С. П. Белов

ЭКСПРЕСС-ТЕСТЕР БЛОКОВ ПИТАНИЯ ФОРМАТА ATX: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗРЫВОВ И ЗАМЫКАНИЙ ПРОВОДОВ ВЫХОДНЫХ РАЗЪЕМОВ

Введение

Диагностирование тестеров компьютерных блоков питания Antec Digital PC Power Tester, безымянный «ATX», Thermaltake Dr. Power 2 Россия), S SKYEE, Deek-Robot 13377, CY E-021 (AliExpress) на предмет отсутствия контроля разрывов проводов БП показало наличие в них одинаковой логической ошибки [1]. При целенаправленном разрыве какого-либо провода, идущего из БП, информация, выдаваемая тестером, не изменялась и показывала норму, т.е. продиагностированные тестеры не способны обнаружить разрывы в проводах БП.

Было сформировано условие возникновения ошибки: отрезаемый провод должен дублироваться другими проводами БП, не вызывая разрыва проверяемой цепи в самом тестере.

Разработка, изготовление, отладка

Для устранения проблемы был разработан прибор, выявляющий разрывы и замыкания любого выходного провода блока питания формата ATX. Прибор автоматизированный, проверяющий независимые пары проводов посредством включения светодиода. Если включалась вся группа светодиодов, закрепленная за разъемом, — провода выбранного разъема были исправны. Таким образом, осуществлялась экспресс-проверка разъемов БП за несколько секунд.

Первая версия прибора была создана в 2018 г. [1].

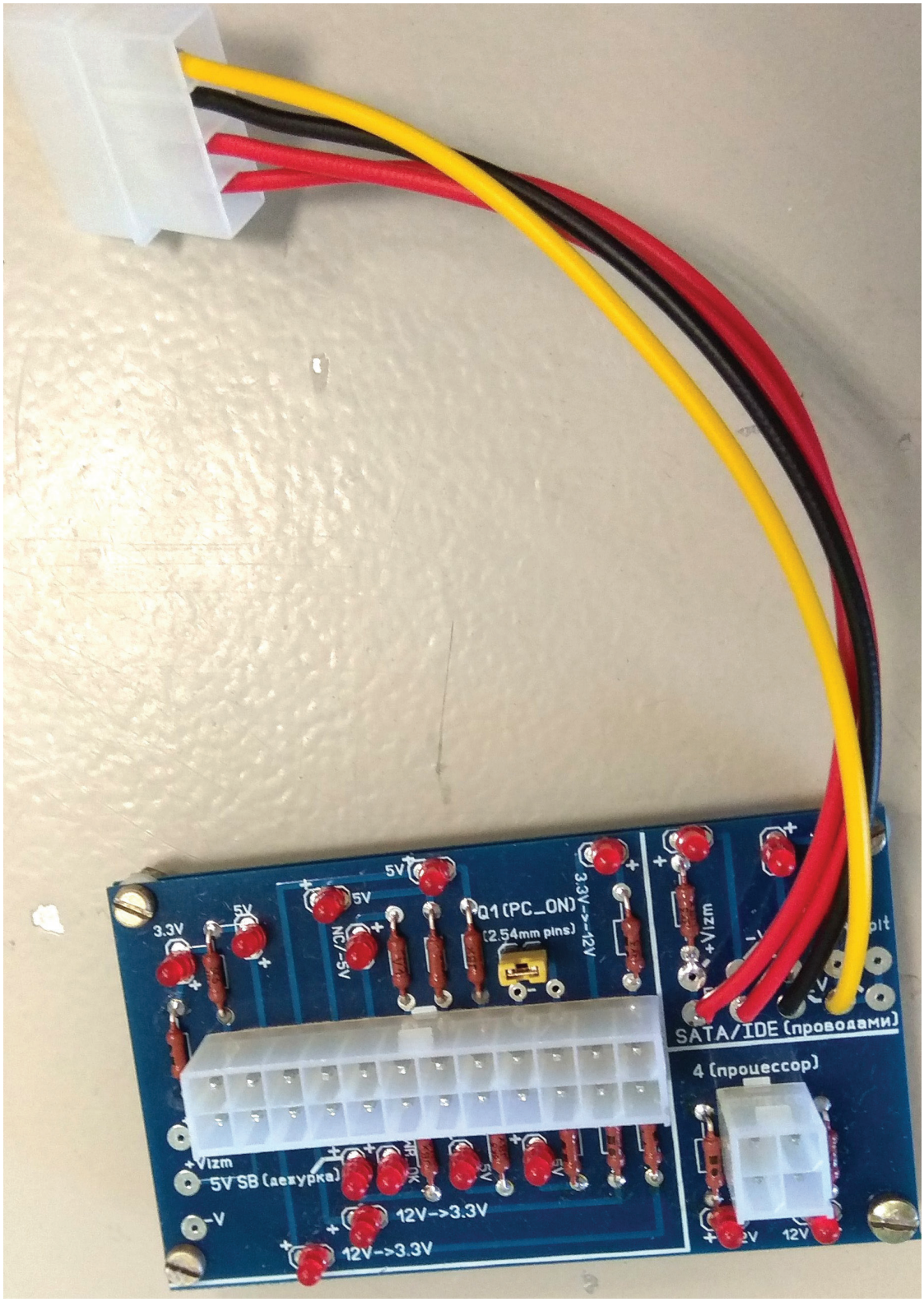


Рис. 1. Внешний вид платы экспресс-тестера БП без подключенного БП (первая версия 2018 г.)

Прибор был неполноценен, хоть и выполнял возложенные на него функции.

После основательной переработки с сохранением концепции была создана новая плата с удобным для восприятия дизайном [2].

Принцип действия нового прибора следующий. Сначала проверяется выключенный БП, показывая наличие единственно возможного напряжения в исправном состоянии: дежурного +5BSB. На рис. 2 показана одна из обнаруженных ошибок БП.

Сергей Павлович Белов – ведущий инженер-программист АО «Государственный научно-исследоваительский институт приборостроения».

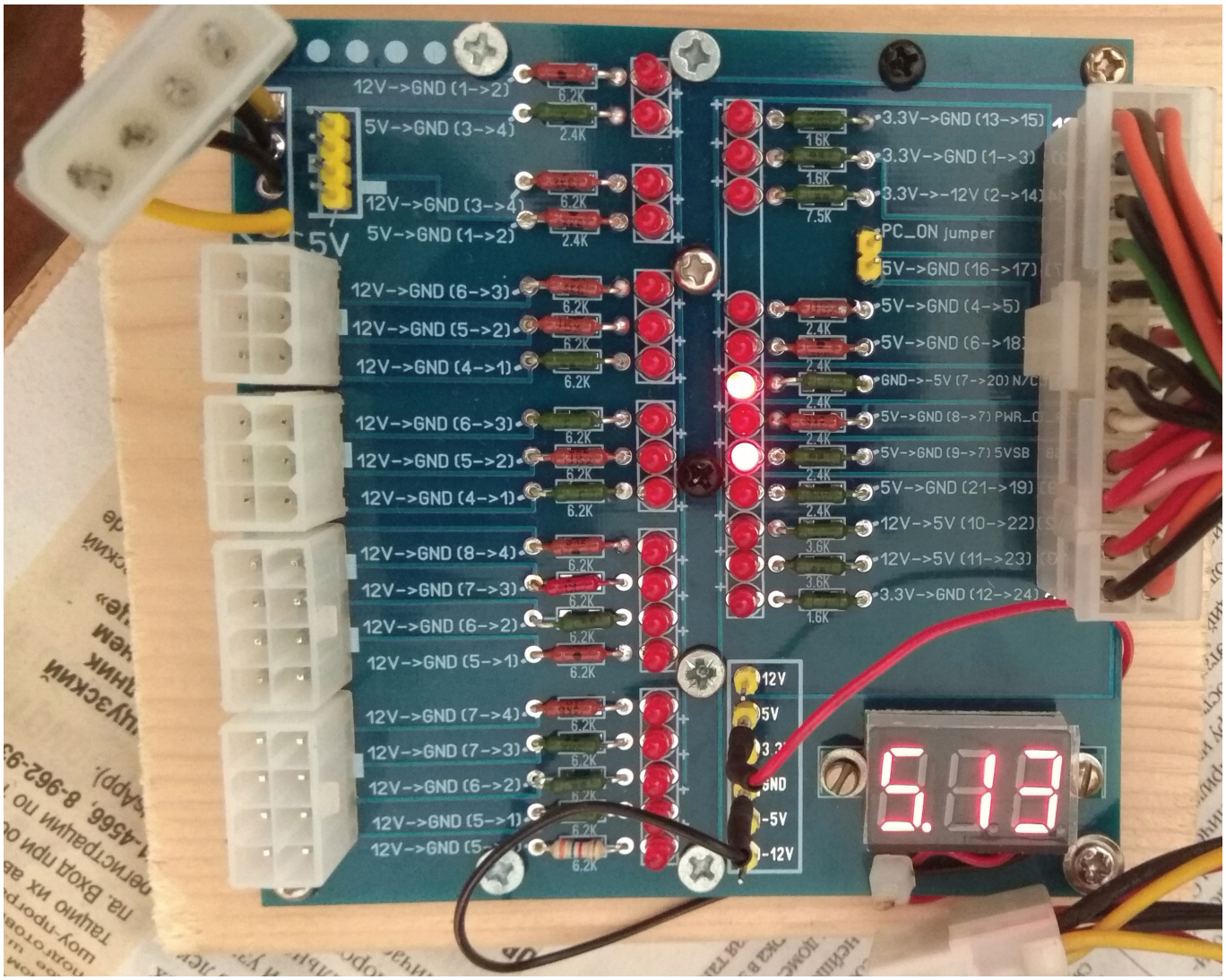


Рис. 2. Ошибка в БП: наличие напряжения на паре GND→-5В разъема 24 pin. Разрыв провода №7 (GND) привел к протеканию тока +5В→-5В из-за неверной разводки платы. Исправлено в новом образце платы

Далее перемычкой замыкается пара PC_ON→GND – и БП включается. На рис. 3 показан разрыв провода в шлейфе питания FDD и ошибка выбора сопротивлений для светодиодов.

Далее вольтметром проверяются основные напряжения БП +12 В, +5 В, +3.3 В, -5 В, -12 В. Они должны быть всегда выше номиналов: производитель оставляет запас по напряжению как для просадки

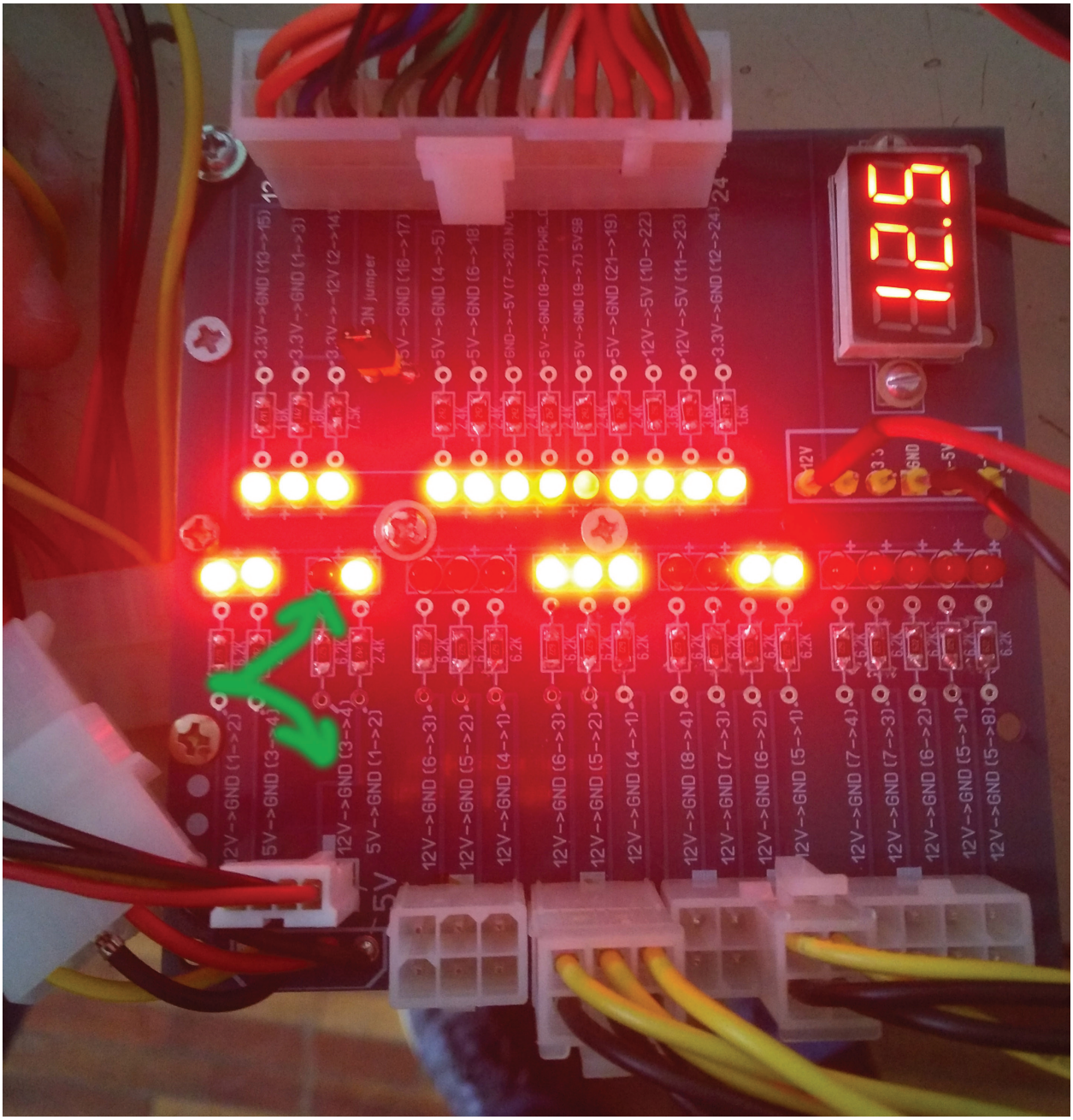


Рис. 3. Ошибка в БП: разрыв провода №2 разъема FDD – нет свечения светодиода пары +12В→GND. Свечение светодиодов слепит глаза и матрицу фотоаппарата

при высоких токах, так и для окисленных контактов разъемов, опасность которых может быть недооценена [3].

Еще один выявленный на практике тестером дефект: недоразрыв по линии +3.3 В (на границе провода и разъема БП). Контакт №13 разъема 24pin, то замыкаясь, то размыкаясь, — приводил к перезагрузке ПК во включенном состоянии. Катализатором проблемы выступало определенное незначительное изменение положения шлейфа проводов БП ПК. До использования тестера, ввиду невозможности диагностики проблемы, планировалось приобретение другого БП. Замена провода проблему устранила. До замены было принято решение о простом удалении провода — однако оставшиеся провода по линии +3,3 В начали греться из-за возросшего тока.

Один из выявленных дефектов БП оказался интересен с точки зрения чисел. На рис. 4, *а,б,в* показан БП, выдающий сигнал PWR_OK при напряжении -10.9 В и не выдающий при -10.8 В. Это признак соблюдения производителем диапазона ±10% от номинального напряжения -12 В, в соответствии с ATX Spepification от Intel [4].

Повторная модернизация платы (см. рис. 2) привела к изменению внешнего вида (рис. 5), дав возможность подключать вольтметры разной длины и использовать ряды штырей с шагом 2,54 мм.

Прибор тестировался тремя способами перед релизом:

1. БП подключен к тестеру и включен перемычкой. Отрезается 1 провод, проверяется затухание необходимого светодиода, провод припаивается обратно.

2. БП не подключен к тестеру. Источником питания +5BDC проверяется каждая пара проводов прямой полярностью (включение необходимого светодиода) и обратной полярностью (отсутствие какой-либо реакции).

3. БП не подключен к тестеру. Источником питания +5BDC проверяются все возможные комбинации включений, включая обратную полярность («бегущая единица»). На этом этапе выявлено влияние подключенного вольтметра на слабое свечение некоторых светодиодов. Ложно положительных результатов данный нюанс не создает.

Положительные и отрицательные свойства, нюансы

Из положительных свойств экспресс-тестера можно отметитьследующие:

использование самых дешевых красных светодиодов с AliExpress по 20 коп/шт, отличающихся видимым свечением даже при токе 25мкА [5]. Это свойство было доказано в очередной раз свечением светодиода при токе <210мкА пары PC_ON→GND [6];

использование печатной платы 100×100мм. Данный размер является оптимальным по соотношению руб/мм^2, если заказывать платы у компании Elecrow (5$ — плата любого цвета размером до 100×100 мм, 8,04$ — доставка до почтового отделения по месту проживания) [7];

использование и цилиндрических, и SMD-резисторов — по выбору монтажника. Данное решение заимствовано из концепции унификации элементов для программы Sprint-Layout [8];

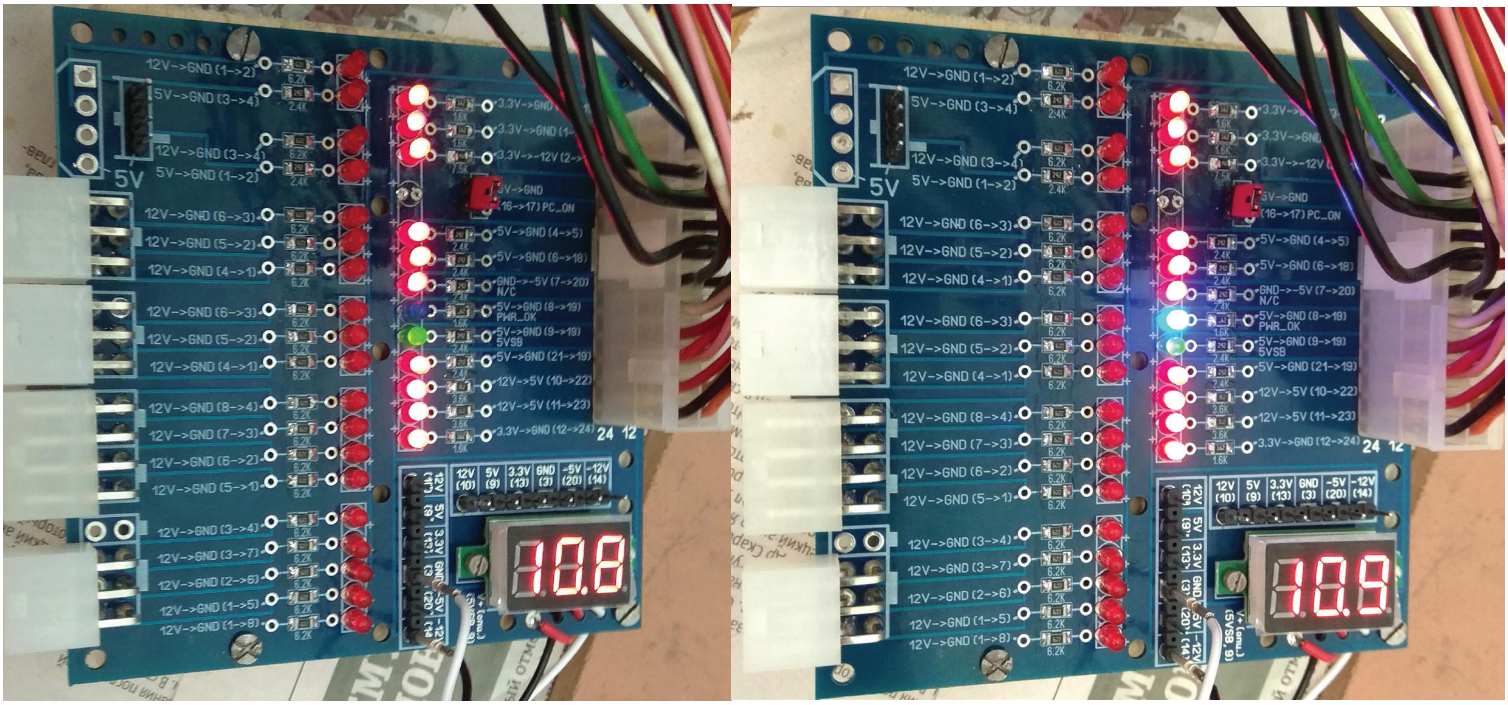
доступны для теста все существующие и актуальные на текущий момент разъемы. Трудности в приобретении — только с ответным разъемом SATA, который проще отрезать с переходников SATA 6Pin, чем покупать отдельно;

вольтметр использует внутреннее питание БП, +5BSB. Если напряжение +5BSB отсутствует — дальнейший тест и вольтметр не имеют смысла: БП неисправен. Использование вольтметра с отдельным проводом питания позволило измерять отрицательные напряжения по модулю, не используя микросхем-преобразователей напряжений;

список компонентов указан прямо на плате;

если имеется недостаток резисторов — реализовать можно одинаковым номиналом в диапазоне 3.6—13 кОм или россыпью из данного диапазона, т.к. одинаковость яркости свечения светодиода не является критическим фактором.

а) *б)*



в)

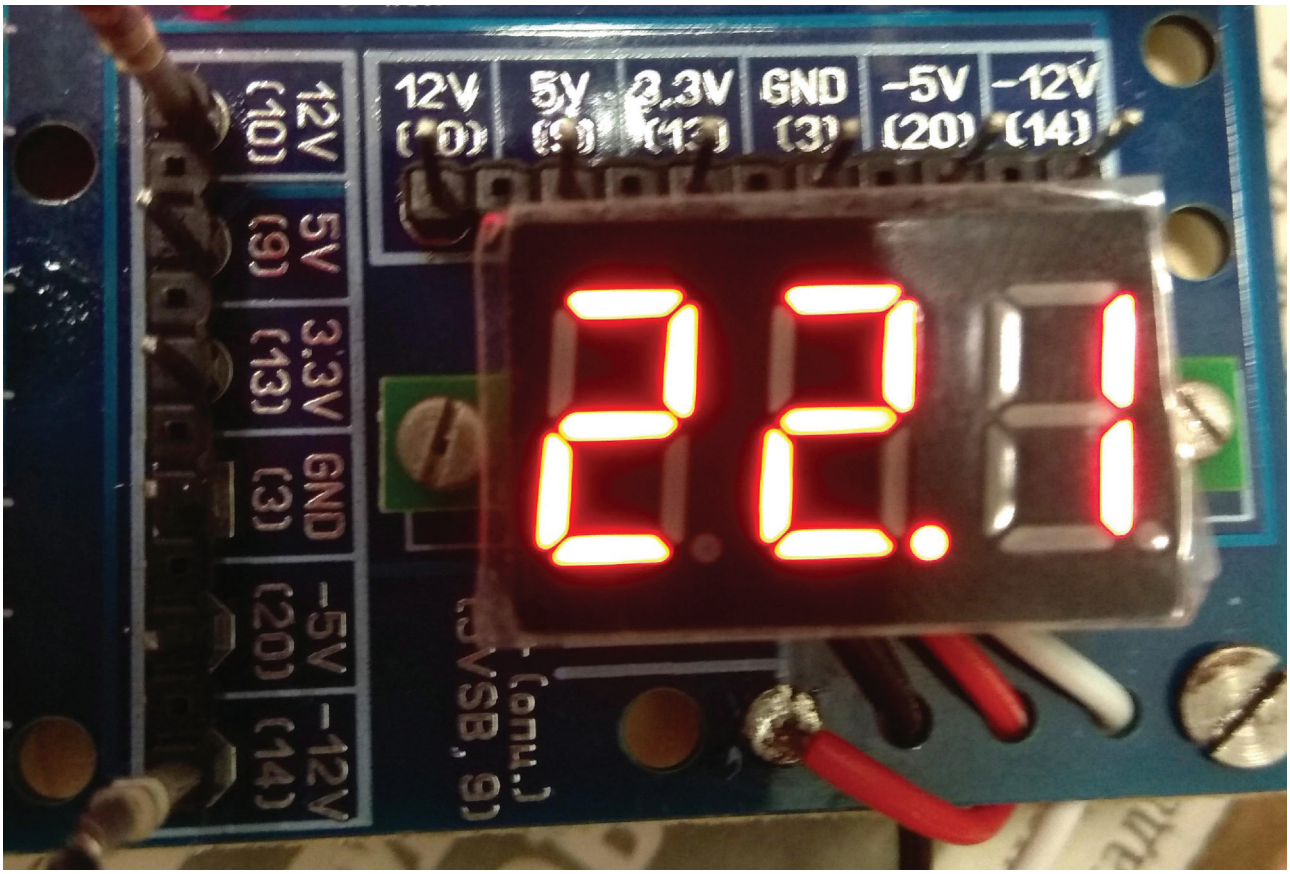


Рис. 4. Тестирование сигнала PWR_OK на БП COLORSit 340U-SCH 350Вт: *а* – отсутствие сигнала PWR_OK (синий) при напряжении -12 В на границе -10%; *б* – присутствие сигнала PWR_OK (синий) при напряжении -12 В с отклонением менее -10%; *в* – возможность тестера измерять различные напряжения по модулю без использования микросхем-преобразователей. Число отражает сумму напряжений на контактах +12 В и -12 В.

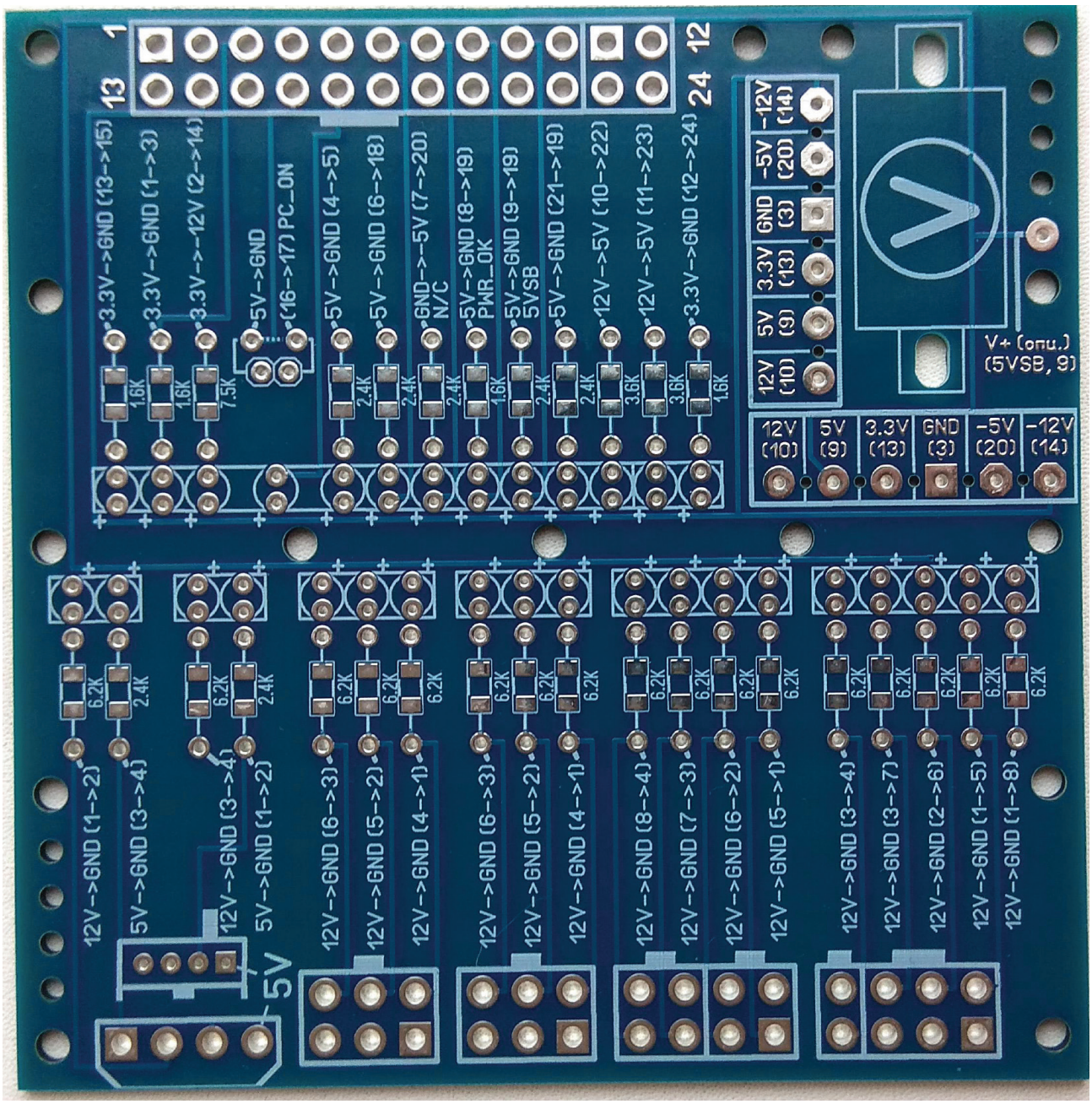


Рис. 5. Второй облик печатной платы тестера. От светодиода пары PC_ON→GND в итоге пришлось отказаться: нехватка тока для запуска БП

Недостатки и нюансы можно отметить следующие:

требуется толщина платы 1,6 мм как оптимальная по критериям прочности и цены изготовления. Рекомендуемый цвет — синий;

сигнал PWR_OK должен быть получен не позднее, чем через 500 мс после включения БП, и после 100 мс после включения БП [9]. Данный прибор не дает возможности выдать сигнал неисправности при выходе

за данные пределы. Анализ данного параметра на цифровых тестерах не делался. Не исключено, что продиагностированные тестеры имеют такой же дефект;

сам тестер не способен проводить нагрузочное тестирование (отсутствие посадочных мест на плате и общая нехватка пространства). Однако длина штырей разъемов 5569 позволяет напаивать на них провода дополнительно, после впаивания разъема в плату. Из расчета 7 А на провод — 3 провода обеспечат нагрузочное тестирование током 20 А без падения напряжения на проводах 18AWG. Таким образом можно напаивать сопротивления мощностью 40 Вт для каждой пары +3.3В→GND, +5В→GND, +12В GND. Эмпирически проверено: резисторы SQP 4x10Вт выдерживают нагрузку 12 В/20 А в течение 3 с без последствий — что достаточно для прочтения показаний вольтметра и определения неисправности БП, если не держит нагрузку. Рассеиваемая мощность при этом составляла 246 Вт;

использование для создания печатной платы Sprint-Layout v.6.0 могло быть ошибочным: экспорт в Gerber-файлы происходит успешно (и производитель успешно изготовляет по ним плату), но обратный импорт платы невозможен: квадратный элемент «пятачок» превращается в элемент «закраска», русская и английская версия ПО сохраняют Gerber-файлы с разными размерами.

Конечная стоимость тестера, при изготовлении 5 шт. — порядка 464 руб./шт.; при изготовлении 1 шт. (4 платы в резерве) — 1838 руб. (см. таблицу). Все материалы выгодно покупать на AliExpress. Выгодно изготавливать по 5 шт.

В РФ заказывать компоненты для данного тестера нецелесообразно.

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ТЕСТЕРА ПРИ ЕДИНИЧНОМ И МЕЛКОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Название компонента	Цена (AliExpress)	Цена (РФ, Чип и Дип)
Светодиод красный (29 шт.)	39 руб./50 шт. или 105 руб./200 шт.	5 руб./шт.
Светодиод желтый (1шт)	Ассорти 5 цветов 26 руб./10 шт. или 50 руб./100 шт.	5 руб./шт.
Светодиод зеленый (1шт)		1 руб./шт.
Резистор 6.2 кОм/0.06 25 Вт 1-5% (17шт.)	40 руб./100 шт.	18 руб./20 шт.
Резистор 1.6 кОм/0.0625 Вт 1-5% (4 шт.)	40 руб./100 шт.	18 руб./20 шт.
Резистор 2.4 кОм/0.0625 Вт 1-5% (7 шт.)	40 руб./100 шт.	18 руб./20 шт.
Резистор 3.6 кОм/0.0625 Вт 1-5% (2шт.)	40 руб./100 шт.	18 руб./20 шт.
Резистор 7.5 кОм/0.0625 Вт 1-5% (1 шт)	40 руб./ 100 шт.	18 руб./20 шт.
Вилка штыревая 2.54 мм (18 шт.)	36 руб./400 шт.	11 руб./20 шт.
Перемычка 2.54 мм (1шт.)	40 руб./100 шт.	6 руб./шт.
Вольтметр цифровой регулируемый (цифровая измерительная головка) 30 В	37 руб./шт.	280 руб./шт.
Гнездо на кабель BLS-1 (DS1071-1x1) (2 шт.)	25 руб./80 шт.	8 руб./2 шт.
Печатная плата 1.6 мм (5 шт, оптовый заказ)	13.04$/5 шт. (~835 руб.)	PS Electro: 1540 (подготовка) + 247 руб./шт. (изготовление)
Разъем Molex 5569 24pin (1шт.)	265 руб./10 шт.	(отсутствует)
Разъем Molex 5569 6pin (3 шт.)	96 руб./10 шт.	540 руб./3 шт.
Разъем Molex 5569 8pin (1 шт.)	116 руб./10 шт.	(отсутствует)
Разъем Molex 5569 2pin* (1 шт.)	35 руб./5 шт.	160 руб./шт.
Переходник Molex□SATA (Molex Male)	36 руб./шт.	600 руб./шт.
Саморезы М3 (15шт) для крепления платы к деревянному основанию	52 руб./100 шт.	15 руб./25 шт.
Итого за 1 тестер (единичный)	1838 руб./шт. (много компонентов запасные, можно найти в меньшем количестве)	~4608 руб.
Итого за 1 тестер (мелкосерийный)	463.2 руб (резисторы можно найти дешевле)	~2836 руб

*Не подходят как ответные для разъема PCIE 8pin в составе БП. Так и не найдена альтернатива. Единственный выход — вставлять разъем 2pin БП в разъем 2pin тестера — с силой, до достижения контакта.

Заключение

Представлен автоматизированный тестер проводов и разъемов БП ПК на предмет разрывов и замыканий. Формат БП ПК — АТХ.

Контакты БП, формирующие независимые пары для включения светодиодов показаны на рис.6.

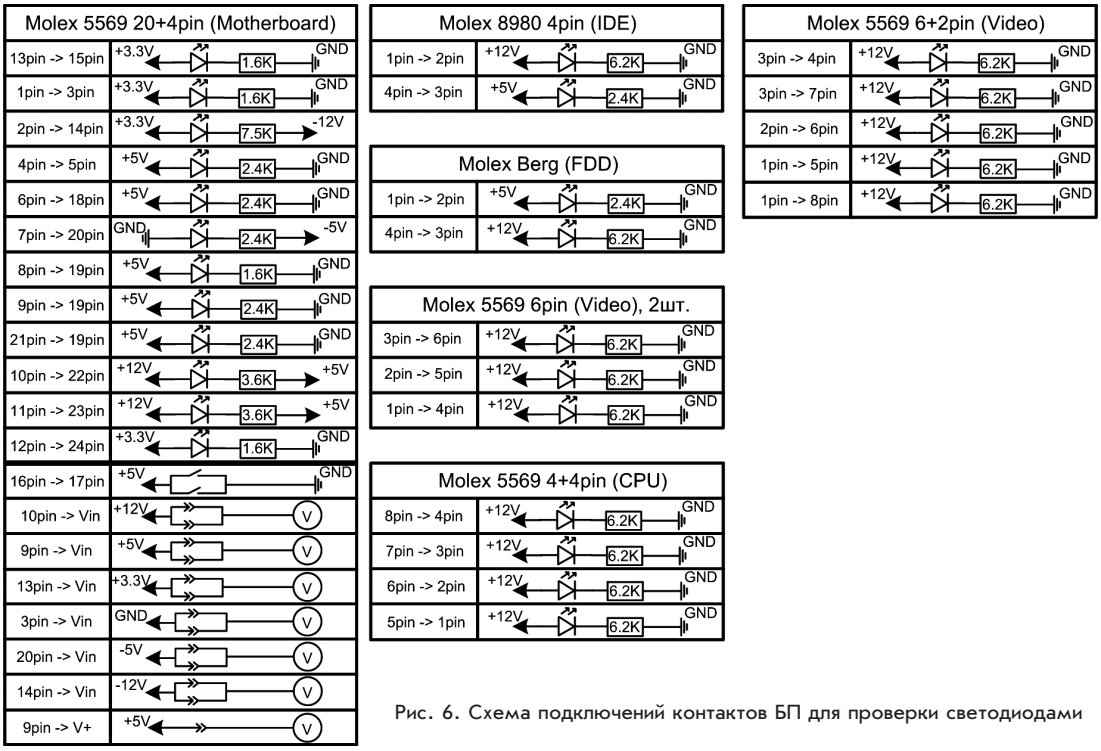


Рис. 6. Схема подключений контактов БП для проверки светодиодами

Тестер способен заменить покупные автоматические тестеры: присутствует возможность измерения напряжений, а также возможность установки высокоамперной нагрузки вне печатной платы.

Цена 1838 руб./шт. или 464 руб./5 шт. обусловлена оптовой закупкой новых компонентов — когда большинство из них остается в резерве. Если на AliExpress существуют лоты (например, разъемов) поштучно — цена снизится. Если выпаивать разъемы из сломанных материнских плат и видеокарт (например, при сборке мастером-ремонтником) — снизится еще больше.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Белов С.П.* Тестер БП ПК v.1.1 FINAL (08.05.2018) / Москва: Личный сайт, 2018 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2018/may/tester-bp-pk.html.

2. *Белов С.П.* Тестер БП ПК v.2.0 (23.10.2019) / Москва: Личный сайт, 2019 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2019/october/tester-bp-pk-2.html.

3. *Белов С.П.* Отказ SSD. Архивация данных. Seagate - Г (20.09.2019) / Москва: Личный сайт, 2019 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2019/september/ssd-gone.html.

4. Intel. ATX specification — Version 2.2 / USA, Santa Clara: Intel Corporation, 2004 - p.22. [Electronic resource] URL: https://web.archive.org/web/20060618064856/http://www.formfactors.org/developer/specs/atx2_2.pdf.

5. *Белов С.П.* Предел сопротивления для светодиодов (04.03.2019) / Москва: Личный сайт, 2019 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2019/march/led-off.html.

6. *Белов С.П.* Использование нескольких БП в одном ПК (03.01.2019) / Москва: Личный сайт, 2019 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2019/january/many-bp-pk.html.

7. *Белов С.П.* Изготовление печатных плат на AliExpress (18.12.2017) / Москва: Личный сайт, 2017 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2017/december/pcb-ali.html.

8. *Белов С.П.* Унифицированные корпуса радиоэлементов v.1.8 (30.01.2019) / Москва: Личный сайт, 2019 г. [Электронный ресурс] URL: http://www.bad-good.ru/2019/january/relay-cases.html.

9. *Gabriel Torres.* Everything you need to know about power supply protections / USA, Minnesota, Cook: Hardware Secrets, 2010. [Electronic resource] URL: https://www.hardwaresecrets.com/everything-you-need-to-know-about-power-supply-protections/2.

◆