

УДК 631:621.3.016.313

DOI: [https://doi.org/10.52754/16948645\\_2024\\_2\(5\)\\_26](https://doi.org/10.52754/16948645_2024_2(5)_26)

## ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ НЕСИММЕТРИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

*Абдиева Зарина Эдилбековна, старший преподаватель  
zarinka8080@mail.ru*

*Международный университет инновационных технологий  
Осмонов Ысман Джусупбекович, доктор т.н, профессор  
osmonov.yzman@mail.ru*

*Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина  
Касмамбетов Хусейн Талантбекович, кандидат т.н, доцент  
kusein@mail.ru*

*Кыргызский государственный технический университет имени Исхака Раззакова  
Садыков Максат Амангельдиевич, кандидат ф.-м.н., доцент  
sadmaks@mail.ru*

*Международный университет инновационных технологий  
Бишкек, Кыргызстан*

**Аннотация.** В статье проведены исследования уровней несимметрии на предприятии, проанализирована динамика показателя качества электрической энергии для различных периодов времени. Проведено исследование несимметрии с помощью современных многофункциональных средств измерений в течение нескольких суток. Выявлено несоответствие качества электрической энергии, получаемой потребителем, нормативным требованиям ГОСТ32144-2013, указаны наиболее вероятные виновники ухудшения качества. Проведены расчеты для установления средних величин несимметрии вида и параметров их вероятностного распределения.

**Ключевые слова:** качество электроэнергии, основные показатели электроэнергии, несимметрия, сельское хозяйство, электрификации сельского хозяйства.

## INVESTIGATION OF THE LEVEL OF ASYMMETRY AT THE ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

*Abdieva Zarina Edilbekovna, senior lecturer  
zarinka8080@mail.ru*

*International University of Innovative Technologies  
Osmonov Isman Dzhusupbekovich, Doctor of Tech. Sc., Professor  
osmonov.yzman@mail.ru*

*Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Scriabin  
Kasmambetov Husein Talantbekovich, Candidate of Tech. Sc., Docent  
kusein@mail.ru*

*Kyrgyz State Technical University named after Iskhak Razzakov  
Sadykov Maksat Amangeldievich, Candidate of Ph. Math. Sc., Docent  
sadmaks@mail.ru*

*International University of Innovative Technologies  
Bishkek, Kyrgyzstan*

**Annotation.** *The article studies the levels of asymmetry at the enterprise and analyzes the dynamics of the quality indicator of electrical energy for different periods of time. A study of asymmetry was carried out using modern multifunctional measuring instruments over several days. A discrepancy between the quality of electrical energy received by the consumer and the regulatory requirements of GOST 32144-2013 was revealed, and the most likely culprits for the deterioration in quality were identified. Calculations were carried out to establish the average values of the type of asymmetry and the parameters of their probability distribution.*

**Keywords:** *the quality of electricity, the main indicators of electricity, asymmetry, agriculture, electrification of agriculture.*

В настоящее время сельское хозяйство Кыргызстана находится в экономически нестабильном состоянии, которое характеризуется износом основных средств производства. Одним из основных направлений поддержания состояния сельского хозяйства на стабильном уровне является электрификация производственных процессов.

Большинство стационарных процессов сельскохозяйственного производства выполняется с использованием электрической энергии, которая может передаваться на большие расстояния и легко преобразовываться в энергию других видов. В сельском хозяйстве наибольшее распространение получили электропривод машин и механизмов, электрическое освещение помещений, облучение животных и птицы, дополнительное освещение при выращивании овощей в закрытом грунте, электрические и электротехнологические установки.

Значительная часть распределительных линий электропередачи были построены до начала 70-х годов. При этом не всегда учитывали требования надежности электроснабжения. Все еще велики потери электроэнергии при ее передаче. Недостаточное внимание уделяется автоматизации управления энергетическими установками, медленно внедряются электронные устройства и компьютерная техника.

Большое значение имеет комплексная автоматизация электрических сетей: защита от повреждений и нарушений нормальных режимов работы, повторное автоматическое включение линий, автоматический ввод резервного питания, выделение поврежденных участков, телесигнализация и телеуправление.

В сельском хозяйстве возникла необходимость применения современных систем автоматического управления технологическими процессами, которые при помощи электронных вычислительных машин не только автоматически управляли бы технологическими циклами на производственных объектах, но и выбирали оптимальный вариант производства, обеспечивающий минимальные трудовые затраты, наименьшую себестоимость продукции и наилучшее её качество.

В электрификации сельского хозяйства происходят качественные изменения электроэнергетической базы. Так, все объекты, относящиеся к первой и второй категории по обеспечению электрической энергией, имеют сложные сети внутреннего и внешнего электроснабжения от нескольких трансформаторных подстанций, присоединенных к различным районным электросетям. В основном все сельскохозяйственные потребители получают питание от линий напряжением 10 кВ или 35 кВ, реже 110 кВ.

Изменившиеся экономические условия, развитие научно-технологического прогресса, уменьшение численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, требуют, с одной стороны, создания полностью механизированных и автоматизированных объектов, а с другой стороны - использование электроэнергии, уменьшение доли энергозатрат на производство единицы продукции. Всё это ведёт к развитию новой инфраструктуры сельскохозяйственного энергоснабжения.

В данной статье проведены исследования уровней несимметрии на предприятии, проанализирована динамика показателей качества электрической энергии для различных периодов времени.

Для определения состояния качества электрической энергии на предприятии применялся прибор «Ресурс-UF2».

Измерения производились в двух точках: на отходящей от КТП линии, питающей несколько птичников и на вводе птичника (рисунок 1).

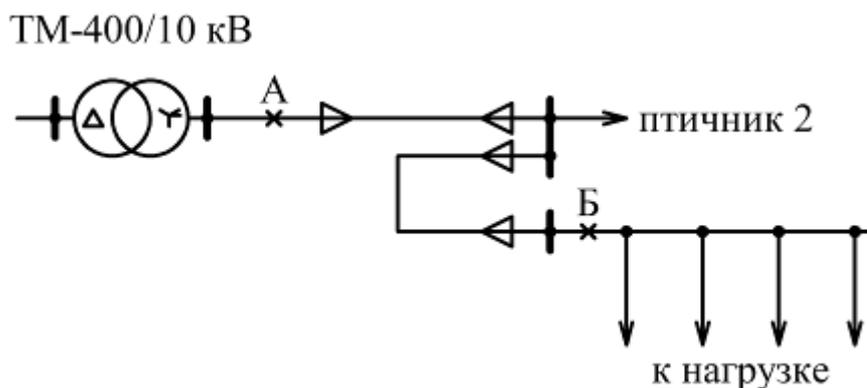


Рис. 1 – Место проведения измерений

**Состояние качества электроэнергии по несимметрии.** Исследование состояния качества электроэнергии проведено при помощи как аналитических методов, используемых для построения графиков и гистограмм, так и готовых табличных данных, рассчитанных прибором «Ресурс-UF2».

Для того чтобы получить гистограмму распределения, определим количество интервалов разбиения по формуле Стерджесса [4]:

$$k = 1 + \log_2 n, \quad (1)$$

где  $n$  – число измерений.

Для суточного графика с интервалом измерения  $n = 24 \cdot 60 = 1440$ , тогда  $k = 1 + \log_2 1440 = 12$ .

В рекомендациях [4] также указано, что «оптимальное» значение  $k$  зависит не только от объема выборки, но и от вида закона распределения и от способа группирования.

При асимптотически оптимальном группировании относительно скалярного параметра при 10, 11 интервалах в группированной выборке сохраняется около 98% информации, при оптимальном группировании относительно вектора параметров (два параметра) для 15 интервалов – около 95%. Дальнейшее увеличение числа интервалов существенного значения не имеет. Окончательно принимаем  $k = 15$ .

График и гистограмма коэффициентов несимметрии по нулевой и обратной последовательностям в точке А изображены на рисунках 2-5.

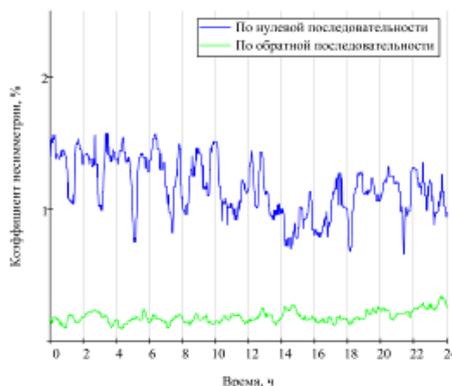


Рисунок 2 – Коэффициенты несимметрии

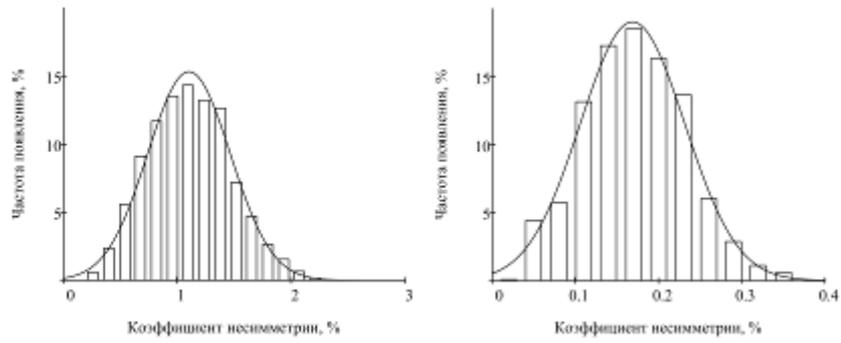


Рисунок 3 – Гистограмма коэффициентов несимметрии

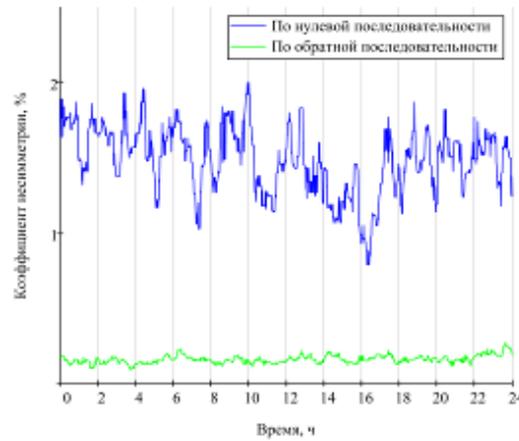


Рисунок 4 – Коэффициенты несимметрии

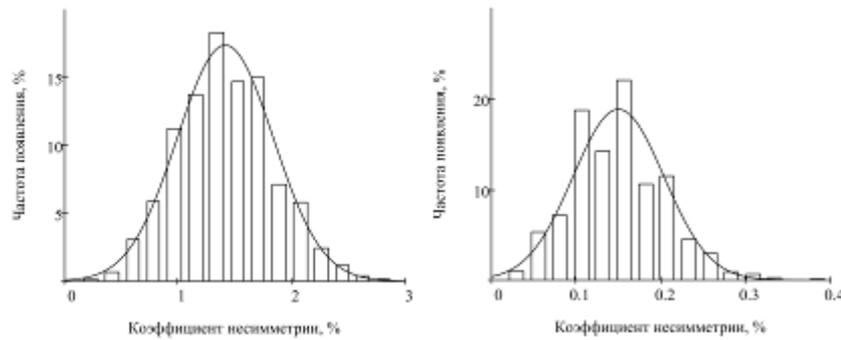


Рисунок 5 – Гистограмма коэффициентов несимметрии

Предположим, что коэффициенты несимметрии можно считать случайными величинами с нормальным распределением.

Получаем среднее значение коэффициентов несимметрии в точке А

$$K_{0\text{cp}} = 1,17 \%,$$

$$K_{2\text{cp}} = 0,18 \%$$

и их среднеквадратичное отклонение

$$\delta K_{0\text{cp}} = 0,36 \%,$$

$$\delta K_{2\text{cp}} = 0,06 \%.$$

Среднее значение коэффициентов несимметрии в точке Б

$$K_{0\text{cp}} = 1,51 \%,$$

$$K_{2\text{cp}} = 0,16 \%$$

и их среднеквадратичное отклонение

$$\delta K_{0\text{cp}} = 0,42 \%,$$

$$\delta K_{2\text{cp}} = 0,05 \%.$$

Проверим при помощи критерия согласия  $\chi^2$ , удовлетворяет ли рассматриваемая величина нормальному закону распределения аналогично п. 2.1.

Для точки А получаем:

$$\chi_{K_0}^2 = 14,2,$$

$$\chi_{K_2}^2 = 19,8.$$

Для точки Б получаем:

$$\chi_{K_0}^2 = 15,6,$$

$$\chi_{K_2}^2 = 20,8.$$

Выполняется условие  $\chi_{\text{кр}}^2 > \chi^2$ , следовательно гипотеза о нормальной распределенности коэффициентов несимметрии не противоречит материалу наблюдений.

Таблица 1 – Характеристика несимметрии напряжения в т. А

Несимметрия напряжения	Характеристика, %							
	по нулевой последовательности				по обратной последовательности			
	$K_{0в}$	$K_{0нб}$	$T_1$	$T_2$	$K_{2в}$	$K_{2нб}$	$T_1$	$T_2$
К	1,87	2,86	2,89	0,00	0,31	0,52	0,00	0,00
Нормативное значение К	2,00	4,00	5,00	0,00	2,00	4,00	5,00	0,00

Таблица 2 – Характеристика несимметрии напряжения в т. Б

Несимметрия напряжения	Характеристика, %							
	по нулевой последовательности				по обратной последовательности			
	$K_{0в}$	$K_{0нб}$	$T_1$	$T_2$	$K_{2в}$	$K_{2нб}$	$T_1$	$T_2$
К	2,34	3,52	12,48	0,00	0,28	0,50	0,00	0,00
Нормативное значение К	2,00	4,00	5,00	0,00	2,00	4,00	5,00	0,00

Из результатов измерений следует, что коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности повышался более нормально допустимого уровня, но оставался в границах предельно допустимых значений.

Таким образом, коэффициент несимметрии по нулевой последовательности в точке Б выше, чем в точке А, а коэффициент несимметрии по обратной последовательности – ниже.

Выводы по соответствию качества напряжения нормативам:

- коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности повышался более нормально допустимого уровня, но оставался в границах предельно допустимых значений (время превышения в т. А – 40 мин, в т. Б – 3 ч).

В соответствии с приложением А [5], наиболее вероятными виновниками ухудшения качества электрической энергии является потребитель с несимметричной нагрузкой (коэффициент несимметрии).

Выводы по результатам расчетов: коэффициент несимметрии можно представить как нормально распределенные величины, следовательно в расчетах можно использовать вероятностные методы. Проанализировано состояние качества электрической энергии на предприятии сельскохозяйственного назначения. Выявлено несоответствие качества электрической энергии, получаемой потребителем, нормативным требованиям ГОСТ32144-2013, указаны наиболее вероятные виновники ухудшения качества.

## Литература

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. пособие. / Г.Н. Ополева. – М.: Форум: Инфра-М, 2006. – 480 с.
2. Регламент по технологии откорма бройлеров при напольном выращивании. – ООО «Птицефабрика «Акашевская», 2011 – 12 с.
3. Кавтарашвили А.И. Проблема стресса в условиях интенсивного выращивания и эксплуатации птицы и пути ее решения / А.И. Кавтарашвили, Т.Н. Колокольникова // Животноводство России. – 2010. – №5. – С. 48.
4. Р 50.1.033–2001 Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть I. Критерии типа хи-квадрат. Переиздание 2006 г.
5. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Взамен ГОСТ 13109–87; введ. 01.01.99. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 33 с.
6. Арриллага Дж. Гармоники в электрических системах / Дж. Арриллага, Н. Уотсон. – 2-е изд. – Чичестер: Изд-во «Вайли», 2003. – 391 с.