

КОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ ИСТОЧНИКОВ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ФИРМЫ APC (ЧАСТЬ 2)

УСТРОЙСТВО ИБП КЛАССА OFF-LINE

К ИБП класса Off-line фирмы APC относятся модели Back-UPS. ИБП этого класса отличаются низкой стоимостью и предназначены для защиты персональных компьютеров, рабочих станций, сетевого оборудования, торговых и кассовых терминалов. Мощность выпускаемых моделей Back-UPS от 250 до 1250 ВА. Основные технические данные наиболее распространенных моделей ИБП представлены в табл. 1.

Индекс «I» (International) в названиях моделей ИБП означает, что модели рассчитаны на входное напряжение 230 В. В устройствах установлены герметичные свинцовые необслуживаемые аккумуляторы со сроком службы 3...5 лет по стандарту Euro Bat. Все модели оснащены фильтрами-ограничителями, подавляющими скачки и высокочастотные помехи сетевого напряжения. Устройства подают соответствующие звуковые сигналы при пропадании входного напряжения, разрядке аккумуляторов и перегрузке. Пороговое значение напряжения сети, ниже которого ИБП переходит на работу от аккумуляторов, устанавливается переключателями на задней панели устройства. Модели BK400I и BK600I имеют интерфейсный порт, подключаемый к компьютеру или серверу для автоматического самостоятельного закрытия системы, тестовый переключатель и выключатель звукового сигнала.

Структурная схема ИБП Back-UPS 250I, 400I и 600I показана на рис. 1. Сетевое напряжение поступает на входной многоступенчатый фильтр через прерыватель цепи. Прерыватель цепи выполнен в виде автоматического выключателя на задней панели ИБП. В случае значительной перегрузки он отключает устройство от сети, при этом контактный столбик выключателя выталкивается вверх. Чтобы включить ИБП после перегрузки, необходимо вернуть в исходное положение контактный столбик выключателя. Во входном фильтре-ограничителе электромагнитных и радиочастотных помех используются LC-звенья и металлооксидные варисторы. При работе в нормальном режиме контакты 3 и 5 реле RY1 замкнуты, и ИБП передает в нагрузку напряжение электросети, фильтруя высокочастотные помехи. Зарядный ток поступает непрерывно, пока в сети есть напряжение. Если входное напряжение падает ниже установленной величины или вообще исчезает, а также если оно сильно зашумлено, контакты 3 и 4 реле замыкаются, и ИБП переключается на работу от инвертора, который преобразует постоянное напряжение аккумуляторов в переменное. Время переключения составляет около 5 мс, что вполне приемлемо для современных импульсных блоков

питания компьютеров. Форма сигнала на нагрузке – прямоугольные импульсы положительной и отрицательной полярности с частотой 50 Гц, длительностью 5 мс, амплитудой 300 В, эффективным напряжением 225 В. На холостом ходу длительность импульсов сокращается, и эффективное выходное напряжение падает до 208 В. В отличие от моделей Smart-UPS, в Back-UPS нет микропроцессора, для управления устройством используются компараторы и логические микросхемы.

Принципиальная схема ИБП Back-UPS 250I, 400I и 600I практически полностью приведена на рис. 2...4. Многозвенный фильтр подавления помех электросети состоит из варисторов MOV2, MOV5, дросселей L1 и L2, конденсаторов C38 и C40 (рис. 2). Трансформатор T1 (рис. 3) является датчиком входного напряжения. Его выходное напряжение используется для зарядки аккумуляторов (в этой цепи используются D4...D8, IC1, R9...R11, C3 и VR1) и анализа сетевого напряжения.

Таблица 1. Основные технические данные ИБП класса Back-UPS

Модель	BK250I	BK400I	BK600I
Номинальное входное напряжение, В	220...240		
Номинальная частота сети, Гц	50		
Энергия поглощаемых выбросов, Дж	320		
Пиковый ток выбросов, А	6500		
Пропущенные в нормальном режиме значения выбросов напряжения по тесту IEEE 587 Cat. A 6kVA, %	<1		
Напряжение переключения, В	166...196		
Выходное напряжение при работе от аккумуляторов, В	225 ± 5%		
Выходная частота при работе от аккумуляторов, Гц	50 ± 3%		
Максимальная мощность, ВА (Вт)	250 (170)	400 (250)	600 (400)
Коэффициент мощности	0,5...1,0		
Лик-фактор	<5		
Номинальное время переключения, мс	5		
Количество аккумуляторов × × напряжение, В	2 × 6	1 × 12	2 × 6
Емкость аккумуляторов, Ач	4	7	10
Время 90-% подзарядки после разрядки до 50%, час	6	7	10
Акустический шум на расстоянии 91 см от устройства, дБ	<40		
Время работы ИБП на полную мощность, мин	>5		
Максимальные габариты (В × Ш × Г), мм	168 × 119 × 361		
Вес, кг	5,4	9,5	11,3

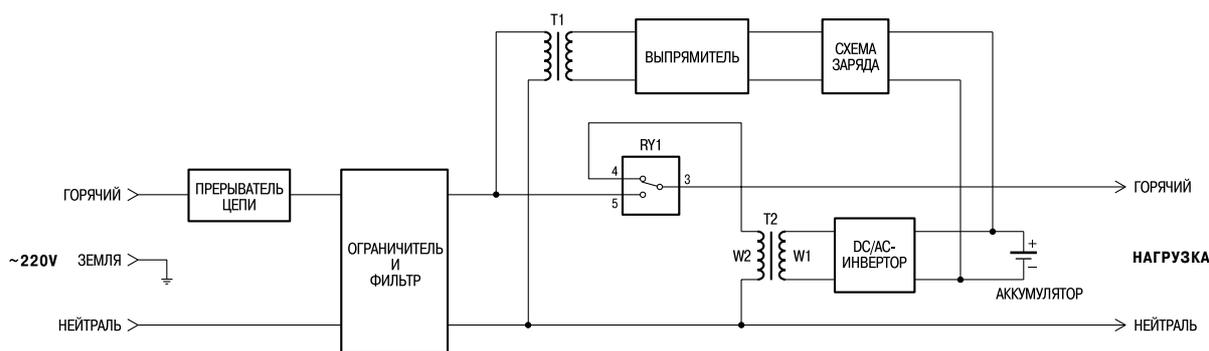


Рис. 1. Структурная схема

Если оно пропадает, то схема на элементах IC2...IC4 и IC7 подключает мощный инвертор, работающий от аккумулятора. Команда ACFAIL включения инвертора формируется микросхемами IC3 и IC4. Схема, состоящая из компаратора IC4 (выводы 6, 7, 1) и электронного ключа IC6 (выводы 10, 11, 12), разрешает работу инвертора сигналом лог. «1», поступающим на выводы 1 и 13 IC2.

Делитель, состоящий из резисторов R55, R122, R123 и переключателя SW1 (выводы 2, 7 и 3, 6), расположенного на тыловой стороне ИБП, определяет напряжение сети, ниже которого ИБП переключается на батарейное питание. Заводская установка этого напряжения 196 В. В районах, характеризующихся частыми колебаниями напряжения, приводящими к частым переключениям ИБП на батарейное питание, пороговое напряжение должно быть установлено на более низкий уровень. Точная настройка порогового напряжения выполняется резистором VR2.

Во время работы от батареи микросхема IC7 формирует импульсы возбуждения инвертора PUSHPL1 и PUSHPL2. В одном плече инвертора установлены мощные полевые транзисторы Q4...Q6 и Q36, в другом – Q1...Q3 и Q37. Своими коллекторами транзисторы нагружены на выходной трансформатор. На вторичной обмотке выходного трансформатора формируется импульсное напряжение с эффективным значением 225 В и частотой 50 Гц, которое используется для питания подключенного к ИБП оборудования. Длительность импульсов регулируется переменным резистором VR3, а частота – резистором VR4 (рис. 3). Включение и выключение инвертора синхронизируется с напряжением сети схемой на элементах IC3 (выводы 3...6), IC6 (выводы 3...5, 6, 8, 9) и IC5 (выводы 1...3 и 11...13). Схема на элементах SW1 (выводы 1 и 8), IC5 (выводы 4...6 и 8...10), IC2 (выводы 8...10), IC3 (выводы 1 и 2), IC10 (выводы 12 и 13), D30, D31, D18, Q9, BZ1 (рис. 4) включает звуковой сигнал, предупреждающий пользователя о проблемах с электропитанием. Во время работы от батареи ИБП каждые 5 с издает одиночный звуковой сигнал, указывающий на необходимость сохранения файлов пользователя, т.к. емкость аккумуляторов ограничена. При работе от батареи ИБП осуществляет контроль за ее емкостью и за определенное время до ее разряда подает непрерывный звуковой сигнал. Если выводы 4 и 5 переключателя SW1 разомкнуты, то это

время составляет 2 минуты, если замкнуты – 5 минут. Для отключения звукового сигнала надо замкнуть выводы 1 и 8 переключателя SW1.

Все модели Back-UPS, за исключением BK250I, имеют двунаправленный коммуникационный порт для связи с ПК. Программное обеспечение Power Chute Plus позволяет компьютеру осуществлять как текущий контроль ИБП, так и безопасное автоматическое закрытие операционной системы (Novell, Netware, Windows NT, IBM OS/2, Lan Server, Scounix и Unix Ware, Windows 95/98), сохраняя файлы пользователя. На рис. 4 этот порт обозначен как J14. Назначение его выводов:

- 1 – UPS SHUTDOWN. ИБП выключается, если на этом выводе появляется лог. «1» в течение 0,5 с.
- 2 – AC FAIL. При переходе на питание от батарей ИБП генерирует на этом выводе лог. «1».
- 3 – CC AC FAIL. При переходе на питание от батарей ИБП формирует на этом выводе лог. «0». Выход с открытым коллектором.
- 4, 9 – DB-9 GROUND. Общий провод для ввода/вывода сигналов. Вывод имеет сопротивление 20 Ом относительно общего провода ИБП.
- 5 – CC LOW BATTERY. В случае разряда батареи ИБП формирует на этом выводе лог. «0». Выход с открытым коллектором.
- 6 – OC AC FAIL. При переходе на питание от батарей ИБП формирует на этом выводе лог. «1». Выход с открытым коллектором.
- 7, 8 – не подключены.

Выходы с открытым коллектором могут подключаться к ТТЛ-схемам. Их нагрузочная способность до 50 мА, 40 В. Если к ним нужно подключить реле, то обмотку следует зашунтировать диодом.

Обычный «нуль-модемный» кабель для связи с этим портом не подходит, соответствующий интерфейсный кабель RS-232 с 9-штырьковым разъемом поставляется в комплекте с программным обеспечением.

КАЛИБРОВКА И РЕМОНТ ИБП

Установка частоты выходного напряжения

Для установки частоты выходного напряжения подключить на выход ИБП осциллограф или частотомер. Включить ИБП в режим работы от батареи. Измеряя частоту на выходе ИБП, регулировкой резистора VR4 установить $50 \pm 0,6$ Гц.

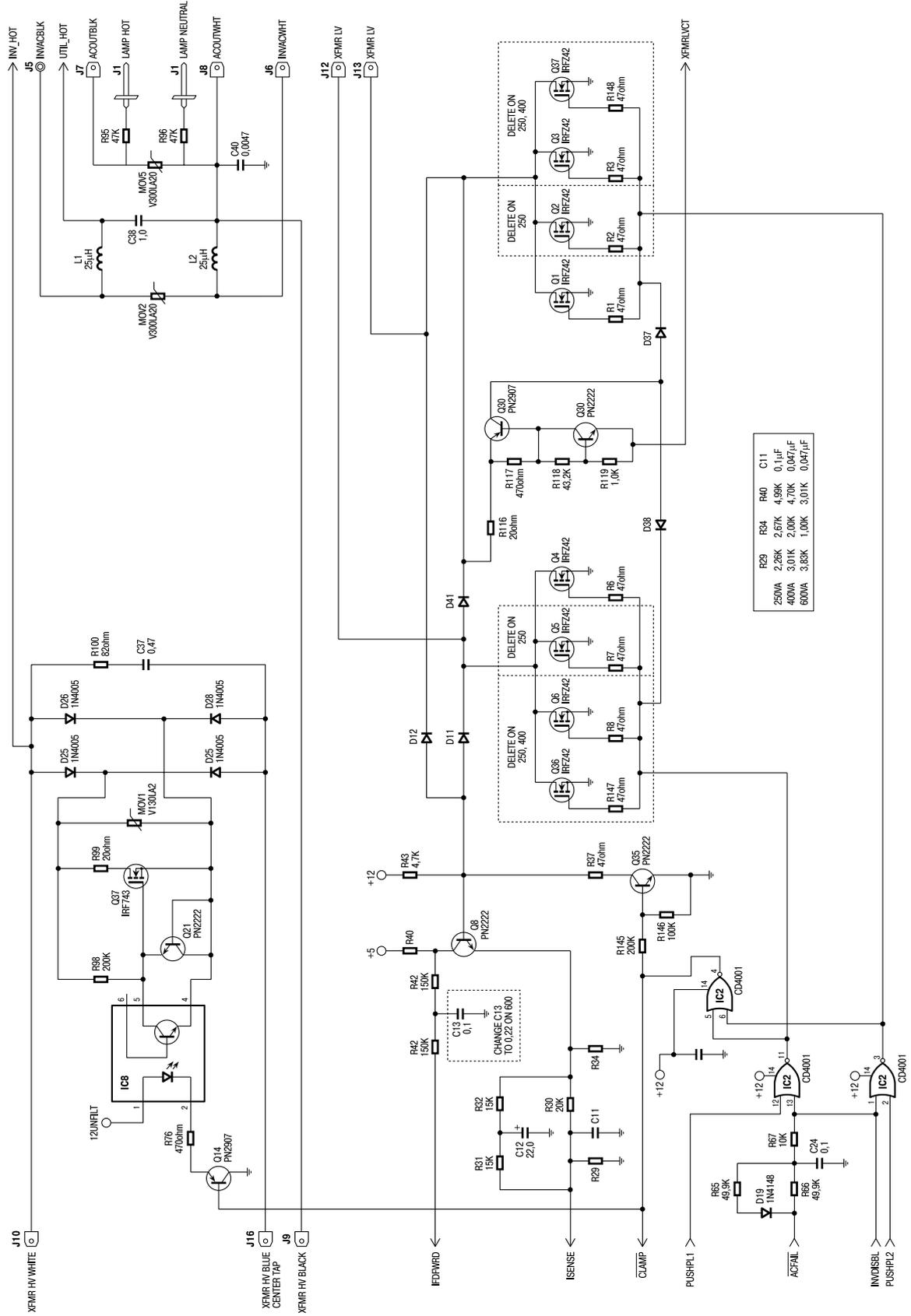


Рис. 2. Выходной инвертор

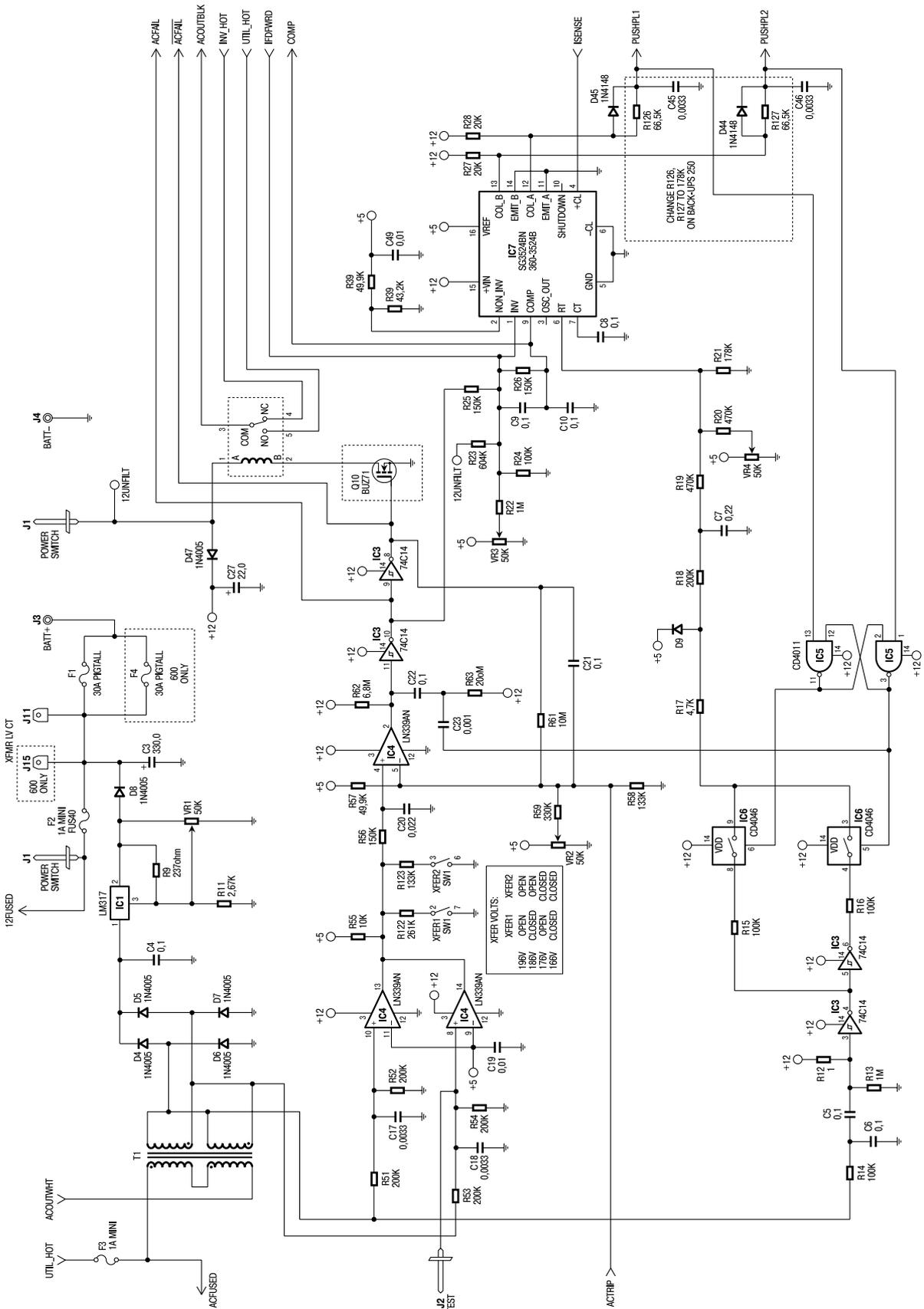


Рис. 3. Входные цепи

Таблица 2. Типовые неисправности ИБП Back-UPS 250I, 400I и 600I

Проявление дефекта	Возможная причина	Метод отыскания и устранения дефекта
Запах дыма, ИБП не работает	Неисправен входной фильтр	Проверить исправность компонентов MOV2, MOV5, L1, L2, C38, C40, а также проводники платы, соединяющие их
ИБП не включается. Индикатор не светится	Отключен автомат защиты на входе (прерыватель цепи) ИБП	Уменьшить нагрузку ИБП, отключив часть аппаратуры, и затем включить автомат защиты, нажав контактный столбик автомата защиты
	Неисправны батареи аккумуляторов	Заменить аккумуляторы
	Неправильно подключены аккумуляторы	Проверить правильность подключения аккумуляторных батарей
	Неисправен инвертор	Проверить исправность инвертора. Для этого отключить ИБП от сети переменного тока, отсоединить аккумуляторы и разрядить емкость C3 резистором 100 Ом, прозвонить омметром каналы «сток-исток» мощных полевых транзисторов Q1...Q6, Q37, Q36. Если сопротивление составляет несколько Ом или меньше, то транзисторы заменить. Проверить резисторы в затворах R1...R3, R6...R8, R147, R148. Проверить исправность транзисторов Q30, Q31 и диодов D36...D38 и D41. Проверить предохранители F1 и F2 Заменить микросхему IC2
При включении ИБП отключает нагрузку	Неисправен трансформатор T1	Проверить исправность обмоток трансформатора T1. Проверить дорожки на плате, соединяющие обмотки T1. Проверить предохранитель F3
ИБП работает от аккумуляторов несмотря на то, что есть напряжение в сети	Напряжение в электросети очень низкое или искажено	Проверить входное напряжение с помощью индикатора или измерительного прибора. Если это допустимо для нагрузки, уменьшить чувствительность ИБП, т.е. изменить границу срабатывания при помощи переключателей, расположенных на задней стенке устройства
ИБП включается, но напряжение в нагрузку не поступает	Неисправно реле RY1	Проверить исправность реле RY1 и транзистора Q10 (BUZ71). Проверить исправность IC4 и IC3 и напряжение питания на их выводах Проверить дорожки на плате, соединяющие контакты реле
ИБП жужжит и/или отключает нагрузку, не обеспечивая ожидаемого времени резервного электропитания	Неисправен инвертор или один из его элементов	См. подпункт «Неисправен инвертор»
ИБП не обеспечивает ожидаемого времени резервного электропитания	Аккумуляторные батареи разряжены или потеряли емкость	Зарядите аккумуляторные батареи. Они требуют перезарядки после продолжительных отключений сетевого питания. Кроме того, батареи быстро стареют при частом использовании или при эксплуатации в условиях высокой температуры. Если приближается конец срока службы батарей, то целесообразно их заменить, даже если еще не подается тревожный звуковой сигнал замены аккумуляторных батарей. Емкость заряженной батареи проверить автомобильной лампой дальнего света 12 В, 150 Вт
	ИБП перегружен	Уменьшить количество потребителей на выходе ИБП
После замены аккумуляторов ИБП не включается	Неправильное подключение аккумуляторных батарей при их замене	Проверьте правильность подключения аккумуляторных батарей
При включении ИБП издает громкий тональный сигнал, иногда с понижающимся тоном	Неисправны или сильно разряжены аккумуляторные батареи	Зарядить аккумуляторные батареи в течение не менее четырех часов. Если после перезарядки проблема не исчезнет, следует заменить аккумуляторные батареи
Аккумуляторные батареи не заряжаются	Неисправен диод D8	Проверить исправность D8. Его обратный ток не должен превышать 10 мкА
	Напряжение заряда ниже необходимого уровня	Откалибровать напряжение заряда аккумулятора

Установка значения выходного напряжения

Включить ИБП в режим работы от батареи без нагрузки. Подключить на выход ИБП вольтметр для измерения эффективного значения напряжения. Регулировкой резистора VR3 установить напряжение на выходе ИБП 208 ± 2 В.

Установка порогового напряжения

Переключатели 2 и 3, расположенные на тыловой стороне ИБП, установить в положение OFF. Подключить ИБП к трансформатору типа ЛАТР с плавной регулировкой выходного напряжения. На выходе ЛАТРа установить напряжение 196 В. Повернуть резистор

Таблица 3. Аналоги для замены неисправных компонентов

Схемное обозначение	Неисправный компонент	Возможная замена
IC1	LM317T	LM117H, LM117K
IC2	CD4001	K561ЛЕ5
IC3, IC10	74С14	Составляется из двух микросхем К561ТЛ1, выводы которых соединить согласно цоколевке на микросхему
IC4	LM339	K1401CA1
IC5	CD4011	K561ЛА7
IC6	CD4066	K561КТ3
D4...D8, D47, D25...D28	1N4005	1N4006, 1N4007, BY126, BY127, BY133, BY134, 1N5618...1N5622, 1N4937
Q10	BUZ71	BUZ10, 2SK673, 2SK971, BUK442...BUK450, BUK543...BUK550
Q22	IRF743	IRF742, MTP10N35, MTP10N40, 2SK554, 2SK555
Q8, Q21, Q35, Q31, Q12, Q9, Q27, Q28, Q32, Q33	PN2222	2N2222, BS540, BS541, BSW61...BSW 64, 2N4014
Q11, Q29, Q25, Q26, Q24	PN2907	2N2907, 2N4026...2N4029
Q1...Q6, Q36, Q37	IRFZ42	BUZ11, BUZ12, PRFZ42

VR2 против часовой стрелки до упора, затем медленно поворачивать резистор VR2 по часовой стрелке до тех пор, пока ИБП не перейдет на батарейное питание.

Установка напряжения заряда

Установить на входе ИБП напряжение 230 В. Отсоединить красный провод, идущий к положительному выводу аккумулятора. Используя цифровой вольтметр, ре-

гулировкой резистора VR1 установить на этом проводе напряжение $13,76 \pm 0,2$ В относительно общей точки схемы, затем восстановить соединение с аккумулятором.

Типовые неисправности

Типовые неисправности и методы их устранения приведены в табл. 2, а в табл. 3 – аналоги наиболее часто выходящих из строя компонентов.