

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 0,4 КВ

**Андреева Алина Андреевна**

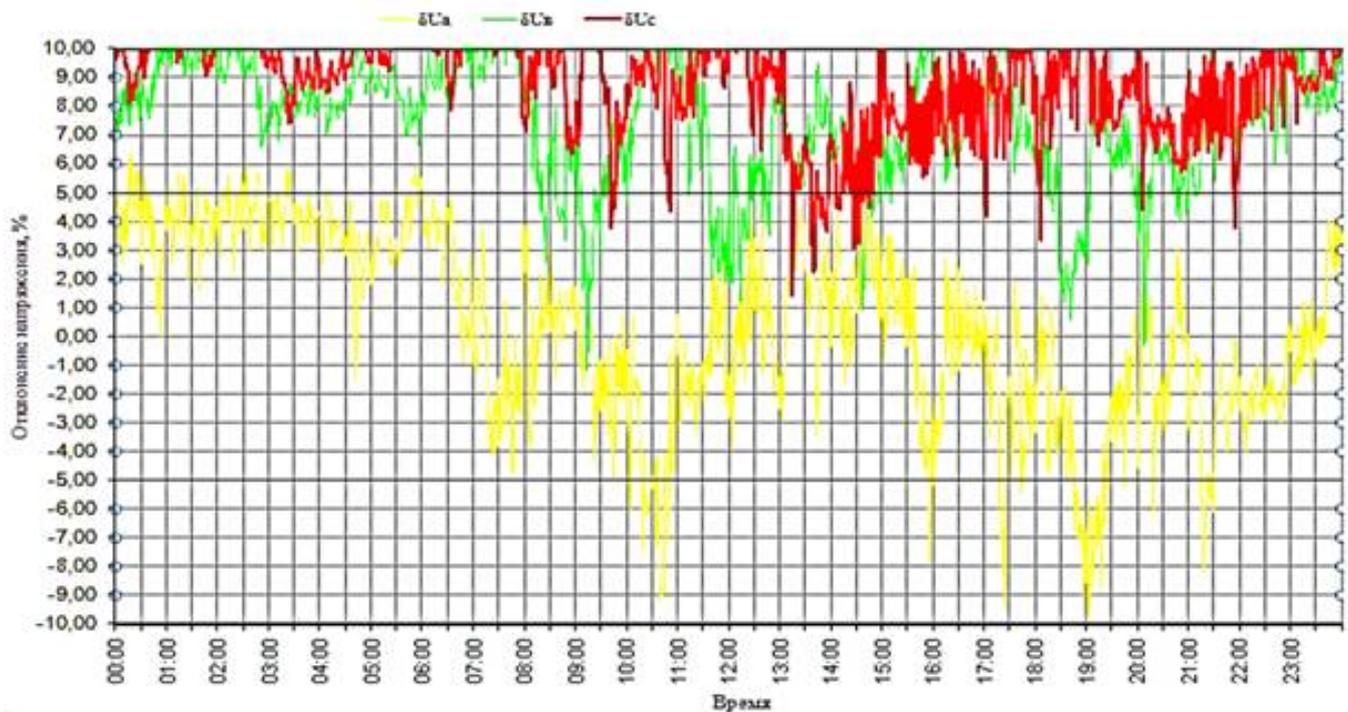
магистрант, Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, РФ, г. Орел

**Аннотация.** В данной статье выполнен анализ влияния несимметрии на потери электрической энергии и работу электрооборудования, а также предложены мероприятия по снижению уровня несимметрии напряжений и токов.

**Ключевые слова:** несимметрия напряжений и токов; коэффициенты несимметрии по нулевой и обратной последовательностям.

В последнее время изменились объемы потребления электрической энергии. Это связано с появлением новых современных электротехнических устройств и систем, оснащенных элементами силовой электроники. Электроприемники потребителя в большинстве своем оказываются высокочувствительными к параметрам качества электрической энергии (ПКЭ) и при этом одновременно могут являться причиной снижения их уровня в электрических сетях. Поставщик электрической энергии (ЭЭ) несет ответственность и гарантирует уровень ПКЭ в соответствии требованиям ГОСТа. Однако качественные показатели ЭЭ в значительной степени снижаются этапах передач, распределения и потребления энергии.

Для анализа ПКЭ рассмотрим распределительные сети Орловского РЭС. Для проведения контроля ПКЭ производились измерения в течение суток в распределительном устройстве низкого напряжения трансформаторной подстанции ТМ-630/10/0,4. Для измерений был использован регистратор Ресурс-UF2М-3Т52. Результаты измерений регистратора получены в виде таблиц и графиков анализ которых позволил зафиксировать недопустимые отклонения напряжения в двух фазах В и С (см. рисунок 1).



*Рисунок 1. Суточный график отклонений междуфазных напряжений*

Несимметрия характеризуется коэффициентами несимметрии напряжения по нулевой  $K_{0U}$  и обратной  $K_{2U}$  последовательностям. Для электрических сетей общего назначения: значения коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательностям нормально допустимое 2 % и предельно допустимое 4 % [1, 2].

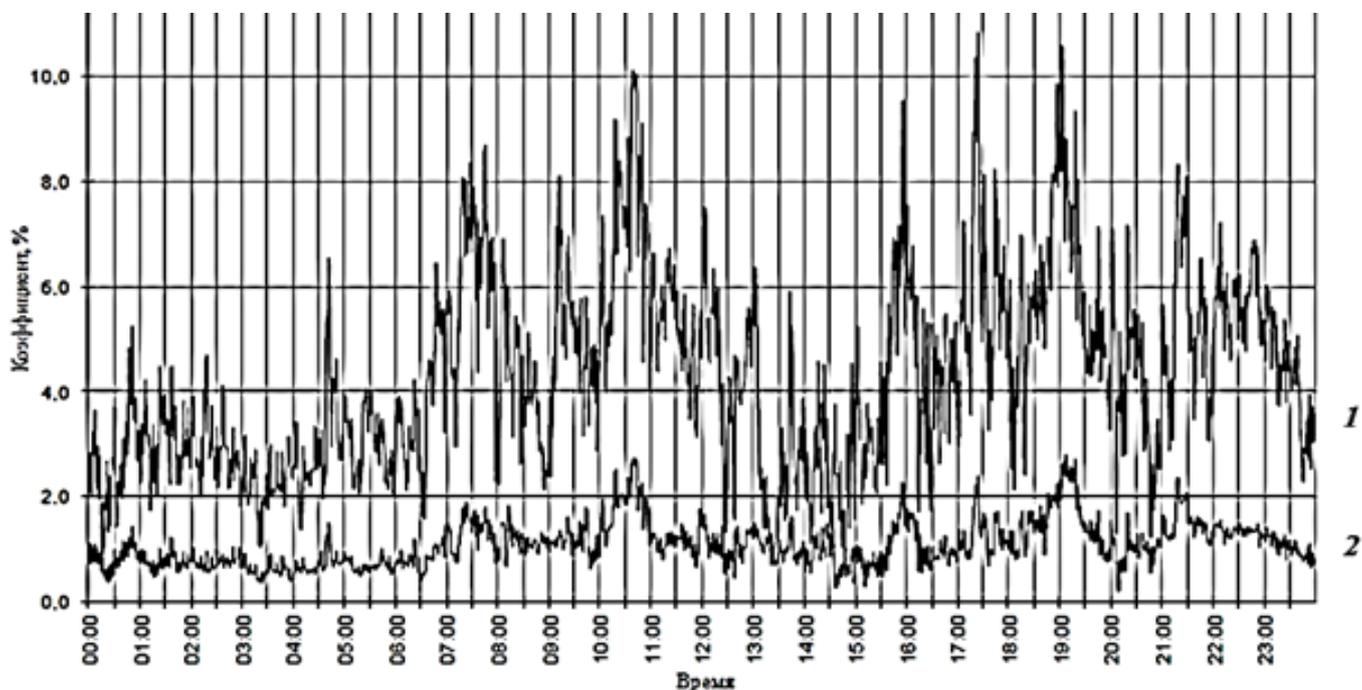
«Коэффициенты несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности в процентах определяются из выражения:

$$K_{2(0)U} = \frac{U_{0(2)U}}{U_{1(1)}} \cdot 100\%$$

где  $U_{0(2)U}$  - значения напряжений нулевой (обратной) последовательности;

$U_{1(1)}$  - значение напряжения прямой последовательности» [2, 3].

На рисунке 2 приведены графики отклонений коэффициентов несимметрии по нулевой (кривая 1) и обратной (кривая 2) последовательностям.



**Рисунок 2. График суточных значений коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой (кривая 1) и обратной (кривая 2) последовательностям**

Из представленных графиков видно, что коэффициент напряжения нулевой последовательности превышает нормируемые ГОСТ 32144–2013 значения, так как в отдельные моменты значительно превышает допустимые 4 %. Максимальное значение  $K_{0U}$  достигало 10,83. Коэффициент напряжения обратной последовательности лишь в течении 4 минут за сутки превысил допустимое значение в 2 %. Максимальное значение  $K_{2U}$  составило 2,41. Можно говорить, что значения коэффициентов несимметрии напряжения по нулевой последовательности превышают более чем в 2,5 раза нормируемые значения.

Результаты выполненного анализа показывают, что обеспечение качества ЭЭ в распределительных сетях низкого напряжения остается достаточно актуальной задачей. Наблюдаются значительные искажения синусоидальности напряжений и в некоторых случаях несимметрия напряжений в несколько раз превышает нормируемые значения. В сетях общего назначения неравномерное распределение однофазных нагрузок потребителей вызывает появление напряжения нулевой последовательности и существенное увеличение тока в нейтральном проводе низковольтной сети. В результате снижается надежность и увеличиваются потери в несимметричных трехфазных сетях и элементах распределения ЭЭ, а также снижается срок службы электрооборудования. В элементах электрических сетей, трансформаторах и электрических двигателях увеличиваются электрические потери и потребляемая мощность [3, 4, 5]. А применение конденсаторных батарей в несимметричной сети может повлечь за собой дополнительное увеличение неравномерности нагрузки фаз.

Наиболее простым решением вопроса симметрирования в сетях 0,4 кВ является перераспределение нагрузок по фазам. Однако, это не всегда представляется возможным. В этом случае для устранения существующего дисбаланса токов и напряжений необходимо использовать балансирующие устройства: специальные филтросимметрирующие и шунтосимметрирующие устройства [6, 7]. Применение устройств симметрирования на базе управляемых силовых MOSFET и IGBT транзисторов обеспечит контроль и управление не только параметрами симметрии токов и напряжений, но и параметрами отклонения напряжения и несинусоидальности [8]. Это позволит привести показатели симметрии напряжений и токов в ТОП в соответствие с нормируемыми значениями, не выполняя дорогостоящих работ, связанных с реконструкцией распределительной сети 0,4 кВ. Также это позволит снизить уровень потерь в распределительных сетях за счет уменьшения токов нулевой и обратной последовательностей.

## Список литературы:

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. 2014.07.01. - М. : Стандартинформ, 2013. - 10 с.
2. Дед Александр Евгеньевич. Учет несимметричного характера нагрузки при расчетах потерь мощности в распределительных сетях 0,38 кВ.: дис. Кандидат наук: 05.14.02 - Электростанции и электроэнергетические системы. ФГБОУ ВО «Омский государственный университет». 2018. 247 с.
3. Дулепов Дмитрий Евгеньевич, Тюндина Татьяна Евгеньевна Расчет несимметрии напряжений СЭС // Вестник НГИЭИ. 2015. №4 (47).
4. Шидловский А.Н. Повышение качества энергии в электрических сетях. / А.Н. Шидловский, В.Г. Кузнецов - К.: Наукова думка, 1985. - 268 с.
5. Романова В.В., Хромов С.В., Батухтин А.Г., Суслов К.В. Анализ степени влияния несимметрии питающего напряжения на эксплуатационную надёжность низковольтных асинхронных электродвигателей // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022. Т.24. No 4. С. 131-141.
6. Шидловский, А.К. Оптимизация несимметричных режимов систем электроснабжения. / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов, В.Г. Николаенко. - Киев.: Наук.думка, 1987. - 176 с.
7. Наумов И.В., Ямщикова И.В. Повышение эффективности режимов работы сетей низкого напряжения России и Германии при несимметричном электропотреблении // Вестник КрасГАУ. 2015. №10.
8. Савина Н.В., Лисогурский И.А., Лисогурская Л.Н. Выбор схемных и технических решений для улучшения качества электроэнергии в адаптивных сетях с тягой переменного тока. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022;24(3):42-54.