

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 69–80  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 69–80

### Научная статья

УДК 621.316.1

Код ВАК 4.3.2

EDN: ZPHZRH

## КОМБИНИРОВАННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Игорь Владимирович Наумов<sup>1</sup>, Сергей Валерьевич Подъячих<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежовского, поселок Молодежный, Россия

<sup>1</sup> [professornaumov@list.ru](mailto:professornaumov@list.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4767-0127>

<sup>2</sup> [psv78@yandex.ru](mailto:psv78@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7031-0704>

**Аннотация.** Цель – исследование качества электрической энергии и уровня её потерь в действующих распределительных электрических сетях низкого напряжения. На основе измерений в действующих электрических сетях (ЭС) исследованы режимы их работы при питании различных видов производственной и коммунально-бытовой нагрузки потребителей. Измерения произведены с помощью сертифицированных приборов. Установлен объективный характер нарушения требований к показателям, характеризующим качество электрической энергии (ПКЭ), проявляющийся в превышении установленных норм для несимметрично-несинусоидальных (несбалансированных) режимов. Показана взаимосвязь измененных ПКЭ с дополнительными потерями электрической энергии, не только вызывающими превышение нормируемого электропотребления, но и приводящими к возникновению чрезвычайных ситуаций. Предложена новая модель технического средства (ТС), обеспечивающая нормализацию ПКЭ и снижение соответствующих потерь электрической энергии. В качестве методологической базы исследований использованы методы теории электрических цепей, численного анализа, технологии программного обеспечения Excel, графического редактора *Matlab*, а также авторский метод расчета несбалансированных режимов. На основе разработанного программного обеспечения произведены расчет и анализ имитационной модели несимметрично-несинусоидального (НН) электропотребления с интеграцией в электрическую сеть предлагаемого комбинированного технического средства. В результате произведенных исследований определено наиболее целесообразное место установки ТС в электрической сети, в котором проявляется его наибольшая эффективность по минимизации последствий несбалансированных режимов. Кроме того, на основе разработанного метода и инструментария расчета доказана эффективность предлагаемой модели ТС в минимизации последствий несбалансированных режимов. При установке ТС отмечено снижение дополнительных потерь мощности, обусловленных несбалансированным электропотреблением, что составило 78 %, а снижение показателей, характеризующих качество электрической энергии, достигло 70 %.

**Ключевые слова:** несимметрия, несинусоидальность, несбалансированность, качество, потери, компенсирующее устройство, дополнительные симметричные составляющие, гармонические искажения.

**Для цитирования:** Наумов И.В., Подъячих С.В. Комбинированное техническое средство для повышения качества и снижения потерь электроэнергии в низковольтных электрических сетях // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 69–80. EDN: ZPHZRH.

### Scientific article

## COMBINED TECHNICAL EQUIPMENT FOR IMPROVING THE QUALITY AND REDUCING POWER LOSSES IN LOW-VOLTAGE ELECTRIC NETWORKS

Igor V. Naumov<sup>1</sup>, Sergey V. Podyachikh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup> Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny village, Russia

<sup>1</sup> [professornaumov@list.ru](mailto:professornaumov@list.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4767-0127>

<sup>2</sup> [psv78@yandex.ru](mailto:psv78@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7031-0704>

**Abstract.** The purpose is to study the electric power quality and the level of its losses in the operating low-voltage electric distribution networks. Based on the measurements in the operating electric networks (EN), the modes of their operation are studied when providing power supply of various types of industrial and residential loads for consumers. The measurements were made using certified instruments. The research has established an objective nature of violating the requirements for the indicators characterizing the quality of electric power (PQI), manifested in exceeding the established norms for asymmetrically non-sinusoidal (unbalanced) modes. The study shows the relationship of the modified PQI with additional losses of electric power, causing not only an excess of the normalized power consumption, but also leading to emergency situations. A new model of the technical equipment (TE) is proposed, which ensures normalization of the PQI and reduction of the corresponding losses of electrical power. The methods of the theory of electrical circuits, numerical analysis, *Excel* software technology, *Matlab* graph editor, as well as the