

ОТЗЫВ

на диссертацию Андрееенкова Евгения Сергеевича на тему
**«Исследование погрешностей трансформаторов
напряжения в распределительных сетях 6-35 кВ»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.09.03 –
«Электротехнические комплексы и системы»

1. Актуальность темы.

В современных условиях функционирования рыночной экономики требования к точности учета потребляемой электроэнергии становятся всё выше. Для повышения точности всего измерительного комплекса необходимо повысить точность его отдельных компонентов, в том числе и измерительных трансформаторов напряжения (ТН). Эксплуатируемые в настоящее время ТН не всегда обеспечивают необходимую точность измерений. Поэтому актуальными становятся задачи анализа погрешностей ТН и разработки устройств их автоматической компенсации для повышения точности измерительных ТН.

2. Структура и содержание диссертации.

Работа представлена на 133 страницах, включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения.

В первой главе **«Анализ зависимости погрешностей трансформаторов напряжения от влияющих факторов и способов их компенсации»** приведены общие сведения о ТН, краткая характеристика конструкций ТН и нагрузок их вторичных цепей. На основании литературных источников рассмотрена проблема компенсации погрешностей и способов её реализации в отечественной и зарубежной практике.

Во второй главе **«Аналитическое исследование влияния нагрузки на величину погрешностей трансформаторов напряжения»** проведен анализ теоретических основ возникновения погрешностей ТН, в том числе многообмоточных, а также исследование влияния характера нагрузки на величину погрешностей ТН.

Третья глава **«Исследование погрешностей трансформаторов напряжения при нелинейной нагрузке»** посвящена анализу характера нагрузок вторичных цепей ТН и оценке погрешностей трёхфазных ТН от нелинейной нагрузки. Производится исследование влияния погрешностей ТН с нелинейной нагрузкой при измерениях и анализе качества электроэнергии. По результатам произведенных исследований приводится методика оценки амплитудной и угловой погрешностей ТН при нелинейной нагрузке его вторичных цепей.

В четвертой главе **«Разработка устройства автоматической компенсации погрешностей трансформаторов напряжения»** описывается алгоритм автоматической компенсации погрешностей ТН. На основании приведенного алгоритма разработаны принципиальные схемы и построены образцы устройств автоматической компенсации погрешностей ТН. Разработанные устройства успешно испытаны в лабораторных условиях и условиях эксплуатации.

Структура диссертации и автореферата логичны и полно раскрывают содержание и цель работы.

3. Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Впервые проведена оценка влияния основных типов современного оборудования, включаемого во вторичные цепи ТН на гармонический состав токов во вторичных цепях.
- Разработана методика определения погрешностей ТН при измерении величины и оценке показателей качества напряжения, отличающаяся тем, что позволяет рассчитать фактические погрешности ТН для любого числа гармоник тока вторичной цепи исходя из амплитуды и фазы гармонических составляющих.
- Представлен алгоритм компенсации погрешностей ТН, отличающийся от известных тем, что не требует включения дополнительных устройств в разрыв высоковольтной цепи первичной обмотки ТН и позволяет обеспечить автоматическую компенсацию при изменении вторичной нагрузки ТН любого характера в диапазоне, регламентированном ГОСТ.
- Разработаны устройства автоматической компенсации погрешностей ТН различного исполнения и назначения, как новых, так и находящихся в

эксплуатации, отличающиеся от известных тем, что обеспечивают возможность работы ТН в заданном классе точности при нагрузке, равной максимальной по условиям нагрева, т.е. при более эффективном расходе активных материалов.

Достоверность научных положений, теоретических выводов и практических рекомендаций диссертации подтверждается проверкой полученных результатов на имитационной модели схемы замещения ТН, а также экспериментальной проверкой в лаборатории кафедры электроэнергетических систем филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске с использованием измерительного комплекса производства НПП «Марс-Энерго» и испытаниями на подстанциях филиала ПАО «МРСК Центра» - «Смоленскэнерго».

Выводы и предложения диссертационного исследования не противоречат теоретическим и практическим результатам, содержащимся в трудах отечественных и зарубежных ученых.

4. Практическая ценность.

Разработанные в ходе диссертационного исследования методы и алгоритмы, использованы в качестве мероприятий для повышения надёжности, а также в качестве методов автоматизации в сетях 6-10 кВ филиала ПАО «МРСК Центра» - «Смоленскэнерго».

Результаты диссертационной работы также используются в учебном процессе на кафедре электроэнергетических систем филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Внедрения подтверждены соответствующими документами.

5. Замечания к диссертации.

- 1) В главе 2 для предложенной методики расчета погрешностей ТН в условиях эксплуатации следовало привести пример расчета для конкретного ТН.
- 2) В текстах диссертации и автореферата встречаются опечатки, и неверные ссылки в тексте диссертации, например ссылка на рисунок 4.6.
- 3) В некоторых формулах в тексте диссертации над символами напряжений и токов отсутствует обозначение комплексного числа.
- 4) В главе 3 желательно было бы для сравнения привести результаты расчета погрешностей ТН с нелинейной нагрузкой существующими методиками.

- 5) В принципиальных схемах, представленных на рисунках 4.6, 4.8 и 4.13 выходные транзисторные каскады организованы таким образом, что возможно возникновение ступеньки в выходном сигнале, либо протекание сквозного тока, кроме того указанные недостатки могут проявляться в условиях старения и изменения температуры. Было бы не плохо для указанных схем привести пример выбора параметров отдельных элементов, а более подробное описание работы.
- 6) Результаты испытаний разработанных устройств компенсации следовало представить более подробно.
- 7) Из текста диссертации не ясно, каким образом будет производиться поверка и оценка класса точности ТН при наличии устройства компенсации.
- 8) Известно, что в сетях 6-35 кВ в цепях с трансформаторами напряжения могут возникать феррорезонансные явления, однако остается не ясным как предлагаемые в диссертации решения влияют на указанные явления.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

6. Ценность научных работ соискателя, специальность, которой соответствует диссертация.

Публикации соискателя Андрееenkova Е.С. обладают высокой научной и практической ценностью для развития методов повышения точности измерительных трансформаторов напряжения.

Диссертация Андрееenkova Е.С. соответствует специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы», является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной под руководством кандидата технических наук, доцента Артемова Александра Ивановича. Работа содержит анализ нагрузок вторичных цепей ТН в современных условиях эксплуатации, методику расчета погрешностей ТН при работе с нелинейной нагрузкой, позволяющую рассчитать фактические погрешности ТН для любого числа гармоник тока вторичной цепи исходя из амплитуды и фазы гармонических составляющих. Разработанные устройства автоматической компенсации позволяют свести к минимуму погрешности ТН во всех режимах работы и значительно поднять их нагрузочную способность, вплоть до максимальной мощности, допустимой по условиям нагрева, что дает возможность повысить

точность измерительного комплекса учета электроэнергии в распределительных сетях 6-35кВ.

Диссертация Андреевкова Евгения Сергеевича на тему «Исследование погрешностей трансформаторов напряжения в распределительных сетях 6-35 кВ» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент
заведующий кафедрой «Автоматическое
управление электроэнергетическими
системами» Ивановского государственного
энергетического университета
имени В.И. Ленина,
кандидат технических наук, доцент



05.09.2016
Лебедев Владимир
Дмитриевич

+7 (4932) 269-904
vd_lebedev@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

153003, Центральный федеральный округ, Ивановская область, город Иваново, улица Рабфаковская,
дом 34

Тел.: +7 (4932) 269-999, +7 (4932) 269-696

Факс: +7 (4932) 385-701

Электронная почта: office@ispu.ru

Подпись Лебедева В.Д. заверяю,

Ученый секретарь Совета ИЦЭУ



О.А. Ширяева