РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Зарядное устройство постоянного тока DC/DC

ЗУ12/12В-20А • ЗУ12/12В-40А • ЗУ12/12В-60А

Параметр	Значение
Назначение	Заряд сервисной АКБ от стартерной АКБ и генератора автомобиля
Напряжение системы	12 В → 12 В
Номинальный ток заряда	20 А / 40 А / 60 А
Поддерживаемые АКБ	LiFePO4, Li-ion, AGM, GEL, Flooded, Sealed

Примечание: Перед монтажом и настройкой проверьте требования изготовителя аккумуляторной батареи к напряжению заряда, допустимому току заряда и температурному диапазону.

Содержание

1. Назначение и область применения
2. Требования безопасности
3. Обзор изделия и органы управления
4. Габаритные размеры
5. Технические характеристики
6. Монтаж и условия установки
7. Подключение, кабели и предохранители
8. Управляющие входы D+ / IGN и LC
9. Настройка DIP-переключателей
10. Алгоритм заряда и температурная компенсация
11. Индикация, диагностика и обслуживание
12. Комплектность и эксплуатационные примечания

1. Назначение и область применения

Зарядные устройства ЗУ12/12В-20А, ЗУ12/12В-40А и ЗУ12/12В-60А предназначены для зарядки сервисной аккумуляторной батареи напряжением 12 В от стартерной аккумуляторной батареи и генератора транспортного средства.

Устройство формирует заданное напряжение заряда, ограничивает зарядный ток и снижает риск перегрузки генератора при работе с сервисными АКБ, в том числе с LiFePO4 аккумуляторами, способными принимать высокий ток заряда.

Области применения

- автодома, кемперы и прицепы-дачи;
- экспедиционные автомобили и спецтранспорт;
- лодки и катера при установке в сухом защищённом месте;
- мобильные мастерские и автономные 12-вольтовые системы;
- системы зарядки дополнительной АКБ от генератора автомобиля.

Основные особенности

- преобразование 12 В → 12 В;
- три исполнения по току заряда: 20 А, 40 А и 60 А;
- поддержка свинцово-кислотных и литиевых аккумуляторных батарей;
- настройка режима заряда DIP-переключателями;
- управляющий вход D+ / IGN для включения устройства только при работе двигателя;
- вход LC для ограничения зарядного тока примерно до 50 % от номинального значения;
- индикация питания и неисправности;
- встроенная защита от перегрева, перенапряжения, пониженного напряжения и короткого замыкания.

2. Требования безопасности

Внимание: Подключение должно выполняться квалифицированным специалистом. Перед началом работ отключите аккумуляторные батареи, снимите нагрузки и исключите случайное короткое замыкание.

Общие требования

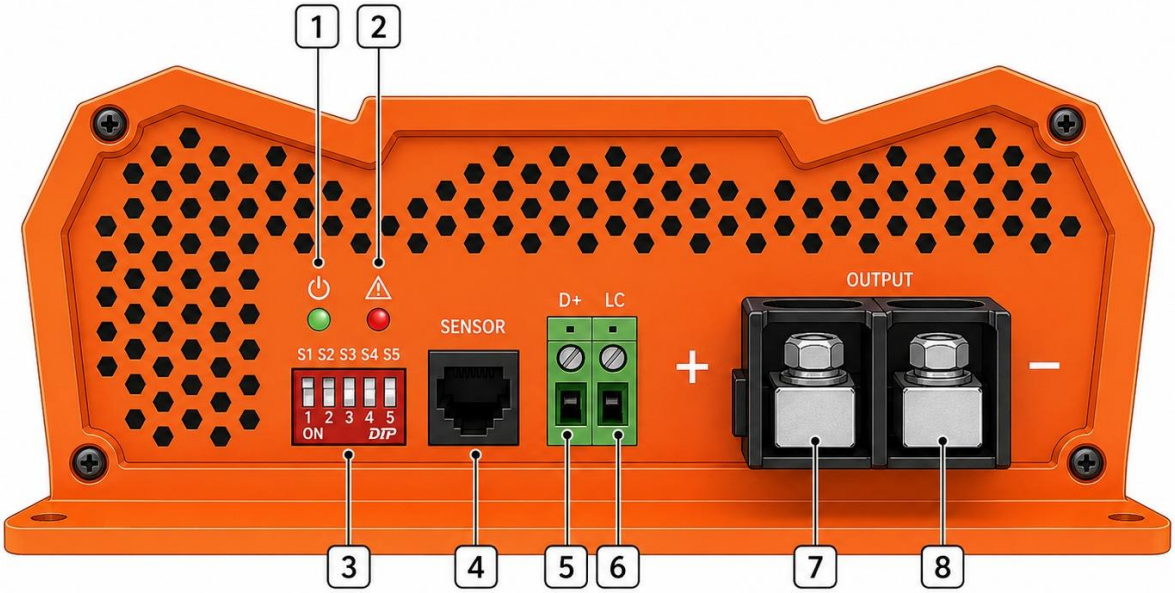
- Используйте устройство только в 12-вольтовых системах постоянного тока.
- Не подключайте устройство к аккумуляторным батареям или системам с номинальным напряжением 24 В.
- Не устанавливайте устройство рядом с источниками открытого огня, влаги, конденсата, агрессивной среды и высокой температуры.
- Не закрывайте вентиляционные отверстия и вентиляторы охлаждения.
- Не разбирайте корпус устройства и не выполняйте ремонт при подключённом питании.
- Используйте медные кабели соответствующего сечения и предохранители требуемого номинала.

Безопасность при работе с аккумуляторами

- Свинцово-кислотные АКБ при заряде могут выделять взрывоопасный водород. Обеспечьте вентиляцию и исключите искрение.
- При попадании электролита на кожу или в глаза немедленно промойте поражённое место большим количеством воды и обратитесь за медицинской помощью.
- Литиевые АКБ должны иметь исправную систему BMS и допускать выбранное напряжение и ток заряда.
- Перед настройкой режима заряда проверьте паспорт аккумуляторной батареи.

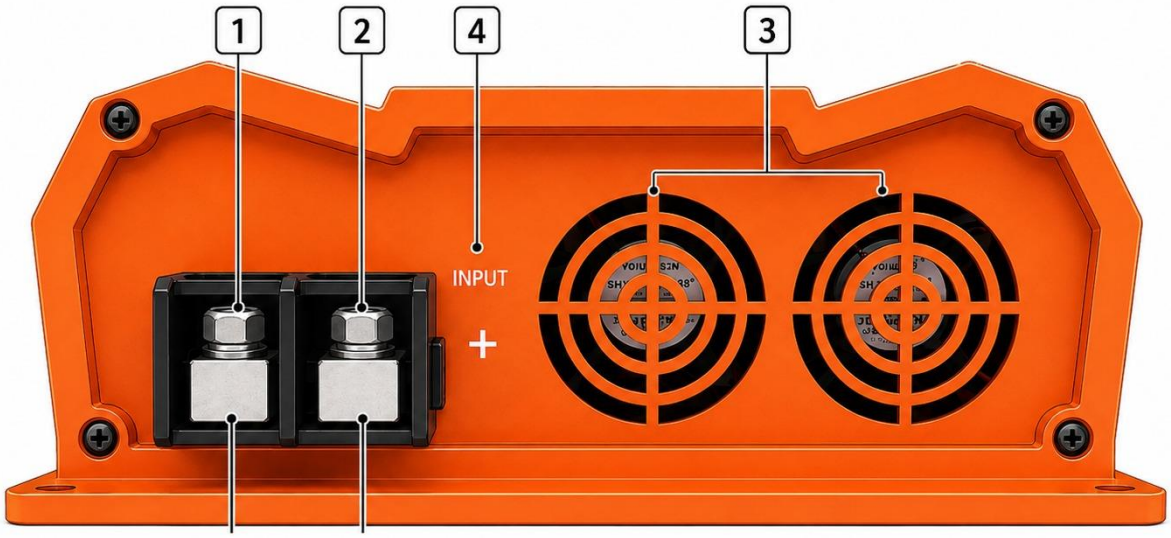
Внимание: Неверная полярность, недостаточное сечение кабеля или отсутствие предохранителей могут привести к перегреву проводки, повреждению оборудования и пожару.

3. Обзор изделия и органы управления



1	Индикатор питания POWER	5	Клемма D+ / IGN
2	Индикатор неисправности FAULT	6	Клемма LC
3	DIP-переключатели SW1–SW5	7	Выходная силовая клемма OUT+
4	Разъём датчика температуры SENSOR	8	Выходная силовая клемма OUT–

Рисунок 1 — Лицевая панель зарядного устройства: органы управления, индикации и подключения



1 Входная силовая клемма IN−
2 Входная силовая клемма IN+
3 Вентиляторы охлаждения
4 Обозначение входа INPUT

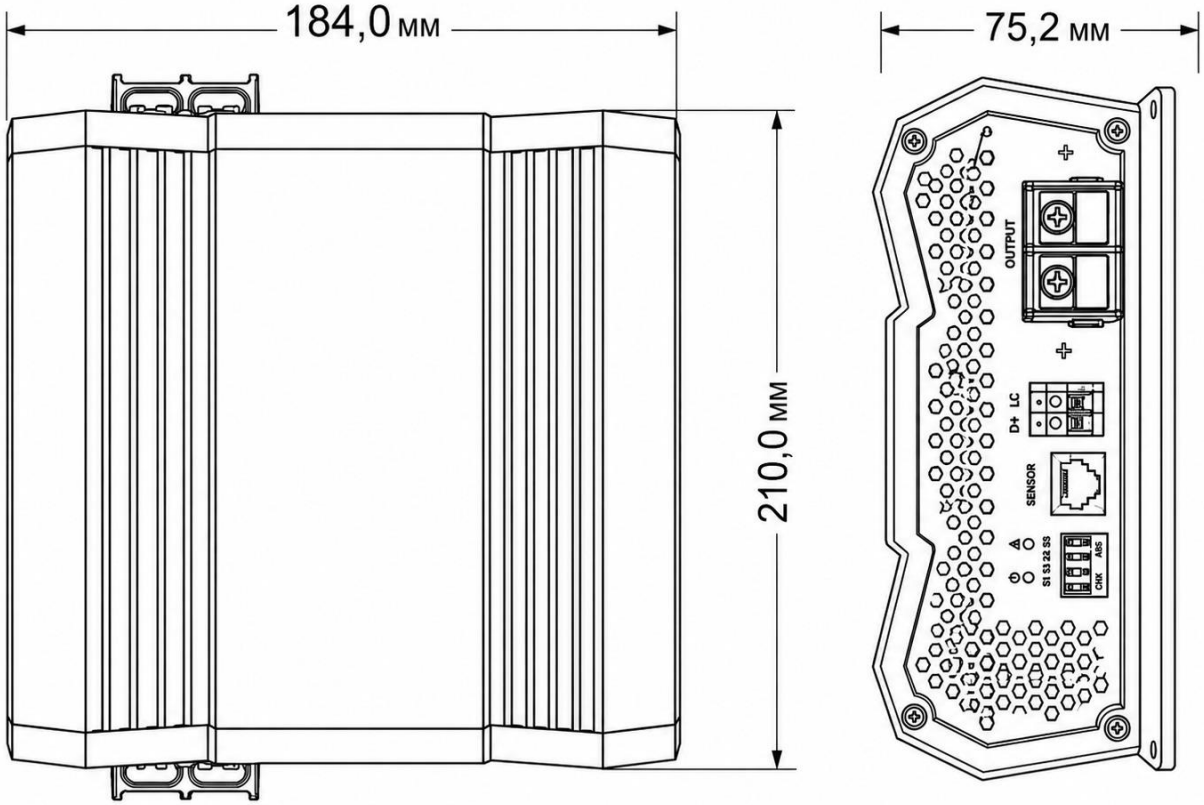
Рисунок 2 — Входная панель зарядного устройства: входные клеммы и вентиляторы охлаждения

Назначение основных элементов

Поз.	Элемент	Назначение
1	Индикатор POWER	Горит при наличии питания и штатной работе устройства.
2	Индикатор FAULT	Сигнализирует о неисправности или срабатывании защиты.
3	DIP-переключатели SW1–SW5	Выбор типа АКБ и напряжений заряда.
4	Разъём SENSOR	Подключение датчика температуры АКБ. Не применяется для литиевых АКБ.
5	Клемма D+ / IGN	Управляющий сигнал включения от цепи зажигания/генератора.
6	Клемма LC	Ограничение зарядного тока примерно до 50 %.
7	Выход OUT+	Плюсовая выходная клемма на сервисную АКБ.
8	Выход OUT−	Минусовая выходная клемма на сервисную АКБ / общую массу.
IN+	Входная клемма IN+	Плюсовой вход от стартерной АКБ через предохранитель.
IN−	Входная клемма IN−	Минусовой вход / общая масса.

4. Габаритные размеры

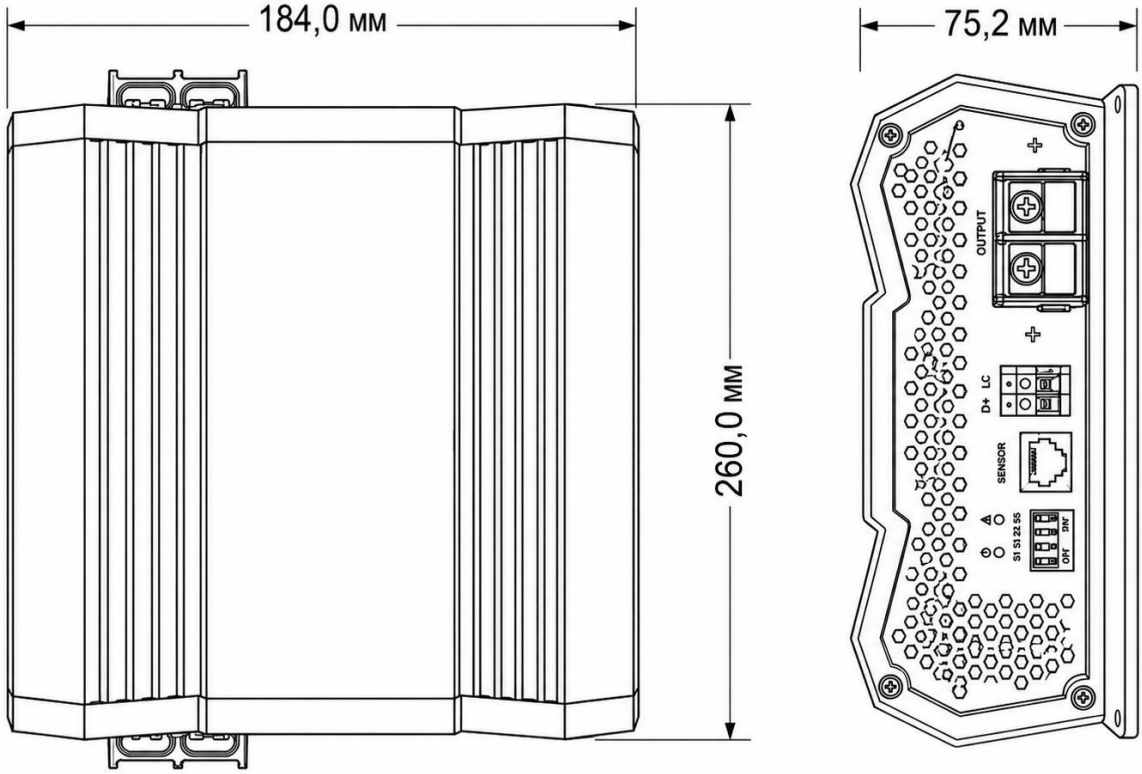
Габаритные размеры зависят от исполнения по току. Ширина и высота корпуса для всех исполнений одинаковые: 184,0 мм и 75,2 мм. Отличается длина корпуса.



ЗУ12/12В-20А

Примечание: *Габаритные размеры имеют допуск ±0,5 мм.*

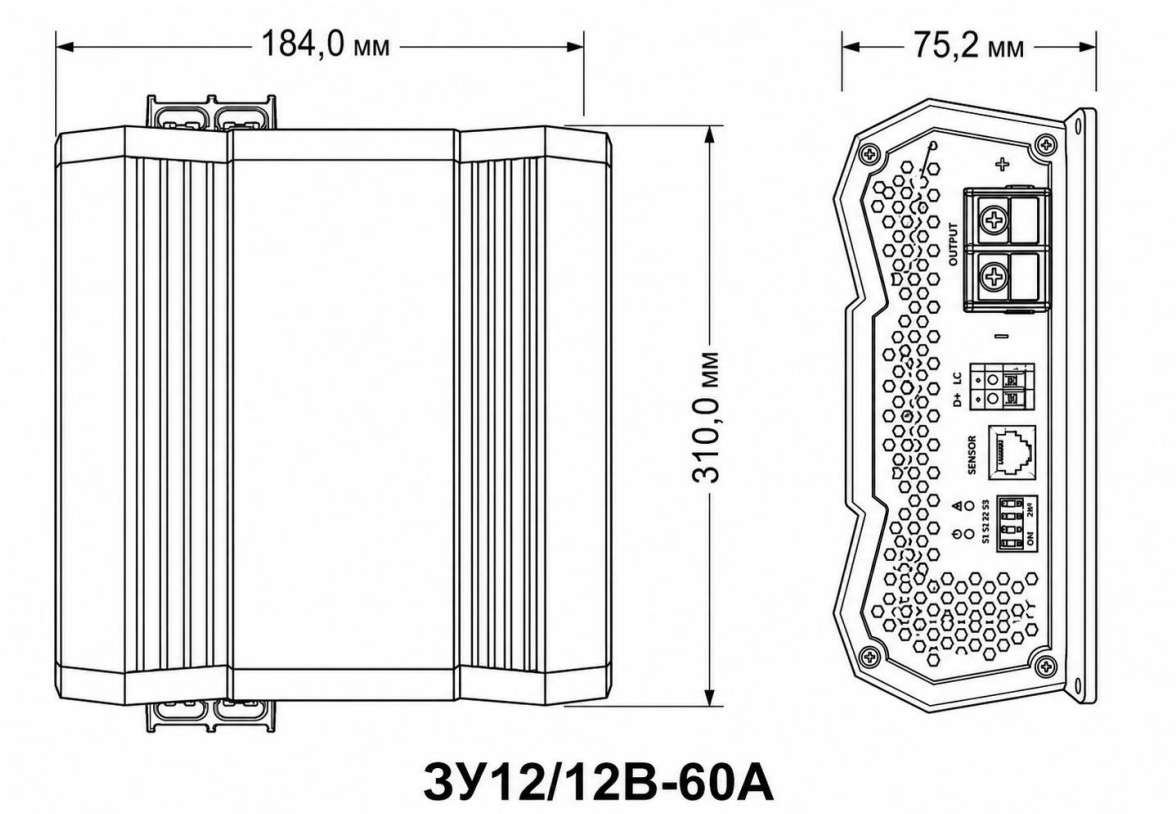
Рисунок 3 — Габаритные размеры ЗУ12/12В-20А



ЗУ12/12В-40А

Примечание: *Габаритные размеры имеют допуск ±0,5 мм.*

Рисунок 4 — Габаритные размеры ЗУ12/12В-40А



ЗУ12/12В-60А

Примечание: *Габаритные размеры имеют допуск ±0,5 мм.*

Рисунок 5 — Габаритные размеры ЗУ12/12В-60А

Модель	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Масса, кг
ЗУ12/12В-20А	210,0	184,0	75,2	1,3
ЗУ12/12В-40А	260,0	184,0	75,2	1,9
ЗУ12/12В-60А	310,0	184,0	75,2	2,4
Примечание: Габаритные размеры указаны с допуском ±0,5 мм.				

5. Технические характеристики

Параметр	ЗУ12/12В-20А	ЗУ12/12В-40А	ЗУ12/12В-60А
Преобразование	12 В → 12 В	12 В → 12 В	12 В → 12 В
Диапазон входного напряжения	8–16 В DC	8–16 В DC	8–16 В DC
Номинальный ток заряда	20 А	40 А	60 А
Напряжение заряда свинцово-кислотных АКБ	13,2–14,7 В	13,2–14,7 В	13,2–14,7 В
Напряжение заряда литиевых АКБ	12,6–14,6 В	12,6–14,6 В	12,6–14,6 В
Максимальная мощность	250 Вт	500 Вт	750 Вт
Остаточные пульсации	< 50 мВ	< 50 мВ	< 50 мВ
КПД	до 90 %	до 90 %	до 90 %
Потребление без нагрузки	0,4 А	0,4 А	0,4 А
Рабочая температура окружающей среды	−20…+50 °C	−20…+50 °C	−20…+50 °C
Температурная компенсация	−3 мВ/°C / 12 В	−3 мВ/°C / 12 В	−3 мВ/°C / 12 В
Габариты, Д×Ш×В	210×184×75,2 мм	260×184×75,2 мм	310×184×75,2 мм
Масса	1,3 кг	1,9 кг	2,4 кг
Размер силовых клемм	M6×10 мм	M6×10 мм	M6×10 мм
Момент затяжки силовых клемм	24,5–29,4 Н·см	24,5–29,4 Н·см	24,5–29,4 Н·см

Внимание: Температурная компенсация используется только для свинцово-кислотных АКБ. Для литиевых АКБ температурная компенсация не применяется.

6. Монтаж и условия установки

Устройство устанавливается в сухом, защищённом и проветриваемом месте. Не допускается установка в зоне прямого попадания воды, грязи, масла, топлива, высокой температуры или агрессивных сред.

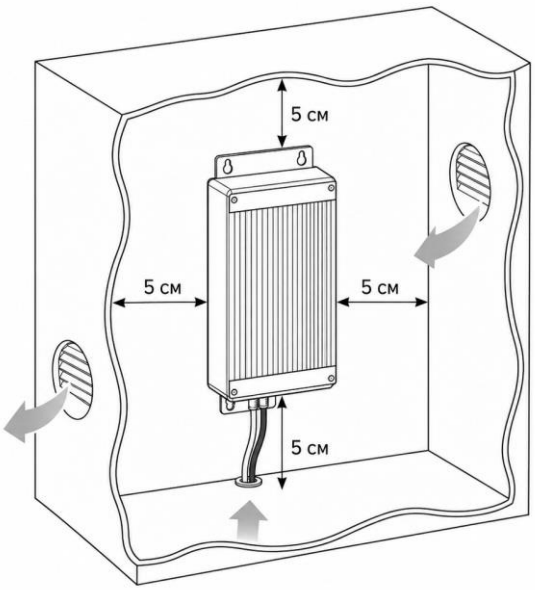


Рисунок 6 — Минимальные зазоры при установке устройства

Требования к месту установки

- Оставьте свободное пространство не менее 5 см сверху, снизу, слева и справа от корпуса.
- Обеспечьте приток и отвод воздуха для охлаждения устройства.
- Не устанавливайте устройство в замкнутый объём без вентиляции.
- Не размещайте устройство непосредственно над аккумуляторной батареей, если возможны пары электролита или конденсат.
- Крепите устройство за штатные монтажные отверстия, используя крепёж, подходящий для выбранной поверхности.

Примечание: При установке в шкафу или коробе желательно предусмотреть вентиляционные отверстия или принудительную вентиляцию.

7. Подключение, кабели и предохранители

Внимание: Перед подключением убедитесь, что все цепи обесточены. Последовательно проверьте полярность входа, выхода и управляющих цепей мультиметром.

Общий порядок подключения

1. Установите устройство в выбранном месте с соблюдением зазоров и вентиляции.
2. Подключите вход IN+ к плюсовой цепи стартерной АКБ через предохранитель соответствующего номинала.
3. Подключите вход IN− к минусовой цепи / общей массе.
4. Подключите выход OUT+ к плюсовой клемме сервисной АКБ через предохранитель соответствующего номинала.
5. Подключите выход OUT− к минусовой клемме сервисной АКБ / общей массе.
6. Подключите управляющий вход D+ / IGN через предохранитель 1 А.
7. При необходимости подключите вход LC через отдельный предохранитель 1 А.
8. Проверьте затяжку клемм, полярность, наличие предохранителей и правильность настройки DIP-переключателей.

Общая схема подключения

На рисунке показана типовая схема подключения DC/DC зарядного устройства в системе: стартерная АКБ автомобиля → DC/DC ЗУ → сервисная АКБ жилого модуля или лодки. Номиналы предохранителей и сечения кабелей выбирайте по таблице ниже и паспорту конкретной модели.

Рисунок 7 — Схема подключения DC/DC зарядного устройства 12 В / 12 В

Рекомендуемые сечения кабелей и предохранители

В таблице указаны рекомендуемые сечения медного кабеля по российскому стандартному ряду. При большой длине кабеля, высокой температуре, прокладке в жгуте или повышенных требованиях к падению напряжения выбирайте большее сечение.

Модель	Участок цепи	0–3 м	3–6 м	6–9 м	Предохранитель
20 А	Стартерная АКБ → вход IN+	6 мм²	10–16 мм²	16–25 мм²	30 А
20 А	Выход OUT+ → сервисная АКБ	4 мм²	6–10 мм²	16 мм²	25 А
40 А	Стартерная АКБ → вход IN+	16 мм²	25 мм²	25 мм²	60 А
40 А	Выход OUT+ → сервисная АКБ	10 мм²	10–16 мм²	25 мм²	50 А
60 А	Стартерная АКБ → вход IN+	25 мм²	25 мм²	25 мм²	90 А
60 А	Выход OUT+ → сервисная АКБ	16 мм²	25 мм²	25 мм²	75 А

Примечание: Предохранители устанавливайте как можно ближе к аккумуляторным батареям. Кабели, наконечники, держатели предохранителей и монтажные принадлежности приобретаются отдельно.

Разъединитель цепи / разрыватель массы

При длительном хранении или стоянке автомобиля рекомендуется предусмотреть разъединитель цепи питания зарядного устройства. В автомобильной практике такой элемент часто называют разрывателем массы, но в данной системе его допускается устанавливать и в цепь +12 В.

Разъединитель позволяет полностью отключить зарядное устройство и исключить постепенный разряд АКБ током собственного потребления. При необходимости разъединители можно предусмотреть как на входе, так и на выходе устройства.

8. Управляющие входы D+ / IGN и LC

Вход D+ / IGN

Вход D+ / IGN используется для разрешения работы зарядного устройства. Устройство должно включаться только тогда, когда двигатель работает или когда в выбранной цепи появляется напряжение +12 В в нужном режиме.

Внимание: Не рекомендуется подключать D+ / IGN к постоянному +12 В без привязки к работе двигателя. Это может привести к разряду стартерной АКБ.

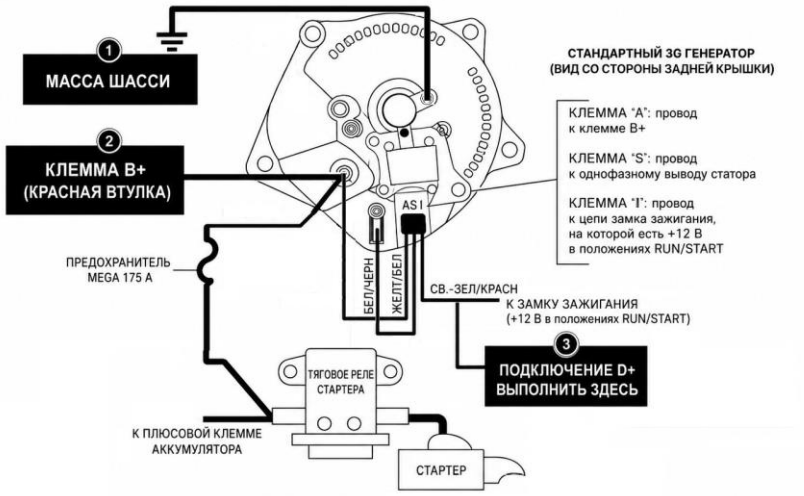


Рисунок 8 — Пример поиска и подключения сигнала D+ / IGN на генераторе

Рекомендуется подключать D+ / IGN через отдельный управляющий провод сечением 1,0–1,5 мм² и предохранитель 1 А. В качестве точки подключения допускается цепь зажигания, контакт ON замка зажигания или другая цепь, где появляется +12 В только в нужном режиме работы автомобиля.

Рекомендации по выводам генератора

Перед подключением управляющего входа D+ / IGN определите назначение выводов генератора по документации на автомобиль или по маркировке генератора. Ниже приведён типовой пример для трёхпроводного генератора; фактические обозначения и назначение выводов могут отличаться.

Вывод	Возможные обозначения	Назначение	Комментарий для подключения
BATT+	B, BATT, POS, B+	Силовой плюсовой вывод генератора.	Обычно соединён с плюсовой клеммой АКБ толстым проводом. Для подключения D+ / IGN не используется.
BATT−	NEG, FIELD, F, масса	Минусовой вывод / масса генератора.	На части генераторов отдельного вывода нет: корпус генератора соединён с массой двигателя.
IGN	IGN, L, I, клемма лампы заряда	Малоточный вывод цепи зажигания или контрольной лампы заряда.	Именно в этой цепи обычно выполняют подключение управляющего провода D+ / IGN.
Примечание: Если назначение вывода не подтверждено, не подключайте к нему D+ / IGN. Сначала проверьте напряжение мультиметром и убедитесь, что сигнал появляется только в нужном режиме работы автомобиля.			

Положения замка зажигания

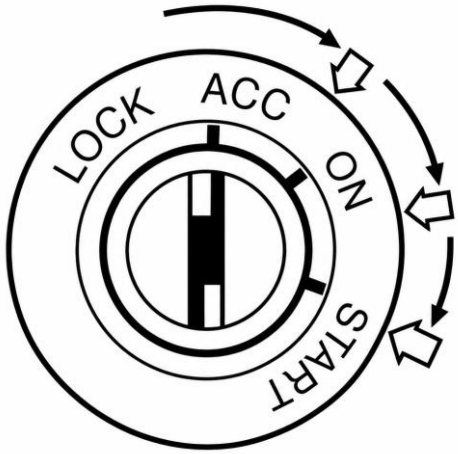


Рисунок 9 — Положения замка зажигания

Положение	Назначение / комментарий
LOCK	Питание цепей отключено, ключ заблокирован.
ACC	Включены отдельные вспомогательные цепи. Для D+ обычно не рекомендуется.
ON	Включены основные цепи автомобиля. Часто используется для поиска точки D+ / IGN.
START	Режим запуска двигателя. После запуска ключ возвращается в положение ON.

Проверка точки подключения D+ / IGN

В ряде автомобилей подходящую точку подключения необходимо проверить мультиметром. На выбранном проводе должно появляться напряжение +12 В только в режиме ON / RUN / START или при работающем двигателе; в положении LOCK / OFF напряжения быть не должно.

Если в блоке предохранителей нет явно обозначенной цепи IGN, допускается использовать подтверждённую цепь зажигания, контрольную лампу заряда или другой источник управляющего сигнала +12 В, связанный с работой двигателя. При подключении через блок предохранителей удобно применять отдельный держатель/адаптер предохранителя.

Примечание: Управляющий провод D+ / IGN подключайте через предохранитель 1 А. Не используйте постоянный +12 В, чтобы не разряжать стартерную АКБ при стоянке.

Вход LC — ограничение зарядного тока

Вход LC используется для включения режима ограничения зарядного тока. При подаче +12 В на LC зарядный ток снижается примерно до 50 % от номинального значения.

Модель	Номинальный ток заряда	Ток при активном LC
ЗУ12/12В-20А	20 А	10 А
ЗУ12/12В-40А	40 А	20 А
ЗУ12/12В-60А	60 А	30 А

Вход LC рекомендуется подключать к источнику +12 В через отдельный управляющий провод сечением 1,0–1,5 мм² и предохранитель 1 А. После снятия управляющего сигнала с LC устройство возвращается к номинальному току заряда.

Примечание: Режим LC полезен при необходимости снизить нагрузку на генератор, штатную проводку или электрическую систему автомобиля.

9. Настройка DIP-переключателей

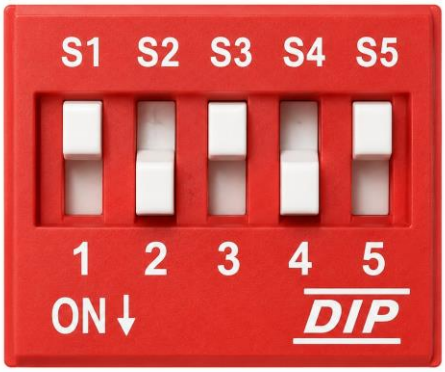


Рисунок 10 — DIP-переключатели SW1–SW5

Внимание: Настройку DIP-переключателей выполняйте до начала эксплуатации. Неверный выбор режима может привести к недозаряду, перезаряду, отключению BMS или сокращению срока службы АКБ.

Свинцово-кислотные АКБ

Для свинцово-кислотных АКБ установите S5 = ON. Переключатели S1–S2 задают напряжение стадии постоянного напряжения Absorption, а S3–S4 — напряжение буферного режима Float.

S1	S2	Напряжение Absorption, 12 В
ON	ON	14,4 В
OFF	ON	14,1 В
ON	OFF	14,7 В
OFF	OFF	Не использовать

S3	S4	Напряжение Float, 12 В
ON	ON	13,8 В
OFF	ON	13,5 В
ON	OFF	13,2 В
OFF	OFF	Не использовать

Литиевые АКБ

Для литиевых АКБ установите S5 = OFF. В литиевом режиме режим Float не применяется, а устройство работает по логике заряда, предназначенной для литиевых батарей. Перед выбором напряжения проверьте паспорт АКБ и требования BMS.

Режим	S1	S2	S3	S4	S5	Напряжение заряда
Литий, низкий диапазон	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	13,0 В
Литий, низкий диапазон	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	12,8 В
Литий, низкий диапазон	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	12,6 В
Литий, высокий диапазон	ON	ON	ON	ON	OFF	14,6 В
Литий, высокий диапазон	OFF	ON	ON	ON	OFF	14,4 В
Литий, высокий диапазон	ON	OFF	ON	ON	OFF	14,2 В
Литий, высокий диапазон	OFF	OFF	ON	ON	OFF	14,0 В

Внимание: Для LiFePO4 и Li-ion аккумуляторов напряжение заряда выбирайте строго по паспорту батареи. При сомнениях используйте рекомендации изготовителя АКБ или BMS.

10. Алгоритм заряда и температурная компенсация

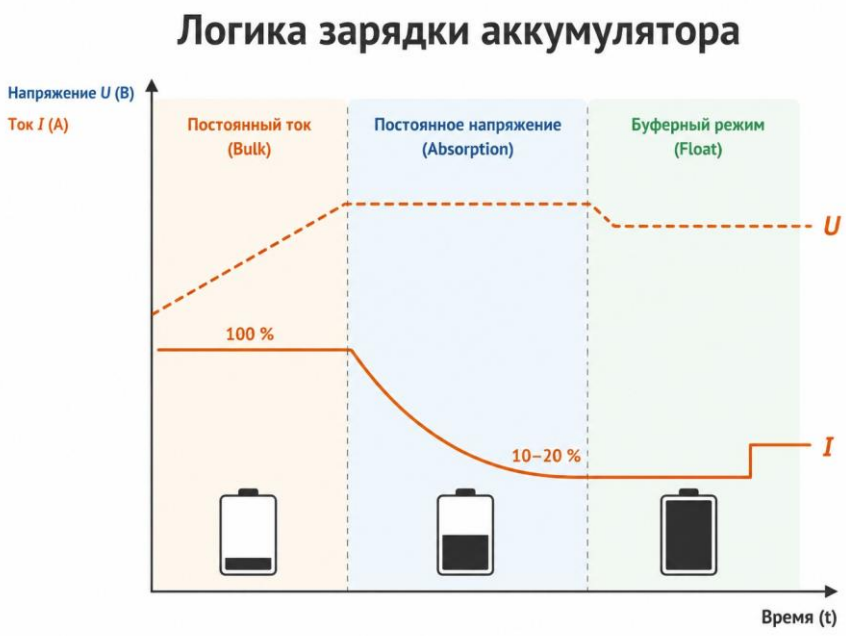


Рисунок 11 — Логика заряда аккумулятора

Стадия	Описание
Постоянный ток (Bulk)	В начале заряда АКБ заряжается максимальным доступным током до достижения заданного напряжения.
Постоянное напряжение (Absorption)	Устройство удерживает заданное напряжение, а ток постепенно снижается по мере восстановления ёмкости АКБ.
Буферный режим (Float)	Применяется для свинцово-кислотных АКБ. Для литиевых АКБ режим Float не используется.
Литиевый режим	Устройство заряжает литиевую АКБ по выбранному напряжению. При глубоком разряде возможна активация батареи при исправной BMS и корректной полярности.

Температурная компенсация

При подключении датчика температуры устройство может корректировать напряжение заряда свинцово-кислотной АКБ в зависимости от температуры батареи. Коэффициент температурной компенсации: −3 мВ/°C / 12 В.

Рисунок 12 — График температурной компенсации для системы 12 В

Внимание: Датчик температуры и температурная компенсация не применяются для литиевых аккумуляторных батарей, если иное прямо не указано изготовителем АКБ и устройства.

11. Индикация, диагностика и обслуживание

Светодиодная индикация

Индикатор	Состояние	Значение
POWER, зелёный	Не горит	Питание отсутствует, нет сигнала D+ / IGN или есть ошибка подключения.
POWER, зелёный	Горит постоянно	Устройство включено и работает в штатном режиме.
FAULT, красный	Не горит	Неисправности не обнаружены.
FAULT, красный	Горит постоянно	Обнаружена неисправность или сработала защита.

Поиск и устранение неисправностей

Если устройство работает некорректно, оно может находиться в режиме электронной защиты. Это не всегда означает неисправность устройства: часто причина связана с напряжением АКБ, полярностью, перегревом, сигналом D+ / IGN или нарушением подключения.

Электронные защиты

Индикация / поведение	Защита	Контрольные параметры	Проверить / сделать
FAULT горит красным	Повышенное напряжение АКБ	Отключение: 16 В Повторное включение: 15,5 В	Измерьте напряжение на входной и выходной АКБ, а также непосредственно на клеммах IN/OUT устройства. Отключите внешние зарядные устройства и чувствительные нагрузки. Проверьте настройки DIP-переключателей.
	Пониженное напряжение АКБ	Порог отключения: 8 В — свинцово-кислотная АКБ 10 В — литиевая АКБ	Измерьте напряжение входной и выходной АКБ. Если АКБ глубоко разряжена, восстановите её внешним зарядным устройством до допустимого уровня. Для литиевой АКБ проверьте состояние BMS.
	Переполюсовка	На мультиметре при проверке полярности может отображаться отрицательное значение.	Проверьте полярность IN+, IN−, OUT+ и OUT− мультиметром. При обнаружении переполюсовки не включайте устройство до полного исправления подключения. Для литиевых АКБ переполюсовка может привести к необратимому повреждению.
	Перегрев	Срабатывает при перегреве устройства или работе в тяжёлых температурных условиях.	Проверьте, что устройство не установлено под прямыми солнечными лучами, рядом с источниками тепла или в закрытом объёме без вентиляции. Обеспечьте зазоры не менее 5 см и дождитесь охлаждения: после снижения температуры работа должна восстановиться автоматически.
	Короткое замыкание / аварийная нагрузка	Внутренняя защита отключает заряд при КЗ или нештатной нагрузке.	Отключите вход и выход устройства, проверьте кабели, клеммы, предохранители и АКБ. После устранения причины повторно подключите устройство. Если красный индикатор остаётся включённым, обратитесь в сервис.

Дополнительная диагностика

Признак	Возможная причина	Контрольный параметр	Проверить / сделать
POWER не горит	Нет или неверно подключён сигнал D+ / IGN	D+ / IGN должен получать +12 В только при включении зажигания / работе двигателя.	Проверьте наличие управляющего провода между клеммой D+ / IGN и выбранной цепью зажигания. Проверьте предохранитель 1 А, целостность провода и наличие +12 В мультиметром.
POWER не горит или заряд не начинается	Неверно подключены входная и выходная АКБ	IN — стартерная АКБ; OUT — сервисная АКБ. Рабочий диапазон системы: 12 В, не 24 В.	Проверьте, что вход IN подключён к стартерной АКБ, а выход OUT — к сервисной АКБ. Не подключайте устройство к 24-вольтовым батареям: это может повредить устройство.
Питание периодически пропадает / заряд нестабилен	Обрыв, плохой контакт или повреждение соединения	Нагрев, просадка напряжения, пропадание контакта под нагрузкой.	Проверьте затяжку силовых клемм, наконечники, предохранители, держатели предохранителей и целостность кабелей. При необходимости используйте режим проверки целостности цепи на мультиметре.
Зарядный ток ниже ожидаемого	Активен вход LC или недостаточное сечение кабеля	При активном LC ток ограничивается примерно до 50 %: 10 А / 20 А / 30 А.	Проверьте, подаётся ли +12 В на LC. Также проверьте сечение кабелей, падение напряжения и качество соединений.

Внимание: После срабатывания защиты не заменяйте предохранители на больший номинал. Сначала устраните причину: неверное подключение, перегрев, просадку напряжения, переполюсовку или короткое замыкание.

Обслуживание

- Не реже одного раза в месяц проверяйте затяжку силовых клемм, состояние проводки и отсутствие нагрева соединений.
- Проверяйте отсутствие пыли, грязи, влаги и следов коррозии на корпусе и клеммах.
- Проверяйте свободный ход воздуха через вентиляционные отверстия и вентиляторы.
- После поездок по пыльным дорогам или при установке в закрытом отсеке проводите внеочередной осмотр.
- При обнаружении запаха гари, потемнения клемм, оплавления изоляции или нестабильной работы немедленно отключите устройство и устраните причину.

12. Комплектность и эксплуатационные примечания

Наименование	Примечание
DC/DC зарядное устройство	ЗУ12/12В-20А, ЗУ12/12В-40А или ЗУ12/12В-60А — в зависимости от исполнения.
Руководство по эксплуатации	Настоящий документ.
Датчик температуры АКБ	Опция. Используется только для свинцово-кислотных АКБ.
Кабели, наконечники, держатели предохранителей, предохранители, разъединители цепи	В стандартную комплектацию не входят и подбираются отдельно по условиям монтажа.

Хранение и транспортирование

- Хранить устройство в сухом помещении, защищённом от пыли, влаги и агрессивных сред.
- Не допускать механических ударов, падения и деформации корпуса.
- Перед длительным хранением системы рекомендуется отключить устройство разъединителем цепи или отсоединить аккумуляторы.

Контроль перед первым включением

1. Проверить механическое крепление устройства.
2. Проверить зазоры и вентиляцию.
3. Проверить полярность IN+, IN−, OUT+ и OUT−.
4. Проверить номиналы предохранителей и их установку рядом с аккумуляторами.
5. Проверить наличие предохранителей 1 А в цепях D+ / IGN и LC.
6. Проверить настройки DIP-переключателей по типу АКБ.
7. Проверить, что D+ / IGN не подключён к постоянному +12 В без привязки к работе двигателя.
8. После включения проверить индикацию POWER и отсутствие индикации FAULT.

Внимание: При любых сомнениях по выбору режима заряда, сечению кабеля или точке подключения D+ / IGN необходимо выполнить проверочный расчёт и согласовать схему с ответственным специалистом.