

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 (2025)

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/GMYR4462>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

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/GGBN2071>

**Ж. Б. Исабеков¹, Б. Б. Исабекова², *А. Б. Жантлесова³,
Л. Н. Есмаханова⁴, Ә. Б. Сағындық⁵**

^{1,2,5}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

³Казахский государственный университет имени С. Сейфуллина,
Республика Казахстан, г. Астана;

⁴Таразский университет имени М. Х. Дулати,
Республика Казахстан, г. Тараз.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3980-1617>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5044-3211>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3730-0579>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5044-3211>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0376-2150>

*e-mail: acbzh@mail.ru

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ КАЗАХСТАНА: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

В современном мире проблема потерь электроэнергии приобретает всё большую значимость на фоне стремительного роста энергопотребления и внедрения современных технологий. Потери электроэнергии не только приводят к увеличению финансовых затрат, но и оказывают негативное влияние на устойчивость электросетей и экологическую обстановку. Наиболее остро эта проблема стоит в условиях перехода к цифровой экономике, где автоматизация технологических процессов и использование полупроводниковой электроники увеличивают нагрузку на энергосистему, создавая дополнительные потери из-за несинусоидальности напряжения. В данной статье рассматриваются основные виды потерь электроэнергии, причины их возникновения и последствия, а также приводится анализ современных методов их снижения. Особое внимание уделяется проблеме высших гармонических составляющих напряжения и их влиянию на электросети. Исследование направлено на поиск решений для оптимизации энергопотребления, что в дальнейшем способствует реализации государственной политики энергосбережения и повышения энергоэффективности. Сокращение

потерь электроэнергии способствует не только повышению стабильности и надёжности электросетей, но и играет важную роль в достижении целей устойчивого развития, а также позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду, замедлить рост тарифов на электроэнергию и снизить нагрузку на конечных потребителей.

Ключевые слова: потери электроэнергии, технические потери, коммерческие потери, энергоэффективность, тарифы на электроэнергию, качество электроэнергии.

Введение

В современном мире проблема, связанная с потерями электроэнергии, является актуальной и привлекает всё больше внимания в связи с быстрым развитием технологий и увеличением энергопотребления.

Исследование различных типов потерь электроэнергии, их причин и последствий помогает выявить способы их снижения, что способствует повышению стабильности и эффективности системы электроснабжения. Это имеет важное значение для достижения целей устойчивого развития и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Дальнейшее изучение темы анализа потерь электроэнергии позволит лучше понять её актуальность и многогранность, а также разработать более совершенные методы решения данной проблемы.

Материалы и методы

В таблице 1 представлены данные о потерях электроэнергии в пяти городах Республики Казахстан, находящихся в разных регионах по ежегодным отчетам региональных электросетевых компаний (РЭК) [1;2;3].

Таблица 1 – Технические потери (фактические потери) исходя из отчетов предоставленных РЭК данных регионов

Технические потери, %									
РЭК\ Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кызылорда	15,7	14,62	15,41	15,2	15	14,8	14,7	14,7	14,65
Актобе	15,30	14,68	14,93	12,78	12,66	-	-	-	-
Астана	-	12,29	12	11,4	10,6	9,88	10,78	9,86	9,90
Петропавловск	10,17	9,7	9,1	8,4	8,36	7,83	7,72	7,21	-
Алматы	-	-	-	14,78	13,01	12,53	12,60	11,92	-

На основе информации, представленной в таблице 1, можно отметить положительную динамику снижения потерь электроэнергии за последние 9 лет во всех указанных регионах. Например, в городе Кызылорда, расположенном на юге Казахстана, за период с 2014 по 2022 год технические

потери снизились с 15,7 + % до 14,65 %. Согласно [4;5], в период с 2014 по 2019 год удалось значительно сократить коммерческие потери – с 4,82 % до 0,15 %. Однако информация о коммерческих потерях представлена исключительно в отчетах [5;6], связанных с деятельностью Кызылординской распределительной электросетевой компании (КРЭК). Наилучший результат по сокращению электрических потерь показало Петропавловское РЭК, значение которого равно 7,21 %. Астана РЭК за период с 2015 по 2022 год технические потери снизились на 2,39 %. Добиться таких результатов удалось благодаря ряду мероприятий, включая реконструкцию воздушных линий, модернизацию приборов учета электроэнергии и др.

Результаты и обсуждения

Несинусоидальность напряжения приводит к дополнительным потерям электроэнергии, ухудшению качества электроэнергии и снижению эффективности работы энергосистемы.

Несинусоидальность напряжения возникает из-за: нелинейных и несимметричных нагрузок и работы силовой электроники, а также приводит к следующим видам потерь: потери в линиях электропередач и потери в трансформаторах. Наибольшую долю среди всех составляющих потерь имеют потери в линиях электропередачи (порядка 83 %), которые складываются из нагрузочных потерь и потерь на корону. Далее следуют потери в трансформаторах, автотрансформаторах и реакторах (порядка 15 %), которые складываются из нагрузочных потерь и потерь холостого хода. Наименьшую долю имеет расход электроэнергии на собственные нужды подстанций (порядка 2 %).

Для оценки влияния гармоник на потери электроэнергии используется коэффициент искажения синусоидальности (KU) напряжения (результаты расчета предоставлены в таблице 2), который определяется как:

$$KU = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1} \cdot 100\%,$$

где U_n – напряжение n – гармоники, U_1 – напряжение основной гармоники.

Для анализа потерь электроэнергии были проведены измерения на подстанции 220 кВ «Атбасар», которая является частью Акмолинской межсистемной электрической сети [7;8]. Данная подстанция была выбрана для детального изучения.

Таблица 2 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения KU (в процентах)

Измеряемая характеристика	Результат измерений	Нормативное значение
Фазное А	KU high	1,9
	KU max	2,3
Фазное В	KU high	2,2
	KU max	2,6
Фазное С	KU high	2,6
	KU max	3,2
Погрешность измерений	+/-5% (отн)	+/-10% (отн)

Для оценки влияния несимметрии на потери электроэнергии используется коэффициент несимметрии напряжений по обратной (K2U) последовательности (таблица 3) и нулевой (K0U) последовательности (таблица 4), которые определяются как:

$$K2U = \frac{U_{2\pi}}{U_{1\pi}} 100\%$$

$$K0U = \frac{U_{0\pi}}{U_{1\pi}} 100\%$$

где $U_{2\pi}$ – напряжение обратной последовательности, $U_{0\pi}$ – напряжение нулевой последовательности, $U_{1\pi}$ – напряжение прямой последовательности.

Таблица 3 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности K2U (в процентах)

Измеряемая характеристика	Результат измерений	Нормативное значение
K2U high	0,8	2,0
K2U max	1,3	4,0
Погрешность измерений	+/-0,2% (абс)	+/-0,3% (абс)

Таблица 4 – Результаты испытаний электрической энергии по коэффициенту несимметрии напряжений по нулевой последовательности K0U (в процентах)

Измеряемая характеристика	Результат измерений	Нормативное значение
K0U high	1,7	2,0
K0U max	1,9	4,0
Погрешность измерений	+/-0,2 % (абс)	+/-0,3 % (абс)

Представленные данные инструментального контроля были сняты при измерении основных технических параметров электроэнергии за

определенный период времени в соответствии с ГОСТ 13109 – 97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Результаты испытаний электрической энергии, представленные в таблицах 2-4, показали, что измеренные характеристики находятся в пределах нормы. Эти данные сняты на подстанции 220 кВ «Атбасар» в Акмолинской межсистемной электрической сети. Если, например, $K_2U = 2\%$, то потери в проводниках могут увеличиться на 5–10 %, а в трансформаторах – на 3–5 %.

Дополнительно на рисунках 1–3 показана динамика изменения параметров электрической энергии на подстанции 220 кВ «Атбасар».



Рисунок 1 – График изменения напряжения, кВ



Рисунок 2 – График токовых нагрузок, А

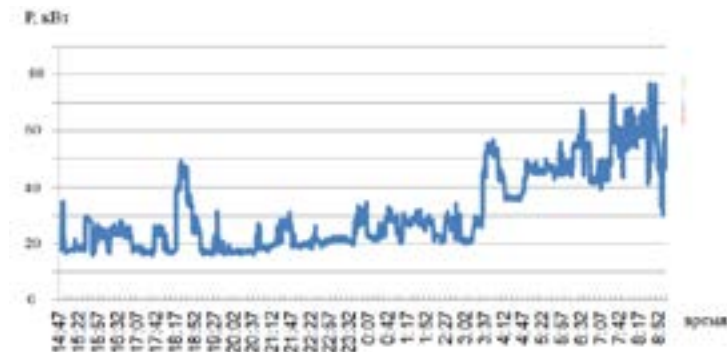


Рисунок 3 – График активной мощности, кВт

Несимметрия фаз и искажение формы напряжения минимальны, что подтверждает стабильность и надежность электроснабжения [9;10]. Измеренные параметры показывают сбалансированность фазных напряжений. Электроэнергия подается без значительных колебаний. Таким образом, результаты измерений, представленных на рисунках 1–3, подтверждают, что электрическая сеть работает в нормальном режиме, без серьёзных отклонений от нормативных показателей.

Для минимизации негативного воздействия нелинейных потребителей электроэнергии предпринимаются такие меры, как использование фильтрокомпенсирующих устройств. Эти устройства, при условии их правильной настройки, эффективно фильтруют высшие гармоники напряжения, снижая их негативное влияние на сеть. Однако следует отметить, что подобные решения наиболее эффективны для крупных промышленных объектов, где нагрузка более однородна и централизована.

Вышесказанное, становится очевидным, что анализ уровня потерь электроэнергии, вызванных протеканием высших гармонических составляющих напряжения, и их количественная оценка являются важными шагами для снижения потерь в электрических сетях. Это, в свою очередь, способствует реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергоэффективности. Кроме того, снижение сверхнормативных потерь электроэнергии позволит не только оптимизировать работу электросетей, но и замедлить рост тарифов на электроэнергию, что станет важным социально-экономическим преимуществом в современных условиях.

Мероприятия по снижению потерь можно разделить на три этапа. Первый этап заключается в подавлении источников гармонических искажений на стороне потребителей и генерирующего оборудования. Для этого необходимо

устанавливать специализированные фильтрующие устройства, такие как пассивные, активные или гибридные, которые компенсируют высшие гармоники, не позволяя им распространяться в сеть. Одновременно необходимо внедрять рациональные схемы электроснабжения, такие как использование трансформаторов со специальными схемами соединения обмоток для подавления гармоник, кратных трём, а также раздельное питание нелинейных и линейных нагрузок. Важным организационным условием является закрепление в договорах энергоснабжения индивидуальных нормативов по качеству электроэнергии для крупных потребителей, что стимулирует их к применению современного оборудования с низким уровнем генерации гармоник, например, частотных приводов с многоимпульсными схемами.

Второй вектор мероприятий сосредоточен на повышении устойчивости самой электрической сети к воздействию гармоник. Сетевые компании могут оптимизировать режимы работы, перераспределяя нагрузки между трансформаторами и линиями с учётом их различного сопротивления для токов разной частоты, что позволяет снизить общий уровень искажений. Не менее важна модернизация инфраструктуры: применение трансформаторов с сердечниками из аморфной стали, специально предназначенных для работы в условиях несинусоидальности, увеличение сечения кабелей на проблемных участках для снижения омических потерь и грамотный выбор параметров конденсаторных батарей, позволяющий избежать опасных резонансных явлений на частотах доминирующих гармоник.

Фундаментом для реализации всех технических мер должна стать развитая система мониторинга и экономического регулирования. Интеграция функций измерения показателей качества электроэнергии, включая коэффициент несинусоидальности, в современные интеллектуальные системы учёта (АСКУЭ) позволит в режиме реального времени идентифицировать основных «загрязнителей» сети и строить цифровые модели распространения гармоник. На основе этих данных становится возможным внедрение дифференцированной тарифной политики – предоставление скидок добросовестным потребителям и введение экономических санкций для нарушителей нормативов.

Выводы

Проведённый анализ показал, что потери электроэнергии представляют собой сложную проблему, обусловленную множеством факторов, включая несинусоидальность напряжения, состояние линий электропередачи и использование оборудования с нелинейными характеристиками. Основным шагом к снижению потерь является внедрение эффективных технологий, таких как фильтрокомпенсирующие устройства и системы автоматизированного

учёта электроэнергии (которые сейчас активно внедряются), а также пересмотр нормативных требований к качеству электроэнергии.

Сокращение потерь электроэнергии способствует не только повышению стабильности и надёжности электросетей, но и играет важную роль в достижении целей устойчивого развития, а также позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду, замедлить рост тарифов на электроэнергию и снизить нагрузку на конечных потребителей.

Дальнейшие исследования в этой области необходимы для разработки более точных методов оценки потерь, связанных с высшими гармоническими составляющими напряжения, и их эффективного устранения. Это станет важным шагом на пути к созданию энергоэффективной и экологически чистой энергетики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Отчет о деятельности АО «КРЭК» за 2017 г [Электронный ресурс]. – URL: – <https://www.krek.kz/news-doc/otchet3.pdf> (Дата обращения: 17.12.2024).

2 Ежегодный отчет о деятельности АО «КРЭК» по предоставлению услуг по передаче электрической энергии за 2018 год. [Электронный ресурс]. – URL: – https://www.krek.kz/news-doc/krek_otchet_2018.pdf (Дата обращения: 17.12.2024).

3 Отчет о деятельности АО «КРЭК» за 1-полугодие 2021 г [Электронный ресурс]. – URL: – https://www.krek.kz/news-doc/TS_IP_2021.pdf (Дата обращения: 17.12.2024).

4 Отчет о деятельности АО «КРЭК» за 1-полугодие 2022 г [Электронный ресурс]. – URL: – https://www.krek.kz/news-doc/TS_2022_1.pdf (Дата обращения: 17.12.2024).

5 Отчет о деятельности АО «Астана – Региональная Электросетевая Компания» за 2016г [Электронный ресурс]. – URL: – https://www.astrec.kz/uploads/files/otchet_o_deyatelnosti.pdf (Дата обращения: 17.12.2024).

6 Отчёт об исполнении тарифной сметы АО «Астана-РЭК» за 2019 год [Электронный ресурс]. – URL: – https://astrec.kz/uploads/files/Отчет_перед_потребителями_19г.pdf (Дата обращения: 17.12.2024).

7 Akimzhanov, T., Sarsikayev, Y., Zhantlessova, A., Mekhtiyev, A., Neshina, Y. Identifying The Influence Of The System And Mode Characteristics On The Power Loss Mode Based In 110 kV Power Grids // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – № 6(8–126). – P. 6–14.

8 Zhantlessova, A., Zhumazhanov, S., Akimzhanov, T., Mekhtiyev, A. D., Neshina, Y. G. Instrumental Research on the Voltage Harmonic Distortion

Coefficient in the Modern 110 kV Urban Electric Network // International Journal on Energy Conversion. – 2023. – № 11(2). – P. 56–63.

9 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/> (Accessed 24.03.2023).

10 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> (Accessed 24.03.2023).

REFERENCES

1 Otchet o dejatel'nosti AO «KRJeK» za 2017 g [Report on the activities of JSC «KRAK» for 2017] [Electronic resource]. – URL: – <https://www.krek.kz/news-doc/otchet3.pdf> (Accessed: 17.12.2024).

2 Ezhegodnyj otchet o dejatel'nosti AO «KRJeK» po predostavleniju uslug po peredache jelektricheskoy jenergii za 2018 god. [Annual report on the activities of JSC «KRAK» for the provision of electric power transmission services for 2018.] [Electronic resource]. – URL: – https://www.krek.kz/news-doc/krek_otchet_2018.pdf (Accessed: 17.12.2024).

3 Otchet o dejatel'nosti AO «KRJeK» za 1-polugodie 2021 g [Report on the activities of JSC «KRAK» for the 1st half of 2021] [Electronic resource]. – URL: – https://www.krek.kz/news-doc/TS_IP_2021.pdf (Accessed: 17.12.2024).

4 Otchet o dejatel'nosti AO «KRJeK» za 1-polugodie 2022 g. [Report on the activities of JSC «KRAK» for the 1st half of 2022] [Electronic resource]. – URL: – https://www.krek.kz/news-doc/TS_2022_1.pdf (Accessed: 17.12.2024).

5 Otchet o dejatel'nosti AO «Astana – Regional'naja Jeлектроsetevaja Kompanija» za 2016g. [Report on the activities of Astana Regional Electric Grid Company JSC for 2016]. [Electronic resource]. – URL: – https://www.astrec.kz/uploads/files/otchet_o_deyatelnosti.pdf (Accessed: 17.12.2024).

6 Otchjot ob ispolnenii tarifnoj smety AO «Astana-RJeK» za 2019 god. [Report on the execution of the tariff estimates of Astana-REC JSC for 2019] [Electronic resource]. – URL: – https://astrec.kz/uploads/files/Otchet_perepotrebiteljami_19g.pdf (Accessed: 17.12.2024).

7 Akimzhanov, T., Sarsikayev, Y., Zhantlessova, A., Mekhtiyev, A., Neshina, Y. Identifying The Influence Of The System And Mode Characteristics On The Power Loss Mode Based In 110 kV Power Grids // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – № 6(8–126). – P. 6–14.

8 Zhantlessova, A., Zhumazhanov, S., Akimzhanov, T., Mekhtiyev, A. D., Neshina, Y. G. Instrumental Research on the Voltage Harmonic Distortion

Coefficient in the Modern 110 kV Urban Electric Network // International Journal on Energy Conversion. – 2023. – № 11(2). – P. 56–63.

9 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/> (Accessed 24.03.2023).

10 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> (Accessed 24.03.2023).

Поступило в редакцию 27.07.25.

Поступило с исправлениями 03.11.25.

Принято в печать 05.12.25.

Ж. Б. Исабеков¹, Б. Б. Исабекова², *А. Б. Жантлесова³,

Л. Н. Есмаханова⁴, Ә. Б. Сағындық⁵

^{1,2,5}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

⁴М. Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

27.07.25 ж. баспаға түсті.

03.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

05.12.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЗАҚСТАН ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ЖОҒАЛУЫ: СЕБЕПТЕРІ, САЛДАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТӨМЕНДЕТУ ЖОЛДАРЫ

Заманауи әлемде энергия тұтынудың қарқынды өсуі және заманауи технологияларды енгізу аясында электр энергиясын азаю проблемасы барған сайын маңызды болып отыр. Электр энергиясының азаюы қаржылық шығындардың өсуіне әкеліп қана қоймай, электр желілерінің тұрақтылығына және экологиялық жағдайға кері әсерін тигізеді. Технологиялық процестерді автоматтандыру және жартылай өткізгішті электрониканы пайдалану электр жүйесіне жүктемені арттырып, синусоидалы емес кернеудің әсерінен қосымша шығындарды тудыратын цифрлық экономикаға көшу жағдайында бұл мәселе ең өткір болып табылады.

Бұл мақалада электр энергиясын асаудың негізгі түрлері, олардың себептері мен салдары қарастырылады, сонымен қатар оларды жоюдың заманауи әдістеріне талдау жасалады. Кернеудің жоғары гармоникалық құрамдас бөліктері және олардың электр желілеріне әсері мәселесіне ерекше назар аударылады. Зерттеу энергияны үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру жөніндегі мемлекеттік саясатты одан әрі іске асыруға ықпал ететін энергия тұтынуды оңтайландыру шешімдерін табуға бағытталған. Электр энергиясының жоғалуын азайту электр желілерінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыруға ғана емес, сонымен қатар тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізуде маңызды рөл атқарады, сонымен қатар қоршаған ортаға әсерді азайтуға, электр энергиясы тарифтерінің өсуін бәсеңдетуге және соңғы тұтынушыларға жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: электр энергиясының жоғалуы, техникалық шығындар, коммерциялық шығындар, энергия тиімділігі, электр энергиясының тарифтері, электр энергиясының сапасы.

Zh. B. Issabekov¹, B. B. Issabekov², *A. B. Zhantlessova³,

L. Yesmakhanova⁴, A. B. Sagyndyk⁵

^{1,2,5}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

³Kazakh State University named after S. Seifullin,

Republic of Kazakhstan, Astana;

⁴M. Kh. Dulaty Taraz University, Republic of Kazakhstan, Taraz.

Received 27.07.25.

Received in revised form 03.11.25.

Accepted for publication 05.12.25.

ANALYSIS OF ELECTRICITY COSTS IN ELECTRIC NETWORKS OF KAZAKHSTAN: CAUSES, CONSEQUENCES AND WAYS TO REDUCE THEM

In the modern world, the problem of electricity losses is becoming increasingly important against the rapid growth of energy consumption and the introduction of modern technologies. Electricity losses not only lead to increased financial costs, but also have a negative impact on the stability of power grids and the environmental situation. This problem is most acute in the context of the transition to a digital economy, where automation of technological processes and the use of semiconductor electronics increase the load on the power system, creating additional losses due to non-sinusoidal voltage. This article discusses the main types of electricity

losses, their causes and consequences, and provides an analysis of modern methods for reducing them. Special attention is paid to the problem of higher harmonic voltage components and their effect on power grids. The research is aimed at finding solutions to optimize energy consumption, which further contributes to the implementation of the state policy of energy conservation and energy efficiency improvement. Reducing electricity losses contributes not only to improving the stability and reliability of power grids, but also plays an important role in achieving sustainable development goals, as well as minimizing environmental impacts, slowing down the growth of electricity tariffs and reducing the burden on end users.

Keywords: electricity losses, technical losses, commercial losses, energy efficiency, electricity tariffs, electricity quality.

Теруге 17.12.2025 ж. жіберілді. Басуға 30.12.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb 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 № 4494

Сдано в набор 17.12.2025 г. Подписано в печать 30.12.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

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

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4494

«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

www.vestnik-energy.tou.edu.kz