL, COMBINE), на незнакомой лодке без слова базы не выбирайте: оно соединяет банки напрямую, и если один из них литиевый, соединение идёт мимо преобразователя → 2.3 · с. 12. На работающем двигателе выключатель не трогают.

3 Главный автомат на панели 12/24 V: не сброшен ли.

Вы увидите: Есть хотя бы один признак — запах гари, дым или горячий корпус, который не держит рука, — автомат не взводите: аварийная страница о дыме. Нет ни одного — выключите прибор, после которого пропало питание; двигатель заглушен — поверните выключатель батареи в OFF, взведите автомат один раз и верните выключатель в записанное положение. Сработал снова — не взводите, оставьте выключенным и звоните базе. Главная защита может быть и предохранителем: взводить там нечего, а предохранители на чужой лодке не меняют.

4 Что осталось живым: помпа в ручном, сигнализация, память приборов.

Вы увидите: Живы помпа в ручном и сигнализация — жив банк, от которого питаются эти цепи; панель может питаться от него же или от другого банка, и тогда разрыв — между банком панели и панелью. Мертво всё, включая помпу в ручном, — обрыв общий: банк, его главная защита или общий минус. В обоих случаях запишите поимённо, что работает и что нет, и назовите это базе: дальше на чужой лодке вы не идёте.

5 Берег: выключатель берега на панели и автомат на колонке.

Вы увидите: Если лодка стояла на береговом питании, переменный ток мог исчезнуть отдельно от постоянного, и панель переменного тока темнеет самостоятельно.

ВЕРНУТЬ ЛОДКУ В РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ

Верните в исходное положение то, что переключали на исправных цепях. Автомат, который сбросило второй раз, оставьте выключенным. Помпу верните в автоматический режим. Позвоните базе: назовите, что переключали и какая цепь осталась отключённой — следующему экипажу и мастеру нужно знать, в каком состоянии лодка.

Дальше этих пяти шагов на чужой лодке вы не идёте. Не потому, что задача сложная, а потому, что следующий шаг — снимать защиту и трогать соединения, а проверить результат вам тут нечем
→ 2.6 · с. 27. Если лодка в море и без питания остались навигация и

связь, это уже аварийная ситуация: порядок действий — аварийная страница о погасшей панели.

2.8. Минимальный набор инструмента на борту

Список короткий: в нём только то, чем вы работаете сами.

Инструмент, который нужен за этой границей, покупать не надо — работа, для которой он нужен, идёт мастеру.

Главный прибор — мультиметр; какой годится, решают четыре его свойства → 3.2. Им вы измеряете напряжение и падение напряжения (voltage drop) на участке под реальным рабочим током цепи: омметр сотые доли ома не видит, поэтому плохой контакт ищется именно так → 3.4. Второй по важности предмет — обжимка с храповым механизмом под тот размер наконечников, который вы реально используете, и морские наконечники к ней: соединение, сделанное плоскогубцами, держит механически и не держит электрически, и находится это потом падением напряжения под нагрузкой.

Остальное покупается один раз и служит годами:

- налобный фонарь — обе руки на лодке заняты всегда;
- ключи и головки на размеры клемм вашей лодки — какие там стойки, вы посмотрели на обходе;
- фен для термоусадки;
- запасные предохранители всех номиналов, которые стоят у вас: номиналы уже выписаны в паспорт;
- наконечники двух ходовых размеров и по метру провода каждого из двух ходовых сечений — в автономке отказывает соединение, а не прибор **PRACTICE** ;
- принтер этикеток или маркер и бирки: неподписанная цепь через год становится «неизвестным соединением» в вашем же паспорте.

КАЖЕТСЯ РЕШЕНИЕМ Купить токовые клещи: прибор покажет, куда уходит ток, и найдёт неисправность.	ЧТО ВЫЯСНИТЬ ДО ПОКУПКИ Какое измерение вы делали последние три раза. Если вопрос был «где падает» — клещи на него не отвечают.	ЧТО РЕШАЕТ ЗАДАЧУ Мультиметр — для напряжения и падения напряжения под рабочим током → 3.4. Клещи с надписью DC A — для тока потребителей в амперах и чтобы найти потребитель, который ест целые амперы. Ток покоя клещами не измеряют: десятки миллиампер лежат внутри их погрешности, а на сотнях ошибка — десятки процентов; его измеряют мультиметром в разрыв цепи → 3.3, → 7.3.
--	--	--

Мегомметр вам не нужен вовсе: на собранной цепи его не применяют никогда, а измерение на кабеле, отсоединённом с обоих концов, — уже граница мастера → 3.7.

ОБЫЧНОЕ ИЛИ МОРСКОЕ?

Автомобильный набор наконечников из супермаркета. Неолужёная медь и виниловая изоляция без клеевого слоя. В трюме соль и влага доходят до меди по капиллярам под изоляцией, наконечник зеленеет изнутри, сопротивление контакта растёт, и место соединения греется под той же нагрузкой, что несло год назад. Морской наконечник — лужёный, с термоусадкой и клеем.

Вывод: только морской

2.9. На борту

НА БОРТУ: ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО

Лодку описывают источники, а не приборы. Пока вы не перечислили все места, откуда приходит энергия, и не отметили, что из них не снимается выключателем батареи, вы не знаете свою лодку — какой бы длинный список приборов вы ни составили.

Что это значит

Таблица 2.3. Что это значит

Вы видите	Что происходит	Первая проверка	Кто
<i>Выключатель батареи в OFF, а часть приборов жива</i>	Эти цепи подключены до выключателя	Проследить их плюс до батареи и найти их защиту	Сам
<i>Толстый плюсовой провод уходит с клеммы без предохранителя</i>	Незащищённый участок: при истирании о переборку горит провод, а не защита	Проследить провод глазами, ничего не отсоединяя; переменный ток снят — берег: панель OFF, колонка OFF, вилка из колонки; инвертор OFF; генераторная установка заглушена. Из проводов, которые уходят от батареи, без защиты может идти только кабель стартера — к втягивающему реле прямо или через выключатель батареи; его узнают прослеживанием, а не по толщине → 4.2; любой другой записать в паспорт	Сам при условии
<i>На проводах стоит мм^2, а зарядное рассчитано на 120 V</i>	Лодка построена по европейским правилам, оборудование ставилось на другом рынке	Прочитать шильдик зарядного: вход по напряжению и частоте	Сам
<i>Два чёрных провода в одном жгуте</i>	Один может быть минусом постоянного тока, другой — фазой переменного	Снять переменный ток целиком — берег: панель OFF, колонка OFF, вилка из колонки; инвертор OFF; генераторная установка заглушена, — затем проследить каждый провод до обоих концов, ничего не отсоединяя	Сам при условии

Вы видите	Что происходит	Первая проверка	Кто
Коробка между банками: две одинаковые стойки под кольцевой наконечник, органов настройки нет	Реле разделения заряда или преобразователь: по корпусу не различить	Прочитать модель на корпусе и её описание: пороги соединения в вольтах — реле, ток выхода и параметры заряда — преобразователь → 2.2 · с. 6	Сам
Схема есть, но узел на ней другой	Лодку переделывали после спуска	Исправить схему карандашом по факту и поставить дату	Сам

Сам или мастер

САМ ИЛИ МАСТЕР · ОБХОД И ПАСПОРТ

СТОП · В батарейном отсеке вода дошла до клемм, или от батареи пахнет серой, или корпус вздут.

Что сделать в эту минуту: В отсек не лезть; заряд и нагрузку снять: зарядное устройство OFF, двигатель и генераторную установку заглушить, берег — выключатель берега на панели переменного тока OFF, автомат на колонке OFF, вилка из колонки, затем из ввода на лодке; инвертор OFF; солнечные панели отключить или накрыть; людей вывести, отсек проветрить; дальше — аварийная страница о батарее, при воде у клемм — «Вода в лодке».

МАСТЕР · С клеммы батареи уходит плюсовой провод без защиты, и вы не знаете, куда он ведёт. Сначала опознайте: из проводов, которые уходят от батареи, без защиты может идти только кабель стартера — прямо или через выключатель батареи. Его узнают, проследив до втягивающего реле стартера, а не по толщине: толстый кабель лебёдки, подруливающего устройства или инвертора исключением не является → 4.2. Любой другой незащищённый плюс — задача мастера. Заказать словами: «поставить защиту на незащищённый плюсовой проводник у батареи; номинал — по триаде: не меньше тока прибора, не больше допустимого тока самого тонкого провода цепи и не больше номинала, который требует изготовитель прибора; место — у клеммы, как можно ближе, не дальше 7 in (175 mm; ISO — 200 mm) по

проводу». Принять по трём признакам: номинал читается на держателе и проходит триаду → 4.3; держатель стоит у клеммы, не дальше 7 in (175 mm; ISO — 200 mm), а дальше — только в сплошной оболочке и не дальше 72 in (1.83 m; ISO — 1.8 m); тип, номинал и измеренное расстояние внесены в паспорт в тот же день. При литиевом банке спросите отдельно, на какой ток короткого замыкания рассчитан держатель (разрывная способность, AIC): литиевый банк отдаёт в замыкание ток, который защита с меньшей разрывной способностью не разрывает → 4.4.

Если мастера нет: Провод с клеммы не снимайте и положением выключателя себя не успокаивайте: провод, подключённый прямо на клемму батареи, под напряжением при любом положении выключателя. Запишите, от какой батареи он идёт и где перестаёт быть виден, и до установки защиты не нагружайте его — он не защищён по всей длине; исключение — трюмная помпа: изоляция цела, провод не трётся о металл и не лежит в воде — оставьте её работать, лодка без откачки опаснее → 12.8. Снятие и изоляция наконечника на клемме батареи — работа инструментом под напряжением: ключ, который коснётся плюса и металла на минусе, замыкает батарею накоротко, и ток ограничивает только сама батарея → 1.1; эта работа отнесена мастеру.

Когда мастер вправе отступить: Защиту дальше 7 in (175 mm; ISO — 200 mm) — только если ближе её поставить нельзя и весь участок от клеммы до неё идёт в сплошной оболочке — гофре, трубке или коробе без разрывов; изолента оболочкой не считается. Предел тогда — 72 in (1.83 m; ISO — 1.8 m) **АВУС**; вы это увидите по оболочке без разрывов → 4.2.

САМ ПРИ УСЛОВИИ · Прослеживание проводов и чтение этикеток — при условии, что вы ничего не отсоединяете и сторона переменного тока снята по карте → 1.7: берег (панель OFF, колонка OFF, вилка из колонки), инвертор OFF, генераторная установка заглушена. Клеммы батареи остаются под напряжением при любом положении выключателя.

САМ · Обход, фотографии, рисование схемы, заполнение паспорта, подписывание цепей на панели.

ЧТО ЗАПОМНИТЬ

- Обход идёт от источников к потребителям: так каждый следующий узел объясняется предыдущим.
- Самая ценная запись обхода — что осталось живым при выключенном выключателе батареи.
- Узел опознаётся по клеммам, надписям и проводам вместе: реле соединяет, преобразователь преобразует, шунт измеряет, шина раздаёт.
- Однолинейная схема отвечает на четыре вопроса: сколько источников, что чем отключается, где защита, что идёт в обход.
- «Не знаю», записанное словами, — рабочая запись паспорта, а не пустое место.
- Цвет провода говорит о замысле, прослеживание — о факте; чёрный на лодке с переменным током и жёлтый на лодке с чёрным минусом не считаются минусом, пока не прослежены.
- Сплошной зелёный и зелёно-жёлтый в обеих системах и в обоих родах тока означают защитный проводник; зелёный с полосой другого цвета — цепь наклона двигателя, а не защита.
- Сечения в mm^2 и табличка СЕ — признаки европейской постройки; код страны перед номером корпуса называет изготовителя, а не правила. Признаки говорят о том, как лодку построили, а не о том, в каком она состоянии сейчас.
- На чужой лодке вы пользуетесь кнопками и выключателями и не берёте инструмент: результат работы здесь нечем проверить.

Самопроверка

1. **Вопрос-прогноз.** До того как пойдёте на лодку, напишите, сколько у вас источников энергии. Потом пройдите обход и посчитайте по схеме. В какую сторону изменится число и

почему?

Ответ: у лодки с бортовым вводом, солнцем или инвертором число вырастет — из счёта выпадают источники, у которых нет собственного выключателя на панели: выход инвертора, солнечная панель, двигатель на ходу, второй бортовой ввод. Совпало — проверьте по схеме, что для каждого источника вы можете назвать, чем он снимается; уменьшилось — вы считали один путь дважды.

- 2. На вашей лодке.** Двигатель заглушен, берег снят (панель OFF, колонка OFF, вилка вынута), зарядное устройство выключено, солнечный контроллер выключен или солнечная панель накрыта, крупные потребители выключены — поверните в OFF все выключатели батарей и выпишите всё, что осталось живым. Найдите защиту каждой такой цепи и запишите её номинал и расстояние от клеммы. Закончив, верните лодку в рабочее состояние так же, как после обхода → 2.1 · с. 2: выключатели — в записанные положения, зарядное и солнечный контроллер — как были, берег — последним, помпа — в автоматическом режиме, и её автоматический пуск проверен: поплавков — рукой, электронный датчик — водой или кнопкой проверки.

Ответ проверяется так: у каждой цепи в обход выключателя должна быть своя защита у батареи; цепь без неё — строка «Мастер» в вашем паспорте.

- 3. На вашей лодке.** Найдите номер корпуса снаружи, перепишите его целиком и определите год постройки.

Ответ: отделите код страны с дефисом, если он есть, — это страна изготовителя. Остальные двенадцать знаков устроены одинаково в номере по 33 CFR и по ISO: три знака кода изготовителя, пять — серийный номер, девятый — буква месяца, десятый — последняя цифра года, последние два — модельный год. Лодка построена до 1 августа 1984 года — последние четыре знака читаются иначе → 2.5 · с. 24. По номеру правила постройки не определяются: смотрите табличку и сечения проводов.

- 4. На панели горит надпись «обратная полярность», а бортовые приборы работают по-прежнему. Что это значит и что делать?**

Ответ: это относится к береговому переменному току, а не к бортовой сети 12 или 24 V. Снимите берег — выключатель берега на панели переменного тока OFF, автомат на колонке OFF, вилка из колонки, затем из ввода на лодке — и берегом не пользуйтесь до мастера → 17.3.

5. Вы нашли между банками коробку с двумя одинаковыми стойками, без экрана и без кнопок. Реле или преобразователь?

Ответ: прочитайте модель на корпусе. Реле — если в её описании заданы пороги соединения и разъединения банков в вольтах; преобразователь — если заданы ток выхода и параметры заряда. Корпус без экрана и кнопок сам по себе тип не определяет: у части реле выключатель и светодиод вынесены на панель.

Термины главы

one-line diagram

однолинейная схема — схема, на которой цепь показана одной линией, без разделения на плюс и минус

battery switch

выключатель батареи

ACR

automatic charging relay, реле разделения заряда

DC-DC

преобразователь постоянного тока в постоянный, заряжающий один банк от другого источника

shunt

шунт — калиброванная перемычка в минусе, по падению на которой монитор считает ток

bus bar

шина — общая точка соединения нескольких проводов

AFD

alternator field disconnect, отключение поля генератора двигателя внутри выключателя батареи

bonding

связь по массе: провод связи, соединяющий металлические части, которые касаются воды, — краны, вал, аноды; в норме тока не несёт; не путать с защитным проводником переменного тока (PE)

HIN

hull identification number, номер корпуса по 33 CFR: двенадцать знаков без разделителей

CIN

craft identification number, номер корпуса по ISO 10087: код страны изготовителя, дефис и двенадцать знаков

CO monitor

детектор угарного газа — одна из цепей, которые стандарт разрешает питать в обход выключателя батареи

pedestal

причальная колонка — колонка на причале, от которой питается береговой кабель

shore power inlet

бортовой ввод — разъём на борту, в который входит береговой кабель

design category

категория проектирования A, B, C, D на табличке строителя европейской лодки

Источники главы

1. 33 CFR part 181, subpart C — Hull Identification Numbers (§§ 181.23, 181.25, 181.27, 181.29): <https://www.ecfr.gov/current/title-33/chapter-I/subchapter-S/part-181/subpart-C>
2. 33 CFR part 181, subpart B — Certification of boats (§ 181.15): <https://www.ecfr.gov/current/title-33/chapter-I/subchapter-S/part-181/subpart-B>
3. 33 CFR part 183, subpart B — Display of capacity information (§§ 183.21, 183.23, 183.25, 183.33): <https://www.ecfr.gov/current/title-33/chapter-I/subchapter-S/part-183/subpart-B>
4. 33 CFR part 183, subpart K — Ventilation (§§ 183.601, 183.610: продув моторного отсека перед пуском, предупреждающая надпись): <https://www.ecfr.gov/current/title-33/chapter-I/subchapter-S/part-183/subpart-K>
5. 33 CFR part 183, subpart I — Electrical systems (§§ 183.455, 183.460: расстояние от источника до защиты, исключение для цепи стартера): <https://www.ecfr.gov/current/title-33/chapter-I/subchapter-S/part-183/subpart-I>

6. Blue Sea Systems — DC Digital Current Shunt 500 A, p/n 8255, страница изделия (500 A / 50 mV; продолжительный режим — 66 % номинала), дата обращения 2026-09-22:
https://www.blueseasystems.com/products/8255/DC_Digital_Current_Shunt_-_500A
7. Blue Sea Systems, DC Main Overcurrent Protection Requirements — 7 in (175 mm), 40 in (1.02 m) в оболочке, 72 in (1.83 m) для выхода батареи:
https://www.blueseasystems.com/support/articles/Circuit_Protection/99/DC_Main_Overcurrent_Protection_Requirements
8. ABYC E-11, страница 64 редакции 7/18 — таблицы цветов проводников постоянного тока и цепей двигателя (Table 13; Table 14: вентилятор трюма — коричневый с жёлтой полосой или жёлтый, зелёный с полосой — цепь наклона): <https://ca.binnacle.com/pdf/ABYC%20E-11%20AC%20&%20DC%20ELECTRICAL%20SYSTEMS%20ON%20BOATS%20Wirin%20Colors.pdf>
9. Выдержки из ABYC E-11, July 2008 (маркировка проводника, маркировка выключателей и оборудования, Table XIV, обозначение проводников переменного тока в примерах текста стандарта):
<https://www.paneltronics.com/images/technical/E11Excerpts.pdf>
10. BS EN ISO 10133:2017 — цвета проводников (7.9–7.11: защитный и минусовой проводник, жёлтый минус при системе переменного тока по ISO 13297), минимальные сечения, защита в пределах 200 mm, 1 m и 1.8 m в оболочке (8.1), annex B о схеме в руководстве владельца:
<https://content.yudu.com/web/1oc76/0A1qulm/BSENISO101332017/html/14.html> ;
<https://content.yudu.com/web/1oc76/0A1qulm/BSENISO101332017/html/15.html>
11. ISO 13297:2020, ознакомительный фрагмент — область применения и цвет защитного проводника:
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/69551/4f5da7667b4642e2880fe10a27cd4c70/ISO-13297-2020.pdf>
12. ISO 10087:2022, ознакомительный фрагмент — состав идентификационного номера судна:
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/82383/1b5cfb3c242d4e6ab3cf03cd0a7b92dc/ISO-10087-2022.pdf>
13. Директива 2013/53/EU, приложение I — категории проектирования и табличка строителя: <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2013/53/annex/I>
14. Bayliner 2452 Classic Cruiser, Owner's Manual Supplement, P/N 1718021, глава 12 «Electrical System» — заводские цепи и номиналы на Рис. 2.2: два банка, выключатель 1 / 2 / BOTH / OFF, автомат 50 А, память магнитолы 10 А, трюмные помпы с поплавками и детектор угарного газа прямо от батареи, бортовой ввод 110 V 30 А, гальванический изолятор, зарядное от автомата 15 А, рассчитанное на свинец и заряжающее оба банка; привод stern drive (текстовый слой ManualsLib — с. 23, 43–44; дата обращения 2026-09-26):
<https://www.manualslib.com/manual/815793/Bayliner-2452-Classic-Cruiser.html>
15. Blue Sea Systems, m-Series Battery Switch Selector 6007 — длительный, кратковременный и пусковой ток, строка наличия AFD:

- https://www.blueseas.com/products/6007/m-Series_Battery_Switch_Selector_-_4_Position
16. Blue Sea Systems, Alternator Field Disconnect — устройство и условие работы:
<https://www.blueseas.com/resources/91>
 17. Blue Sea Systems, m-Series Mini Dual Circuit Plus 6011 и e-Series Dual Circuit Plus 5511e, страницы изделий, дата обращения 2026-09-26 — Switch Positions: 3, подписи позиций ON и COMBINE BATTERIES:
https://www.blueseas.com/products/6011/m-Series_Mini_Dual_Circuit_Plus_Battery_Switch ;
https://www.blueseas.com/products/5511e/e-Series_Dual_Circuit_Plus_Battery_Switch
 18. Perko 8501, Medium Duty Battery Selector — позиции 1 / ALL / 2 и рабочий диапазон 6–32 V:
https://www.perko.com/catalog/battery_switches/148/medium_duty_battery_selector_switch/
 19. Blue Sea Systems, SI-ACR 7610 — клеммы A и B, пороги соединения и разъединения: https://www.blueseas.com/products/7610/SI-ACR_Automatic_Charging_Relay_-_12_24V_DC_120A ; инструкция 990170140 Rev.009 — провод минуса (GND) обязателен для работы, провода отключения на время пуска (SI) и выносного светодиода — по желанию:
<https://productimageserver.com/literature/ownersManual/30594OM.pdf>
 20. Victron Energy, Orion XS DC-DC battery charger, manual Rev 11, 06/2026 — винтовые клеммы, светодиоды, настройка через мобильную программу изготовителя:
https://www.victronenergy.com/upload/documents/Orion_XS_12-12-50A_DC-DC_battery_charger/124067-Orion_XS_DC-DC_battery_charger-pdf-en.pdf
 21. Victron Energy, SmartShunt, чертёж SHU050150050 Rev01 — 500 A / 50 mV, болты M10:
<https://www.victronenergy.com/upload/documents/DimensionDrawing-SmartShunt-500A50mV.pdf>
 22. Victron Energy, Orion-Tr Smart DC-DC Charger (isolated), manual Rev 14, 02/2026 — винтовые зажимы под 16 mm² (6 AWG); КПД 87 %; Figure 6 — внешний предохранитель 60 A на стороне 12 V, на входе или на выходе:
https://www.victronenergy.com/upload/documents/Orion-Tr_Smart_DC-DC_Charger_-_Isolated/34439-Orion-Tr_Smart_DC-DC_Charger-pdf-en.pdf
 23. CENELEC HD 308 S2:2001 — цвета жил кабелей переменного тока в европейской системе:
<https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TH155/HD%20308%20S2-2001.pdf>
 24. Victron Energy, SmartShunt datasheet — два провода с предохранителем 1 A, питание и собственное потребление:
<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-SmartShunt-EN.pdf>
 25. Blue Sea Systems, MaxiBus 250 A BusBar 2127 — номинал и напряжение на изделии: https://www.blueseas.com/products/2127/MaxiBus_250A_BusBar_-_

_Four_5_16in-18_Studs

26. Victron Energy, Blue Smart IP22 Charger datasheet — шнур с вилкой на стороне сети, винтовые клеммы 16 mm², напряжения заряда:
<https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-Blue-Smart-IP22-Charger-230-VAC-EN.pdf>
27. Victron Energy, MultiPlus 2 kVA и 3 kVA 120 V datasheet — вход и выход переменного тока, встроенный переключатель:
https://www.victronenergy.com/upload/documents/Datasheet-Multiplus-inverter-charger_2kVA-and-3kVA-120V-US-EN.pdf
28. U.S. Coast Guard, Hull Identification Number (HIN) Validation & Verification Guidelines, подготовлено совместно с Boating Safety Division береговой охраны США, без даты, дата обращения 2026-09-26 — форматы номера до 31 июля 1984 года и с 1 августа 1984 года; лодки постройки до 1 ноября 1972 года номера не обязаны нести:
https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/NASBLA/76594a34-f3a1-4916-95ac-1e9c872170cc/UploadedImages/advocacy/committees/VIRT/Approved_HIN_Validation_Verification_Guideline.pdf
29. Fluke, Best Safety Practices for Taking Live Measurements — прибор и щупы не ниже CAT III 600 V, проверка прибора на заведомо живой цепи до и после, одна рука (дата обращения 2026-09-22): <https://www.fluke.com/en-us/learn/blog/electrical/safety-considerations-for-live-measurements-keep-your-eyes-on-the-job-at-hand>
30. Fluke, Dual Impedance Digital Multimeters — вход LoZ около 3 kΩ и природа призрачного напряжения (дата обращения 2026-09-22): <https://www.fluke.com/en-us/learn/blog/digital-multimeters/dual-impedance-digital-multimeters>