

УДК 622

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4 кВ

Е.А. Лобанова, студентка гр. ЭПм-241, 2 курс
Научный руководитель О.В. Попова, доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Потери напряжения в электрических сетях представляют собой одно из наиболее актуальных технических и экономических проблем современной энергетики. Согласно статистическим данным, общие потери электроэнергии в распределительных сетях России составляют 12-15% от объема передаваемой энергетики, при этом значительная часть этих потерь обусловлена именно падением напряжения в линиях электропередачи [1]. В условиях роста требований к качеству электроэнергии и повышения энергоэффективности промышленных предприятий проблема минимизации потерь напряжения приобретает особую значимость.

Потери напряжения негативно влияют не только на экономические показатели энергосистемы, но и на качество электроэнергии, поступающей к конечным потребителям. Снижение напряжения ниже допустимых пределов может привести к нарушению нормальной работы электрического оборудования, сокращению срока службы электродвигателей, уменьшению светового потока осветительных приборов и другим негативным последствиям [2].

Основные факторы, влияющие на потери напряжения – параметры линии (протяженность, сечение проводников, материал проводников), режимы сети (токовая нагрузка, коэффициент мощности, напряжение сети) и конструктивные особенности (расположение фаз относительно друг друга, наличие транспозиции фаз, температура окружающей среды).

Одним из основных решений для снижения потери напряжения в электрических сетях 0,4 кВ является оптимизация сечения проводников, а именно увеличение сечения питающих линий электропередачи (ЛЭП) и замена голых проводов марки А или АС на СИП. В качестве примера реализации данного метода, можно привести опыт компании ПАО «Россети Московские сети», которая в 2022 году заменила 1655 км линий 0,4-10 кВ на СИП [3]. Результат – снижение потерь напряжения на 35-40%, снижение технических потерь электроэнергии на 28%.

Применение конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности является одним из наиболее эффективных методов снижения потерь напряжения. Современные автоматические регуляторы коэффициента мощности (АРКМ) обеспечивают динамическую компенсацию реактивной

мощности с точностью $\pm 0,01$ по параметру $\cos\varphi$. Результаты, к которым можно прийти, используя данный метод можно:

1. Повысить средний коэффициент мощности с 0,78 до 0,96;
2. Снизить потери напряжения;
3. Сократить технические потери электроэнергии;
4. Высвободить пропускную способность трансформаторов.

Следующий по эффективности, но не по значимости метод – применение регуляторов напряжения. Регуляторы напряжения (РН) позволяют поддерживать стабильный уровень напряжения у потребителя независимо от колебаний входного напряжения и изменения нагрузки. ПАО «Россети Сибирь» установило регуляторы напряжения на проблемных участках сетей на расстоянии 2/3 длины линии от ТП [4]. Как результат – стабилизация напряжения у конечных потребителей, уменьшение потерь напряжения на 50-60%, сокращение отказов электрооборудования потребителей на 40%.

Несимметрия нагрузки приводит к появлению тока в нулевом проводе и дополнительным потерям напряжения. Коэффициент несимметрии по ГОСТ 32144-2013 не должен превышать 4% для трехфазных потребителей. Наиболее эффективным методом является применение микропроцессорных реле с функцией измерения токов по фазам и автоматических переключателей. Данный метод позволит снизить коэффициент несимметрии и потери напряжения, в среднем, на 15-20%.

Для применения любого из перечисленных методов требуется провести диагностику сети и выявить проблемные участки. Так, на основе анализа выявлена методика выбора оптимальной стратегии, представленная в таблице 1.

Таблица 1

Методика выбора оптимальной стратегии:

Условие	Рекомендуемый метод	Срок окупаемости
Потери напряжения 8-12%, $\cos\varphi < 0,8$	Компенсация реактивной мощности	2-4 года
Потери напряжения $> 12\%$, протяженность линий > 300 м	Замена проводника и использование регуляторов напряжения	4-6 лет
Несимметрия нагрузки $> 20\%$	Автоматическое симметрирование	3-5 лет
Высокая стоимость электроэнергии (> 7 руб./кВт·ч)	Комплексный подход	3-5 лет

Сокращение потерь напряжения в сетях 0,4 кВ требует системного подхода, основанного на логической цепочке, а именно: диагностике, выборе методов, оценки рисков, реализации, оценке эффективности. Опыт российских компаний демонстрирует высокую эффективность комплексного применения пассивных, активных и инновационных методов.

Список литературы:

1. Анализ производственных результатов – Операционные результаты – Стратегический отчет. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ar23.rosseti.ru/ru/strategic-report/operating-results/analysis-operating-results> (дата обращения 03.03.2026)
2. Межгосударственный совет по стандартизации, методологии и сертификации. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. / Н.В. Таланова и др., 2014. – 19 с.
3. Годовые отчеты ПАО Россети. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.rosseti.ru/shareholders-and-investors/disclosure-of-information/annual-reports/> (дата обращения 03.03.2026)
4. Программа инновационного развития ПАО «Россети Сибирь» на 2020-2024 гг. с перспективой до 2030 г. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://www.rosseti-sib.ru/upload/medialibrary/c28/Programma_innovacionnogo_razvivtiya.pdf (дата обращения 03.03.2026)

Информация об авторах:

Лобанова Елизавета Андреевна, студентка гр. ЭПм-241, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, lobanovaliza02@inbox.ru

Попова Ольга Владимировна, доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, porovaov@kuzstu.ru