

Торайғыров университетінің хабаршысы  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Вестник Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

---

№ 4 (2023)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Вестник Торайгыров университета**

**Энергетическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области электроэнергетики,  
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и  
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

**Подписной индекс – 76136**

---

<https://doi.org/10.48081/SMUR2431>

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.  
*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *д.т.н., профессор*  
Алиферов А.И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Кошеков К.Т., *д.т.н., профессор*  
Приходько Е.В., *к.т.н., профессор*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD*  
Омарова А.Р., *технический редактор*

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/EGPY1079>

**\*Т. Б. Акимжанов<sup>1</sup>, С. К. Жумажанов<sup>2</sup>, Ж. Б. Исабеков<sup>3</sup>,  
Е. К. Амир<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>РГП «Казахстанский институт стандартизации и метрологии»,  
Республика Казахстан, г. Астана;

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева,  
Республика Казахстан, г. Астана;

<sup>3</sup>Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

<sup>4</sup>Казахский государственный университет имени С. Сейфуллина,  
Республика Казахстан, г. Астана

## **ДОБАВОЧНЫЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

*Условия режима работы систем электроснабжения быстро меняются. Причиной является изменения, как со стороны источника питания, так и со стороны нагрузки. Устойчивая работа системы электроснабжения базируется на математических моделях и правилах эксплуатации. При меняющихся условиях возникает вероятность неадекватного описания ситуации и соответственно ошибочной работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом. Для предотвращения данной ситуации необходимо производить проверку параметров режима и применяемых методов расчета на адекватность. Важнейшим критерием работы системы электроснабжения является уровень потерь электроэнергии. При меняющихся условиях составляющие потерь электроэнергии меняются. В таком случае встает вопрос о необходимости исследования параметров режимов систем электроснабжения, выявление составляющих потерь электроэнергии при учете несимметрии и несинусоидальности для уменьшения потерь при передаче и распределении электрической энергии.*

*В статье рассмотрены такие вопросы как потери электроэнергии влияют на ценообразование. Знание потерь энергии и их отнесение к конкретным элементам сетевой системы имеет существенное значение для принятия мер, направленных на минимизацию ценообразование и тарифы на электроэнергию. От того насколько*

*будет объективно будет произведён расчет нормативных потерь, будет зависеть доход энергоснабжающих компаний. Если не досчитаем страдает энергоснабжающие компании, а если пересчитаем, то страдает потребитель. Поэтому нужно совершенствовать методику расчета нормативных потерь.*

*Ключевые слова: системы электроснабжения; потери электроэнергии; электрическая энергия; нагрузка системы; электрические сети.*

## **Введение**

Процесс передачи электрической энергии важная составляющая устойчивого развития экономики и поддержания благосостояния общества. На данном этапе развития наблюдается существенное изменение параметров режима работы систем электроснабжения, особенно влияние несимметрии и несинусоидальности тока и напряжения, которое приводит к повышенным потерям при передаче и распределении электроэнергии, а в отдельных случаях и нарушению режимов работы вплоть до развития аварии. Для предотвращения нарушений и повышенных потерь необходимо проводить мониторинг режимов работы с учетом данных факторов и вносить изменения в расчетные методики для обеспечения адекватности математического аппарата и организационных мер, регламентирующих эксплуатацию систем электроснабжения [1–9].

## **Материалы и методы исследования**

Ценообразование и тарифы на электроэнергию.

Поскольку электроэнергию нельзя хранить и поскольку спрос на нее растет и падает в зависимости от сезона или в течение суток, необходимость немедленно ввести в действие дополнительные резервные генерирующие установки для удовлетворения растущего спроса. В результате затраты на производство электроэнергии и, следовательно, предельные издержки и тарифы растут, что влияет на спрос на электроэнергию, когда электростанции переводятся в рабочее состояние или отключаются. Цены на время использования дают потребителям стимул сокращать использование в периоды пикового спроса и увеличивать использование в периоды низкого спроса в непиковые периоды. Неясно, какое влияние тарифов на время использования окажут на структуру спроса.

По типу выработки электростанциями порядка 82,7 % от всей выработанной электроэнергии в Казахстане приходится на ТЭС (тепловые электростанции). Основным производителем электроэнергии в Казахстане в разрезе основных энергетических зон является Северная зона, вырабатывающая более 81.5 % всей электроэнергии страны [10].

В секторах электроэнергетики Республики Казахстан сами цены представляются относительно низкими. По международным меркам, стоимость электроэнергии в Казахстане очень дешевая. Так, по данным интернет портала GlobalPetrolPrices, стоимость электроэнергии в Казахстане за один кВт\*ч составляет \$0,043 (Таблица 1), в то время как средняя цена по миру составляет \$0,14. В Белоруссии один кВт\*ч электроэнергии стоит \$0,07, в Грузии \$0,068, а в Украине \$0,057.

Таблица 1 – Стоимость электроэнергии (данные Международного энергетического агентства за 2021 год)

№	Страны	Тарифы на электроэнергию для потребителей, USD за кВт
1	<a href="#">Кыргызстан</a>	0,011
2	Узбекистан	0,027
3	Казахстан	0,043
4	Украина	0,057
5	Грузия	0,063
6	Россия	0,087
7	Япония	0,224
8	Германия	0,333

Для юридических лиц тариф составляет 0.055\$ за кВт. Например, в таких странах, как Германия, США и Пол ьша, цена на электроэнергию для обычных потребителей в два раза выше, чем для промышленности. В таких странах, как Бельгия, Новая Зеландия и Швеция, это соотношение возрастает в три раза.

Как указано в Отчете об энергозатратах и упомянутом выше, в Казахстане есть различия, что объясняет разным уровнем покупательной способности, но разница составляет  $0,055-0,043=0,013$ \$. Следовательно, можно сделать вывод, что Казахстан нацелен на экономический рост, экспорт и привлечение прямых иностранных инвестиций и считает их главными приоритетами.

Кроме того, тарифы на электроэнергию растут. В тариф на электроэнергию складывается из стоимости на энергию, такие как НДС и другие, потери и вероятность незаконного использования – хищения, потери, а также расходы на обслуживание.

### **Потери электроэнергии**

Часть электроэнергии расходуется в процессе ее передачи и распределения от генераторов к потребителям. Существует типы потерь электроэнергии, которые показаны на рис. 1. В данной статье рассмотрим технические, недоучет электроэнергии и коммерческие потери.



Рисунок 1 – Фактические потери

Несколько стран столкнулись с серьезными трудностями в удовлетворении спроса на электроэнергию из-за неадекватности надежных генерирующих мощностей, усугубленных слабостью инфраструктуры сетей электроснабжения, что привело к высоким техническим и нетехническим потерям, составляющим от 45 % до примерно 4 % чистого доступного предложения в некоторых странах (таблица 2). Несмотря на эту ситуацию, чистое потребление электроэнергии росло почти на 6,5 процента в год в последнее десятилетие, а установленная мощность производства электроэнергии росла на 4,3 процента в год в последнее десятилетие. Хотя устранить технические потери невозможно, их можно уменьшить до разумного уровня по мере развития технологий. По данным Американской ассоциации общественного питания, технические потери в размере 9 % допустимы в любой электрической системе. С другой стороны, сокращение нетехнических потерь зависит от постоянных судебных исков против людей, которые склонны использовать электричество нелегально.

Таблица 2 – Фактические потери электроэнергии в некоторых странах

Страна	Потери (%)	Страна	Потери (%)
Англия	7,46	Египет	17,00
Франция	7,00	Иордания	16,00
Германия	4,00	Ливан	45,00
Греция	9,07	Марокко	18,00
Голландия	3,89	Саудовская Аравия	16,00

Италия	6,53	Турция	19,00
Португалия	9,25	Казахстан*	6,4
Испания	8,45	Россия	10,0

Технические потери АО «KEGOC» за 2019 год составили 6,4 % от отпуска электроэнергии [10], к сожалению информация по потерям в распределительных сетях не указана.

В результате ожидаемого роста потребителей ожидается, что рост спроса на электроэнергию останется высоким и составит около 6 процентов в год в следующем десятилетии.

Нетехнические потери имеют тенденцию к увеличению. Поскольку нетехнические потери включают случаи незаконного использования, в связи с ростом потребления.

В последнее время относительные потери электроэнергии в электрических сетях Казахстана составляют от 6 % до 18 % от принятой сети электроэнергии. Основная часть этих потерь приходится на линии электропередачи. Следует отметить, что относительные потери ЭЭ в сетях стран с развитой тяжёлой промышленностью в 2 – 2,5 раза выше потерь выше потерь среднего мирового уровня.

Это говорит о том, что в электрических сетях Казахстана имеется потенциал для снижения потери электроэнергии. Для реализации этого потенциала необходимо проводить мониторинг и анализ структуры технических и нетехнических потерь, выявлять их источники и разрабатывать организационные технические мероприятия по энергосбережению. Одной из влияющих факторов является выросшая доля нелинейных потребителей, что обуславлило протекание высших гармонических составляющих токов в элементах систем электроснабжения, которые помимо снижения качества электроэнергии, вызывают добавочные потери электроэнергии.

Технические потери в сети АО «KEGOC», а также их структура (рис. 2) зависят от режимов работы энергосистем соседних государств (транзит, экспорт и импорт электроэнергии) и климатических условий. Технические потери АО «KEGOC» за 2019 год составили 2,869 млрд кВт·ч электроэнергии в сеть [10]. Для оператора даже малая экономия значима.

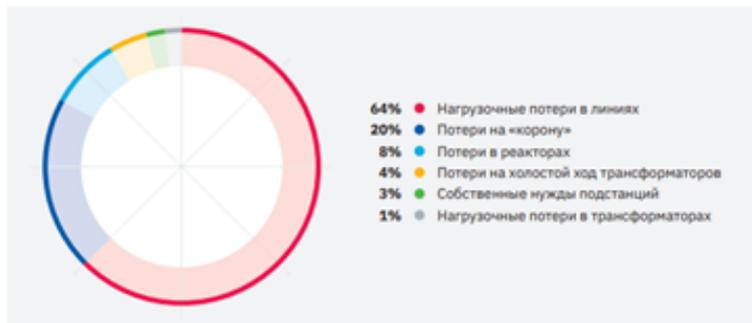


Рисунок 2 – Структура технические потери в сети АО «KEGOC»

Наибольший эффект с точки зрения сокращения энергопотребления дают мероприятия по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям (таблицы 3 и 4). При этом необходимо иметь в виду, что технологические потери электроэнергии – это потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами в проводах и электрооборудовании, происходящими при передаче электроэнергии по электрическим сетям, и, соответственно, основной целью планирования и проведения мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях является доведение фактического значения технических потерь электроэнергии до их оптимального уровня. В результате реализации мероприятий по снижению потерь электроэнергии снижение расхода электроэнергии в 2019 году составило 4,8 млн кВт·ч.

Таблица 3 – Мероприятия по снижению электропотерь

Мероприятия	Эффект от мероприятия, млн кВт*ч
Отключение линий в режиме малых нагрузок	0,390
Отключение силовых трансформаторов в режиме малых нагрузок	4,394
Итого	4,784

Таблица 4 – Показатели энергопотребления

Показатели энергопотребления	Е д . изм.	2017	2018	2019	2019/ 2018	2019/ 2018, %
Процент потерь при передаче и распределении энергии*	%	6,2	6,3	6,4	0,1	1,6%
Эффект от мероприятий по снижению потерь (энергосбережение)	ГДж	16 920	16 560	17222	662	4,0%

\* Технические потери от отпуска электроэнергии в сеть при ее передаче.

Методы расчёта технических потерь электроэнергии утверждены соответствующими директивными и методическими документами.

В связи с этим есть необходимость научного исследования процессов при несимметрии и несинусоидальности токов в воздушной линии электропередачи и разработке алгоритмов по определению дополнительных потерь.

В результате предварительного анализа эксплуатационных данных были установлены факты неучета добавочных потерь, которые закладываются в тариф, оплачиваемый потребителями. Увеличение нелинейной и несимметричной нагрузок усиливает необходимость изучения данной темы.

В результате проведения предлагаемых исследований станет возможным:

- выявить отдельные элементы системы электроснабжения, в которых наблюдается наибольшая доля добавочных потерь электроэнергии;
- предложить рекомендации учета добавочных потерь между энергоснабжающей организацией и потребителем, а по оценке добавочных потерь электроэнергии и их учету для формирования тарифов;
- дать рекомендации по снижению добавочных потерь;
- уточнить балансы мощностей и энергии.

При расчете норматива технических потерь для утверждения тарифов, расчет добавочных потерь не производится, из-за этого энергоснабжающие компании недополучают прибыль.

### **Результаты и их обсуждение**

Эксплуатация энергетики в современных условиях требует надежного и качественного электроснабжения потребителей. Основной новой моделью сбалансированного рынка электроэнергии являются двусторонние контракты. Основная задача этого рынка – гарантировать стабильное и надежное функционирование объединенной энергосистемы, т. е. передачу и поставку электроэнергии соответствующего качества.

### **Информация о финансировании**

Исследование финансируется Комитетом по науке Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант №. AP09058186)

### **Выводы**

Потребление электрической энергии, простота использования, возможность преобразования в другие виды энергии и широкая доступность в быту составляет один из важнейших показателей уровня развития страны.

Удобство, которое нам представляют современные электрооборудования, влияют на качества ЭЭ.

Цены на энергоносители оказывают влияние на конкурентоспособность промышленности Республика Казахстан. В секторе электроэнергии цены

сами по себе кажутся относительно низкими, из-за использования первичных источников энергии, таких как уголь и природный газ.

Однако, если принять во внимание паритет покупательной способности, цена электроэнергии, потребляемой сельским хозяйствами и промышленностью, высока. Хотя устранить технические потери невозможно, их можно уменьшить до разумного уровня по мере развития технологий. Знание потерь энергии и их отнесение к конкретным элементам сетевой системы имеет существенное значение для принятия мер, направленных на минимизацию ценообразование и тарифы на электроэнергию. От того насколько будет объективно будет произведён расчет нормативных потерь, будет зависеть доход энергоснабжающих компаний. Если не досчитаем страдает энергоснабжающие компании, а если пересчитаем, то страдает потребитель. Поэтому нужно совершенствовать методику расчета нормативных потерь.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 How Much Power Loss in Transmission Lines. [Electronic resource]. –URL: <https://chintglobal.com/blog/how-much-power-loss-in-transmission-lines/> (Date conversion: 26.02.2023).

2 **Siddikov, I. Kh., Sattarov, Kh. A., Khujamatov, Kh. E., Sherjanova, K. S.** Modeling of the elements and devices of energy control systems // Materials of the XXXII International scientific and practical Internet conference «Trends and prospects for the development of science and education in the context of globalization» 31 January 2018. Pereyaslav-Khmelnitsky. – 2018. – P. 466–468.

3 **Zokirova, I. Z., Makhamadjonov, S. Y.** The algorithm of power control based on the technology of «Smart Grid» // Современные научные исследования и инновации. [Electronic resource]. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2021/06/95781> (Date conversion: 26.02.2023).

4 **Воротницкий, В. Э., Калинкина, М. А., Садовская, А. С.** Об опыте расчётов, анализа и нормирования потерь электроэнергии в электрических сетях России и Казахстана. [Электронный ресурс]. URL: <https://ken.kz/news/oryt-raschetov>. (дата обращения: 17.03.2023).

5 **Siddikov, I. Kh., Boikhonov, Z. U., Karimjonov, D. D.** Elements And Devices For Monitoring And Control of Energy Efficiency. The American Journal of Engineering and Technology. – 2020. – P. 136-148.

6 Методика определения потерь электроэнергии на линиях до 0,4 кВ при финансовых расчетах за электроэнергию между электроснабжающей организацией и потребителем [Электронный ресурс]. – URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31194166](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31194166) (Дата обращения: 17.03.2023).

7 **DeSantis, D, James B. D, Houchins, C, Saur G, Lyubovsky, M.** Cost of long-distance energy transmission by different carriers. iScience. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8661478/> (Date conversion 24.03.2023).

8 7 major challenges of a power grid and their solutions [Electronic resource]. – URL: <https://ee-ip.org/en/article/7-major-challenges-of-a-power-grid-and-their-solutions-1812> (Date conversion 24.03.2023).

9 Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении [Электронный ресурс]. URL: – [https://kazee.kz/userfiles/ufiles/documents/3\\_ti\\_po\\_uchetu\\_ee\\_pri\\_proizv.\\_peredache\\_i\\_raspredel.pdf](https://kazee.kz/userfiles/ufiles/documents/3_ti_po_uchetu_ee_pri_proizv._peredache_i_raspredel.pdf) (Дата обращения 24.03.2023).

10 Отчет анализ рынка электроэнергии и угля казахстана январь-декабрь 2021 года. Департамент «Развитие рынка» [Электронный ресурс]. – URL: [http://energo-cis.ru/wyswyg/file/news/Самрук%20-%20Анализ\\_обзо%202021.pdf](http://energo-cis.ru/wyswyg/file/news/Самрук%20-%20Анализ_обзо%202021.pdf) (Дата обращения 24.03.2023).

## REFERENCES

1 How Much Power Loss in Transmission Lines. [Electronic resource]. URL: <https://chintglobal.com/blog/how-much-power-loss-in-transmission-lines/> (Date conversion 26.02.2023).

2 **Siddikov, I. Kh., Sattarov, Kh. A., Khujamatov, Kh. E., Sherjanova, K. S.** Modeling of the elements and devices of energy control systems // Materials of the XXXII International scientific and practical Internet conference «Trends and prospects for the development of science and education in the context of globalization». Pereyaslav-Khmelnitsky, – 2018. – P. 466–468.

3 **Zokirova I. Z., Makhamadjonov S. Y.** The algorithm of power control based on the technology of «Smart Grid» // Qazirgi gylymy zertteyler men inovasiyalar. [Electronic resource]. URL: – <https://web.snauka.ru/issues/2021/06/95781> (Date conversion: 26.02.2023).

4 **Vorotnitsky, V. E., Kalinkina, M. A., Sadovskaya, A. S., Novikova, M. A., Tsoi, D. A.** Ob opite raschetov\_ analiza i normirovaniya poter elektroenergii v elektricheskikh setyah Rossii i Kazahstana. [About the experience of calculations, analysis and rationing of electricity losses in the electric networks of Russia and Kazakhstan.] [Electronic resource]. – URL: <https://ken.kz/news/opyt-raschetov>. (Date conversion 17.03.2023).

5 **Siddikov I. Kh., Boikhonov Z. U., Karimjonov D. D.** Elements And Devices For Monitoring And Control of Energy Efficiency. //The American Journal of Engineering and Technology. – 2020. – P. 136–148.

6 Metodika opredeleniya poter elektroenergii na liniyah do 0\_4 kV pri finansovih raschetah za elektroenergiyu mejdu elektrosnabjayuschei organizacii i potrebitelem [Methodology for determining electricity losses on lines up to 0.4 kV in financial calculations for electricity between the power supply organization and the consumer] [Electronic resource]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31194166](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31194166) (date conversion: 17.03.2023).

7 DeSantis D, James B. D, Houchins C, Saur G, Lyubovsky M. Cost of long-distance energy transmission by different carriers. [Electronic resource]. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8661478/> (Date conversion 24.03.2023).

8 7 major challenges of a power grid and their solutions [Electronic resource]. – URL: <https://ee-ip.org/en/article/7-major-challenges-of-a-power-grid-and-their-solutions-1812> (Date conversion 24.03.2023).

9 Tipovaya instrukciya po uchetu elektroenergii pri ee proizvodstve peredache i raspredelenii [Standard instruction on accounting for electricity in its production, transmission and distribution] [Electronic resource]. – URL: [https://kazee.kz/userfiles/ufiles/documents/3.\\_ti\\_po\\_uchetu\\_ee\\_pri\\_proizv.\\_peredache\\_i\\_raspredel..pdf](https://kazee.kz/userfiles/ufiles/documents/3._ti_po_uchetu_ee_pri_proizv._peredache_i_raspredel..pdf) [Date conversion 24.03.2023].

10 Otchet analiz rinka elektroenergii i uglya kazahstana yanvar\_dekabr 2021 goda. Departament «Razvitie rinka» [Report analysis of the electricity and coal market of Kazakhstan January-December 2021. Market Development Department] [Electronic resource]. – URL: [http://energo-cis.ru/wyswyg/file/news/Сампук%20-%20Аналит\\_обзо%202021.pdf](http://energo-cis.ru/wyswyg/file/news/Сампук%20-%20Аналит_обзо%202021.pdf) (Date conversion 24.03.2023).

Принять к изданию 28.11.23

*Т. Б. Акимжанов<sup>1</sup>, С. К. Жумажанов<sup>2</sup>, Ж. Б. Исабеков<sup>3</sup>, Е. К. Амир<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Қазақстандық стандарттау және метрология институты»

РМК, Қазақстан Республикасы, Астана қ;

<sup>2</sup>Л. Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Астана қ;

<sup>3</sup>Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ;

<sup>4</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,  
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

Басып шығаруға 28.11.23 қабылданды.

## **ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІНДЕ ТАРТЫЛУ КЕЗІНДЕГІ ҚОСЫМША ШЫҒАЛАРЫ**

*Электрмен жабдықтау жүйелерінің жұмыс режимінің шарттары тез өзгереді. Мұның себебі-қуат көзі жағынан да, жүктеме жағынан да өзгерістер. Электрмен жабдықтау жүйесінің тұрақты жұмысы математикалық модельдер мен пайдалану ережелеріне негізделген. Өзгертін жағдайларда жағдайдың дұрыс сипатталмауы және сәйкесінше электр жабдықтары мен тұтастай электрмен жабдықтау жүйесінің дұрыс жұмыс істемеуі ықтималдығы бар. Бұл жағдайдың алдын алу үшін режим параметрлерін және жеткіліктілікті есептеу әдістерін тексеру қажет. Электрмен жабдықтау жүйесі жұмысының маңызды критерийі электр энергиясын жосалту деңгейі болып табылады. Өзгертін жағдайларда электр энергиясының құрамдас бөліктері өзгереді. Бұл жағдайда электрмен жабдықтау жүйелері режимдерінің параметрлерін зерттеу, электр энергиясын беру және тарату кезінде шығындарды азайту үшін симметрия мен синусоидалдылықты ескере отырып, электр энергиясының жосалуының компоненттерін анықтау қажеттілігі туындайды.*

*Мақалада электр энергиясының жосалуы баға белгілеуге әсер ететін мәселелер қарастырылады. Энергия шығындарын білу және оларды желілік жүйенің нақты элементтеріне жатқызу минимизацияға бағытталған шараларды қабылдау үшін маңызды болып табылады электр энергиясының бағасы мен тарифтері. Энергиямен жабдықтаушы компаниялардың табысы нормативтік шығындарды есептеу қаншалықты объективті жүргізілетініне байланысты болады. Егер біз санамасақ, энергиямен жабдықтаушы компаниялар зардап шегеді, ал егер санасақ, тұтынушы зардап шегеді. Сондықтан нормативтік шығындарды есептеу әдістемесін жетілдіру қажет.*

*Кілтті сөздер: электрмен жабдықтау жүйелері; электр энергиясының шығындары; электр энергиясы; жүйенің жүктемесі; электр желілері.*

*T. B. Akimzhanov<sup>1</sup>, S. K. Zhumazhanov<sup>2</sup>, Zh. B. Issabekov<sup>3</sup>, E. K. Amir<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>R.S.E «Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology», Republic of Kazakhstan, Astana

<sup>2</sup>L. N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan, Astana

<sup>3</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

<sup>4</sup>Kazakh State University named after S. Seifullin, Republic of Kazakhstan, Astana

Accepted for publication on 28.11.23

## **ADDITIONAL LOSSES OF ELECTRIC ENERGY DURING ITS DISTRIBUTION IN THE ELECTRIC NETWORK**

*The operating conditions of power supply systems are changing rapidly. The reason is changes, both on the power supply side and on the load side. The stable operation of the power supply system is based on mathematical models and operating rules. Under changing conditions, there is a possibility of an inadequate description of the situation and, accordingly, erroneous operation of electrical equipment and the power supply system as a whole. To prevent this situation, it is necessary to check the parameters of the mode and the applied calculation methods for adequacy. The most important criterion for the operation of the power supply system is the level of electricity losses. Under changing conditions, the components of electricity losses change. In this case, the question arises of the need to study the parameters of the modes of power supply systems, identify the components of electricity losses, taking into account the asymmetry and non-sinusoidality to reduce losses in the transmission and distribution of electrical energy.*

*The article discusses such issues as electricity losses affect pricing. Knowledge of energy losses and their attribution to specific elements of the grid system is essential for taking measures aimed at minimizing electricity pricing and tariffs. The income of energy supply companies will depend on how objectively the calculation of regulatory losses will be made. If we do not count the energy supply companies suffer, and if we recalculate, the consumer suffers. Therefore, it is necessary to improve the methodology for calculating regulatory losses..*

*Keywords: power supply systems; power losses; electrical energy; system load; electrical networks.*

Теруге 28.11.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2023 ж. кол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4175

Сдано в набор 28.11.2023 г. Подписано в печать 29.12.2023 г.

Электронное издание

29.9 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4175

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.vestnik-energy.tou.edu.kz](http://www.vestnik-energy.tou.edu.kz)