DOI: 10.17117/na.2016.04.03.032

<http://ucom.ru/doc/na.2016.04.03.032.pdf>

Поступила (Received): 04.04.2016

Бережной Д.А. Использование метода имитационного моделирования для оценки неустойчивости метрологических характеристик измерительных каналов

Berezhnoy D.A.
**The use of simulation method for evaluation of instability of the
metrological characteristics of measuring channels**

Путем выявления коренных причин параметрических отказов измерительных каналов может быть сформирована группа факторов, воздействующих на неустойчивость метрологических характеристик измерительных каналов. В работе предлагается применять метод имитационного моделирования для оценки основных факторов, оказывающих наибольшее воздействие на неустойчивость метрологических характеристик измерительных каналов

Ключевые слова: измерительный канал, неустойчивость метрологических характеристик, воздействующий фактор, имитационная модель

By identifying the root causes of parametric failures of the measuring channels can be formed by a group of factors affecting the instability of the metrological characteristics of measuring channels. This paper proposes to apply the simulation method to evaluate the main factors that have the greatest impact on the instability of the metrological characteristics of measuring channels

Key words: measuring channel, instability of the metrological characteristics, influence factor, imitation model

Бережной Дмитрий Анатольевич
Аспирант
Севастопольский государственный университет
г. Севастополь, ул. Университетская, 33

Berezhnoy Dmitriy Anatolievich
Graduate
Sevastopol state university
Sevastopol, Universitetskaya st., 33

В процессе нормальной эксплуатации на измерительные каналы (ИК) воздействуют различные влияющие факторы, что приводит к изменению метрологических характеристик (МХ) во времени.

Неустойчивостью МХ ИК $m(t)$ является изменение МХ ИК за установленный интервал времени.

Основной МХ ИК является предельно допустимое значение погрешности (Δ).

На этапе нормальной эксплуатации ИК принято считать, что погрешность как МХ имеет начальное значение Δ_n , а также критические значения $\Delta_{кр}$, при котором происходит метрологический отказ. Кроме того, существует некоторое множество значений $\Delta_{к1...н}$, формирующих область упреждающего контроля неустойчивости исследуемой погрешности ИК [1].

В результате воздействия на элементы ИК влияющих факторов, погрешность ИК с течением времени может значительно увеличиваться до критического значения $\Delta_{кр}$, при котором наступает внезапный метрологический отказ ИК, что можно характеризовать как пессимистический прогноз «П», определяемый появлением точки «В», в которой погрешность требует упреждающего контроля нестабильности ИК (рис. 1).

Возможный постепенный метрологический отказ проявляется в постепенном изменении погрешности ИК, что можно характеризовать как оптимистический прогноз «О», определяемый появлением точки «М». Причиной его обычно бывают износ, старение и др. деградиционно-нарастающие изменения в деталях и узлах ИК. Время наступления постепенного метрологического отказа функционально связано с интенсивностью физико-механических процессов, протекающих при работе ИК. По характеру проявления постепенные метрологические отказы являются латентными и могут быть выявлены за счет проведения упреждающего контроля нестабильности исследуемой погрешности ИК в области 2, что показано на рис. 1 [1].

Рис. 1. Изменение нестабильности погрешности ИК в процессе эксплуатации:
1 – время нормальной эксплуатации; 2 – область упреждающего контроля

На основании анализа интенсивности отказов ИК, можно выделить группу воздействующих факторов, необходимых для исследования нестабильности погрешности ИК, которая представлена в виде графической модели (рис. 2) [1]:

Данные воздействия на нестабильность погрешности ИК можно реализовать с помощью проведения испытаний в составе информационно-измерительных комплексов либо с применением специальных температурных и климатических камер, источников (имитаторов) наводок и помех, генератора циклического изменения электропитания и т.д. Однако представленный способ имеет ряд недостатков связанных с материальными затратами на закупку испытательного оборудования и временем на проведение исследовательских работ [2].

Рис. 2. Модель ИК: t – время наблюдений и появления флуктуаций;
 $x(t)$ – полезный сигнал; $n(t)$, $g(t)$, $s(t)$ – группа воздействующих
 факторов на нестабильность метрологических характеристик ИК

В работе предлагается для оценки факторов, влияющих на нестабильность метрологических характеристик измерительных каналов, применять метод имитационного моделирования.

При этом структурные элементы ИК рассматриваются как некоторая функция:

$$y(t)=f(x) \quad (1)$$

При воздействии группы влияющих факторов функция будет иметь вид:

$$y(t) = x(t) + n(t) + g(t) + s(t) \quad (2)$$

где $y(t)$ – результат измерения ИК.

Примем, что:

$$\xi(t)=n(t) + g(t) + s(t) \quad (3)$$

С ростом потерь увеличивается нестабильность погрешности ($m(t)$), что влечет за собой ухудшение характеристик полезного сигнала.

При оценке нестабильности МХ ИК исходят из того что нестабильность ($m(t)$) характеризуется параметрами $\xi(t)$. Работоспособному состоянию ИК соответствует [2]:

$$\xi(t)_{\min} < \xi(t)_i < \xi(t)_{\max} \quad (4)$$

Таким образом, может быть сформулирована последовательность оценки нестабильности МХ ИК:

1. На основе анализа интенсивности отказов определяется перечень воздействующих факторов $\xi(t)$, характеризующих стабильность МХ ИК.
2. Формулируются условия работоспособности (4), то есть определяется граничные значения воздействующих факторов $\xi(t)$.
3. На основе имеющихся результатов измерений и теоретических сведений определяются свойства воздействующих факторов $\xi(t)$.
4. Полученные данные вводятся в имитационную модель, в которой с помощью метода Монте-Карло определяется и оценивается нестабильность МХ ИК.

Выводы

В работе предложено применять средства имитационного моделирования для оценки нестабильности метрологических характеристик ИК.

Сформулирована последовательность оценки нестабильности МХ ИК средствами имитационного моделирования.

Список используемых источников:

1. Бережной Д.А., Кравцова С.Е., Маловик К.Н. Оценивание неустойчивости метрологических характеристик измерительных каналов исследовательских реакторов // Известия вузов «Ядерная энергетика». №2. 2015. С. 39-48.
2. Жмерев В.С., Маловик К.Н., Чуклин А.А. Использование метода имитационного моделирования для оценки остаточного ресурса оборудования АЭС // Сборник научных трудов СНУЯЭиП. №2. 2010. С. 199-205.

© 2016, Бережной Д.А.

Использование метода имитационного моделирования для оценки неустойчивости метрологических характеристик измерительных каналов

© 2016, Berezhnoy D.A.

The use of simulation method for evaluation of instability of the metrological characteristics of measuring channels