

## Типовая программа и методика аттестации испытательного стенда для преобразователя собственных нужд (ПСН-750-30) блока инверторов питания вентиляторов (БИПВ-750-2-220)

*О.Б. Бавыкин, Д.В. Карачан*

*Московский Политех, Москва*

**Аннотация:** Статья посвящена вопросам подготовки к первичной и периодической аттестации испытательного оборудования. Авторы раскрывают причины необходимости аттестации испытательного оборудования на примере стенда для ПСН. Особое внимание уделено необходимости написания методических указаний к программе и методике аттестации испытательного оборудования.

**Ключевые слова:** аттестация, испытания, преобразователь, программа и методика, вагон поезда, испытательный стенд

Известно, что одной из задач метрологического обеспечения является аттестация испытательного оборудования [1-2]. Ниже рассмотрены вопросы подготовки к первичной и периодической аттестации испытательного оборудования, используемого при изготовлении вагонов электропоезда [3].

Контактная сеть (КС) — это техническое сооружение видов электрифицированного транспорта (метро, трамвая, троллейбуса), служащее для передачи электроэнергии с тяговых подстанций на электроподвижной состав.

Для метрополитена используется такой тип КС как контактный рельс. Это жесткий кабель, изолированный кожухом, располагающийся вдоль тоннеля, на высоте около метра над путями, по которым движется состав электропоезда, номинальное напряжение под которым находится рельс около 750 В.

Питание вагона электропоезда производится от контактной сети, которая перераспределяется по трем фазам:

- питание электродвигателя;
- обеспечение подзарядки аккумуляторной батареи;
- питание потребителей вагона (освещение, электродвери и т.п.).

Преобразователь собственных нужд (рис. 1) служит, для распределения напряжения от контактного рельса по трем изолированным направлениям, необходимым для работы вагона метро.



Рис. 1. -ПСН 750-30

Поезд приводится в движение тяговыми электродвигателями, которых в некоторых моделях вагонов до 4 штук и останавливается за счет работы тормозного резистора, установки работают асинхронно и попеременно нуждаются в охлаждении.

Блок инверторов питания вентиляторов (рис. 2) предназначен для:

– преобразования постоянного напряжения контактной сети 750 В, используемого в метрополитене, в переменное трёхфазное напряжение питания (2 независимых канала) асинхронных электродвигателей вентилятора охлаждения тягового инвертора (далее ВИ) и вентилятора охлаждения тормозного резистора (далее ВР);

– обработки и обмена информацией с блоком управления тяговым приводом;

– защиты собственных электрических цепей и электрических цепей асинхронных электродвигателей от перегрузок по току и перенапряжений.

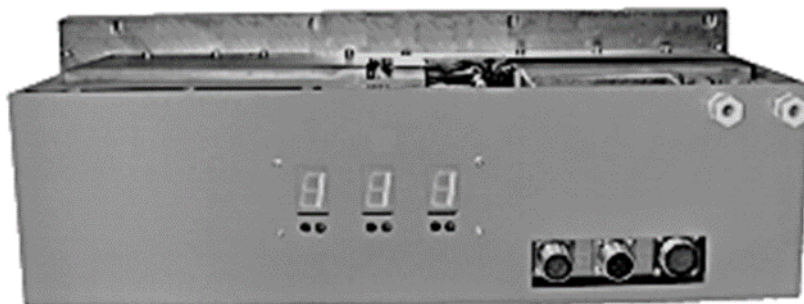


Рис. 2. - БИПВ 750-2-220

Под конкретные модели(типы) вагонов разрабатываются специальные предназначенные только для этого типа электроустановки (ПСН, БИПВ), специфика которых определяется требованиями заказчика.

При проектировании подобных устройств разработчик сталкивается с необходимостью проведения комплекса испытаний нового оборудования, при которых можно будет выявить ошибки и недочеты. К электроустановкам используемым в транспортной сфере предъявляются высокие требования к надежности, т.к. это напрямую связано с безопасностью пассажиров и работников.

Для испытаний специфичных установок проектируются стенды, которые представляют собой целую систему, которая может моделировать ситуации, возможные при нормальной работе установок или в случае аварийных ситуаций.

В случае с ПСН и БИПВ были спроектированы стенды, способные воссоздать напряжение контактной сети метро, которые представляют собой

систему из аккумуляторов, трансформатора, приборной доски и источника тока (рис. 3 и 4).

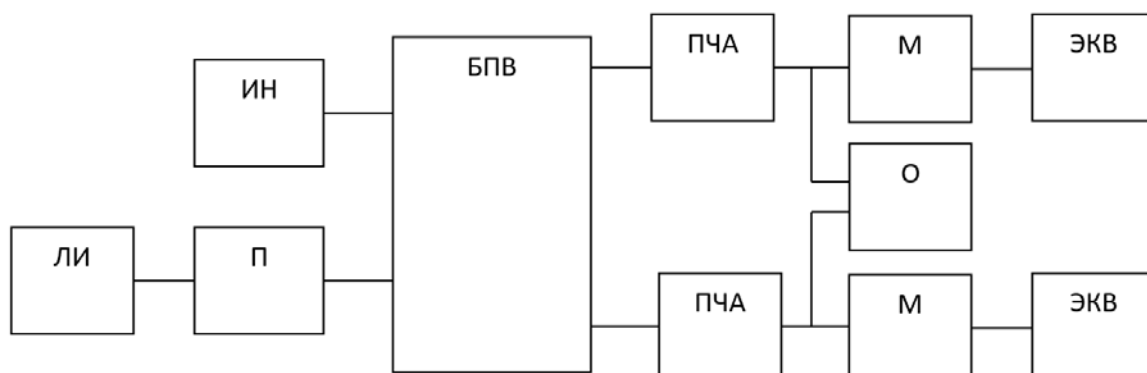


Рис. 3. - Структурная схема стенда функционального контроля для БИПВ (ИН – источник напряжения двухступенчатый (500/1000 В, 5 А); ЛИ – лабораторный источник постоянного тока (52-80 В, 2 А); П - пульт управления специального изготовления; БПВ – блок питания вентиляторов; ПЧА - стенд для проверки ПЧА; М – комплект измерительный К-50; О – осциллограф; ЭКВ – эквивалент штатной нагрузки)

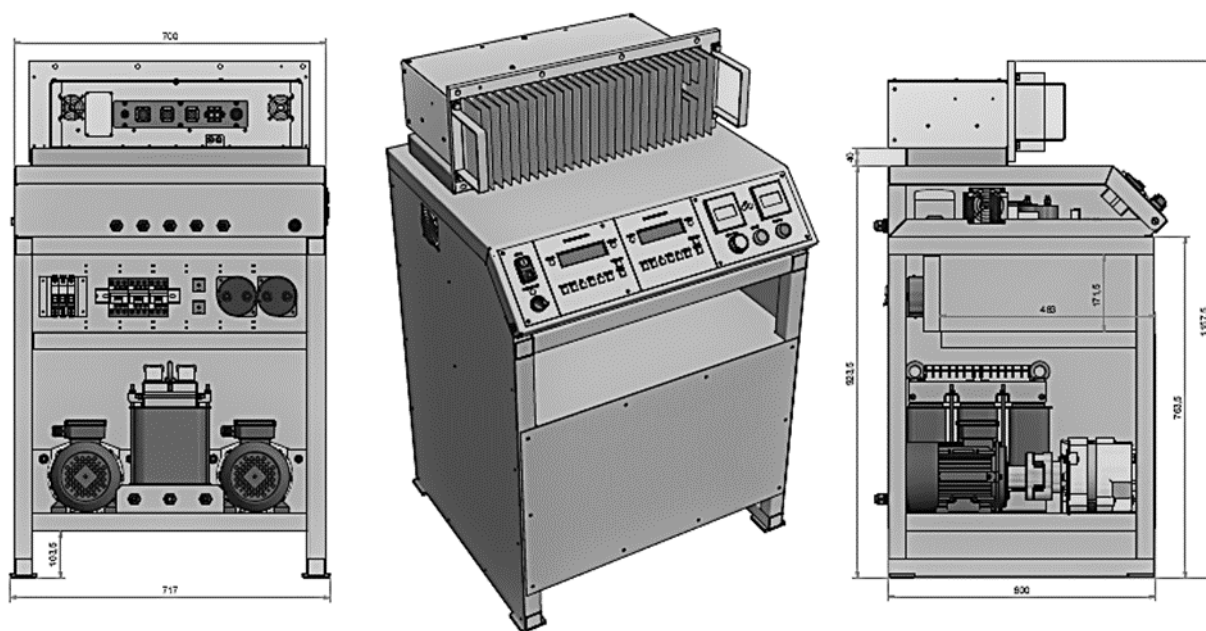


Рис. 4. - Стенд функционального контроля для БИПВ

Таким образом, получается, что для испытаний необходимых для аттестации одного вида оборудования было разработано другое, имеющее иную специфику, которое так же необходимо испытывать, проверять на надежность и аттестовывать [4].

Причин для аттестации испытательного оборудования несколько. Во-первых, чтобы быть уверенным в правильном функционировании и безопасности работы с установкой, которая находится под высоким напряжением ее необходимо проводить ряд мероприятий по проверке регулярно, при помощи поверенных приборов, с высоким классом точности. Во-вторых процедуры проводимые должны быть описаны и задокументированы, это обеспечит точность и возможность контроля и мониторинга ситуации.

Аттестовать стенд можно самостоятельно или прибегнув к помощи аккредитованных специализирующихся на этом лабораторий.

Сама аттестация регламентируется ГОСТ Р 8.568-97. «Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования», в котором тезисно описаны требования и перечень необходимых для этого документов и мероприятий. Один из ключевых пунктов - это разработка программы и методики первичной и периодической аттестации.

Утвержденных требований и указаний для разработки данной программы очень мало, так же нет и единой утвержденной методики по данному вопросу. Т.е. разработчик сталкивается с необходимостью написания важного документа, о требованиях к содержанию которого у него практически нет информации.

Приступая к разработке программы и методики аттестации было проведено исследование в интернете, так же найден ряд программ, которые уже разработаны другими предприятиями, из которых можно выделить

---

общую структуру документа, которая в большинстве случаев включает в себя:

- информацию о мероприятиях, проводимых при аттестации;
- информацию о средствах и условиях аттестации;
- требования к безопасности;
- методы испытаний;
- требования к оформлению результатов.

В процессе разработки программы и методики структура была доработана и приняла следующий вид:

1. Общие положения
2. Операции аттестации
3. Средства аттестации
4. Условия проведения аттестации
5. Требования к безопасности
6. Подготовка к аттестации
7. Методика аттестации
8. Периодичность аттестации
9. Результаты аттестации

Особое внимание было уделено перечню необходимых испытаний и подбору средств измерений используемых при них. Примером служат п.п. 7.4.1 и 7.4.2 «Программа и методика первичной и периодической аттестации испытательного стенда для ПСН-750-30», методика выполнения измерений для определения абсолютной погрешности напряжения постоянного тока:

«7.4.1 Для измерения входного напряжения стенда имитирующего контактную сеть метро используется метод без загрузки, который дает возможность сравнить реальные показатели с теми которые отображаются на стенде.

Измерения производятся однократно, контактными методом:

---

- на выходе имитирующем напряжение контактной сети (700 В);
- на разъеме имитирующем напряжение аккумуляторной батареи вагона метро (80 В);
- на управляющем разъеме.

В протокол заносятся результаты, отображающиеся на стенде, и на средстве измерений.

7.4.2 Для измерения переменного тока используется метод загрузки источником тока, имитирующим нагрузку эквивалентную производимой типовым, который дает возможность сравнить реальные показатели с теми которые отображаются на стенде.

Для измерения данным методом, источник тока подключается последовательно к средству измерений и стенду, производится однократное измерение:

- тока аккумулятора (до 200 А);
- тока нагрузки (до 300 А).

В протокол заносятся результаты, отображающиеся на стенде, и на средстве измерений».

Еще один аспект - это оформление результатов испытаний. Для этого был разработан автоматизированный, типовой протокол в EXCEL [5] (возможно использование аналогов этой программы [6-8], которые обладают высокой точностью встроенных математически алгоритмов [9-10]). В протокол была заложена математическая модель, осуществляющая расчет абсолютной погрешности и допустимых диапазонов для прохождения устройством аттестации.

### Литература

1. Сычев Е.И., Храменков В.Н., Шкитин А.Д. Основы метрологии военной техники. М.: Воениздат, 1993. 390 с.



2. Placko D., 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality. French College of Metrology, pp: 38-39.
3. Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю., Шевченко В.А. Синтез энергоэффективных алгоритмов управления движением электропоезда в условиях преодоления неоднородностей профиля пути // Инженерный вестник Дона, 2013, № 4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_62A\\_Pshihopov.pdf\\_1931.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_62A_Pshihopov.pdf_1931.pdf)
4. Самошина М.А., Баранов В.А. Методика аттестации программного обеспечения средств измерений // VIII Международная студенческая электронная научная конференция "СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2016" URL: [scienceforum.ru/2015/968/8464](http://scienceforum.ru/2015/968/8464).
5. Excel в статистическом моделировании В.В.Заляжных. URL: [arhiuch.ru/st1.html](http://arhiuch.ru/st1.html) (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. ру.
6. Клячкин В. Н. Компьютерный практикум по статистическим методам в управлении качеством // Ульяновск: УЛГТУ, 2013. 156 с.
7. Бавыкин О.Б., Беляева П.А. Обработка результатов многократных измерений в программе OpenOffice // Инженерный вестник Дона, 2017, № 3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_96\\_bavykin.pdf\\_1d95e8483f.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_96_bavykin.pdf_1d95e8483f.pdf)
8. Бавыкин О.Б. Исследование точности фрактальной обработки данных в компьютерной программе FRACTAN // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_108\\_bavykin.pdf\\_99b786585e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_108_bavykin.pdf_99b786585e.pdf)
9. Ishizu H., Yamada T. Applied Radiation and Isotopes. 2017. №126. pp. 158-161.
10. Бавыкин О.Б., Ларин А.О., Греку М.В. Автоматизация измерений параметров зубчатого колеса // Инженерный вестник Дона, 2018, № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_181\\_bavykin.pdf\\_2db0030044.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_181_bavykin.pdf_2db0030044.pdf)

---

## References





1. Sychev E.I., Hramenkov V.N., Shkitin A.D. Osnovy metrologii voennoj tehniki [Fundamentals of Metrology military equipment]. M.: Voenizdat, 1993. 390 p.
2. Placko D., 2006. Metrology in Industry. The Key for Quality. French College of Metrology, pp. 38-39.
3. Psychopop V. Kh., Medvedev M. Yu., Shevchenko V. A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 4. URL: [www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_62A\\_Pshihopov.pdf\\_1931.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_62A_Pshihopov.pdf_1931.pdf)
4. Samoshina M.A., Baranov V.A. Metodika attestacii programmnoho obespechenija sredstv izmerenij. VIII Mezhdunarodnaja studencheskaja jelektronnaja nauchnaja konferencija "STUDENCHESKIJ NAUCHNYJ FORUM 2016" URL: [scienceforum.ru/2015/968/8464](http://scienceforum.ru/2015/968/8464).
5. V.V.Zalyazhnykh/ Excel v statisticheskom modelirovanii [Excel in statistical modeling]. URL: [arhiuch.ru/st1.html](http://arhiuch.ru/st1.html).
6. Klyachkin V. N. Komp'yuternyy praktikum po statisticheskim metodam v upravlenii kachestvom [Computer workshop on statistical methods in quality management]. Ul'yanovsk: UIGTU, 2013. 156 p.
7. Bavykin O.B. Belyaeva P.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_96\\_bavykin.pdf\\_1d95e8483f.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_96_bavykin.pdf_1d95e8483f.pdf)
8. Bavykin O.B. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_108\\_bavykin.pdf\\_99b786585e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_108_bavykin.pdf_99b786585e.pdf)
9. Ishizu H., Yamada T. Applied Radiation and Isotopes. 2017. №126. pp. 158-161.
10. Bavykin O.B., Larin A.O., Greku M.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2018, № 2. URL: [http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_181\\_bavykin.pdf\\_2db0030044.pdf](http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_181_bavykin.pdf_2db0030044.pdf)