

**Авторы:**  
Плахин В.В.,  
Михалкин Г.И.,  
Котельников А.Г.,  
Стуриков М.И.,  
ООО НПП «ЭКРА»,  
г. Чебоксары, Россия.



**Плахин**  
**Виктор Вячеславович**  
В 1998 г. окончил электро-  
технический факультет  
ЧГУ им. И.Н. Ульянова.  
Главный конструктор  
ООО НПП «ЭКРА».



**Михалкин**  
**Геннадий Иванович**  
В 1977 г. окончил электро-  
технический факультет  
ЧГУ им. И.Н. Ульянова.  
Ведущий конструктор  
отдела СРЗиА  
ООО НПП «ЭКРА».

## САНКЦИИ КАК СТИМУЛ К ОТЕЧЕСТВЕННЫМ РАЗРАБОТКАМ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ

**Аннотация:** в условиях ограничения поставок в Россию комплектующих из недружественных стран рынок электротехники создал спрос на отечественные разработки испытательных блоков. В данной статье представлен обзор и сравнение технических характеристик испытательных блоков зарубежного и отечественного производства.

Блоки испытательные предназначены для переключения цепей переменного тока и напряжения в устройствах релейной защиты и автоматики (РЗА) и измерительных приборах. С их помощью возможно оперативно и безопасно выполнять переключения во вторичных цепях измерительных трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН), проводить измерения электрических величин, испытания устройств РЗА. В конструкцию испытательных блоков может быть установлена закорачивающая перемычка, позволяющая производить отключения токовых цепей без разрыва. Кроме этого, последние редакции стандартов эксплуатирующих организаций имеют требование по контролю состояния крышек испытательных блоков.

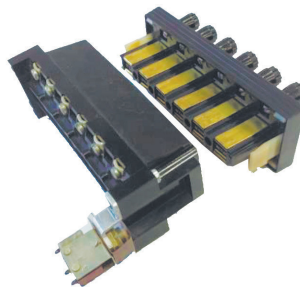
История разработки и производства испытательных блоков начинается с середины XX века. Более 70 лет и по настоящее время на Чебоксарском электроаппаратном заводе (ЧЭАЗ, ныне входит в холдинг РУСЭЛ) выпускаются блоки испытательные БИ-4 и БИ-6 [1]. За столь длительный период они установлены в панелях и шкафах

РЗА на территории бывшего СССР, РФ и других стран. При этом блоки БИ-4, БИ-6 имеют внушительные габаритные размеры из-за монолитных конструкций основания и крышки. При подключении блоков испытательных БИ-4, БИ-6 к вторичным цепям измерительных ТН и ТТ (типичное применение) используются все имеющиеся полюса, что не позволяет выделить дополнительный полюс для контроля состояния крышек испытательных блоков. Громоздкость блоков БИ-4 и БИ-6, а также отсутствие сигнального контакта состояния крышки существенно ограничивают область их применения.

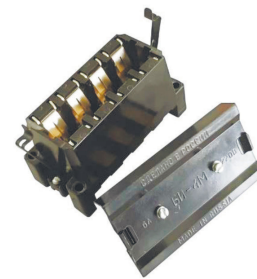
В начале 80-х гг. отделом РЗА на предприятии «Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт релестроения» (ВНИИР, г. Чебоксары) велась разработка по модернизации блоков испытательных БИ-4 и БИ-6 с целью снижения их габаритов и возможности регистрации положения состояния рабочей крышки блока. В 1985 г. изготовленные на опытном производстве ВНИИР образцы БИ-4М и БИ-6М с дополнительным контактом были переданы на



**Рис. 1.** Блок испытательный БИ-6 «ЧЭАЗ»



**Рис. 2.** Образец блока испытательного с дополнительным контактом и штекером контрольным БИ-6М производства «ВНИИР», 1985 г.



**Рис. 3.** Блок испытательный БИ-4М «ЧЭАЗ»

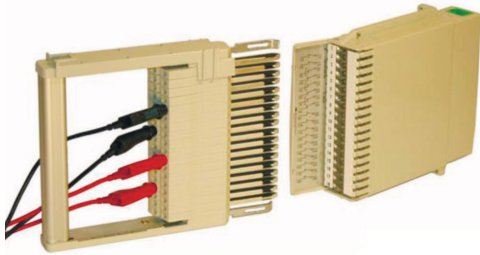


Рис. 4. Тестовая система COMBITEST ABB фото слева - из руководства пользователя [3], справа - из рекламной листовки [4]

ЧЭАЗ для проведения испытаний. Модернизированные блоки БИ-4М и БИ-6М, освоенные на производстве «ЧЭАЗ» [1], уже не имели дополнительного контакта и, несмотря на более компактные размеры, так и не получили широкого применения из-за тех же ограничений по количеству полюсов для создания различных схем измерений.

В конце 90-х гг. компанией ABB (Швеция) были предприняты попытки внедрить в российскую энергетику свою тестовую систему COMBITEST, включающую компактные корпуса со встроенными переключающими контактами на 8, 18 или 24 группы и тестовые крышки с возможностью подключения испытательного оборудования [2]. Логика работы системы COMBITEST: без тестовой крышки цепи измерительных ТН или ТТ замкнуты, при установленной тестовой крышке цепи измерительных ТН разомкнуты, цепи измерительных ТТ замкнуты. Так, согласно проектной документации, система COMBITEST была применена в шкафах РЗА, отгруженных на ПС 500 кВ «Киндери» (Татэнерго), где в процессе эксплуатации, не завоевав доверия обслуживающего персонала, была дополнена блоками испытательными БИ-4, БИ-6 с типовой логикой работы.

В 2009 г. появляются многофункциональные испытательные блоки серии POCON4 и POCON8 производства Weidmueller (Германия) [5], имеющие компактную конструкцию, дополнительную цепь контроля состояния крышки и позволяющие создавать различные схемы измерений. Перечисленные преимущества по отношению к БИ-4 и БИ-6 дали возможность широкого применения блокам POCON среди производителей микропроцессорных шкафов РЗА и другого оборудования.

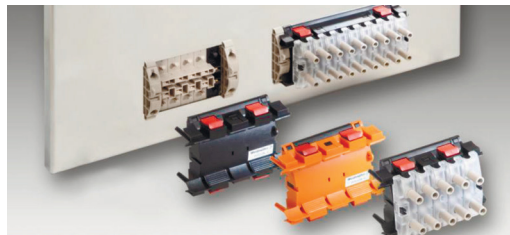


Рис. 5. Блоки серии POCON4 и POCON8 Weidmueller (фото из брошюры POCON Weidmueller)

В 2012 г. для российской энергетики была представлена разработка блоков испытательных FAME фирмы Phoenix Contact (Германия) [6], имеющих компактную модульную конструкцию на 4; 5; 6; 8; 12 полюсов, дополнительный сигнальный контакт, а установка в них закорачивающих переключек реализована максимально просто. Система блоков FAME позволила решить две важных задачи:

- установить большее количество испытательных блоков FAME в один шкаф;
- упростить работу проектировщикам и монтажному персоналу при реконструкции объектов за счет использования блоков «FAME BI», подходящих по своим установочным размерам и схеме подключения взамен установленных блоков БИ-4 и БИ-6 «ЧЭАЗ».

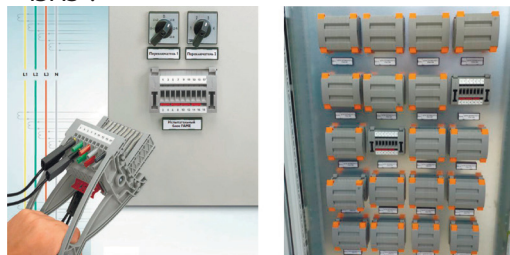


Рис. 6. Блоки серии FAME Phoenix Contact фото из брошюры FAME Phoenix Contact (слева), фото монтажной платы с FAME шкафа ШЭ2607 НПП «ЭКРА» (справа)



**Котельников  
Андрей Геннадьевич**

В 1996 г. окончил факультет радиозлектроники и информатики ЧГУ им. И.Н. Ульянова. Заведующий лабораторией ООО НПП «ЭКРА».



**Стуриков  
Максим Игоревич**

В 2003 г. окончил машиностроительный факультет ЧГУ им. И.Н. Ульянова. Заместитель главного конструктора ООО НПП «ЭКРА».

В 2013-2014 гг. на объектах энергетики в процессе эксплуатации выявлялись случаи неисправностей в работе испытательных блоков РОСОН8, дефект которых был признан производителем Weidmueller ввиду применения им некачественных закорачивающих перемычек в поставках блоков в период с 10.2012 по 12.2013 гг. [7]. Производители устройств РЗА провели на объектах замену неисправных блоков РОСОН8 на модернизированные. В ООО НПП «ЭКРА» разработано устройство (швеллер) для дополнительной жесткости блоков РОСОН8, повышающее его надежность, его установка согласована письмом [8] с производителем.

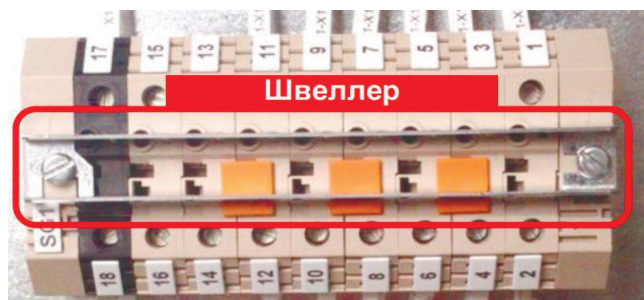


Рис. 7. Повышение жесткости блока испытательного РОСОН8 с помощью швеллера, 08.2014 г.

В августе 2014 г. ОАО «Федеральная гидрогенерирующая компания – РусГидро» выпустила Циркуляр Ц-03-2014(РЗА), в котором запрещала использование испытательных блоков серии РОСОН при заказе новых технологических систем управления [9]. Таким образом, начался переход на применение блоков испытательных FAME Phoenix Contact.

В октябре 2014 г. разработчик Phoenix Contact совместно с ООО НПП «ЭКРА» провел работы по модернизации блоков FAME для повышения надежности их работы. В результате с июня 2015 г. стали поставляться модернизированные блоки FAME с дополнительными пружинными контактами, повышающими надежность их работы, исключая кратковременные разрывы токовых цепей от перекоса рабочей крышки.

С 2014 по 2018 гг. разработчик Weidmueller модернизировал блоки РОСОН для повышения их надежности [10], провел комплексные испытания, специальные тесты и предоставил в АО «НТЦ «ФСК ЕЭС» отчет, по результатам рассмотрения которого ПАО «ФСК ЕЭС» сняло запрет на применение испытательных блоков РОСОН с 01 марта 2019 г. [11].

В мае 2020 г. на заводе ООО «Феникс Контакт РУС» в России открылось серийное производство блоков FAME [12]. Велись работы по подготовке производства и освоению сборки основных узлов блоков FAME, повышению отечественной составляющей в производстве. В 2022 г. на заводе планировался выпуск испытательных блоков новой серии «FAME-PT» с пружинной технологией подключения PUSH-IN, но из-за введен-

ных в феврале 2022 г. санкций производство всей продукции завода под брендом «Phoenix Contact», в т.ч. блоков FAME, было прекращено.

В условиях санкций приобрести блоки FAME Phoenix Contact западного производства стало затруднительно и практически невозможно. Ситуация усугубилась тем, что отечественный производитель блоков испытательных БИ-4 и БИ-6 не смог закрыть текущие потребности. В результате возник острый дефицит испытательных блоков на рынке производителей устройств РЗА.

С 2022 г. на фоне повышенного спроса на испытательные блоки FAME и РОСОН от ряда отечественных предприятий начали поступать предложения выполнить собственную разработку блока испытательного при технической поддержке производителей устройств РЗА. Так, на выставке «Электрические сети России», прошедшей в сентябре 2023 г. в Москве, компаниям-производителям устройств РЗА были представлены образцы испытательных блоков двух разработчиков:

- серийные образцы блоков серии ЭП разработчика и производителя ООО НПП «ЭПРОМ» (г. Москва). За базовые характеристики блоков ЭП разработчиком были приняты конструктивные и технические параметры блоков FAME [13]. По имеющейся у нас информации ООО НПП «ЭПРОМ» выполнило разработку блока испытательного самостоятельно, серийное производство блоков ЭП осуществляется с использованием комплектующих из стран Юго-Восточной Азии, конечная сборка и испытания проводятся в России. Блоки серии ЭП конструктивно и внешне не отличаются от оригинальных FAME, технические параметры соответствуют частично [14];
- макетные образцы блоков серии БИЭЛ разработчика и производителя серийных кулачковых переключателей Elkey (г. Казань) [15] на стенде ООО НПП «ЭКРА» в составе образца выставочного шкафа серии ШЭ2607. За базовые характеристики блоков БИЭЛ разработчиком были приняты конструктивные и технические параметры блоков FAME [16]. Elkey выполнил разработку при технической поддержке предприятий-производителей устройств РЗА Чувашской Республики и предприятий Татарстана, обслуживающих устройства РЗА.

С марта 2022 г. по март 2024 г. Elkey освоил серийный выпуск блоков испытательных серии БИЭЛ на 5; 7; 9; 13 контактов. В настоящее время производственная мощность Elkey позволяет выпускать испытательные блоки БИЭЛ порядка 30 тыс. шт. в первый год, с перспективой – 100 тыс. шт./год.

Блоки серии БИЭЛ конструктивно выполнены по ширине, как FAME, а по высоте, как РОСОН, и могут устанавливаться в соответствующую пробивку в плите под РОСОН, а под FAME или БИ-4 (БИ-6) с дополнительной переходной пластиной снизу. Основные технические параметры блоков БИЭЛ соответствуют FAME полностью.

Преимущества блоков БИЭЛ в целом перед блоками ЭП, БИ-4 и БИ-6, FAME, РОСОН:



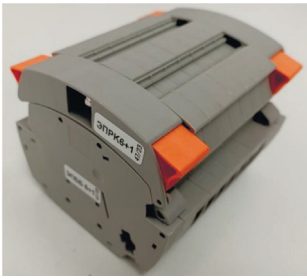


Рис. 8. Блок базовый ЭПББ 6+1 и рабочая крышка ЭПРК 6+1 «ЭПРОМ»

Рис. 9. Макет блока испытательного БИЭЛ-7 «Elkey»

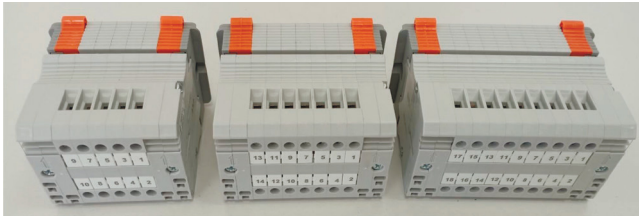


Рис. 10. Внешний вид блоков испытательных БИЭЛ-5, БИЭЛ-7 и БИЭЛ-9 (дата выпуска - 03.2024 г.)

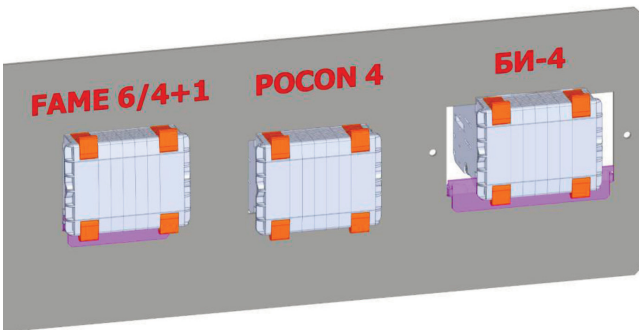


Рис. 11. Установка БИЭЛ-5 в соответствующие пробивки FAME 6/4+1 (с переходной пластиной), РОСОН4, БИ-4 (с переходной пластиной)

1) компактный корпус, уменьшающий со стороны монтажа зону размещения блоков БИЭЛ на плате:

- взамен FAME дает возможность разместить на ряд блоков больше;
- взамен РОСОН позволяет разместить в ряду дополнительно один БИЭЛ;

2) модульная жесткая конструкция, позволяющая производить блоки на любое количество полюсов. Жесткость БИЭЛ, в отличие от ЭП, FAME и РОСОН, обеспечивается специальными стягивающими корпус винтами;

3) надежность закорачивания токовых цепей при съеме-установке рабочей или контрольной крышки за счет предварительного контакта в основной цепи контактов блока;

4) повышенная термическая стойкость 500 А в течение 1 с в отличие от ЭП, БИ и РОСОН (300 А);

5) повышенная коммутационная износостойкость

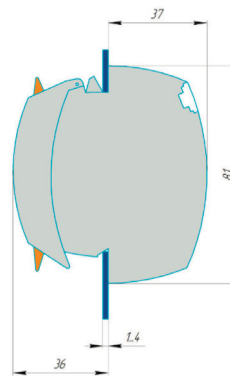


Рис. 12. Высота колодки контрольной FAME - 81 мм

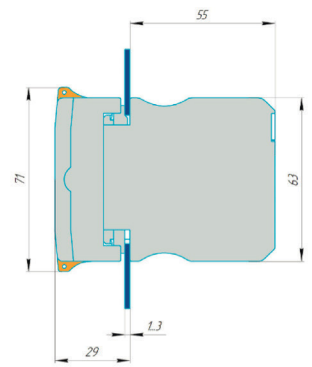


Рис. 13. Высота блока базового БИЭЛ - 63 мм

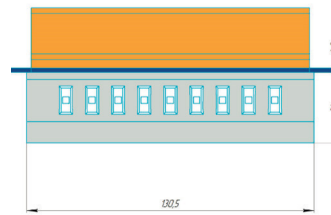


Рис. 14. Ширина блока клеммного РОСОН8 - 130,5 мм

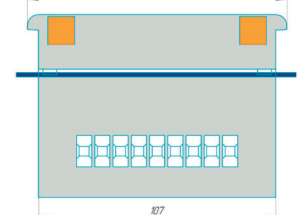


Рис. 15. Ширина блока базового БИЭЛ-9 - 107 мм

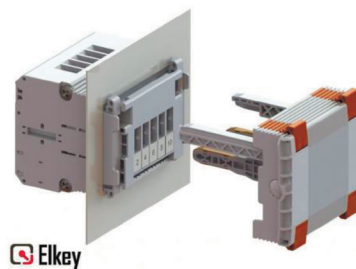


Рис. 16. Блок БИЭЛ-5 Elkey



- 500 циклов снятия установки рабочей или контрольной крышки при обтекании током 5 А;

6) минимальный ток – 1 мА (для коммутации сигнальным контактом цепей для нужд РЗА и АСУ);

7) отечественный производитель Elkey – в отличие от FAME и РОСОН – защищает производство отечественных шкафов-устройств РЗА от действия международных санкций;

8) изготовление из российских материалов БИЭЛ – в отличие от ЭП, FAME и РОСОН – исключает зависимость производства блоков от поставки материалов из зарубежных стран.

Все рассмотренные выше испытательные блоки ранее применялись разработчиками ООО НПП «ЭКРА» в шкафах, и их особенности известны. Как любые новые комплектующие шкафов, перед принятием решения о применении в продукции предприятия блоки БИЭЛ проходили в лаборатории НПП «ЭКРА» оценочные ти-



Таблица 1. Сравнение испытательных блоков

| Испытательный блок, производитель   | БИЭЛ Elkey   | ЭП НПП ЭПРОМ                                     | FAME Phoenix Contact                             | POCON Weidmüller                                 | БИ ЧЭАЗ   |
|---|--|--|--|--|---|
| Количество контактов  | 5, 7, 9, 13  | от 3+1 до 12+1                                   | от 3+1 до 12+1                                   | 4+1, 8+1   | 4, 6  |
| Номинальный ток, А  | 5  | 24   | 24   | 19   | 6   |
| Длительно выдерживаемый ток, А  | 24   | 30   | 30   | –  | 10  |
| Минимальный коммутируемый ток, мА   | 1  | –  | 5  | –  | –   |
| Максимальное сечение, мм <sup>2</sup>                                     | до 10  | до 10  | до 10  | до 10  | 2,5; 2x2,5  |
| Применение наконечников   | втулочный  | втулочный  | втулочный  | втулочный  | под кольцо с шайбами-«звездочками»                |
| Соответствие стандарту по подключению                                     | ГОСТ IEC 60947-7-1                                 | МЭК 60947-7-1                                    | МЭК 60947-7-1                                    | IEC 60947-7-1                                    | –   |
| Ток термической стойкости, А в течение 1 с                                | 500  | 300  | 500  | 300  | 300   |
| Напряжение прочности изоляции, кВ / 1 мин                                 | 2,2  | 2,2  | 2,2  | 2,2  | 1,7   |
| Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение изоляции, кВ              | 5  | –  | 4,8  | –  | –   |
| Количество циклов коммутаций:<br>- контрольной крышки<br>- рабочей крышки | 500<br>500   | 300<br>300                                       | 100<br>100                                       | 300<br>20  | –   |
| Температурный диапазон, °С  | от -40 до +55                                      | от -40 до +55                                    | от -40 до +55                                    | от -40 до +55                                    | от -40 до +55                                     |
| Маркировка клемм  | с обеих сторон                                     | с обеих сторон, на крышке                        | с обеих сторон, на крышке                        | с тыльной стороны                                | с тыльной стороны                                 |
| Пробивка в плите ШхВ, мм  | 74x50,5 (4+1)<br>90,5x50,5 (6+1)<br>107x50,5 (8+1) | 74x62 (4+1)<br>90,5x62 (6+1)<br>107x62 (8+1)     | 74x62 (4+1)<br>90,5x62 (6+1)<br>107x62 (8+1)     | 82,5x51 (4+1)<br>130,5x51 (8+1)                  | 112x62 (4)<br>146x62 (6)                          |
| Возможность установки взамен блоков других производителей                 | заменяют FAME, POCON, БИ, ЭП                       | заменяют FAME, БИ                                | заменяют БИ                                      | заменяют БИ                                      | не заменяют                                       |
| Крепление блока   | накладками с фиксацией винтами с тыльной стороны   | накладками с фиксацией винтами с тыльной стороны | накладками с фиксацией винтами с тыльной стороны | накладками с фиксацией винтами с лицевой стороны | утопленное: винтами через металлические угольники |
| Возможность пломбирования   | да   | да   | да   | да   | да  |
| Наличие штатной контрольной, холостой, расклинивающей крышки              | да   | да   | да   | да   | да  |
| Дизайн  | современный  | современный                                      | современный                                      | современный                                      | устаревший  |
| Производитель   | Россия   | Россия   | Германия   | Германия   | Россия  |

повые испытания на соответствие их основным техническим параметрам [17].

Сравнительные технические характеристики испытательных блоков приведены в табл. 1.

**Выводы**

1. Проблема закупки испытательных блоков из дружественных стран создала повышенный спрос на рынке производителей устройств РЗА.
2. В условиях острого дефицита появились отечественные производители, выполнившие новые разработки испытательных блоков.
3. Зависимость производств от зарубежных поставок материалов и комплектующих предопределило выбор в пользу производителя, выполнившего разработку блоков испытательных из отечественных материалов.
4. ООО НПП «ЭКРА» планирует переход на блоки испытательные серии БИЭЛ по окончании периода их опытной эксплуатации.

**Литература:**

1. Блоки испытательные БИ-4, БИ-4М, БИ-6, БИ-6М. <https://www.cheaz.ru/products/rps/panels-protection/t-blocks/bi-4.html?ysclid=lwky9szrk2594215871>.
2. ABB Combiteest\_Catalogue. <https://energopromis.by/upload/iblock/8e8/8e8e4f4fc16732e1bf5ce0fb24e78a26.pdf?ysclid=iz9hl2yybc840807665>.
3. Руководство пользователя Test System COMBITEST ABB № 1MRK 512 001-BEN Rev. C October 2006 <https://manualzz.com/doc/29076097/combiteest-test-system>.
4. ABB COMBITEST FACTSHEET. Информационный бюллетень 4CAE000795, 2 стр., 2020 г.

5. Новостной выпуск № 6 2009/2010 Weidmueller. Номер заказа: 1163150000/11/2009/TMMF <https://device.report/m/358f19f4875102237d6c9c5d8d334e0ec1dc07acf12d84b67b4ec5c191d657bf.pdf>.
6. Блоки испытательные FAME - современное и надёжное решение // Релейная защита и автоматизация. - 2020. - № 4 (09). - С. 70-73.
7. Письмо № WMO250915/AK-01 от 25.09.2015 «Об испытаниях POCON» ООО «Вайдмюллер» (г. Москва).
8. Письмо № WMO310517/AK-01 от 31.05.2017 «О доработке POCON» ООО «Вайдмюллер» (г. Москва).
9. Циркуляр Ц-03-2014(РЗА) «Об использовании испытательных блоков серии POCON» от 08.2014 г. ОАО «Федеральная гидрогенерирующая компания - РусГидро».
10. Компания Weidmüller представляет модернизированные компактные испытательные блоки POCON. <https://www.elec.ru/news/2018/12/18/kompaniya-weidmuller-predstavlyaet-modernizirovann.html?ysclid=lwi2138qme324923491>.
11. Протокол совещания по вопросу применения испытательных блоков POCON производства ООО «Вайдмюллер» на объектах ПАО «ФСК ЕЭС» от 27.11.2018, ПАО «ФСК ЕЭС», г. Москва.
12. Открыто производство испытательных блоков серии FAME на заводе «Феникс Контакт» в России. <https://www.elec.ru/news/2020/06/03/otkryto-proizvodstvo-ispytatelnyh-blokov-serii-fam.html?ysclid=lwknckhd7r938563662>.
13. Испытательные блоки серии ЭП. <https://epromelectro.ru/ispytatelnye-bloki/>.
14. Испытательные блоки промышленного назначения: Испытательные блоки производства ООО НПП «Эпром» серии «ЭП»: базовые блоки ЭПБ, рабочие крышки ЭПРК, тестовые крышки ЭПТК, холостые крышки ЭПХК. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. 2023 г., Московская область, г. Химки, 28 стр.
15. Сертификат соответствия ЕАЭС CRUC-RU.HB54.B.05536/23/Аппаратура распределения и управления: Блоки испытательные серии БИЭЛ. [https://reestrinform.ru/reestr-sertifikatov-sootvetstviia/reg\\_number-%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1\\_RU\\_%D0%A1-RU.%D0%9D%D0%9254.%D0%92.05536-23.html?ysclid=lwztkyQqb242296572](https://reestrinform.ru/reestr-sertifikatov-sootvetstviia/reg_number-%D0%95%D0%90%D0%AD%D0%A1_RU_%D0%A1-RU.%D0%9D%D0%9254.%D0%92.05536-23.html?ysclid=lwztkyQqb242296572).
16. «Блоки испытательные серии БИЭЛ ТУ 27.33.13-002-14911124-2022. 2024 г.» Каталог, Казань, 17 стр.
17. Отчет о проверке испытательных блоков серии БИЭЛ Elkey от 08.05.2024, ООО НПП «ЭКРА», 55 стр.