

А.А. ЗАГАЙНОВА, ассистент НТУ «ХПИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАНДОМИЗИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ

Наведено методика та результати аналізу рандомізованої моделі для тестування результатів профілактичних випробувань діелектричних характеристик високовольтних ввідів.

Приведены методика и результаты анализа рандомизированной модели для тестирования результатов профилактического контроля диэлектрических характеристик высоковольтных вводов.

The methods and results of the analysis of a randomized model to test the results of preventive control of the dielectric characteristics of high-voltage bushings.

Постановка проблемы. Повышение эффективности использования результатов профилактического контроля внутренней изоляции высоковольтных вводов требует не только повышения надежности и точности используемых измерительных технических средств, но и совершенствования методов обработки информации.

В энергетике Украины применяют различные средства и методы для контроля состояния внутренней изоляции электроэнергетических объектов. В настоящее время упор делается не только на разработку новых устройств, но и на внедрение различных современных информационных технологий. Что отвечает реализации технических решений, направленных на повышение достоверности контроля. Для анализа результатов измерений применяют различные математические и статистические методы. В статье предлагается метод анализа результатов профилактического контроля, который заключается в использовании рандомизированной модели.

Анализ публикаций. Развитие и доступность вычислительной техники в энергетике оказали влияние на использование классических разделов математической статистики при разработке методик и алгоритмов оценивания результатов профилактического контроля высоковольтного оборудования. В работе [1] рассматривается рандомизированный алгоритм оценивания, который дает состоятельные оценки без стандартных предположений о независимости и нормальности распределения вероятностей измеряемых величин.

В работе [2] предлагается математическая модель анализа, которая существенно отличается от параметрической и компонент дисперсии,

позволяя оценить адекватность получаемых выводов физической модели объекта исследования.

Цель статьи заключается в построении рандомизированной модели, разработке алгоритма и программы для анализа результатов профилактического контроля электрофизических характеристик высоковольтных вводов при длительных периодах наблюдения.

Актуальность данного исследования обусловлена совершенствованием методов анализа диагностической информации, получаемой при контроле диэлектрических характеристик внутренней изоляции конденсаторного типа.

Основной материал исследований. В статье рассматривается рандомизированная модель для тестирования результатов профилактических испытаний диэлектрических характеристик высоковольтных вводов. Эта модель основана на следующих допущениях: каждая возможная схема размещения объектов наблюдения также вероятна как и любая другая; в среднем не существует различия между значениями, наблюдаемыми в разных группах.

При использовании этих двух допущений появляется наиболее важное преимущество состоящее в том, что более достоверен характер случайных величин, описывающих остаточную изменчивость, и можно проводить проверку значимости без введения допущения о нормальном распределении[2].

Множество наблюдаемых значений представляет собой одно из $N! / \prod_{i=1}^k n_i!$ равновероятных размещений N имеющихся значений.

Рассмотрим модель вида:

$$X_{ti} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N y_j + Z'_{ti}. \quad (1)$$

С помощью модели (1) можно определить моменты суммы квадратов внутри групп и суммы квадратов между группами.

Полная сумма квадратов:

$$S = S_1 + S_2, \quad (2)$$

где $S_1 = n \cdot \sum_{j=1}^k (\bar{Y}_j^2) - n \cdot k \cdot \bar{Y}^2$ – сумма квадратов внутри групп;

$$S_2 = \sum_{t=1}^N (Y_t - \bar{Y})^2 - n \cdot \sum_{j=1}^k (\bar{Y}_j^2) - n \cdot k \cdot \bar{Y}^2$$
 – сумма квадратов

между группами;

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n Y_{ji} \quad \text{- общее среднее;}$$

$$Y_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n Y_{ji} \quad \text{- среднее группы с номером } j;$$

Рассмотрим статистику сравнения:

$$F = \frac{S_1 \cdot v_1^{-1}}{S_2 \cdot v_2^{-1}}, \quad (3)$$

где $v_1 = k - 1$ и $v_2 = N - k$ - число степеней свободы.

По полученным исходным данным [3] строится рандомизированное распределение. Для этого необходимо рассмотреть все возможные способы размещения наблюдаемых значений. В нашем случае имеются шесть наблюдаемых значений. Существует $6!/(2!)^3 = 90$ способов их распределения, с учетом группировки значений по трем группам, содержащим два наблюдения в каждой. Число перестановок равно шести, но при изменении порядка следования наблюдаемых значений в группах результат анализа не меняется. Следовательно, существует только пятнадцать совершенно различных способов распределения наблюдений по группам. Второй вариант группировки данных по трем группам с двумя наблюдениями в каждой группе представляет собой десять различных вариантов перестановок.

В таблице 1 приведены статистики сравнения для двух вариантов распределения наблюдаемых значений.

Таблица 1 – Статистики сравнения

α – процентная тока	F - статистики	
	k=3 n=2	k=2 n=3
0.05	9,552	7,709
0.1	5,462	4,545
0.25	2,280	1,807

Рассчитаем F – статистики для каждого из вариантов перестановок наблюдаемых значений. Проверяемые гипотезы:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3; \quad H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3.$$

С помощью рандомизированного анализа производилась проверка следующих факторов: «напряжение», «конструктивные особенности», «температура». Так же проверялась информативность различных моделей старения внутренней изоляции высоковольтных вводов. Для расчетов

была составлена программа «Рандомизированная модель». Результаты анализа для рандомизированной модели приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа рандомизированной модели для фактора «напряжение»

Номер перестановки	Значения F-статистик				
	tg δ_1	C ₁	tg δ_2	C ₂	R
1	0,44	1,01	0,02	1,02	9,97
2	0,6	1,09	0,24	1,54	0,37
3	1,02	0,94	0,05	0,66	0,31
4	3,29	1,01	0,27	1,08	54,1
5	6,31	0,94	1,21	0,88	0,06
6	7,08	0,94	0,53	0,66	0,07
7	0,73	1,01	7,66	1,05	10,68
8	0,69	0,94	5,39	0,88	0,25
9	0,33	0,13	2,07	0,135	0,28
10	0,81	1,03	1,85	1,03	0,94
11	0,78	1,03	0,39	1,07	2,14
12	0,92	0,51	0,68	0,45	0,12
13	1,04	0,94	2,58	0,65	0,72
14	0,59	1,09	0,97	1,57	1,92
15	0,43	0,94	1,89	0,85	0,62
Относительное число превышений F-статистик над процентной точкой F _{кр}	$\alpha = 0,05$	0	0	0	0,2
	$\alpha = 0,1$	0,13	0	0,06	0
	$\alpha = 0,25$	0,2	0	0,2	0

Выводы. Из таблицы 2 следует, что только для tg δ_1 и tg δ_2 наблюдается увеличение относительного числа превышений F-статистик значений процентной точки F_{кр}, это свидетельствует о значимом изменении этих параметров контроля. Из таблицы результатов по параметру R следует, что последнее не является информативным. Существует возможность объединения разнородных по напряжению выборок, что способствует обеспечению представительности результатов измерений.

Список литературы: 1. Вахитов А.Т. Рандомизированные алгоритмы оценивания при нерегулярных помехах / А.Т. Вахитов, О.Н. Граничин // Стохастическая оптимизация в информатике. – 2006. – № 2. – С.3-37. 2. Джонсон Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента. / Н. Джонсон, Ф. Лион. – М. : Мир, 1981. – 520 с. 3. Щапов П.Ф. Ковариационный анализ моделей старения изоляции по результатам измерительного контроля технического состояния высоковольтных вводов / П.Ф. Щапов, В.О. Бондаренко, А.А. Загайнова, И.А. Сидоренко // Вісник НТУ «ХП». – 2006. – вип. 28.

Поступила в редколлегию 30.03.12