AUTOMATION OF ANALYSIS AND INCREASED RELIABILITY OF MEASUREMENT INFORMATION FOR DIAGNOSIS OF THE TECHNICAL CONDITION OF HIGH-SPEED TRACTION POWER SUPPLY OBJECTS.

Yakubov M S.
Tashkent State Transport University (Tashkent, Uzbekistan)

Annotation: The work examines the issues of pre-processing measurement information of various physical natures, differing in range and nature of measurement over time, using the principle of increasing its accuracy and reliability for diagnosed objects and traction power supply devices. The continuity or discreteness of measuring information is determined by the method and means of obtaining it, for example, a bridge measuring transducer or a primary sensor of measuring equipment.

It is shown that the main method of increasing the accuracy and reliability of a continuous analog signal of traction power supply is sampling, which allows transmitting signals without loss of information. To assess the error, the criterion of the largest deviation for instantaneous values of the measured quantity and the root-mean-square criterion for the averaged parameters of the measured quantity were used; a block diagram of the process of automatic analysis and increasing the reliability of measurement information is given.

Key words: measurement, preprocessing, reliability, diagnostics, quantization, sampling.

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.

Якубов М С.
Ташкентский государственный транспортный университет (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация: В работе рассматривается вопросы предварительной обработки измерительной информации различной физической природы, отличающиеся по диапазону и характером измерения во времени с использованием принципа повышения её точности и надежности для диагностированная объектов и устройств тягового электроснабжения. Непрерывность или дискретность измерительной информации, обуславливается способом и средством получения, например, мостовым измерительным преобразователем или первичным датчиком измерительной аппаратуры. Показано, что основным методом повышения точности и надежности непрерывного аналогового сигнала тягового электроснабжения является дискретизация, позволяющая передавать сигналы без потерь информации. Для оценки погрешности использованы критерий наибольшего отклонения при мгновенных значениях измеряемой величины и среднеквадратический критерий при усредненных параметрах измеряемой величины, приведена структурная схема процесса автоматического анализа и повышения надежности измерительной информации

Ключевые слова: измерение, предварительная обработка, надежность, **диагностирование**, квантование, дискретизация.

Информационно-измерительный комплекс (ИИК) управления и **диагностирования объектов** тягового электроснабжения по статистике является системой, требующая повышения точности и надежности в системе высокоскоростного движения электрифицированной железной дороги.

Источниками измерительной информации в системе тягового электроснабжения являются технологические объекты тяговых подстанций контактных сетей и дистанций сигнализации централизации и блокировки (СЦБ). Каждый технологический **объект** должен обеспечиваться высоким уровнем надежности и безопасностью его функционирования. От

качества работы ИИК зависит эффективность перевозочного процесса, так возникающие отказы в процессе функционирования ИИК отрицательно влияют на работу всего железнодорожного комплекса. Последствия отказов ИИК тягового электроснабжения влияют на снижение пропускной способности при движении, а в худших случаях приводят и авариям. Таким образом актуальной задачей является поддержание высокого уровня надежности и автоматизация анализа диагностической информации о техническом состоянии эксплуатируемых объектов и устройств высокоскоростного тягового электроснабжения.

Одним из недостатком системы диспетчерского управления режимами высокоскоростного движения в АО “Узбекистон темир йуллари” является практический низкий уровень автоматической обработки диагностической информации. Это приводит к тому, что технический персонал ситуационных центров диспетчерского управления должен обрабатывать большой объем диагностической информации.

В настоящее время, непрерывно совершенствуется технические, метрологические, статические и динамические характеристики измерительных датчиков и преобразователей, увеличиваются их типы и количество с применением различных физических эффектов, например, электромагнитных, мостовых электронных, индукционных, магнитооптических, тензометрических и пр, сказывается неполнота автоматического анализа ИИК для оптимизации технического обслуживания на основе диагностирования с одной стороны приводит к пропуску повреждений и отказов, являющихся причинами нарушения технологического процесса, а с другой --технический персонал, имеющий должную квалификацию занимается коррекцией диагностического ИИК. От квалификации персонала зависит быстрота локализации неисправности.

Одним из характерных особенностей автоматизации анализа диагностической информации, касающегося тягового электроснабжения, является удалённость места и характер измерения во времени, (непрерывность, дискретность) являющими важным фактором высокоскоростного движения.

Диагностируемый ИИК включает в себя такие величины, как активный и реактивный ток, напряжение, мощность, $\cos\varphi$, коэффициент полезного действия, частота, линейное и угловое перемещение, температура, влажность, коэффициент абсорбции жидкостной и твердой изоляции, износ и механическое усилие проводов и контактных соединений, частичный разряд в изоляции, параметры вибраций и другие. К этой же информации относятся результаты диагностирования, например, прозрачность и вязкость жидкой изоляции, частота гармоник и др.

Первичная диагностическая информация объектов и устройств тягового электроснабжения представляется аналоговым сигналом на выходе первичных измерительных преобразователей.

Для уменьшения объема диагностируемой информации при передаче по линиям связи и повышения надежности целесообразно осуществлять преобразование в цифровую форму и автоматизацию его анализа. Для этого

обязательным является дискретизация во времени и квантование по уровню с использованием теоремы Котельникова [1]:

$$\Delta t = \frac{1}{2fmax} \qquad [1]$$

где f_{max} – наивысшая частота спектра передаваемого измерительного преобразователя; Δt – интервал дискретизации во времени.

Учитывая, что частота дискретизации, определяемая по теореме Котельникова является повышенной и приводит к избыточности передаваемой информации, необходимо интервал дискретизации определять по критериям оценки отклонения аппроксимирующей функции относительно первичного сигнала.

Виды математической модели аналоговой диагностической информации определяют по следующим критерия оценки погрешности аппроксимации, оценивающие по критерию наибольшего отклонения [2,3]:

$$\Delta a = \mathrm{Sup}[X(t)-Y(t)], \quad (2)$$

где X(t)-выходной сигнал первичного преобразователя, подвергаемый дискретизации; Y(t)-аппроксимирующая функция.

И по критерию среднеквадратического критерия:

$$б_a = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T [X(т) - Y(t)]^2 dt} \quad (3)$$

Критерий по (2) применяется при оценке таких величин как температура, частота вращения, скорость, активный и реактивный ток и напряжение, натяжение проводов контактной подвески и др.

Если выходные сигналы первичных измерительных преобразователей являются усредненными сигналами, например, математическим ожиданием M(X) или дисперсией σ(X) , то погрешность аппроксимации оценивается по выражению (3). Примерами таких параметров является объем, активная, реактивная энергия, параметры вибрации и пр.

Если исходная диагностическая информация имеет дискретный отсчет, то для аппроксимации используется ряды Фурье или Котельникова, полиномы Чебышева, Ньютона, степенные полиномы и др [5].

В системах тягового электроснабжения входная информация аппроксимируется степенными полиномами в основном полиномами первой, второй и третьей степени. Для поддержания точности аппроксимации сложными воспроизводящими функциями применяется увеличение частоты дискредитации. При применении степенных полиномов интервал дискретизации Δt находится по формулам [4]:

для критерия наибольшего отклонения с учетом (2):

$$\Delta t \le \frac{2\,\Delta a}{Sup[X(T)]}, \quad (4)$$

для средне квадратического критерия с учетом (3):

$$\Delta t \le K_x^{-1}(\tau)[K_x(0) - \frac{6^2}{2}], \quad (5)$$

где Sup[X(t)]--наиболее значение первой производной первичного измерительного сигнала K^{-1}_x -функция обратная корреляционной функции первичного измерительного сигнала $K_x(0)$-значение корреляционной функции сигнала; $б_a$-дисперсия первичного сигнала.

Оценка наибольшего значения первой производной первичного измерительного сигнала определяем на основе следующего неравенства [5]:

$$Sup[x^l(T)] \le W_{вmax}[X(T)] \quad (6)$$

где $W_{вmax}$-- наивысшая частота спектра первичного измерительного сигнала; max[X(t)]-максимальное значение измерительного сигнала.

Анализ пути прохождения непрерывного первичного сигнала от первичного преобразователя до высших ступеней ИИК показывает, что с учетом преобразования его в дискретный сигнал, необходимо выполнить дисперсию оценки M(X) δ(M), и дисперсии δ(X) ,определяемые соответственно по выражению [5]:

$$\delta(\mathrm{M}) = \frac{\delta(x)}{N}\sqrt{N + 2\sum_{i=1}^{N-1}(N-i)\,\rho(i\Delta t)}, \quad (8)$$

где: $\rho(i\Delta t) = \frac{K_x(i\Delta t)}{\delta(X)}$; $K_{эс}$ $(i\Delta t)$ – корреляционная функция первичной измеряемой величины.

Оценку математического ожидания M(X) производим по формуле:

$$K_{эф} = \frac{\delta^2(\mathrm{M})}{\delta^2(X)} \quad (9)$$

Дисперсия случайного процесса измеряемой величины, как известно, определяется выражениям [1]

$$\delta(X) = \sqrt{\sum_{l=1}^{N} a_i\, X_0^2}; \qquad (10)$$

где a_i -весовая функция X_{o_i}-центрированный случайный процесс.

Если известны ряд экспериментальных опытов N измеряемых величин, то целесообразно вместо(10) использовать следующую формулу:

$$\delta(X) = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{n}[X_i - M(X)]^2}\ ; \qquad (11)$$

Анализ формулы (11), показывает, увеличение числа сложных опытов приводит к желательному значению дисперсии измеряемой величины. Поэтому стоит вопрос нахождения оптимального числа экспериментов N измеряемой величины [6]:

$$N_{on} = \frac{\delta^4(X)}{\delta^2(D_c)}\left[1 + 2\sum_{i=1}^{N-1}\left(1 - \frac{i}{N}\right)K_x^2(i\Delta)\right], \qquad (12)$$

где D_c- диапазон измерений; δ(X)—дисперсия измеряемой величины.

Далее ввычислим коэффициент измерительной эффективности:

$$К_{эф} = \frac{\delta^2(D)}{\delta^4(X)}; \qquad (13)$$

На основании вышеуказанных аналитических выражений и математических моделей составлена структурная схема процесса автоматизации анализа по повышению точности и показателей надежности измерительной информации рис.1

В задачу автоматизации анализа информационно-измерительного комплекса диагностирования объектов и устройств тягового электроснабжения входит оценка точности и надежности измерительной информации для определения технического состояния технологических объектов тягового электроснабжения.

Диагностический сигнал в виде измеряемой физической величины X(t) подается на первичный измерительный преобразовательный сигнал U_x с погрешностью $\Delta_{пип}$, причиной который является наличие возмущающих воздействий ξ. Сигнал U_x подвергается дискретизации во времени Δt приводящий к появлению погрешности дискретизации Δξ

Далее этот сигнал проходя через АЦП преобразуется в код N_x имеющий погрешность $\Delta_{АЦП}$ Эта погрешность зависит от точности преобразования, характеризуемый разрядом N.

Далее сигнал N_x подвергается устройству первичной обработка (ПО) который рассчитывает математической ожидание M(X) и дисперсии δ(X) диагностирующего измерительного сигнала и поступает на устройство контроля К. Здесь происходит сравнение с заданными нижними N_H и верхними $N_в$ границами заданными нормальными значениями.

Первичная обработка (ПО) кодового сигнале N_x производится с погрешностью Δ_0 зависящей от числа дискретна отчетов.

Погрешность контроля Δ_k определяется интервалом дискретности во времени Δt_k а также от заданной границы Δ_y. По полученным значениям M(X) и σ(X) а также разработанных математических моделей диагностики вычислительных операций с учетом сигнала а контроля оценивается техническое состояние S объектов и устройств тягового электроснабжения. Результаты вычислительных операций в дают возможность оценить адекватность разработанных математических моделей.

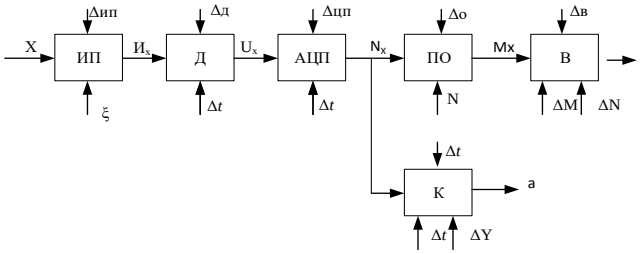

Рис 1. Структурная схема информационно-измерительной модели автоматизации анализа и повышения надежности измерительной информации.

Экспериментальные исследования, направленные на анализ диэлектрической информации по определению технического состояния жидкой изоляции силового трансформатора с помощью мостового измерительного преобразователя [7] для измерения коэффициента абсорбции твердой изоляции на основании (12) и (13) приведен на рис 2. Из этого графика видно, что для эффективной оценки результатов измерений достаточно 15-25 дискретных отсчетов.

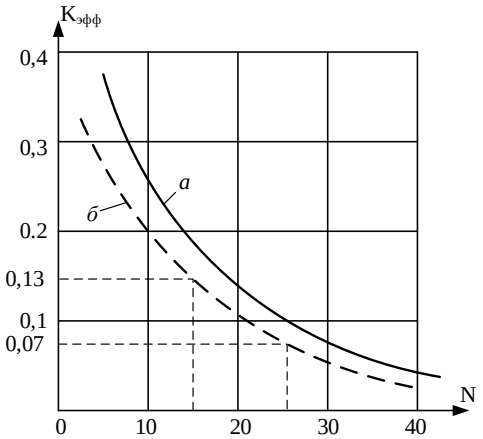

Рис 2. Зависимость оценим δ^2 (x) от числа дискретных измерений емкости твердой изоляции. (а)-график $K_{эф}$ = f(N) при применении улучшенного мостового преобразователя; б)-график $K_{эф}$ при стандартном измерительном прибори.)

Заключение. Анализ математических моделей измерительных сигналов с целью повышения точности и надежности диагностической информации при определении технического состояния объектов и устройств высоко скоростного тягового электроснабжения показал, что предварительная обработка этих сигналов должна заключатся в автоматизации квантования дискретизации оценки математического ожидания и дисперсии. Определено оптимальное число производимых преобразований позволяющий с допустимой погрешностью применять их для диагностирования реального технического состояния объектов и устройств тягового электроснабжения.

Составлен алгоритм автоматической обработки информационно измерительной сигналов для повышения точности и надёжностях показателей с применением элементов теории вероятности и математической статистики.

Список литературы

1. Wame, R. Laso. M.Ramos. T.and Ritter. N (2012) Statistical Methods Used in Gifted Education Jovmals, 2006-2010. Gifted Child Quarterly. 56(3) 134-149 10.1177/0016986212444122.

2. Гнеденко Б.В.Очерк по истории теории вероятностей. Москва УРСС.2001- с. 321.

3. Драйпер Н. Смит Г. Прикладной регрессионная анализ. Множественная регрессия= Aapplied Regression Analysis-3 изд.-М.:2001г. 374с

4. Радченко С.Г. Методология регрессионного анализа. К. “Корнейчук” 2011-376- ISBN 978-966-7599-72.0.

5. Орлов А.И. Состояние и перспективы развития прикладной и теоретической статистике Физика математичкие науки 2018 №2.с.12-16.

6. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника М. Радио и связь 2018.07.02, с.384.

7. Якубов М.С. Мостовые преобразователи параметров комплексного сопротивления объектов железнодорожного транспорта Ташкент, “ Фан ва технология” 2017.183с.