

## ОЦЕНИВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ РАЙОНАХ ДОНЕЦКОГО РЕГИОНА

**Волошин Е.А., студент; Кобенюк В.С., студент; Шлепнёв С.В., доц., к.т.н.**  
(Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк, Украина)

Объектом исследования в данной статье является величина отклонения напряжения в городских и сельских сетях Донецка. Первой задачей статьи является проверка придерживания норм ГОСТ 13109-97 на одномоментные отклонения напряжения. Отклонение напряжения относится к кондуктивным помехам ЭМС. В действующих сетях эти помехи представляют собой случайные процессы, что требует разработки общих методов анализа. Данная тема особо важна и актуальна в наше время, поскольку в задачах ЭМС получают данные для технико-экономического обоснования и оценки эффективности применения средств уменьшения помех [1].

Отклонение напряжения является случайной величиной. Из практики известно, что закономерности, наблюдаемые в массовых случайных явлениях, проявляются тем точнее и отчетливее, чем больше объем статистического материала. Но даже при бесконечном количестве  $N$  опытов нельзя точно найти вероятностные характеристики. Однако при достаточно большом  $N$  вероятность расхождения между опытными и теоретическими значениями мала, поэтому опытные результаты можно принимать в качестве исходных [2].

При обработке таких статистических данных часто возникает вопрос об определении законов распределения тех или иных случайных величин (законы Гаусса, Пуассона, Симпсона и др.). Но на практике из-за трудностей проведения эксперимента число наблюдений, а следовательно и количество экспериментальных данных всегда ограничено (20-30 и менее), поэтому результаты наблюдений и их обработки всегда содержат ту или иную долю случайности. В связи с этим требуется выбрать такие оценки для искомых характеристик, которые приводили бы к меньшим ошибкам [2].

Известно, что всякая случайная величина может быть полностью описана с вероятностной точки зрения, если известно распределение между отдельными значениями этой случайной величины. Другими словами можно сказать, что любая случайная величина подчинена тому или иному закону распределения [3].

На практике наиболее встречающийся закон распределения – нормальный закон (часто называемый законом Гаусса), главная особенность которого в том, что к нему приближаются другие законы распределения при часто встречающихся типичных условиях [3]. В связи с этим, вторая задача статьи – выяснить, подчиняется ли эта случайная величина нормальному закону распределения.

Опытным путем в течении месяца были произведены измерения напряжения в два разных времени суток – в 8 утра и 7 вечера. В течении короткого промежутка времени (около 1 мин) производилось 5 замеров. Затем определялось среднее значение измеряемой величины.

Проанализировав измеренные данные, можно отметить, что нормы стандарта [4] на одномоментные отклонения напряжения выполняются только для городских сетей, поскольку все значения не превышают допустимый предел в 5%. Для сетей же сельского района ни одно из значений не удовлетворяет нормам ГОСТ.

Для оценки полученных значений были найдены следующие параметры, характеризующие нормальное распределение: среднее значение  $\tilde{x}_c$ , дисперсия  $\tilde{D}$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  (стандарт), которые сведены в табл. 1.

Таблица 1 – Параметры нормального распределения

Параметры	Городские районы		Сельские районы	
	8:00	19:00	8:00	19:00
$\tilde{x}_c, В$	220,2	217,8	203,5	188,2
$\tilde{D}, В^2$	2,17	5,11	2,12	2,81
$\sigma, В$	1,47	2,26	1,46	1,68

Из табл. 1 видно, что стандарт в вечернее время больше, чем в утреннее, что свидетельствует о большем отклонении напряжения относительно среднего значения.

Построены статистические и функции распределения нормального законов для обоих случаев.

Определены: минимальное  $x_{\min}$  и максимальное  $x_{\max}$  значения случайной величины согласно с интегральной вероятностью 95%, которой соответствуют вероятности  $E_x = 0,05$  для минимального и  $E_x = 0,95$  для максимального значений; минимальное  $x_{\text{пmin}}$  и максимальное  $x_{\text{пmax}}$  расчетные значения; относительные расхождения  $\delta_{\text{пmin}}$  и  $\delta_{\text{пmax}}$ . Все результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2 – Сопоставление расчетных значений

Расчетные значения	Городские районы		Сельские районы		Расчетные значения	Городские районы		Сельские районы	
	8:00	19:00	8:00	19:00		8:00	19:00	8:00	19:00
$x_{\min}, В$	217,5	213,8	200,5	205	$x_{\text{пmax}}, В$	222,6	221,8	205,9	191
$x_{\max}, В$	222	222,5	205	190	$\delta_{\text{пmin}}, \%$	0,87	0,13	1,97	0,23
$x_{\text{пmin}}, В$	217,8	213,8	201,1	185,4	$\delta_{\text{пmax}}, \%$	8,8	4,33	3	3,23

Поскольку относительные расхождения не превышают 10%, можно с уверенностью утверждать, что гипотеза о том, что исследуемая величина подчиняется нормальному закону распределения, не противоречит опытным данным.

Выводы:

1. Показано, что изменение напряжения во времени представляет собой нестационарный случайный процесс, для изучения которого необходимо записывать суточные графики нагрузки.

2. Выполнено сравнение параметров городских и сельских районов: в обоих случаях отклонение напряжения не противоречит нормальному закону распределения.

3. В сельских районах нормы стандарта на одноминутные отклонения напряжения не выполняются.

#### Перечень ссылок

1. Кузнецов В.Г., Куренный Э.Г., Лютый А.П. Электромагнитная совместимость. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 250 с.
2. Шидловский А.К., Куренный Э.Г. Введение в статистическую динамику систем электроснабжения. – Киев: Наукова думка, 1984. – 271 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. – 576 с.
4. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. в Украине с 01.01.2000.