

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ПАРАМЕТРА СРАБАТЫВАНИЯ ТОКОВЫХ ПУСКОВЫХ ОРГАНОВ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТ

Павлова Н.В., Желтов П.В., Григорьев В.Г.

ФГОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», Чебоксары, Россия (428015, Чебоксары, Московский проспект, 15), p-nadin84@mail.ru

В устройствах релейной защиты и автоматики (УРЗА) широко применяются пусковые органы (ПО), контролируемые значение определенного параметра входного сигнала. Они выполняются на электромеханической и электронной основах. Для обеспечения производительности и достоверности контроля их параметра срабатывания в условиях их производства и эксплуатации расширяется применение автоматизированных измерительных средств. В статье рассматривается задача оценки эффективности автоматизации процесса определения параметров срабатывания ПО применением динамического режима измерения, когда осуществляется непрерывное изменение с определенной скоростью параметра входного сигнала ПО. Фиксируемое в момент срабатывания ПО значение контролируемого параметра его входного сигнала содержит динамическую погрешность измерения. Путем математической обработки результатов нескольких таких измерений с разными значениями скорости изменения параметра входного сигнала определяется параметр срабатывания ПО с учетом обеспечения допустимого значения динамической погрешности измерения. В статье приведены результаты анализа применения указанного режима измерения применительно к ПО, реагирующим на действующее значение входного синусоидального тока. На основе использования экспериментальных данных, полученных в динамическом режиме измерений показано, что применение предлагаемой процедуры технического диагностирования ПО обеспечивает повышение производительности этого процесса.

Ключевые слова: техническая диагностика, пусковой орган, параметры срабатывания, динамическая погрешность.

ANALYSIS OF EFFICIENCY MEASUREMENT IN DYNAMIC MODE SETTING OPERATION OF THE CURRENT INRUSH ORGANS OF PROTECTION DEVICES

Pavlova N.V., Zheltov P.V., Grigoriev V.G.

Chuvash state University n.a. I.N. Ulyanov, Cheboksary, Russia (428015, Cheboksary, Moscow Avenue, 15), p-nadin84@mail.ru

In devices of relay protection and automatics (URSA) are widely used starting bodies (ON), controlling the value of a specific parameter of the input signal. They run on Electromechanical and electronic fundamentals. To ensure the performance and reliability of the control parameter operation in the conditions of their production and operation of expanding the use of automated instrumentation. The article considers the problem of evaluating the effectiveness of automating the process of determining the parameters of operation FOR the use of dynamic measuring mode is continuous change at a certain speed setting input. Recorded at the moment of actuation ON the value of the controlled parameter of the input signal contains the dynamic measurement error. By mathematical processing of the results of several such measurements with different values of the rate of change of the parameter of the input signal is determined by the setting of the trigger to ensure the valid values for the dynamic measurement error. The article presents the results of the analysis of the application of the specified measurement mode with respect to reacting to the current value of the input sinusoidal current. Based on the experimental data obtained in dynamic mode measurements it was shown that the application of the proposed procedure technical diagnostics provides improved performance of this process.

Keywords: technical diagnostics, launch authority, the parameters of operation, dynamic error.

Развитие электроэнергетики сопровождается усложнением функций устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА) электрических сетей и возрастанием требований к точности и надежности их работы. При этом происходит рост парка этих устройств. В связи с этим возрастают требования к производительности и достоверности их технической

диагностики. Одной из задач при этом является определение параметра срабатывания (возврата) пусковых органов (ПО) УРЗА. Для обеспечения производительности и достоверности контроля параметра срабатывания ПО в условиях их производства и эксплуатации расширяется применение автоматизированных измерительных средств. Такими средствами являются, в частности, программно-технический измерительный комплекс «РЕТОМ», выпускаемый НПП «Динамика» (г.Чебоксары) и устройство типа «Нептун», выпускаемое ООО «Сириус» (г.Зеленоград).

В известных устройствах автоматизации технического диагностирования ПО измерение осуществляется путем ступенчатого изменения входного тока ПО с шагом дискретности, определяемым точностью измерения, начиная от некоторого начального значения до значения, при котором происходит срабатывание ПО. Это достигнутое значение тока представляет собой за результат измерения. Длительность каждой из ступеней определяется соотношением $\Delta t = k\tau_c$, где τ_c - номинальное время срабатывания ПО, а k - коэффициент запаса, учитывающий зависимость времени срабатывания от шага дискретности изменения тока. Значение k в зависимости от шага дискретности должно выбираться в пределах: 2...5. Так как на каждом дискретном уровне значение тока поддерживается неизменным в течение времени Δt , то рассматриваемый режим измерения можно условно назвать «статическим».

Цель исследования

Целью проведенных исследований является анализ эффективности предлагаемого метода измерения параметров срабатывания ПО в динамическом режиме, обеспечивающего более высокую производительность процесса измерения.

Материал и методы исследования

Повышение производительности процесса контроля можно достичь путем измерения в динамическом режиме, когда измеряемое значение параметра входного сигнала ПО нарастает непрерывно со скоростью ν до момента срабатывания ПО. В случае, когда входным сигналом ПО является синусоидальный ток, таким параметром является действующее значение этого тока.

За ток срабатывания (I_{cv}) ПО в динамическом режиме контроля принимается действующее значение линейно нарастающего по амплитуде синусоидального входного тока, достигаемого в момент срабатывания реле. При этом значение I_{cv} отличается от истинного значения тока срабатывания I_c на величину динамической погрешности измерения, равной $\Delta I_c = I_{cv} - I_c$. Эта погрешность зависит от значения ν и времени задержки срабатывания ПО в динамическом режиме контроля.

В статье приводятся результаты экспериментального исследования зависимости $I_{cv}(v)$ у электромеханического реле переменного тока типа РТ-40 и микропроцессорного ПО токовой отсечки терминала УРЗА типа 7SI5005 – 5CA01 фирмы SIEMENS. Процесс изменения амплитуды синусоидального входного тока ПО по линейному закону изменения I_c показан на рис.1. На рис.2 и рис.3 показаны результаты проведенных экспериментальных исследований. Из этих результатов видно, что у реле тока типа РТ-40 зависимость $I_{cv}(v)$ является в большей степени нелинейной функцией, чем у ПО микропроцессорного УРЗА.

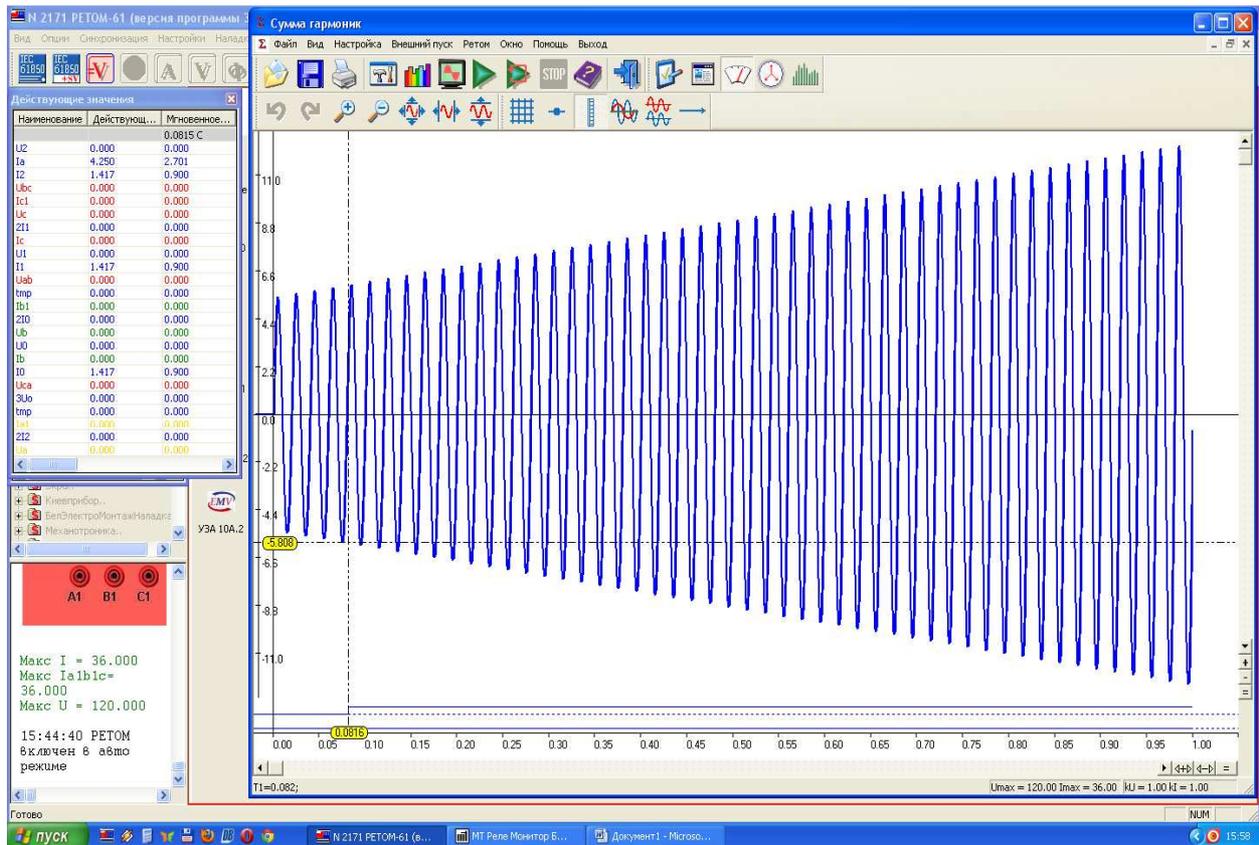


Рис.1. Процесс измерения тока срабатывания реле тока токовой отсечки терминала фирмы Siemens в «динамическом» режиме контроля ($I_c = 2.905A, v = 3A/c, I_{cv} = 3,090A$)

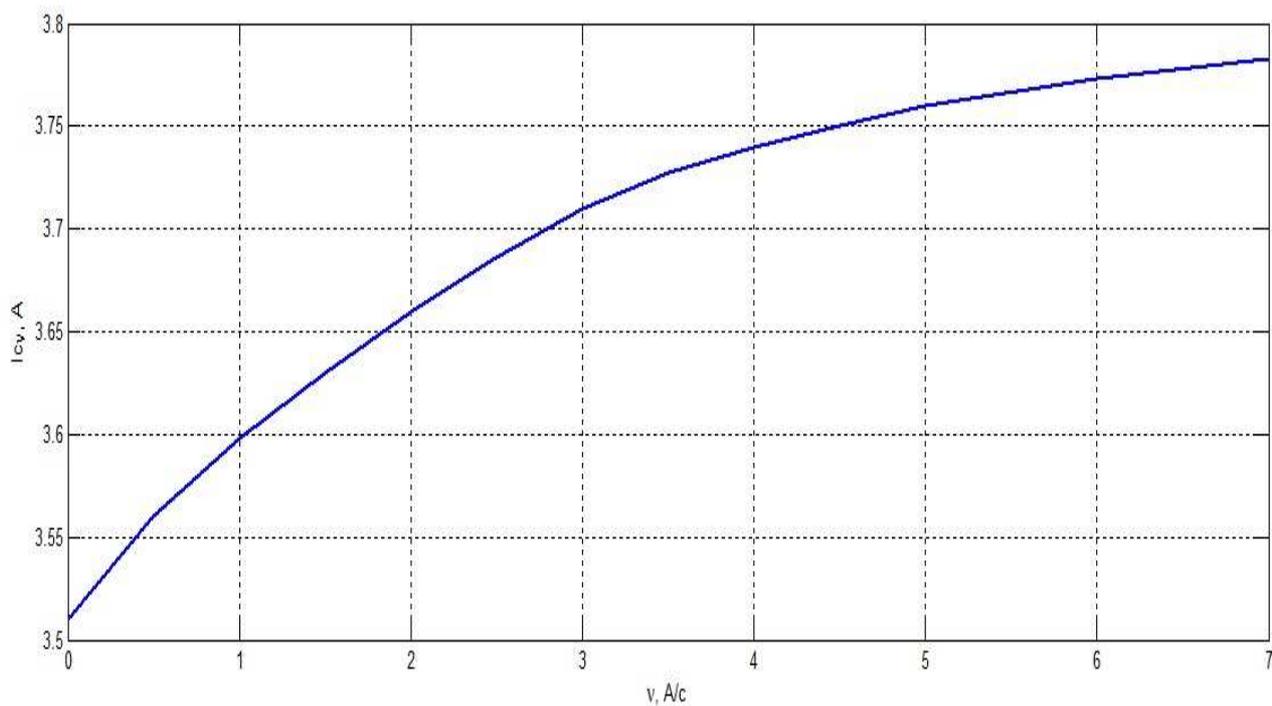


Рис 2. Зависимость $I_{cv}(v)$ реле тока типа РТ-40. ($I_c = 3,51A$)

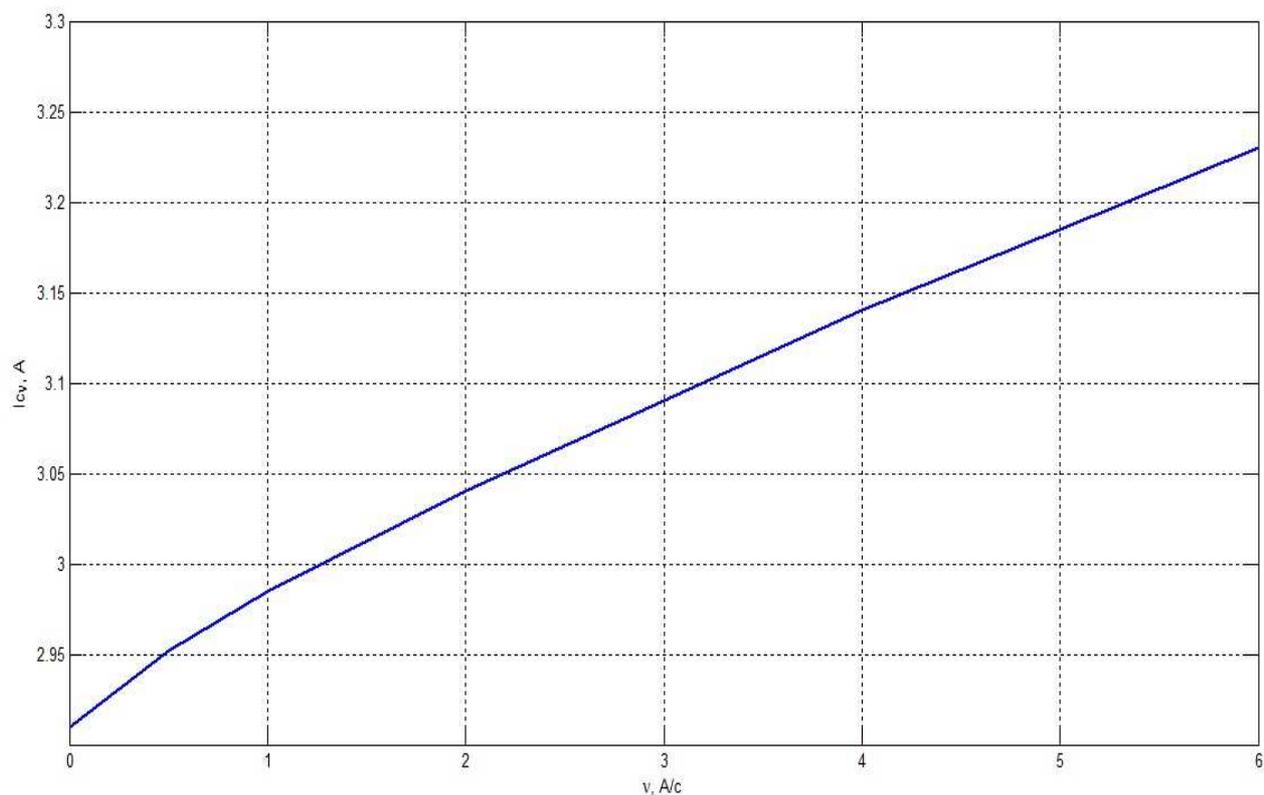


Рис 3. Зависимость $I_{cv}(v)$ реле тока токовой отсечки терминала фирмы Siemens ($I_c = 3,51A, \tau_c = 0,05c$)

Измерение тока срабатывания ПО в динамическом режиме осуществляется аппроксимацией реальной функции $I_{cv}(v)$, некоторой достаточно простой функцией $I_{cv}^*(v)$ ПО.

Параметры этой функции определяются путем измерения значений I_{cv} при нескольких значениях v . Количество таких измерений определяется количеством параметров аппроксимирующей функции и применяемым методом аппроксимации. Произведя вычисления параметров функции $I_{cv}^*(v)$ в автоматическом режиме, за результат измерения параметра срабатывания ПО принимается значение, равное $I_{cv}^*(0)$. При этом возникает динамическая погрешность измерения, равная $\delta = (I_{cv}^*(v) - I_c) / I_c$.

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже приводятся результаты анализа эффективности измерения в динамическом режиме параметра срабатывания ПО в случае, когда в качестве аппроксимирующей функции выбран линейный интерполянт.

Эффективность метода измерения оценивалась параметром n , определяемым в виде $n = \Delta t_{ис} / \Delta t_{ид}$, где $\Delta t_{ис}$, $\Delta t_{ид}$ - длительности процессов измерения параметра срабатывания ПО в статическом и динамическом режимах измерения для случая, когда начальное действующее значение линейно-нарастающего синусоидального тока было принято равным $0,9 I_c$. При этом параметры функции $I_{cv}^*(v)$ определялись так, чтобы для каждого заданного значения δ обеспечивалось достижение наименьшего значения $\Delta t_{ид}$. В случае $\delta = 0,01$ это условие обеспечивается при значениях v , равных $v_1 = 1,5$ и $v_2 = 2,0$ для электромеханического ПО (реле РТ-40) и $v_1 = 1,6$ и $v_2 = 3,2$ для микропроцессорного ПО. Результаты проведенного анализа приведены на рис.4 и 5.

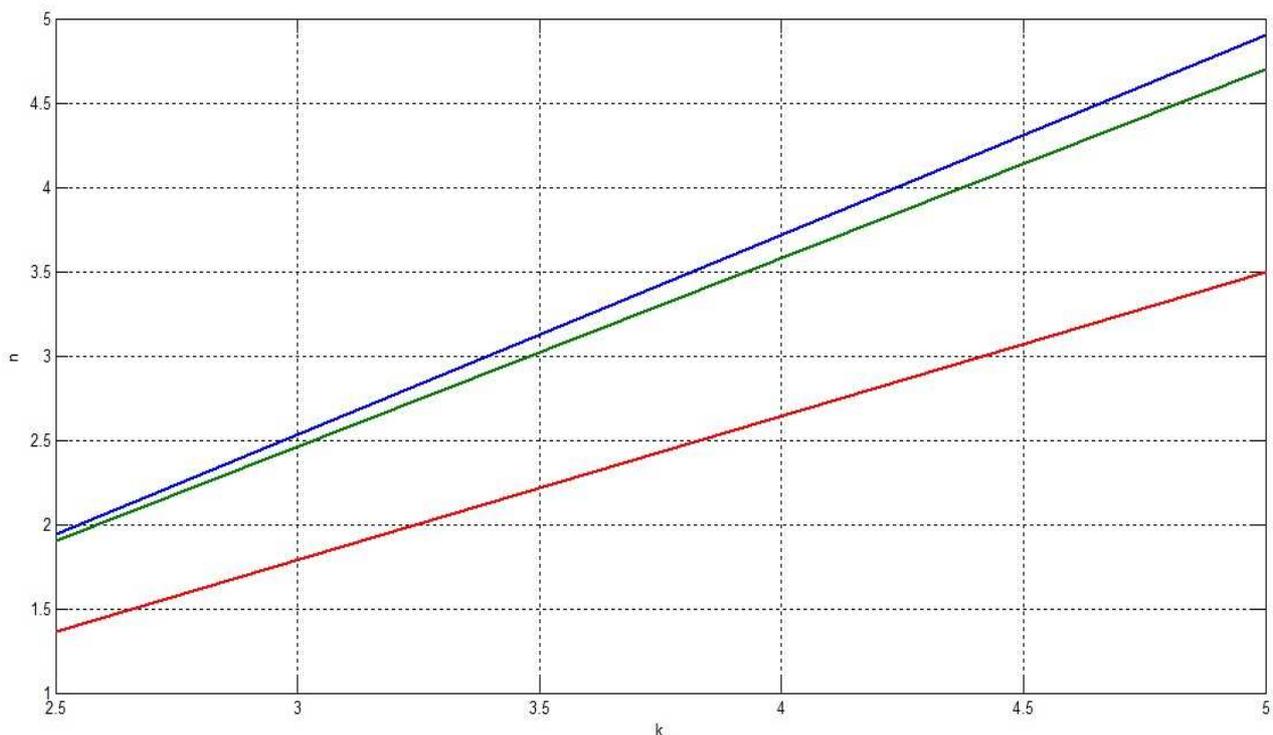


Рис 4. Зависимость $n(k)$ для реле типа РТ-40: 1- $\delta = 0,01$; 2- $\delta = 0,02$; 3- $\delta = 0,05$

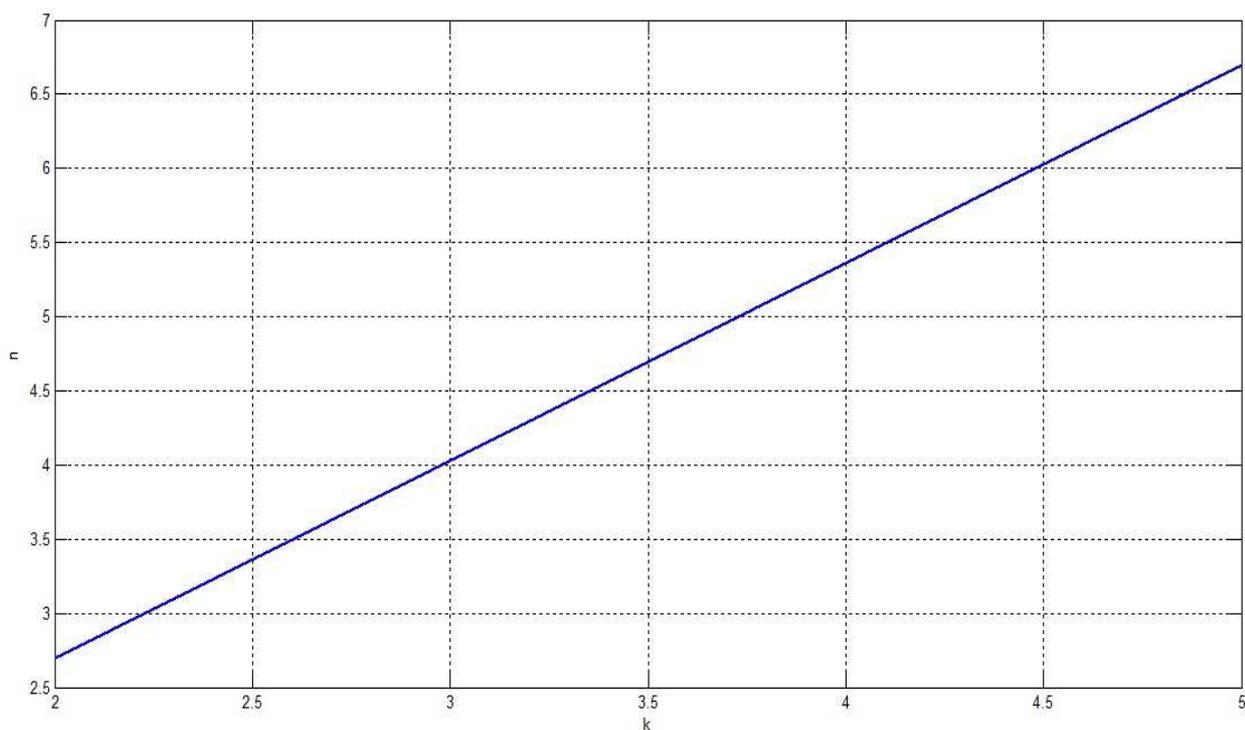


Рис 5. Зависимость $n(k)$ для токового ПО терминала 7SI5005-5CA01 при $\delta=0,01$

Из рис. 4 и 5 следует, что применение динамического режима измерения параметра срабатывания ПО позволяет существенно сократить длительность процесса измерения и сравнению со статическим режимом измерения. Эффективность метода при измерении параметра срабатывания микропроцессорного токового ПО выше, чем у электромеханического токового ПО.

Наибольшее значение динамической погрешности измерения для микропроцессорного токового ПО при линейной аппроксимации не превышает значение $\delta = 0,02$. Поэтому при динамических погрешностях измерения, превышающих значение $\delta = 0,02$, время измерения может быть уменьшено более, чем на порядок. Для реле тока РТ-40 наибольшее значение динамической погрешности при линейной аппроксимации равна $\delta = 0,05$.

Выводы

Применение динамического метода измерения параметра срабатывания токовых ПО обеспечивает значительное повышение производительности измерительного процесса. Этот эффект более значителен для ПО с задержкой времени на срабатывание. Эффективность предложенного метода измерений может быть повышена при использовании нелинейной аппроксимирующей функции.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке новых алгоритмов автоматизированного контроля параметров срабатывания ПО УРЗА.

Список литературы

1. А.с. 2054192. Способ контроля электромагнитного релейного элемента постоянного тока /Р.А. Агаронянц и Б.Р. Агаронянц - Оpubл. в Б.И., 1996.
2. Борисов В.А., Григорьев В.Г., Поляков В.Е. Вопросы автоматизации контроля параметров реле.-В кн.: Электрические машины и аппараты.- Чебоксары , 1980.-с.146-152.
3. Григорьев В.Г., Исследование параметров срабатывания реле тока в динамическом режиме контроля/ В.Г. Григорьев, Н.В. Павлова, Н.В. Григорьева, Б.С. Зайцев// Региональная энергетика и электротехника: Проблемы решения: Сб.науч.тр., вып.9. – Чебоксары: Изд-во Чуваш.ун-та 2012-, с.191-196.
4. Дорохин Е.Г., Дорохина Т.Н. Основы эксплуатации релейной защиты и автоматики. Краснодар: ОАО, Изд-во «Советская Кубань», 2006.- 448с.
5. Руководство по эксплуатации Ретом-61. Устройство измерительное параметров релейной защиты Ретом-61. Чебоксары: Фирма «НПП Динамика», 2008 .- 48 с.
6. Руководство по эксплуатации Нептун-3. Устройство проверки средств елейной защиты Нептун-3. Зеленогшрад: Фирма «НП Радиус», 2001 г. 49 с.
7. Сигорский В.П. Математический аппарат для инженера/В.П. Сигорский. Киев: Техника, 1975, 768 с.

Рецензенты:

Артемьев И.Т., д.ф.-м.н., профессор кафедры математического и аппаратного обеспечения информационных систем, ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары;

Охоткин Г.П., д.т.н., профессор кафедры автоматики и управления в технических системах ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары.