

Научная статья  
УДК 621.311  
EDN ВЕРJZС

**Разработка мероприятий по повышению  
надежности сельских электрических сетей**

**Александра Максимовна Кочешкова<sup>1</sup>**, студент  
**Алексей Александрович Грибанов<sup>2</sup>**, кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова,  
Алтайский край, Барнаул, Россия  
<sup>1</sup> [aleksandra.k01@yandex.ru](mailto:aleksandra.k01@yandex.ru), <sup>2</sup> [diread@mail.ru](mailto:diread@mail.ru)

**Аннотация.** Авторами сделан вывод, что существующие схемы сельских распределительных сетей среднего и низкого класса напряжений не удовлетворяют нормативно-техническим требованиям, что негативно сказывается на качестве электрической энергии, надежности систем электроснабжения и приводит к увеличению потерь. Предложен метод присоединения к электрической сети потребителей, находящихся на значительном удалении от центров питания, при помощи установки индивидуальных столбовых трансформаторов с различным коэффициентом трансформации, в зависимости от заданных условий. Предполагается, что предложенный подход приведет к сокращению коммерческих и технических потерь на 40–45 % от фактического объема.

**Ключевые слова:** распределительные электрические сети, надежность электроснабжения, качество электрической энергии, потери, потребители

**Для цитирования:** Кочешкова А. М., Грибанов А. А. Разработка мероприятий по повышению надежности сельских электрических сетей // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 40–45.

Original article

**Development of measures to improve  
the reliability of rural electric networks**

**Alexandra M. Kocheshkova<sup>1</sup>**, Student  
**Alexey A. Griбанov<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Altai State Technical University named after I. I. Polzunov  
Altai krai, Barnaul, Russia  
<sup>1</sup> [aleksandra.k01@yandex.ru](mailto:aleksandra.k01@yandex.ru), <sup>2</sup> [diread@mail.ru](mailto:diread@mail.ru)

**Abstract.** The authors concluded that the existing schemes of rural distribution networks of medium and low voltage classes do not meet regulatory and technical requirements, which negatively affects the quality of electrical energy, reliability of power supply systems and leads to increased losses. A method is proposed for connecting consumers located at a considerable distance from power centers to the electrical network by installing individual pole transformers with different transformation coefficients, depending on the specified conditions. It is assumed that the proposed approach will lead to a reduction in commercial and technical losses by 40–45% of the actual volume.

**Keywords:** distribution electric networks, reliability of power supply, quality of electric energy, losses, consumers

**For citation:** Kocheshkova A. M., Gribanov A. A. Development of measures to improve the reliability of rural electric networks. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 40–45), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

С внедрением новых технологий и средств автоматизации в сельские распределительные сети наблюдается рост доли и мощности коммунально-бытовых нагрузок. Данные нагрузки в общем случае являются смешанными, включая однофазные и трехфазные электроприемники. Ключевой особенностью электроснабжения сельскохозяйственных потребителей является необходимость охвата больших территорий с низкой плотностью нагрузок. Система централизованного электроснабжения удаленных потребителей включает два типа сетей: питающие и распределительные.

Исходя из этого, схемы электроснабжения сельских электрических сетей и их структура обладают некоторыми особенностями, которые негативно сказываются на надежности, ухудшая качество электрической энергии и увеличивая потери.

На данный момент техническое состояние большинства сельских электрических сетей считается неудовлетворительным (табл. 1). Перебои в электроснабжении сельских потребителей, связанные с отключением ЛЭП напряжением 0,4–10 кВ, составляют около 40–90 % всех аварийных отключений [1]. Последствия таких отключений могут негативно сказаться на электросетевых

организациях из-за потерь и недоотпуска электрической энергии, а также потребителях, для которых аварийные отключения становятся причиной поломки электроприемников.

Таблица 1 – Эксплуатационное состояние сельских электрических сетей

В процентах

Вид сети	Состояние электрической сети		
	удовлетворительно	неудовлетворительно	непригодно для эксплуатации
ТП 6-35/0,4 кВ	86,5	9,8	2,8
ВЛ 6-10 кВ	84,7	10,5	4,6
ВЛ 0,4 кВ	80,9	13,1	5,7

Потери электроэнергии делятся на технические и коммерческие. *Технические потери* тесно связаны с качеством электроэнергии, поэтому необходимо разработать методы их оценки в зависимости от отклонений по качественным показателям, а также провести анализ влияния таких потерь на оборудование для учета электроэнергии. Так, потери в сельских электрических сетях среднего и низкого классов напряжений равны 13 %, что практически в два раза превышает потери в промышленных и городских сетях аналогичного класса напряжения (табл. 2).

Таблица 2 – Структура потерь электроэнергии в сельских электрических сетях

В процентах

Элемент электрической сети	Доля потерь от общего объема электроэнергии
ВЛ 35-110 кВ	10
ПС 35-110 кВ	5
ЛЭП 6-10 кВ	26
ТП 10/0,4 кВ	27
ЛЭП 0,38 кВ	32
Всего	100

Основными факторами, влияющими на объем *коммерческих потерь*, являются погрешности в системе учета электроэнергии, различные виды недоплат, хищения и несвоевременное снятие показаний с приборов учета. Коммерческие потери невозможно измерить с помощью приборов. Однако их

объем можно определить, повысив точность учета потребленной и переданной в сеть электроэнергии, а также правильно рассчитав все технические потери. Замена однофазных счетчиков с классом точности 2,5 на устройства с классом точности 2,0 может заметно увеличить объем финансовых средств, полученных за переданную электроснабжающими организациями потребителям электроэнергию, в связи с увеличением достоверности расчетов и снижением порога чувствительности приборов учета электроэнергии.

Перерывы в электроснабжении и отклонения показателей качества электроэнергии от нормируемых значений приводят к экономическим потерям. Отсюда, при выборе схем электроснабжения стоит учитывать общий ущерб, связанный с низкой надежностью работы электропитающих установок. Однако для отдельно взятых потребителей удельный ущерб будет иметь существенное различие, что связано с конкретным типом производства продукции и другими технологическими факторами. Необходимость учета такого объема информации вызывает определенные трудности.

В современных условиях, когда качество электроэнергии потребителей распределительных сетей является неудовлетворительным, в рамках требований нормативной документации возможным является применение **следующих технических мероприятий:**

- 1) перераспределение нагрузки однофазных потребителей;*
- 2) увеличение сечения провода ЛЭП;*
- 3) увеличение мощности уже существующих ТП;*
- 4) перевод электрической сети напряжением 0,4 кВ на 0,95 кВ.*

Исходя из этого, с целью повышения надежности сельских распределительных электрических сетей низкого класса напряжения и поддержания показателей качества электроэнергии в нормируемых пределах, *предлагается, в зависимости от конкретно заданных условий, установка столбовых ТП, ин-*

индивидуальных однофазных или трехфазных ТП, а также перевод линий электропередач на напряжение 0,95 кВ (рис. 1). Выбор того или иного варианта производится исходя из технико-экономического обоснования. Также должны учитываться требования по электробезопасности, перспективы роста нагрузки и присоединения новых потребителей к сети электроснабжения [2].

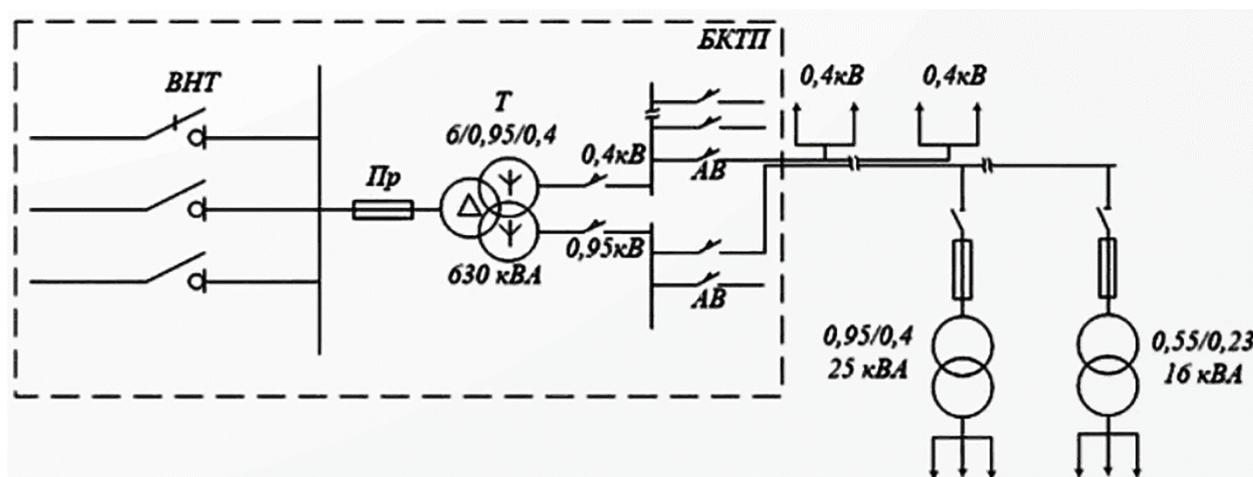


Рисунок 1 – Принципиальная схема электрической сети напряжением 0,95 кВ

Реконструкция сети с повышением уровня напряжения и применением индивидуальных ТП является целесообразным решением в случае удаленного расположения мелких одиночных нагрузок потребителей. Преимущество такого подхода заключается в том, что при реконструкции в основном используются уже существующие элементы электрической сети и групповые ТП с различным коэффициентом трансформации, а также индивидуальные трансформаторы малой мощности, которые должны устанавливаться в непосредственной близости к потребителю, то есть на ближайшей опоре ВЛ. Такое техническое решение будет считаться актуальным в условиях, когда отсутствует техническая возможность и экономическая обоснованность в решении вышеописанных проблем с использованием традиционных методов [3].

Для реализации проекта по реконструкции сети электроснабжения на

напряжении 0,95 кВ применяется электрооборудование, которое преимущественно выпускается серийно в России.

**Заключение.** *Предложенные мероприятия по реконструкции сельских распределительных сетей напряжением 0,4 кВ на основе усовершенствования схем электроснабжения, их комбинирования с сетью 0,95 кВ и применения инновационных технологий позволят решить существующие проблемы электроснабжения сельских потребителей.*

#### **Список источников**

1. Файбисович Д. Л., Шапиро И. М. Справочник по проектированию электрических сетей. М. : ЭНАС, 2017. 376 с.
2. Стандарт ПАО «Россети». Распределительные электрические сети напряжением 0,4–110 кВ. Требования к технологическому проектированию // ПАО «Россети». URL: <https://www.rosseti.ru/upload/iblock/c59/3yblo2sg3d5w1jd1qzun11h05ypjx66f/СТО%2034.01-21.1-001-2017v2022.pdf> (дата обращения: 02.11.2024).
3. Князев В. Энергоэффективная технология передачи электроэнергии на напряжении 0,95 кВ // Электроэнергия. Передача и распределение. 2016. № 5 (38). С. 42–45.

#### **References**

1. Faybisovich D. L., Shapiro I. M. *Handbook of electrical network installation*, Moscow, ENAS, 2017, 376 p. (in Russ.).
2. The standard of PJSC ROSSETI. Distribution electric networks with a voltage of 0.4–110 kV. Requirements for technological design. *Rosseti.ru* Retrieved from <https://www.rosseti.ru/upload/iblock/c59/3yblo2sg3d5w1jd1qzun11h05ypjx66f/СТО%2034.01-21.1-001-2017v2022.pdf> (Accessed 02 November 2024) (in Russ.).
3. Knyazev V. Energy-efficient technology of electric power transmission at a voltage of 0.95 kV. *Ehлектроenergiya. Peredacha i raspredelenie*, 2016;5(38):42–45.(in Russ.).

© Кочешкова А. М., Грибанов А. А., 2025

Статья поступила в редакцию 26.11.2024; одобрена после рецензирования 16.12.2024; принята к публикации 30.01.2025.

The article was submitted 26.11.2024; approved after reviewing 16.12.2024; accepted for publication 30.01.2025.