DATARK
модульные решения

Протокол проведения испытаний

блока распределения питания

Elemy iPDU-6001

Дата выпуска: 08.2025

DATARK.RU

Содержание

1. Введение 3
2. Краткое описание устройства 3
3. Основные заявленные производителем технические характеристики 4
4. Удаленный общий мониторинг параметров блока 4
5. Визуальный и конструктивный осмотр 4
6. Проверка и измерение рабочих характеристик блока мониторинга 8
7. Измерение метрологических характеристик блока мониторинга 9
7.1 Испытание на корректность измерения напряжения 9
7.2 Испытание на корректность измерения силы тока 10
7.3 Испытание на корректность измерения температуры и влажности 11
8. Выводы 13
Приложение А 15
Приложение Б 16
Приложение В 17
Приложение Г 18

1. Введение

Целью проведения испытаний блока распределения питания (далее – БРП) является проверка соответствия измеряемых физических величин (напряжения, силы тока, температуры, влажности) фактическим, а также определение ряда критичных для эксплуатации параметров, не приведённых в паспорте и в руководстве по эксплуатации изделия (раздел 6).

2. Краткое описание устройства

Блок распределения питания с функцией контроля электропитания представляет собой устройство, несущее функции распределения электрического питания по блокам розеток и защиты питающей линии от коротких замыканий на стороне нагрузки.

Данный БРП оснащён модулем мониторинга (далее - ММ), выполняющем функции измерения, накопления и передачи данных, связанных с напряжением, силой тока, потреблённой электроэнергией и связанными параметрами. Конструктивные особенности модуля мониторинга позволяют осуществлять его замену без демонтажа БРП из серверного шкафа и снятия питания с БРП.

В БРП установлены 6 гидравлических электромагнитных автоматических выключателей, обеспечивающих распределение 3-фазного питания на 6 групп (2 группы по 16А на 1 фазу питающего напряжения).

Производитель предлагает 4 конфигурации блоков розеток. В комплектации iPDU-6001 оснащен модульными розетками двух типов: 6 розеток тип C19 и 36 розеток тип C13 без фиксатора кабеля.

Прибор не имеет возможности управления розетками или питанием групп розеток. Розетки подключены непосредственно к источнику питания через автоматический выключатель.

Прибор позволяет удаленно контролировать электрические параметры сети на вводе, включая положение автоматов и состояние микроклимата в шкафу. Измерение параметров производится по каждой фазе, на вводе в прибор или по каждому блоку розеток в однофазных версиях.

Прибор имеет дополнительные возможности мониторинга. К модулю управления устройства могут быть подключены до двух цифровых датчиков из линейки DWS компании Elemy, а также внешние датчики типа «сухой контакт».

Функция общего мониторинга на уровне прибора включает в себя измерение и контроль:

1. Напряжение на каждой фазе (фазное напряжение питания);
2. Ток, потребляемый нагрузкой по каждой фазе;
3. Полную, активную и реактивную мощности, потребляемые нагрузкой по каждой фазе/блоку и суммарную;
4. Частоту напряжения по каждой фазе;
5. Коэффициент мощности (PF) по каждой фазе и общий;
6. Технический учет потребляемой электроэнергии по каждому блоку и суммарно;

7. Включенного положения автоматических выключателе в блоке розеток;
8. Параметров микроклимата двумя цифровыми внешними датчиками;
9. Положение четырех внешних датчиков типа «сухой контакт»;
10. В приборе предусмотрена возможность настройки уставок значений температуры, влажности и потребляемой мощности и для дополнительной сигнализации о нештатных условиях.

Режим нормальной работы и наличие активных визуально контролируется при помощи соответствующих светодиодных индикаторов на панели управления.

В устройстве применяются автоматические выключатели с гидравлическим замедлением, что обеспечивает стабильные характеристики защиты в широком диапазоне температур эксплуатации.

3. Основные заявленные производителем технические характеристики

- Количество фаз: 3
- Номинальное напряжение на фазу: 250 В
- Частота тока: 50 Гц
- Номинальный ток на фазу: 32 А
- Максимальная мощность нагрузки: 22 000 Вт
- Номинальный ток розетки: 16/16[1] А
- Количество розеток: 36 x C13 + 6 x C19

4. Удаленный общий мониторинг параметров блока

- Ток, А
- Напряжение, В
- Мощность, кВт
- Коэффициент мощности, PF
- Количество потребляемой энергии, кВт·ч
- Окружающая среда в стойке (шкафу) – влажность/температура (при подключении внешнего датчика температуры/влажности – 2 шт.)

5. Визуальный и конструктивный осмотр

В рамках анализа оборудования **PDU ELEMI IPDU 6000** было произведено его вскрытие. Целью являлась оценка качества монтажа и уровня локализации производства на территории РФ.

- Уровень локализации:

Отличительная особенность: Повсеместное наличие маркировки ГОСТ как на кабелях, так и на печатных платах (рисунки 1 и 2).

[1] Для розеток C13 и C19 соответственно

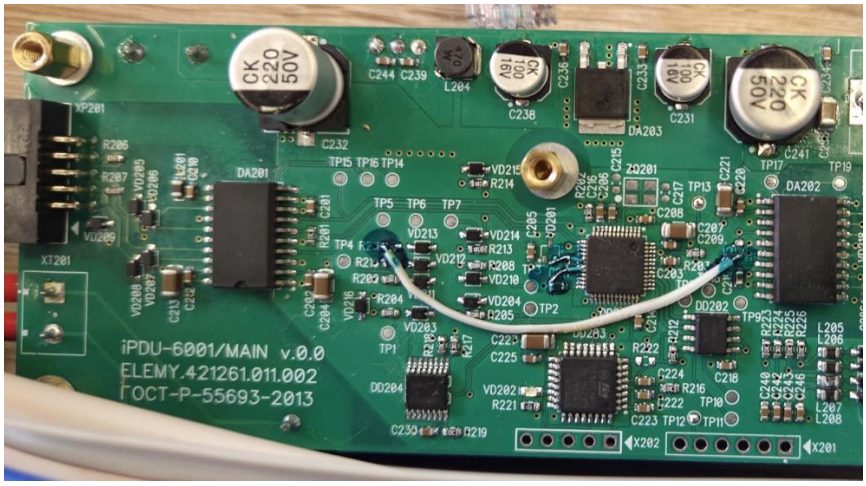

Рисунок 1 – Маркировка ГОСТ на печатной плате

Рисунок 2 – Маркировка ГОСТ на кабелях

- Ремонтопригодность:

Модуль мониторинга может быть заменен без серьезного разбора основного блока, в режиме горячей замены (рисунок 3).

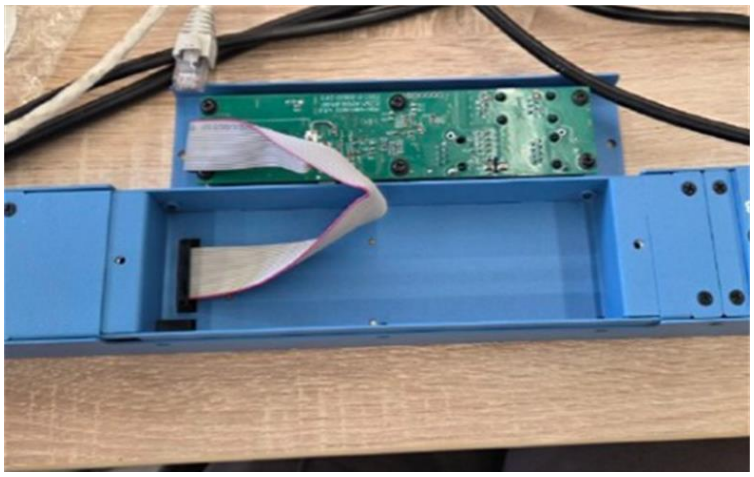

Рисунок 3 – Замена основного блока ММ

Для ремонта силовой части (автоматы защиты, распределение питания) требуется полный разбор PDU (рисунок 4).

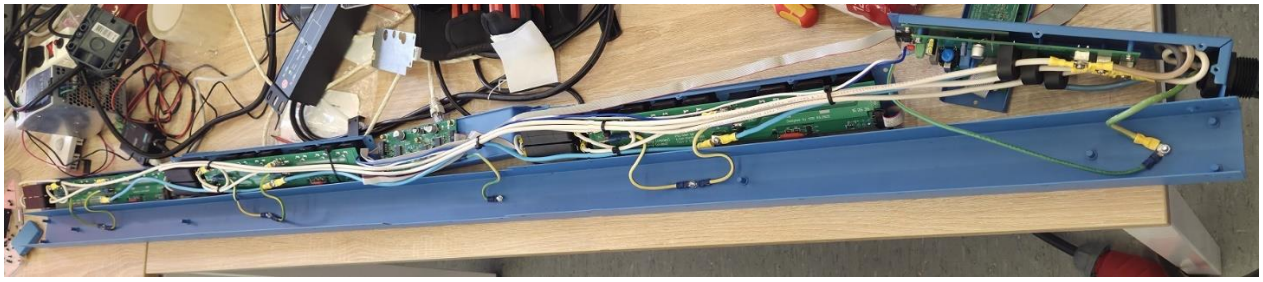

Рисунок 4 – Анализ конструкции

- Конструктивные особенности и выявленные недостатки:

Отсутствие дополнительной изоляции: Силовые контакты аппаратов защиты и распределения не имеют дополнительной изоляции. Это является слабым местом с точки зрения безопасности, учитывая нахождение оборудования внутри металлического корпуса (риск короткого замыкания при попадании посторонних предметов или в условиях вибрации) (рисунки 5 и 6).

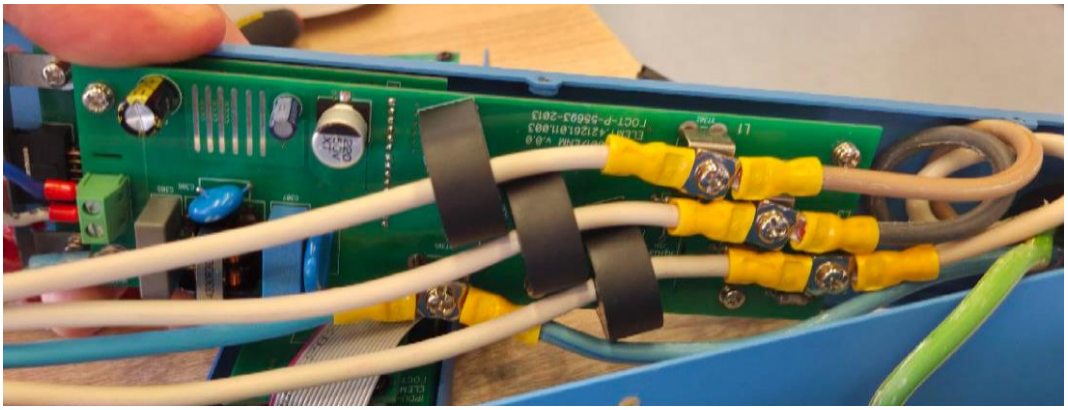

Рисунок 5 – Проверка изоляции силовой части

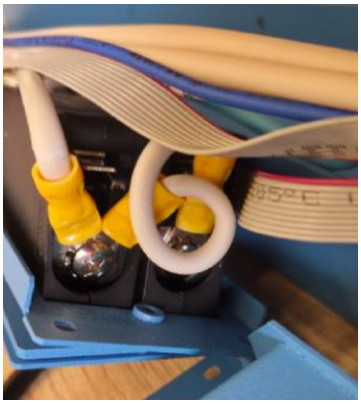

Рисунок 6 – Детализация разбора

Комментарий ELEMY: При разработке прибора учитываются и соблюдаются необходимые воздушные зазоры. Они исключают как вероятность КЗ, так и возможность пробоя по поверхности платы или на корпусе прибора.

Комментарий ELEMY: В тесте использовался тестовый (предсерийный) образец, в котором действительно, часть пайки ручная. В серийных используется только автоматический поверхностный монтаж.

- Качество пайки:

Обнаружены паяные соединения компонентов и перемычек плохого качества на печатной плате. (рисунки 7, 8, 9, 10).

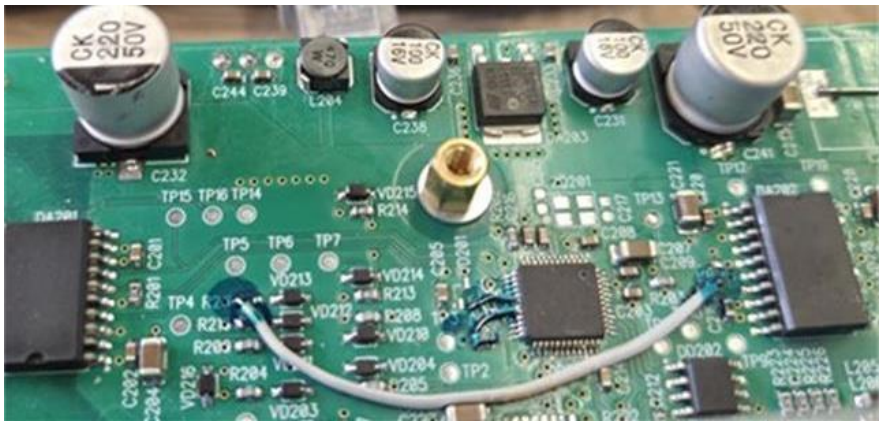

Рисунок 7 – Низкое качество пайки (образец №1)

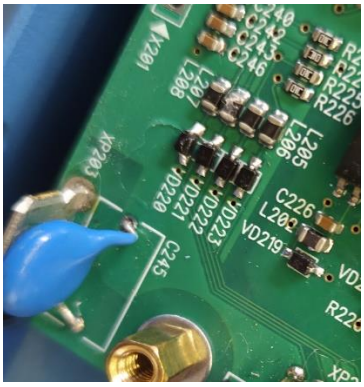

Рисунок 8 - Низкое качество пайки (образец №2)

Рисунок 9 – Низкое качество пайки (образец №3)

Рисунок 10 - Низкое качество пайки (образец №4)

При разборе конструкции произошло отсоединение конденсатора — потребовалась повторная пайка для восстановления контакта.

- Функциональность и управление:

Веб-интерфейс: Собственный веб-интерфейс управления оценивается как интуитивно понятный.

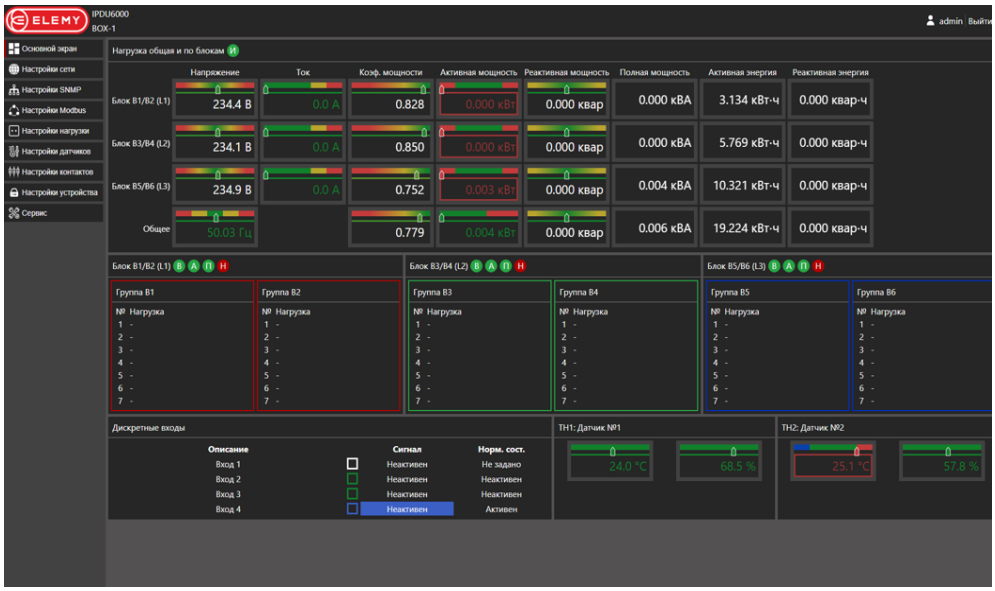

Рисунок 11 – Веб-интерфейс

Ключевые функции:

- Выгрузка лог-журналов событий;
- Скачивание данных регистров Modbus;
- Возможность дистанционной перезагрузки устройства;
- Настройка уставок (порогов срабатывания тревог) для датчиков температуры;
- Настройка параметров аварийного контроля нагрузки (уставки по мощности порогов срабатывания тревог)).

6. Проверка и измерение рабочих характеристик блока мониторинга

Время инициализации ММ при подаче питания, с	4,49
Время удержания остаточного заряда, достаточного для работы ММ при кратковременном прерывании питания, с	0,48
Задержка реакции ММ на отключение автоматических выключателей, с	0,58
Тип реакции ММ на отключение автоматических выключателей	Световое оповещения, запись о событии в системном логе

7. Измерение метрологических характеристик блока мониторинга

7.1 Испытание на корректность измерения напряжения

Методика испытаний: в случайную розетку, подключенную к фазе питания L1, вводятся щупы мультиметра в гнёзда L и N. Таким образом производится замер действующего значения напряжения между фазой L1 и нулевым рабочим проводником N. Измеренные мультиметром значения считаются эталонными. Одновременно с этим производится контроль измеренного значения на блоке мониторинга и web-интерфейсе с использованием ПО Modbus Poll. Измеренные модулем мониторинга и переданные им значения действующего напряжения не должны отличаться от эталонных более чем на 0,5% (при расчете погрешностей учитывалась только погрешность поверенного КИП). Для нивелирования случайной погрешности измерения проводятся по 5 повторений.

Повторяем аналогично для фаз L2 и L3.

Полный перечень полученных результатов представлен в приложении Б. Усредненные значения отражены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты измерения напряжения

Место измерения	Среднее показаний мультиметра, В	Среднее показаний ММ, В	Относительное отклонение ММ, %	Среднее передаваемых значение, В	Относительное отклонение Modbus, %
L1 – N	234,5	234,7	0,2	234,7	0,2
L2 – N	234,6	234,4	0,2	234,3	0,2
L3 – N	235,0	235,5	0,6	235,4	0,5

На рисунке 12 представлен график, иллюстрирующий корректность измерения напряжения модулем мониторинга блока распределения питания. Пунктирная линия определяет погрешность мультиметра – 0,5%.

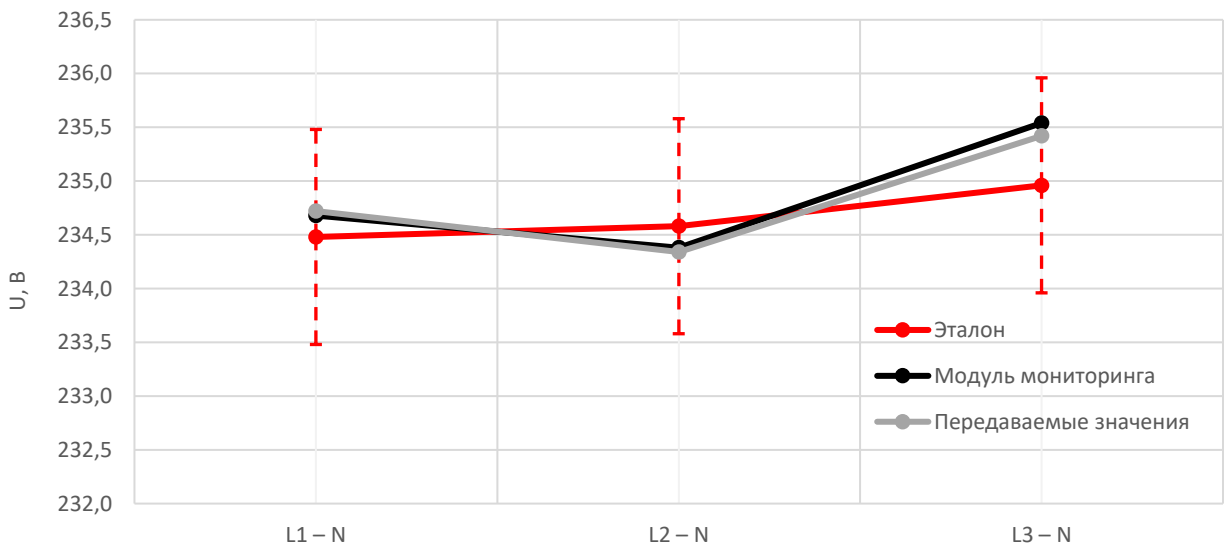

Рисунок 12 – Напряжение по группам розеток

Значения напряжения, измеренного БРП, находятся в пределах погрешности КИП, что говорит о корректной работе БРП в части измерения напряжения.

О корректной передаче данных по протоколу MODBUS TCP можно судить по почти полному совпадению графиков «модуля мониторинга» и «передаваемого значения».

7.2 Испытание на корректность измерения силы тока

Методика испытаний: в розетку подключается активная (ТЭН), либо активно-индуктивная нагрузка (тепловентилятор) мощностью не менее 1 кВт. Производится работа нагрузки на протяжении 1 минуты[2] с одновременным измерением токоизмерительными клещами силы тока, протекающего по питающему кабелю нагрузки. Измеренное токоизмерительными клещами значение тока принимается за эталонное. Одновременно с этим производится контроль измеренного значения на блоке мониторинга и web-интерфейсе с использованием ПО Modbus Poll.

Измеренные модулем мониторинга и переданные им значения действующего напряжения не должны отличаться от эталонных более чем на 2% (при расчете погрешностей учитывалась только погрешность поверенного КИП).

Испытание проводится для каждой из групп в следующем порядке: подключение питающего кабеля нагрузки, включение нагрузки, работа нагрузки в течении регламентированного времени, выключение нагрузки, переключение питающего кабеля на следующую группу розеток.

Измерения выполняются по группам розеток. Для нивелирования случайной погрешности измерения проводятся по 5 повторений.

Полный перечень полученных результатов представлен в приложении В. Усредненные результаты испытаний отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерения силы тока (по группам розеток)

Место измерения	Среднее показаний токоизмерительных клещей, А	Среднее показаний ММ, А	Относительное отклонение ММ, %	Среднее передаваемых значений, А	Относительное отклонение, %
Группа розеток В1-В2	7,78	7,58	2,6	7,58	2,6
Группа розеток В1-В2	7,74	7,54	2,26	7,54	2,26
Группа розеток В1-В2	7,74	7,54	2,26	7,54	2,26

На рисунке 13 представлен график, иллюстрирующий корректность измерения силы тока модулем мониторинга БРП по группам, соответственно. Пунктирная линия определяет погрешность токоизмерительных клещей – 2%.

[2] Если 1 минуты для производства всех измерений и протоколирования результата недостаточно, время измерения увеличивается до 5 минут для каждой розетки.

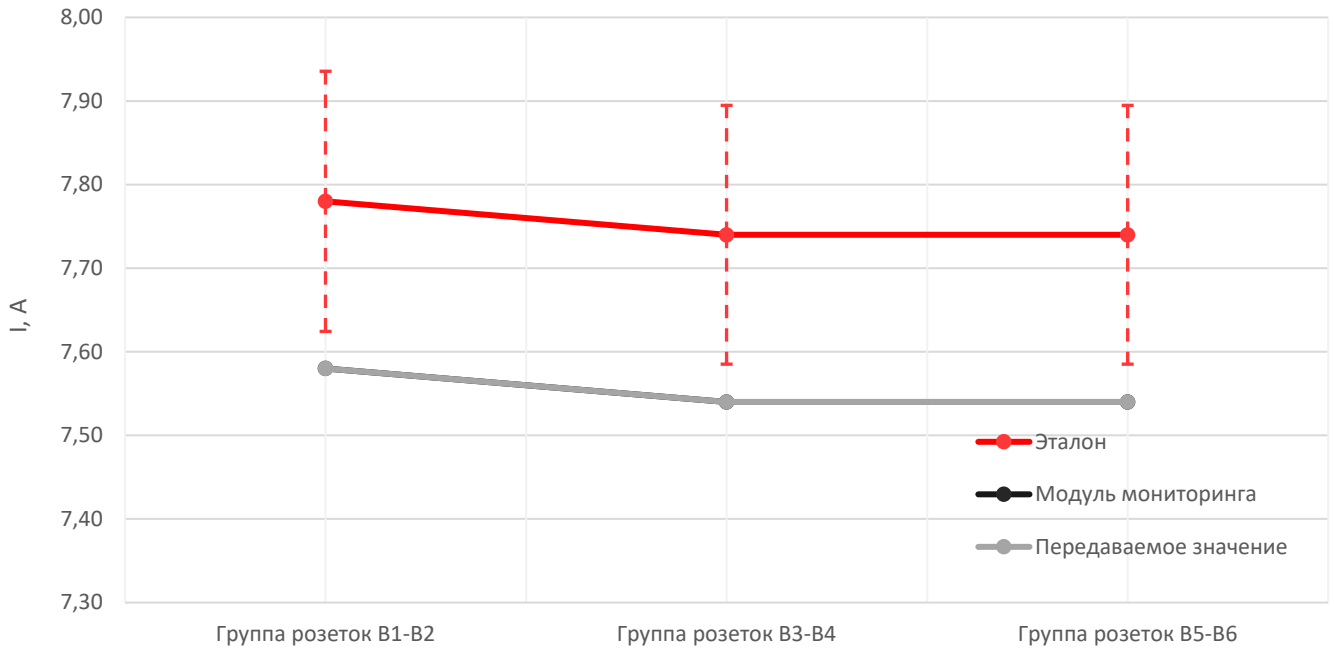

Рисунок 13 – Сила тока по группам розеток

Очевидно, что полученные результаты находятся за пределами значений эталонного средства измерения с учетом относительной погрешности. Различия в показаниях объясняются отсутствием метрологического подтверждения класса точности средства измерения ММ, поэтому его погрешность может быть существенно выше. Стоит отметить, что графики повторяют друг друга по форме, а все измерения отличаются от эталонных на 0,2 А.

О корректной передаче данных по протоколу Modbus-TCP можно судить по полному совпадению графиков «модуля мониторинга» и «передаваемого значения».

7.3 Испытание на корректность измерения температуры и влажности

Методика испытаний: в разъёмы БРП и МД подключаются датчик температуры и влажности, поставляемый комплектно с БРП. Производится замер температуры и влажности окружающего воздуха при помощи термогигрометра. Одновременно с этим производится контроль измеренных значений на блоке мониторинга и web-интерфейсе с использованием ПО Modbus Poll.

Измеренные значения температуры и влажности термогигрометром принимаются за эталонные. Измеренные модулем мониторинга и переданные им значения фактической влажности не должны отличаться от эталонных более, чем на 3%, а значения температуры - ± 1°С. Для нивелирования случайной погрешности измерения проводятся по 10 повторений.

Полный перечень полученных результатов представлен в приложении Г. Усредненные результаты испытаний отражены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Результаты измерения влажности

Показания термогигрометра, %	Показания модуля мониторинга, %	Относительное отклонение, %	Передаваемое значение, %	Относительное отклонение, %
59,5	55,0	4,5	55,0	4,5

Таблица 4 - Результаты измерения температуры

Показания термогигрометра, °C	Показания модуля мониторинга, °C	Относительное отклонение, %	Передаваемое значение, °C	Относительное отклонение, %
24,6	26,4	1,8	26,4	1,8

На рисунках 14 и 15 представлены графики, иллюстрирующие корректность измерения влажности и температуры модулем мониторинга БРП. Пунктирная линия определяет погрешность термогигрометра – 3 % для измерения влажности в диапазоне от 30 до 60 % включительно и ±1 °C при измерении температуры.

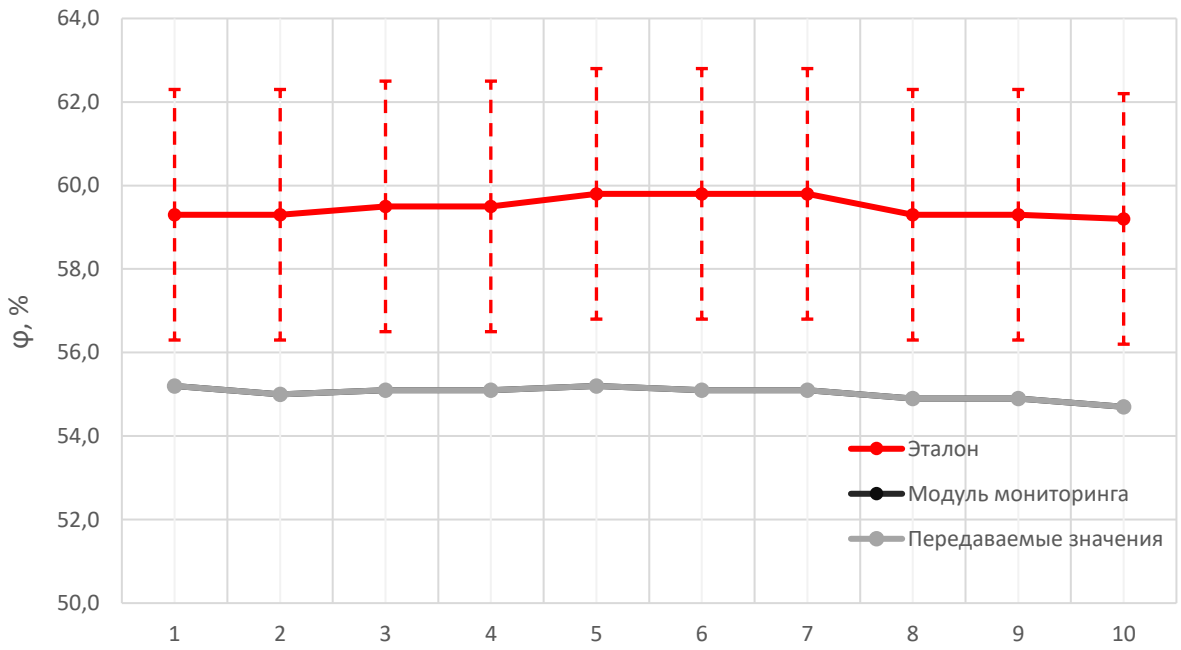

Рисунок 14 – Сравнение влажности, измеренной термогигрометром, ММ и переданных значений по Modbus-TCP

Комментарий ELEMY: Датчики используемые в данном тесте многократно ездили по стране на другие тесты. Вероятно, в ходе предыдущих тестов датчик мог быть повреждён. Учтём этот момент и будем передавать на тест "свежие" датчики. :)

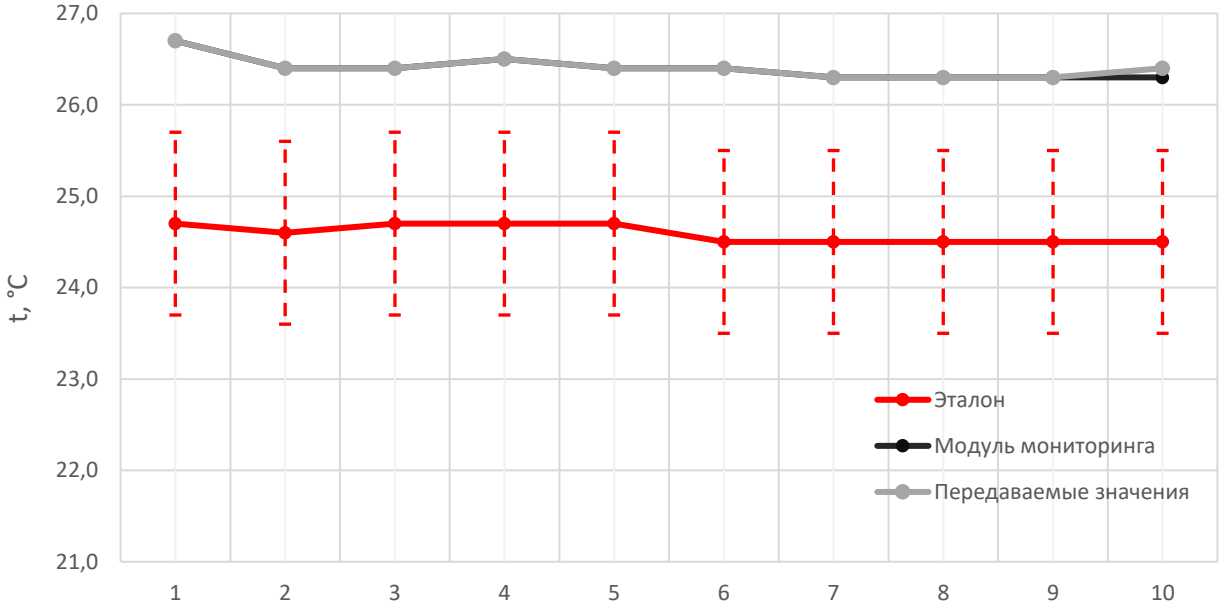

Рисунок 15 – Сравнение температуры, измеренной термогигрометром, ММ и переданных значений по Modbus-TCP

Нетрудно заметить, что полученные результаты находятся за пределами значений эталонного средства измерения с учетом относительной погрешности. Различия в показаниях объясняются отсутствием метрологического подтверждения точности у датчика температуры и влажности, поэтому его погрешность может быть существенно выше. Стоит отметить, что графики повторяют друг друга по форме.

О корректной передаче данных по протоколу Modbus-TCP можно судить по полному совпадению графиков «модуля мониторинга» и «передаваемого значения».

8. Выводы

Испытанное устройство обладает следующими преимуществами:

- Высокий уровень локализации компонентов и сборки БРП в России;
- При подключении датчика влажности и температуры стороннего производителя БРП осуществляет его обнаружение, но не выполняет инициализацию, что ограничивает работу исключительно комплектными датчиками;
- Производитель предлагает несколько цветовых решений для БРП: синий, красный и черный, что позволяет адаптировать устройство под визуальные предпочтения и корпоративный стиль, а также на интуитивном уровне выделять разные лучи питания в стойках;
- Модуль мониторинга БРП оснащен функцией автоматической ориентации интерфейса, обеспечивая гибкость размещения относительно основного блока;
- Минимальная глубина корпуса – 45 мм, экономия пространства в телекоммуникационном шкафу;
- Модульность конструкции позволяет осуществлять замену блока мониторинга без демонтажа всего БРП.

Наряду с описанными преимуществами, устройство имеет и недостатки, требующие внимательного подхода к проектированию и эксплуатации:

- Наблюдается повышенная погрешность при определении характеристик с применением внутреннего средства измерений ММ, что снижает достоверность получаемых данных;
- Ремонтопригодность силовой части ограничена, так как требует значительной разборки устройства;
- Отсутствует дополнительная изоляция силовых контактов внутри металлического корпуса, появляется риск КЗ;
- Низкое качество пайки.

Несмотря на выявленные недостатки, БРП данного типа рекомендуются к применению в качестве опытной партии на 6...10 серверных шкафов с целью наработки статистики по надёжности работы и ремонтопригодности. При благоприятном опыте эксплуатации данные БРП можно будет рекомендовать как одно из основных решений в системах мониторинга серверных шкафов.

Приложение А
(Справочное)

Перечень используемых контрольно-измерительных приборов

КИП	Модель	Серийный номер
Мультиметр	APPA 103N	15150662
Токоизмерительные клещи	FLUKE 376	57300268WS
Термогигрометр	RGK TH-20	23050596

Приложение Б
(Справочное)

Результаты испытания на проверку корректности измерения напряжения

Таблица 5 - Результаты измерения напряжения по сериям

Серия	Место измерения	Показания мультиметра, В	Показания модуля мониторинга, В	Передаваемое значение, В
1	L1 – N	234,9	235,1	235,1
2		234,4	234,8	234,8
3		234,1	234,4	234,4
4		234,4	234,6	234,6
5		234,6	234,5	234,7
1	L2 – N	234,2	234,4	234,3
2		235,2	234,8	234,7
3		234,7	234,3	234,4
4		234,4	234,0	233,9
5		234,4	234,4	234,4
1	L3 – N	234,8	235,3	234,9
2		234,2	234,8	234,7
3		235,2	235,7	235,8
4		235,3	235,9	236,0
5		235,3	236,0	235,7

Приложение В
(Справочное)

Таблица 6 - Результаты измерения силы тока по группам розеток

Серия	Место измерения	Показания токоизмерительных клещей, А	Показания модуля мониторинга, А	Передаваемое значение, А
1	Группа розеток В1-В2	7,80	7,60	7,60
2		7,80	7,60	7,60
3		7,80	7,60	7,60
4		7,70	7,60	7,60
5		7,80	7,50	7,50
1	Группа розеток В3-В4	7,80	7,60	7,60
2		7,70	7,50	7,50
3		7,80	7,60	7,60
4		7,70	7,50	7,50
5		7,70	7,50	7,50
1	Группа розеток В5-В6	7,70	7,50	7,50
2		7,70	7,50	7,50
3		7,80	7,60	7,60
4		7,80	7,60	7,60
5		7,70	7,50	7,50

Приложение Г
(Справочное)

Результаты испытания на проверку корректности измерения температуры и влажности

Таблица 7 – Результаты измерения температуры

Серия	Показания термогигрометра, °С	Показания модуля мониторинга, °С	Передаваемое значение, °С
1	59,3	55,2	55,2
2	59,3	55,0	55,0
3	59,5	55,1	55,1
4	59,5	55,1	55,1
5	59,8	55,2	55,2
6	59,8	55,1	55,1
7	59,8	55,1	55,1
8	59,3	54,9	54,9
9	59,3	54,9	54,9
10	59,2	54,7	54,7

Таблица 8 - Результаты измерения влажности

Серия	Показания термогигрометра, %	Показания модуля мониторинга, %	Передаваемое значение, %
1	24,7	26,7	26,7
2	24,6	26,4	26,4
3	24,7	26,4	26,4
4	24,7	26,5	26,5
5	24,7	26,4	26,4
6	24,5	26,4	26,4
7	24,5	26,3	26,3
8	24,5	26,3	26,3
9	24,5	26,3	26,3
10	24,5	26,3	26,4

Отчет подготовили:

Инженер-проектировщик	_____	Ю.А. Дубинина
Ведущий инженер-проектировщик	_____	А.С. Никонов

Отчет проверил:

Руководитель отдела автоматизированных систем	_____	П.П. Соловьев