

**УДК 53.089.68**

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОПТОВОЛОКОННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ**

Вера Ивановна Таукчи

*Магистр 2 года,*

*кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»*

*Московский государственный технический университет им Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: В.И. Пронякин,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»*

В настоящее время созданы оптоволоконные измерительные трансформаторы тока и напряжения, являющиеся новыми изделиями в связи, с чем требуется разработка метрологического обеспечения и решение проблем с поверкой данного оборудования. Не решена в полном объеме поверка электронных трансформаторов тока и напряжения, имеющих цифровой выход. Важным фактом в данном вопросе является отсутствие специализированного государственного стандарта методики поверки. Именно поэтому поверка подобных средств измерений проводится в соответствии с ГОСТ 8.216-2011 [1] и ГОСТ 8.217-2003 [2]. В связи с этим большинство производителей высоковольтной аппаратуры не спешат браться за разработку и изготовление специализированных стендов, а эксплуатирующие организации – за внедрение электронных трансформаторов в электрические сети.

В ходе анализа рынка поверочных устройств измерительных трансформаторов, не было найдено полностью отвечающего всем требованиям стенда для поверки комбинированного трансформатора тока и напряжения (далее - ТТНК). Проблемы возникли также в связи с отсутствием согласования с протоколом стандарта МЭК 61850-9-2, либо недостаточной комплектацией оборудования. Для решения изложенной проблемы была выполнена разработка стенда.

Для ввода в эксплуатацию трансформаторы проходят оценку соответствия заявленным характеристикам. Для этого выполняется поверка в соответствии с предоставленной методикой и описанием типа. Работы по поверке электроустановок с напряжением выше 1 кВ должны выполнять поверители, аттестованные в порядке, установленном ПР 50.2.012-94 [3] и организациями, аккредитованными по ПР 50.2.008-94 [4] или ПР 50.2.013-97 [5]. Изучив ГОСТ 8.216-2011 [1] и ГОСТ 8.217-2003 [2], были разработаны функциональные схемы поверки измерительного трансформатора тока и напряжения (Рис. 1а и Рис. 1б) для испытательного стенда и методика поверки. В соответствии с предложенными функциональными схемами поверки был собран экспериментальный стенд, с помощью которого была опробована предложенная методика поверки.

В результате проведенных многократных измерений были получены данные, соответствующие допускаемым пределам, указанным в ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 [6] и ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 [7] для измерительных трансформаторов напряжения и тока соответственно.

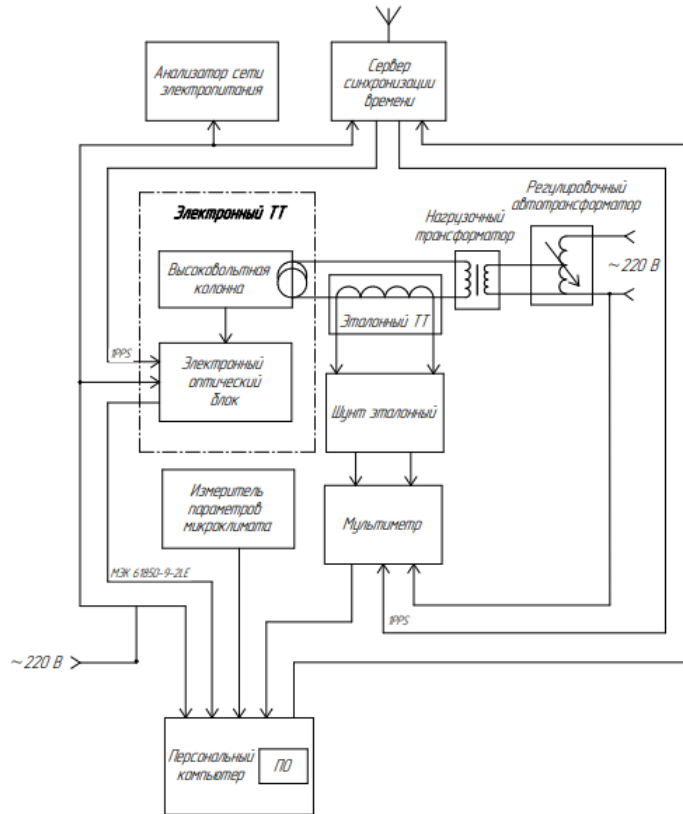


Рис. 1а. Функциональная схема поверки трансформатора тока (ТТ) в составе ТТНК

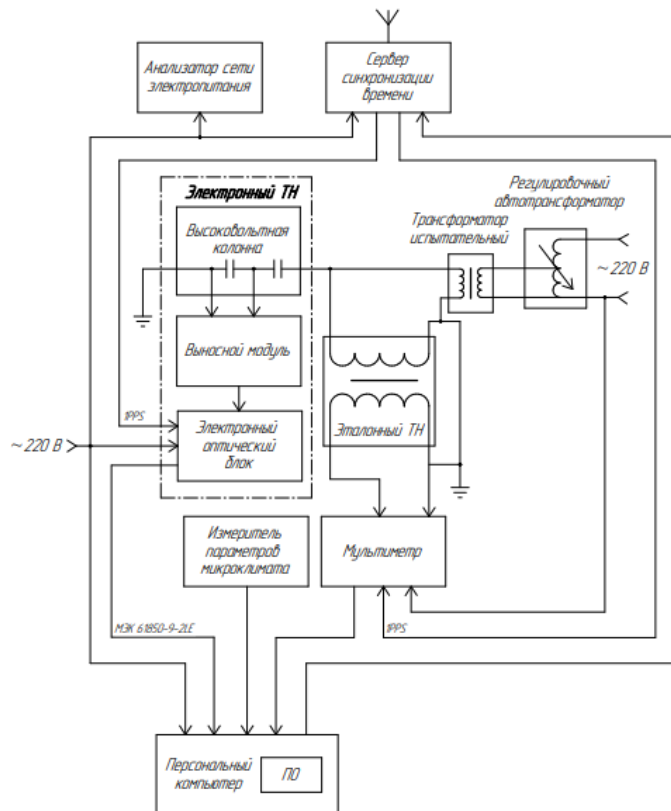


Рис. 1б. Функциональная схема поверки трансформатора напряжения (ТН) в составе ТТНК

Предложена методика обработки результатов, основанная на статистическом анализе многократных измерений [8]. Обработкой результатов наблюдений, полученных экспериментально, определены следующие показатели:

- относительная погрешность;
- среднеквадратическое отклонение;
- дисперсия;
- коэффициент вариации;
- доверительный интервал;
- принятие гипотезы о равномерном распределении при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и количестве измерений  $n = 65$ .

Полученные результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты многократных измерений для ТТНК

Номинальное (ый) напряжение, кВ/ток, А	Относительная погрешность $\delta$ , %	Среднеквадратическое отклонение $S$	Дисперсия $S^2$	Коэффициент вариации $V$ , %	Доверительный интервал $\pm a$ , кВ	Принятие гипотезы о равномерном распределении
Электронный трансформатор напряжения в составе ТТНК						
88	-0,002	0,030	0,001	0,034	$\pm 0,007$	Да
110	0,016	0,041	0,002	0,038	$\pm 0,010$	Да
132	0,025	0,037	0,001	0,028	$\pm 0,009$	Да
Электронный трансформатор тока в составе ТТНК						
6	0,084	0,027	0,001	0,453	0,007	Да
30	0,053	0,031	0,001	0,104	0,007	Да
120	0,020	0,048	0,002	0,040	0,012	Да
600	0,011	0,244	0,059	0,041	0,059	Да
720	0,002	0,325	0,106	0,045	0,079	Да

Предложенная методика обработки результатов дает полную картину поведения системы в различных режимах работы, нежели требуемые пункты в ГОСТ 8.216-2011 и ГОСТ 8.217-2003. Согласно вышеупомянутым нормативным документам, требуемыми показателями средства измерения (СИ) являются только погрешность коэффициента масштабного преобразования и погрешность угла фазового сдвига, что недостаточно для полной оценки соответствия.

## Литература

1. ГОСТ 8.216-2011. Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Трансформаторы напряжения. Методика поверки. Введ. 2013-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2011.
2. ГОСТ 8.217-2003. Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Трансформаторы тока. Введ. 2004-04-01. М.: Изд-во стандартов, 2003.
3. ПР 50.2.012-94. Правила по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аттестации поверителей средств измерений. Введ. 1994-03-01. М.: Изд-во стандартов, 1994.
4. ПР 50.2.008-94. Правила по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аккредитации головных и базовых организаций метрологической службы государственных органов управления российской федерации и объединений юридических лиц. Введ. 1994-03-01. М.: Изд-во стандартов, 1994.

5. ПР 50.2.013-97. Правила по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право аттестации методик выполнения измерений и проведения метрологической экспертизы документов. Введ. 1998-01-01. М.: Изд-во стандартов, 1997.
6. ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010. Национальный стандарт российской федерации. Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения. Введ. 2012-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2010.
7. ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010. Национальный стандарт российской федерации. Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока. Введ. 2012-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2010.
8. *Артемьев Б.Г., Лукашов Ю.Е.* Справочное пособие для специалистов метрологических служб. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 648 с.