

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XI ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

Астана, 2023

**УДК 656+620.9**  
**ББК 39+31**  
**А43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Курмангалиева Ж.Д. Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н., профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Сакипов К.Е.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент.

**А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: XI Международная научно – практическая конференция, г. Астана, 16 марта 2023/Подгот. Ж.Д. Курмангалиева, У.Ш. Кокаев, Т.Т. Султанов – Астана, 2023. – 709с.

**ISBN 978-601-337-844-2**

В сборник включены материалы XI Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 16 марта 2023 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



## СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Жумина Д.А.**

*dinarik0110@gmail.com*

Магистрант ОП 7М07550 - Метрология, кафедра «Стандартизация, сертификация и метрология» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

**Киргизбаева К.Ж.**

к. т. н., доцент кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология»,  
ЕНУ им.Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

**Джаксымбетова М.А.**

ст.преподаватель кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология», ЕНУ им.Л. Н.  
Гумилева, Астана, Казахстан

**Талғат А.**

студентка ОП 6В07532 – Стандартизация и сертификация, кафедра «Стандартизация,  
сертификация и метрология» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Согласно Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года N 53-ІІ «Об обеспечении единства измерений» [1] при организации коммерческого учета электрической энергии все измерения должны осуществляться в строгом соответствии с методикой выполнения измерений, разработанной и аттестованной в установленном законом порядке.

В составе измерительных комплексов, проходящих поверку, могут находиться такие компоненты, как: измерительные трансформаторы напряжения, измерительные трансформаторы тока, приборы учета (счетчики) активной и реактивной энергии, соединительные линии между трансформаторами тока, напряжения и счетчиком, различного рода нагрузочные устройства во вторичных цепях и иные устройства.

Стоит отметить, что, как правило, измерительный комплекс состоит из целого ряда компонентов изготовленных различными заводами-изготовителями, которые на объекте эксплуатации будут приняты как единый измерительный комплекс. Все средства измерений, используемые для организации коммерческого учета электрической энергии, должны быть в обязательном порядке внесены в Государственный реестр средств измерений.

Анализ данных, полученных в результате поверки измерительных комплексов электрической энергии [2, 3, 4], установленных на различных объектах энергосетевого комплекса Акмолинской области, выявил:

- существующие метрологические характеристики установленных трансформаторов тока не соответствуют заявленному классу точности более чем в 30 % случаев;
- превышение допустимого паспортного значения мощности вторичной нагрузки трансформаторов тока в 25 % случаев, приводящее к увеличению пределов погрешности измерений и снижению класса точности;
- существующие метрологические характеристики установленных трансформаторов напряжения не соответствуют заявленному классу точности более чем в 5 % случаев;
- превышение допустимого паспортного значения мощности вторичной нагрузки трансформаторов напряжения в 19 % случаев, приводящее к увеличению пределов погрешности измерений и снижению класса точности;
- наличие сверхнормативных потерь в цепях счетчик–трансформатор напряжения более чем в 10 % случаев [5].

Выявленные недостатки существующих измерительных комплексов подтверждают необходимость их замены, модернизации и реконструкции, а также возможность разработки и применения средств измерения коммерческого учета электрической энергии, отвечающих требованиям Приказа Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2015 года № 111 «Об утверждении Правил организации и функционирования розничного рынка электрической энергии, а также предоставления услуг на данном рынке» [6].

Каждый элемент, входящий в измерительный комплекс учета электрической энергии (измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, соединительные цепи, счетчик) вносит свою долю погрешности в общую погрешность измерительного комплекса [7, 8, 9, 10].

Согласно методике расчета нормативных (технологических) потерь электроэнергии в электрических сетях [11] потери электрической энергии рассчитываются как сумма значений погрешностей, определенных для каждой точки поступления в сеть и отпуска из сети электрической энергии по формуле:

$$\Delta W_{\text{уч}} = \frac{-(\Delta_{\text{ТН}} + \Delta_{\theta\alpha} + \Delta_{\text{ТТА}} + \Delta_{\text{СЧ}} - \Delta U_{\text{ТН}}) * W}{100}$$

где  $\Delta_{\text{ТН}}$  – погрешность трансформатора напряжения по модулю напряжения, %  
 $\Delta_{\theta\alpha}$  – погрешность схемы трансформаторного включения счетчика, при коэффициенте токовой загрузки, %;

$\Delta_{\text{ТТА}}$  – погрешность трансформатора тока, %, при коэффициенте токовой загрузки,  $\alpha$ ;

$\Delta_{\text{СЧ}}$  – погрешность установленного счетчика, %;

$\Delta U_{\text{ТН}}$  – потеря напряжения вторичной цепи трансформатор напряжения–счетчик, %;

$W$  количество электрической энергии, зафиксированной счетчиков за расчетный период времени.

Расчет стоимости потерь в денежном выражении можно определить умножением общего объема недоучтенной электрической энергии, полученной при указанном выше алгоритме, при применении реальных метрологических характеристиках установленных средств измерения, на величину стоимости оплаты электрической энергии за 1кВт\*ч, приобретаемой в целях компенсации потерь по средневзвешенной цене за 1 квартал 2021 года. Для определения объема недополученной электрической энергии рассмотрим подстанцию 110/10кВ одного из ведущих энергосетевых комплексов Акмолинской области.

Объем недоучтенной электрической энергии: 86 877,96 кВт\*ч

Цена 1кВт\*ч электрической энергии, приобретаемой в целях компенсации потерь по средневзвешенной цене за 1 квартал 2021 года – 16,5 тг/кВт\*ч.

Результат расчета за 1 месяц:

Уплачено за потери: 86 877,96 кВт\*ч \* 16,5 тг/кВт\*ч = 1 433 486,34 тг.

Результат расчета за 12 месяцев:

Уплачено за потери: 86 877,96 кВт\*ч \* 16,5 тг/кВт\*ч\*12 мес. = 17 201 836,08 тг.

Такую сумму теряет сетевая компания за один год только на одной подстанции при недостоверном учете электрической энергии.

В целях снижения потерь электрической энергии, вызванных погрешностями компонентов измерительных комплексов при проведении работ по реконструкции и модернизации измерительных комплексов, а также при проектировании систем измерения коммерческого учета электрической энергии, отвечающих требованиям Приказа Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2015 года № 111 «Об утверждении Правил организации и функционирования розничного рынка электрической энергии, а также предоставления услуг на данном рынке» необходимо проведение следующих корректирующих

мероприятий:

1. Проведение замены трансформаторов тока, не удовлетворяющих требованиями коммерческого учета электрической энергии, на трансформаторы тока класса точности не ниже 0,5 S;

2. Проведение замены счетчиков, не удовлетворяющих требованиям коммерческого учета электрической энергии, на счетчики класса точности не ниже 0,5 S;

3. Снизить мощность вторичной нагрузки трансформаторов тока до установленной – 50 % от номинальной при которой мощность вторичной нагрузки трансформаторов напряжения будет иметь нулевую погрешность измерения.

Таким образом на примере подстанции 110/10 кВ определена необходимость проведения метрологической поверки измерительных комплексов учета электрической энергии на соответствие требованиям Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» в соответствии с заданной Государственным реестром средств измерений периодичностью поверки. Также определены возможная величина потерь при реальных значениях метрологических характеристик существующего измерительного комплекса электрической энергии и мероприятия требуемые для повышения точности учета электрической энергии при создании коммерческого учета электрической энергии.

#### **Список использованных источников**

1. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года N 53-II «Об обеспечении единства измерений».
2. ГОСТ 8.217-2003 Трансформаторы тока. Методика поверки.
3. ГОСТ 8.216-2011 Трансформаторы напряжения. Методика поверки.
4. ГСИ. Методики выполнения измерений.
5. Правила устройств электроустановок. – 7-е изд. – СПб., 2005. 12. ГСИ. Методики выполнения измерений.
6. Приказ Министра энергетики Республики Казахстан от 20 февраля 2015 года № 111 «Об утверждении Правил организации и функционирования розничного рынка электрической энергии, а также предоставления услуг на данном рынке».
7. ГОСТ 7746-2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия.
8. ГОСТ 1983-2015 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
9. ГОСТ 30206-94 Межгосударственный стандарт «Статистические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (класс точности 0,2S и 0,5S)».
10. ГОСТ 30207-94 Межгосударственный стандарт «Статистические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (класс точности 1 и 2)».
11. Методика расчета нормативной величины потерь электрической энергии в электрических сетях (Приложение 30 к приказу Министра энергетики Республики Казахстан от 30 декабря 2016 года № 580).