

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 (2022)

ПАВЛОДАР

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/UJEG4973>

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

**Акишев К. М., Алтыбаев А. Н., Арынгазин К. Ш., Тулегулов А. Д., Аяп Р.**  
Павлодар облысының техногендік кен орындарын басқарудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеудің теориялық алғышарттары мен перспективалары ..... 12

**Алимгазин А. Ш., Бергузинов А. Н., Бахтиярова С. Е., Калтаев А. Г., Рахматуллаева С. С.**  
Қазақстан Республикасының әскери объектілерін энергиямен қамтамасыз ету жүйелері жұмысының энергия тиімділігін арттыру үшін жылу модулін енгізу ..... 24

**Ахмадия А. А., Мирманов А. Б., Набиев Н. К., Сериков Т. Г., Асаинов Г. Ж.**  
Табындық жылқы шаруашылығына арналған заманауи GPS–трекерлердің дербестілігі мен дәлдігін бағалау ..... 41

**Атякшева А. В., Рывкина Н. В., Матин И. Т., Атякшева А. Д.**  
Солтүстік Қазақстан жағдайларында көп қабатты қоршау конструкцияларында жылу беруге температуралық әсер қарқындылығының тәуелділігі туралы мәселеге ..... 55

**Глазырин С. А., Варламов Г. Б., Седнин А. В., Айдымбаева Ж. А.**  
Түтінің газдарын десульфаризациялау үшін ЖЭС қалдық суын пайдалану тиімділігін зерттеу ..... 64

**Жумалиева А. К., Бахтияр Б., Мерғалимова А. К., Жауыт А., Турсунбаева Г. У.**  
Станцияларда электрэнергиясын өндірудің технологиялық процестері ..... 78

**Исабеков Д. Д., Бекбауов А. Б., Талипов О. М., Бейсембаев М. К.**  
Электрқондырғылардың ток қорғау ..... 88

**Исабеков Ж. Б., Исабекова Б. Б., Жантілесова А. Б., Акаев А. М., Ордабаев М. Е.**  
Таратушы электр желілеріндегі электр энергиясының коммерциялық шығындары ..... 97

**Кайдар А. Б., Исенов С. С., Исакоев Р. М., Шапкенов Б. Қ., Шерязов С. Қ.**  
Жел электр станцияларының жіктелуі және талдау ..... 111

**Калманова Д. М.**  
«Kazeosat -2» прототипі бойынша электрмен қамтамасыз етудің жүйесін дамыту on the prototype «Kazeosat -2» ..... 130

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

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Акишев К. М., Алтыбаев А. Н., Арынгазин К. Ш., Тулегулов А. Д., Аяп Р.</b> Теоретические предпосылки и перспективы разработки автоматизированной системы управления техногенными месторождениями Павлодарской области .....	12
<b>Алимгазин А. Ш., Бергузинов А. Н., Бахтиярова С. Е., Калтаев А. Г., Рахматуллаева С. С.</b> Внедрение теплового модуля для повышения энергоэффективности работы систем энергообеспечения военных объектов Республики Казахстан .....	24
<b>Ахмадия А. А., Мирманов А. Б., Набиев Н. К., Сериков Т. Г., Асаинов Г. Ж.</b> Оценка автономности и точности современных GPS–трекеров для табунного коневодства .....	41
<b>Атякшева А. В., Рыбкина Н. В., Матин И. Т., Атякшева А. Д.</b> К вопросу о зависимости интенсивности температурного воздействия на теплопередачу в многослойных ограждающих конструкциях в условиях Северного Казахстана .....	55
<b>Глазырин С. А., Варламов Г. Б., Седнин А. В., Айдымбаева Ж. А.,</b> Исследование эффективности использования сточных вод тэс для десульфатизации дымовых газов.....	64
<b>Жумалиева А. К., Бахтияр Б., Мергалимова А. К., Жауыт А., Турсунбаева Г. У.</b> Технологические процессы производства электроэнергии на станциях .....	78
<b>Исабеков Д. Д., Бекбауов А. Б., Талипов О. М., Бейсембаев М. К.</b> Токовая защита электроустановок .....	88
<b>Исабеков Ж. Б., Исабекова Б. Б., Жантлесова А. Б., Акаев А. М., Ордабаев М. Е.</b> Технические потери в распределительных электрических сетях .....	97
<b>Кайдар А. Б., Исенов С. С., Исаков Р. М., Шапкенов Б. К., Шерьязов С. К.</b> Классификация и анализ ветроэнергетических установок.....	111
<b>Калманова Д. М.</b> Разработка системы энергоснабжения на прототипе «Kazeosat -2» .....	130

<b>Камарова С. Н., Онищенко О. Н., Жабалова Г. Г., Леликова О. Н., Абильдинова С. К.</b> Автоматическое регулирование разряджения Шаровой барабанной мельницы ТЭЦ-2 АО «Арселормиттал Темиртау» .....	139
<b>Керімхан Б. Т., Жумадиллаева А. К., Недзьведь А. М., Ильясова М. Т.</b> Карты движения и действия динамических объектов .....	152
<b>Клецель М. Я., Барукин А. С., Машрапов Б. Е.</b> Конструкции для крепления герконов вблизи шин переменного и постоянного тока.....	164
<b>Койшиев Т. К., Сыдыкова Г. К., Курманбаев Г. Б., Култан И. Б.</b> Создание и визуализация компьютерной архитектуры pv- солнечных технологий в программной системе shadow analyzer.....	176
<b>Колесников Е. Н., Новожилов А. Н., Рахимбердинова Д. М., Новожилов Т. А.</b> Моделирование ЭДС МТТ расположенного Между стержнями сердечника силового Трансформатора .....	187
<b>Калдарова М. Ж., Аканова А. С., Кашкимбаева Н. М.</b> Использование архитектуры U-net нейронной сети при сегментировании посевных площадей сельскохозяйственных угодий .....	198
<b>Мануковский А. В., Сагындык А. Б.</b> Выбор датчиков тока для мониторинга Работы солнечно-ветровых электростанций .....	212
<b>Мехтиев А. Д., Югай В. В., Алькина А. Д., Нешина Е. Г., Бражанова Д. К.</b> Совершенствование конструкции двигателя с внешним подводом теплоты .....	226
<b>Мусекенова Г. О., Мамонова И. В., Уразалимова Д. С., Попп Л. А., Золотарева С. В.</b> Внутренний контроль как ключевой элемент управления электроэнергетикой .....	239
<b>Мырзабай Б. Б., Дюсенов К. М., Садыкова С. Б., Гаряев А. Б.</b> Влияние кавитационного эффекта на физико-химические свойства воды .....	251
<b>Нахан С. Н., Расмухаметова А. С., Карманов А. Е., Абжекеева А. З.</b> Автоматизация управления положением солнечных панелей как путь повышения эффективности солнечных электростанций .....	263
<b>Никифоров А. С., Кинжибекова А. К., Нуркина Ш. М., Брусенко Ю. В.</b> Исследование теплотехнических характеристик биоугольного брикета из листьев и угля .....	274

*kV. The presented current protection allows the selection of settings, by remotely moving the inductance coil relative to the plane of the current-carrying bus using a micromotor; and the lack of use of metal-intensive and expensive current transformers with ferromagnetic cores reduces the material costs of building current protections for electrical installations of any type and voltage class.*

*Keywords: inductance coil, plate, busbar, micromotor, voltage amplifier*

МРНТИ 44.01.81

[doi.org/10.48081/WBBT1581](https://doi.org/10.48081/WBBT1581)

**\*Ж. Б. Исабеков<sup>1</sup>, Б. Б. Исабекова<sup>1</sup>, А. Б. Жантлесева<sup>2</sup>, А. М. Акаев<sup>3</sup>, М. Е. Ордабаев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

<sup>2</sup>Казахский государственный университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана

<sup>3</sup>Восточно-Казахстанский технический университет

имени Д. Серикбаева, Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск

## **ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

*Увеличение стоимости энергии и действия экологов по защите природных ресурсов вынуждают снабжающие предприятия и организации экономить потребление электрической энергии. Многие компании и организаций также вынуждены использовать мероприятия энергоэффективности по экономии потребления энергии в периоды пикового спроса. Таким образом, сейчас в целях экономии уделяется особое внимание энергоэффективного производства и на уменьшение потери энергии, возникающие в сетях электроснабжения.*

*В статье представлена модель для количественной оценки технических потерь в распределительной сети. Модель прогнозирует технические потери участка распределительной сети и используется для расчета оценочной стоимости электроэнергии, потребляемой участком распределительной сети. Метод, используемый для расчета технических потерь электрической распределительной сети, позволяет получить оценочные значения потерь энергии для каждого сегмента распределительной сети. Эта модель включает в себя факторы и параметры, которые способствуют потерям электроэнергии на участке распределительной сети. Используя факторы и параметры, модель позволяет количественно оценить технические потери в распределительной сети. Это применяется для расчета нетехнических потерь на участке распределительной сети, что позволяет распределительным компаниям оценивать*

*потери электроэнергии и выявлять проблемные зоны в своих распределительных сетях.*

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

### Введение

В настоящий момент основное внимание уделяется разработке предложений по снижению потребления электроэнергии в распределительных сетях с высоким спросом на электроэнергию и, следовательно, высоким потенциалом энергосбережения [1–3].

Материалы и методы

Модель, которая будет использоваться для разработки стратегии минимизации потерь электроэнергии в распределительной сети, состоит из пяти этапов, представленных на рисунке 1.



Рисунок 1 – Функциональная схема модели

Под функциональными составляющими понимается:

- 1 – метод расчета технических потерь участка распределительной сети.
- 2 – данные измерений, полученные от счетчиков, установленных на участке распределительной сети.
- 3 – определить общие потери и нетехнические потери сети.
- 4 – определите области с самыми высокими нетехническими потерями, также называемые проблемными областями.
- 5 – решение проблемных областей, указанные в 4.

Во–первых, неотъемлемой частью модели является расчет технических потерь в распределительной сети.

Это делается с использованием расчетов Microsoft Excel и любого языка программирования для расчета технических потерь каждого сегмента для всей распределительной сети. Во–вторых, технические потери в каждом сегменте сравниваются с измеренной исходящей электрической энергией сегмента распределительной сети. По этому соотношению технических потерь делаются выводы о правильности распределения электрической энергии в распределительной сети. Блок–схема разработки различных процессов, реализованных для разработки модели, показана на рисунке 2.

Модель использует электрические измеренные данные из различных сегментов распределительной сети в качестве входных данных для оценки потерь в электрической распределительной сети.



Рисунок 2 – Блок–схема расчета технических потерь, связанных с моделью определить потери электроэнергии

Процесс измерения охватывает вторичные токи и напряжения измерительных трансформаторов тока и напряжения, эти значения записываются и анализируются [4–5]. Результаты измерений обрабатываются в MS Excel. Можно использовать следующее измерительное оборудование: анализатор «FLUKE 437» (Рисунок 3, а,б). Все электрические данные, измеренные в различных сегментах распределительной сети за определенный период времени (т. е. ежедневно, еженедельно, ежемесячно, если ежедневно, то измерений 1440), экспортируются в текстовый файл с разделителями табуляцией. Это делается для стандартизации формата электрических

данных. Эти различные экспортированные текстовые файлы импортируются в электронную таблицу Microsoft Excel для расчета общей электроэнергии, используемой в различных сегментах распределительной сети, и потерь в сегментах распределительной сети.



а б

Рисунок 3 – Измерение с помощью анализатора «FLUKE 437»

Импортированные электрические данные должны быть указаны четырьмя параметрами, чтобы идентифицировать различные сегменты сети в распределительной сети. Параметрами являются имя счетчика, имя шины, с которой отправляется электроэнергия, имя шины, на которую отправляется электроэнергия, и тип сегмента сети, из которого отправляется электроэнергия. Нет необходимости определять параметр для типа сегмента сети, в который отправляется электроэнергия, поскольку в модели предполагается, что вся электроэнергия передается от одной энергетической шины к другой электрической энергетической шине. С этим предположением модель может определить, куда шина посылает электроэнергию.

Имена счетчиков электрической распределительной сети берутся за основу для импорта значений показаний счетчика в электронную таблицу. Эти зарегистрированные значения показаний счетчика могут быть в любом временном интервале, если различные зарегистрированные значения показаний счетчика относятся к одной и той же заданной продолжительности времени (например, месяцу). Модель будет использовать эти измерения электроэнергии и добавлять измеренные значения каждого счетчика за определенный интервал времени (месяц) для оценки сегментов

распределительной сети. Пример импортированных электрических данных показан в таблице 1.

Таблица 1 – Импорт данных об электроэнергии (25 ноября 2019г.)

Время	THD напряжения AB Max	THD напряжения BC Max	THD напряжения CA Max	THD тока A Max	T H D тока B Max	THD тока C Max
01:00	0,71	0,81	0,75	20,67	15,87	15,58
02:00	0,74	0,86	0,73	17,62	25,02	14,34
03:00	0,76	0,85	0,77	28,37	14,88	16,03
04:00	0,77	0,86	0,76	21,09	13,39	16,33
05:00	0,71	0,81	0,71	21,47	16,59	17,83
06:00	0,74	0,8	0,7	20,23	15,22	16,08
07:00	0,72	0,79	0,66	18,29	14,95	15,73
08:00	0,71	0,78	0,69	18,55	13,1	17,7
09:00	0,7	0,78	0,68	18,39	17,25	14,12
10:00	0,7	0,79	0,69	17,16	13,4	17,5
11:00	0,69	0,77	0,68	21,97	15,39	15,29
12:00	0,71	0,75	0,7	20,92	17,7	14,68

Total Harmonic Distorsions (THD) – величина для количественной оценки нелинейных искажений периодического сигнала и это суммарный коэффициент искажений по току или напряжению, которую можно найти по формулам:

$$THD_u = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1}, THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

Расчет технических потерь электрической распределительной сети подразделяется на восемь различных областей, в которых могут возникнуть проблемы, а именно:

- счетчики электроэнергии,
- подключения клиентов к сети,
- сети низкого напряжения,
- распределительные трансформаторы,
- сети среднего напряжения,
- распределительные подстанции,
- подсистемы передачи и
- другие технические потери.

Идентификация этих различных проблемных областей теоретически обсуждалась в литературном исследовании и показала, что практически невозможно определить все различные параметры распределительной сети. В этой модели использовался подход, отличный от теоретического расчета, чтобы иметь возможность использовать минимум параметров, но при этом иметь возможность идентифицировать проблемные области в электрической распределительной сети. В модели используется процентная оценка параметров потерь, определенных для различных сегментов распределительной сети. Этот подход, хотя и не такой точный, как теоретический расчет, дает представление о потерях электроэнергии в сегменте сети и используется для определения общих технических потерь в электрической распределительной сети [6–7].

Процентные расчеты в модели определяют минимальный и максимальный процентный параметр для различных сегментов сети в распределительной сети. Эти параметры используются для расчета потерь каждого сегмента распределительной электрической сети в процентах от подводимой электрической энергии к сегменту сети. В модели устранены небольшие погрешности измерения показаний счетчиков, так как рассчитывается характерное значение потерь электроэнергии на каждом участке. Это типичное значение потерь энергии представляет собой среднее значение минимальных и максимальных потерь электроэнергии в каждом сегменте электрической распределительной сети.

Существует восемь различных проблемных областей сети, в которых могут возникнуть потери электроэнергии в распределительной сети, и модель предполагает, что электрическая энергия течет от шины по кабелю к другой шине в распределительной сети. Шина — это точка в электрической распределительной сети, где одно или несколько электрических соединений соединены вместе. Эти предположения позволяют сделать вывод о том, что электрические потери в распределительной сети можно разделить на две основные группы. Это потери в кабелях и потери в шинах распределительной сети [8–9]. Потери в кабелях распределительной сети составляют:

- потери при передаче,
- потери в сети среднего напряжения,
- потери в сетях низкого напряжения,
- потери связи с клиентами,
- потери счетчика электроэнергии, и другие.

Потери, происходящие на шине распределительной сети:

- потери распределительной подстанции,
- потери распределительного трансформатора,
- связь с клиентом,

– потери других компонентов.

Обратите внимание, что потери при подключении клиентов и потери других компонентов могут произойти как в кабелях, так и в шине распределительной сети.

С четырьмя входными параметрами, полученными в результате импорта измерений измерителя в виде текстовых файлов. Был использован алгоритм для определения различных шин распределительной сети. Алгоритм используется как для шины, от которой течет электрическая энергия, так и для шины, к которой течет электрическая энергия. Псевдокод алгоритма задается как:

```

valueadd = false
i = 0
Busname(i) is the names of the bus defined
Busvalue(i) is the electrical energy value of the bus defined
For x = 0 To Number of meters
  testname = Get the test bus name
  testvalue = Get the value of the electrical energy
  For j = 0 To i
    If testname = BusNames(j) Then
      BusValue(j) = BusValue(j) + testvalue
      valueadd = True
    End If
  Next j
  If valueadd = False Then
    i = i + 1
    BusNames(i) = testvalue ;Add a new busname
    BusValue(i, 1) = test ;Add a new busvalue
  Else
    valueadd = False ;Reset the valueadd value
  End If
Next x

```

С помощью этого алгоритма определяются разные шины от сегмента сети и к сегменту сети, а также определяется различие каждого сегмента сети. Это используется для оценки технических потерь каждого сегмента сети и для расчета общих технических потерь распределительной сети.

Алгоритм определения потерь в распределительной электрической сети использует следующие шаги для определения потерь:

- расчет потерь различных сегментов сети в сети,
- расчет прочих потерь в сети,
- расчет счетчиков электроэнергии в распределительной сети,
- расчет потерь абонентского соединения на сегменте сети, и
- расчет потерь трансформатора/шины распределительной сети.

Принципиальная схема определения потерь показана на рисунке 4.

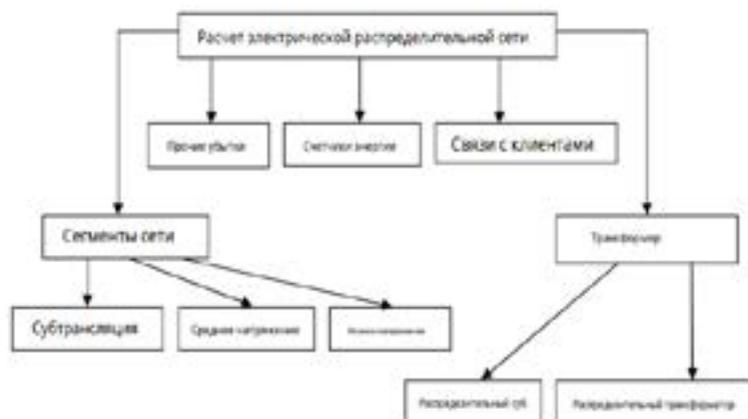


Рисунок 4 – Этапы определения потерь в сегментах сети при распределении электроэнергии

Как показано на рисунке 4, расчет различных сегментов сети делится на:

- потери при передаче,
- потери в сети среднего напряжения и
- потери в сетях низкого напряжения.

Эти различные потери в сети идентифицируются по входному параметру «тип сегмента сети от», а соответствующие потери в сегменте сети рассчитываются в процентах от входной электрической энергии для конкретного сегмента сети.

Прочие технические потери рассчитываются, если в типе сегмента сети указаны другие потери. Эта разница может быть связана либо с

конденсаторными батареями, установленными в сегменте сети, либо с регуляторами напряжения с системами обратной связи, реализованными в сети. Параметр «другие технические потери» позволяет пользователю определить любые незнакомые или неизвестные схемы проектирования сети.

Расчет потерь, происходящих в счетчиках электроэнергии, производится в предположении, что все потери энергии счетчиками электроэнергии составляют примерно один и тот же процент от электроэнергии, используемой сегментом сети. Это допущение можно использовать, поскольку потери счетчика электроэнергии в распределительной электрической сети малы по сравнению со всеми другими потерями, влияющими на распределительную электрическую сеть. Моделирование потерь счетчиков энергии определяет имя счетчика для каждого счетчика, измеряющего в распределительной сети, а расчет потерь счетчика энергии использует сумму конкретных определенных измерений счетчика из сети для расчета процентных потерь счетчика энергии для каждого счетчика

#### Расчет подключения клиентов

Есть три возможности определить, подключен ли сегмент сети к клиенту. Во-первых, если входной параметр для типа сегмента сети опущен, модель предполагает, что сегмент сети подключен к потребителю, и расчет потерь связан с процентом параметра «подключения потребителей» электроэнергии в сегменте. Во-вторых, если параметр, определяющий сегмент сети, опущен, модель предполагает, что сегмент сети подключен к потребителю, и рассчитывает потери в процентах от входной энергии сегмента сети. В-третьих, если шина, определенная моделью, опущена, модель предполагает подключение клиента, а потери в сегменте сети рассчитываются в процентах от входной энергии в шину.

#### Расчет потерь трансформатора/шины

Потери, возникающие на шине распределительной сети, могут быть следующими: [10]

- потери распределительного трансформатора,
- потери трансформатора распределительной подстанции, или
- потери связи с клиентами.

Различные потери на шине определяются с помощью «входного» параметра шины, на которую подается электрическая энергия. Если эти параметры электрической энергии для «шины к» и «шины от» различаются, происходит электрическое преобразование в электрическую энергию на сетевой шине. Однако, если «имя шины до» и «имя шины от» остаются прежними, преобразование на сетевой шине не происходит, и модель предполагает, что потери на шине распределительной сети такие же, как и предположение, используемое для потребителя. потеря связи в сети.

Есть две разные возможности, если параметры сети различаются. Во-первых, энергия может течь из систем передающей сети в сеть среднего напряжения распределительной сети, и эти потери представляют собой потери распределительной подстанции и рассчитываются как процент от потребляемой электроэнергии на шине. Второй вариант — это сеть среднего напряжения, которая распределяет энергию в сети низкого напряжения сети в распределительной сети. Эти потери при преобразовании сети известны как параметр «потери распределительного трансформатора» [10] и рассчитываются в процентах от входной энергии сети на шину.

Результаты и обсуждение. В настоящее время, где большое внимания уделяется энергоэффективности, становится необходимым не только распределять электрическую энергию, но и уделять внимание проверке методов управления электрической энергией. Эта проверка должна помочь уменьшить потери электроэнергии, и принципом, лежащим в основе снижения этих потерь.

#### Информацию о финансировании

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

#### Выводы

В статье построена модель для прогнозирования технических потерь электроэнергии в распределительной сети. Эта модель включает в себя факторы и параметры, которые способствуют потерям электроэнергии на участке распределительной сети. Используя факторы и параметры, модель позволяет количественно оценить технические потери в распределительной сети. Это используется для расчета технических потерь на участке распределительной сети, что позволяет распределительным компаниям оценивать потери электроэнергии и выявлять проблемные зоны в распределительных сетях.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Davidson, E and Odubiyi, A.** Technical loss computation and economic dispatch model for T&D systems in deregulated ESI, Power Engineering Journal. – 2002. – P. 55.
- 2 **Douglas, G, Montgomery, GC and Runger, NH.** Engineering Statistics, John Wiley and Sons, Arizona State University. – 2000. – P. 140–151.
- 3 **Semenov, A.S.** Lower the economic losses in electric networks // International Journal of Experimental Education. – 2013. – № 12. – С. 57–59. URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=4291> (дата обращения: 17.08.2022).

4 **Buzdugan, M., and H. Balan.** «About power quality monitoring in residential grids.» Renewable Energy and Power Quality Journal 1.15 – 2017. – P. 569–574.

5 **Hossain, E., Tür, M. R., Padmanaban, S., Ay, S., and Khan, I.** Analysis and mitigation of power quality issues in distributed generation systems using custom power devices. Ieee Access, – 2018. – No. 6, p. 16816–16833.

6 **Manikandan, M. S., Samantaray, S. R., and Kamwa, I.** Detection and classification of power quality disturbances using sparse signal decomposition on hybrid dictionaries. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, – 2014. – No. 64(1), P. 27–38.

7 **Suslov, K. V., Stepanov, V. S., Solonina, N.N.** Smart grid: Effect of high harmonics on electricity consumers in distribution networks. International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE), Brugge, Belgium, IEEE. – 2013. <http://toc.proceedings.com/19894webtoc.pdf>. (дата обращения: 17.08.2022).

8 **Akimzhanov, T.B., Kharlov, N.N., Borovikov, V.S.** Development of calculation methods for additional electrical power losses during transportation, The 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST), October 21–23, 2014, Cox's Bazar, Bangladesh. Publisher: IEEE. – 2014. – P. 351 – 354.

9 **De la Rosa, J. J. G., Agüera-Pérez, A., Palomares-Salas, J. C., Sierra-Fernández, J. M., and Moreno-Muñoz, A.** A novel virtual instrument for power quality surveillance based in higher-order statistics and case-based reasoning. Measurement, – 2012. – No. 45(7), P. 1824–1835.

10 **Tamvada, Karthik, Umashankar, S and Sanjeevikumar, P.** «Impact of power quality disturbances on grid-connected double fed induction generator.» Advances in Smart Grid and Renewable Energy. Springer, Singapore, – 2018. – P. 339–345.

#### REFERENCES

- 1 **Davidson, E and Odubiyi, A.** Technical loss computing and economic dispatch model for T&D systems in deregulated ESI, Power Engineering Journal. – 2002. – P. 55.
- 2 **Douglas, G, Montgomery, G. C and Runger, N. H.** Engineering Statistics, John Wiley and Sons, Arizona State University. – 2000. – P. 140–151.
- 3 **Semenov, A.S.** Lower the economic losses in electric networks // Mezhdunarodny`j zhurnal e`ksperimental`nogo obrazovaniya. – 2013. – No. 12. – P. 57–59. URL: <http://expeducation.ru/ru/article/view?id=4291> (accessed: 08/17/2022).

4 **Buzdugan, M. and H. Balan.** «About power quality monitoring in residential grids.» *Renewable Energy and Power Quality Journal* 1.15 – 2017. – P. 569–574.

5 **Hossain, E., Tür, M. R., Padmanaban, S., Ay, S., and Khan, I.** Analysis and mitigation of power quality issues in distributed generation systems using custom power devices. *Ieee Access*, – 2018. – No. 6, P. 16816–16833.

6 **Manikandan, M. S., Samantaray, S. R., and Kamwa, I.** Detection and classification of power quality disturbances using sparse signal decomposition on hybrid dictionaries. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, – 2014. – No. 64 (1), P. 27–38.

7 **Suslov, K. V., Stepanov, V. S., Solonina, N.N.** Smart grid: Effect of high harmonics on electricity consumers in distribution networks. *International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC EUROPE)*, Brugge, Belgium, IEEE. – 2013. <http://toc.proceedings.com/19894webtoc.pdf>. (accessed: 08/17/2022).

8 **Akimzhanov, T. B., Kharlov, N. N., Borovikov, V. S.** Development of calculation methods for additional electrical power losses during transportation, *The 9th International Forum on Strategic Technology (IFOST)*, October 21–23, 2014, Cox’s Bazar, Bangladesh. Publisher: IEEE. – 2014. – P. 351 – 354.

9 **De la Rosa, J. J. G., Agüera-Pérez, A., Palomares-Salas, J. C., Sierra-Fernández, J. M., and Moreno-Muñoz, A.** A novel virtual instrument for power quality surveillance based in higher-order statistics and case-based reasoning. *Measurement*, – 2012. – No. 45(7), p. 1824–1835.

10 **Tamvada, Karthik, Umashankar, S and Sanjeevikumar, P.** «Impact of power quality disturbances on grid-connected double fed induction generator. *Advances in Smart Grid and Renewable Energy*. Springer, Singapore, – 2018. – P. 339–345.

Материал поступил в редакцию 15.12.22.

\*Ж. Б. Исабеков<sup>1</sup>, Б. Б. Исабекова<sup>1</sup>, А. Б. Жантілесова<sup>2</sup>,  
А. М. Акаев<sup>3</sup>, М. Е. Ордабаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

<sup>2</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Астана қ.

<sup>3</sup>Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан Техникалық Университеті,  
Қазақстан Республикасы, Өскемен қ.

Материал баспаға 15.12.22 түсті.

## ТАРАТУШЫ ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ КОММЕРЦИЯЛЫҚ ШЫҒЫНДАРЫ

*Осы мақалада келтірілген тәсіл энергия желілеріндегі коммерциялық шығындардың қалай қалыптасатынын көрсетеді және шығындарды электр желісінің әртүрлі бөлімдерінің пайыздық үлесімен байланыстырады. Бұл тәсіл проблемаларды анықтай алады және егер ол электр тарату желісінде болса. Электр энергиясын таратумен айналысатын энергия компанияларының қызметтерін ұсынатын проблемалық аймақтарды анықтау арқылы электр энергиясының тарифіне бағаны төмендету арқылы электр энергиясын тұтынушылардың кірістерін үнемдеуге болады.*

*Электр энергиясын пайдаланудың тиімсіздігі негізінен электр тарату желісінің төмен вольтты учаскелеріндегі шығындармен байланысты және техникалық және коммерциялық шығындарға бөлінеді. Техникалық шығындар электр желісіндегі жалпы шығындарды есептеу және бағалау үшін пайдаланылуы мүмкін. Техникалық шығындарды есептеуді қолдана отырып, коммерциялық шығындарды анықтауға болады. Техникалық емес шығындарды тудыратын мәселелерді анықтау Электр тарату желісінде электр энергиясын пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.*

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

\*J. B. Issabekov<sup>1</sup>, B. B. Issabekova<sup>1</sup>, A. B. Zhantlessova<sup>2</sup>, A. M. Akaev<sup>3</sup>,  
M. E. Ordabayev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

<sup>2</sup>S. Seifullin Kazakh Agro Technical University,  
Republic of Kazakhstan, Astana

<sup>3</sup>D. Serikbayev East Kazakhstan technical university,  
Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk

Material received on 15.12.22

## COMMERCIAL LOSSES OF ELECTRIC ENERGY IN DISTRIBUTIVE ELECTRIC NETWORKS

*The approach presented in this article shows how commercial losses are formed in power grids and relates losses to the percentage of different sections of the electric grid. This approach can identify problems, and if it exists in the electrical distribution network. By identifying the problem areas of energy companies providing electricity distribution services, it*

*is possible to save the incomes of electricity consumers by reducing the pricing of electricity tariffs.*

*Inefficiency in the use of electrical energy is mainly associated with losses in low-voltage sections of the distribution network and is divided into technical and commercial losses. Technical losses can be calculated and used to estimate the total losses in the electrical network. Using the calculation of technical losses, it is possible to identify commercial losses. The identification of problems causing non-technical losses creates opportunities for improving the efficiency of electricity use in the electric distribution network.*

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

МРНТИ 44.39

[doi.org/10.48081/XJFT7363](https://doi.org/10.48081/XJFT7363)

**\*А. Б. Кайдар<sup>1</sup>, С. С. Исенов<sup>1</sup>, Р. М. Искаков<sup>1</sup>,  
Б. К. Шапкенов<sup>2</sup>, С. К. Шерьязов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан; г. Астана,

<sup>2</sup>Торайғыров университет, Республика Казахстан; г. Павлодар,

<sup>3</sup>Южно-Уральский государственный Аграрный университет, Российская Федерация, г. Челябинск

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

*В статье выполнен анализ ветроэнергетических установок. Рассмотрены ветроэнергетические установки с горизонтальной и вертикальной осью вращения, а также ветроустановки, использующие энергию рабочего органа, качающегося под воздействием ветрового потока.*

*В статье рассмотрены 10 типов ветрогенераторов, описаны конструкции, приведены технические характеристики, такие как коэффициент использования энергии ветра и быстроходность, проанализированы свойства ветрогенераторов, особенности, достоинства и недостатки. Приведены принципы работы, область применения. Отмечено, что ветрогенераторы с горизонтальным ротором обладают большей эффективностью по сравнению с ветрогенераторами с вертикальной осью вращения и качающимися ветрогенераторами ввиду более высоким коэффициентом использования энергии ветра и быстроходностью.*

*Приведена классификация ветрогенераторов по способу взаимодействия с ветровым потоком, которая отличается от других известных тем, что введен класс качающихся ветрогенераторов и подкласс генераторов с горизонтальной осью вращения с двумя встречно вращающимися колесами ветрогенератора, которые прикреплены к статору и ротору электрогенератора, обеспечивая суммирование угловых скоростей ротора и статора. Достоинством и новизной ветрогенератора со встречным вращением ветроколес является возможность удвоения скорости вращения ротора*