

что в этой области работа ведется на хорошем уровне и результативность улучшений высока.

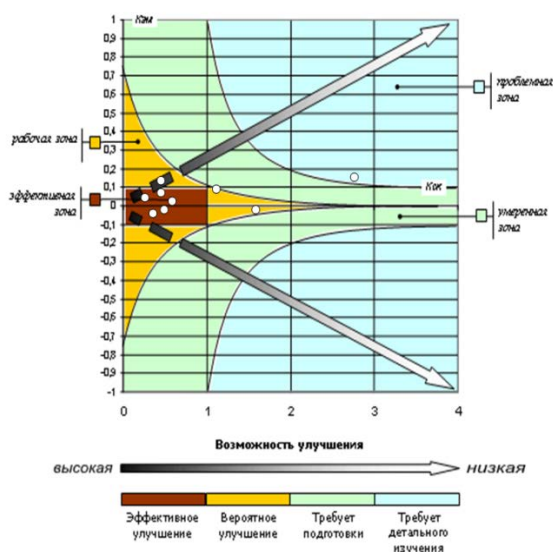


Рисунок 3 – Матрица возможности улучшений

Критерии «Лидерство», «Стратегия и планы» и «Результаты для общества» попадают в рабочую зону, что указывает на возможность

значительных улучшений в этой сфере. Показатель критерия «Результаты для персонала» попал в проблемную зону. В этой области необходимы предварительный анализ коэффициентов и детальная разработка программы улучшений.

5. Заключительное совещание. По результатам самооценки руководитель рабочей группы подготавливает заключение, содержащее обобщенные данные самооценки и рекомендации по улучшению.

Было предложено следующее. Разработать анкету удовлетворенности внутреннего персонала с целью уточнения потребностей и вовлечения персонала в процесс постоянного улучшения. Пересмотреть должностные инструкции работников технического отдела. Развивать горизонтальные связи между отделами организации, которые носят как формальный, так и не формальный характер, это будет восполнять недостаток информации об общей ситуации. Введение программы непрерывного развития сотрудников. Создать благоприятный психологический климат в организации при помощи организационной культуры и участия руководства в решении конфликтных ситуаций.

УДК 519.876.5:681.2.084+004.032.26

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПЕРВИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Стадник В.В.¹, Подорожняк А.А.², Коваль А.А.³

¹Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

²Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

³Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Харьков, Украина

Анализ существующей ситуации с измерениями параметров технологических процессов [1] показал, что большинство из них имеет динамический характер. Динамический режим измерений характеризуется таким изменением измеряемой величины за время проведения измерительного эксперимента, которое может влиять на результат измерения. Вследствие этого, в теории динамических измерений наибольшее значение имеют две проблемы: восстановление измеряемого сигнала, динамично искаженного средством измерения и анализ динамической погрешности. Ранее, в работах [2 – 3], были рассмотрены модели измерительных преобразователей, позволяющих восстановить искаженный сигнал и получить оценку погрешности измерений. В таких моделях измерительных преобразователей настраиваемые параметры существенно уменьшают динамическую погрешность измерений [4]. Однако линейные методы управления настраиваемыми параметрами модели преобразователя по своим возможностям имеют ограничения.

Использование более эффективных методов восстановления динамично искаженных сигналов (решение обратной задачи в метрологии) требует комплексного подхода к решению поставленных проблемных вопросов. Одним из таких подходов является использование нейронных сетей для разработки динамических моделей первичных измерительных преобразователей.

Целью данного доклада является обоснование структурной схемы нейросетевой модели измерительного первичного преобразователя при динамических технологических измерениях.

В общем случае передаточная функция первичного измерительного преобразователя описывается известным линейным уравнением [5].

Связь между выходом и входом дискретной модели датчика может быть представлена в виде рекуррентного уравнения:

$$y(k) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot y(k-i) + \sum_{j=0}^n \beta_j \cdot y(k-j), \quad (1)$$

где $u(k)$, $y(k)$ – отсчеты, соответственно, входного и выходного сигналов датчика в дискретные моменты времени $t_k = k \cdot T$, $k = 0, 1, 2, \dots$

Значения параметров приведенной дискретной модели можно определить на основе линейной нейросетевой модели датчика, структурная схема которой приведена на рис. 1.

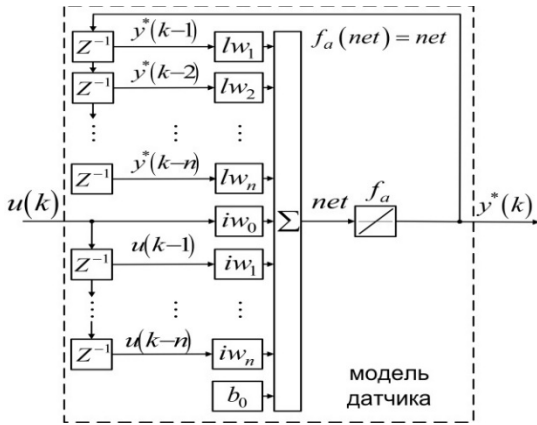


Рисунок 1 Структурная схема нейросетевой модели первичного измерительного преобразователя

Данная модель представляет собой рекуррентную нейронную сеть, состоящую из одного нейрона с линейной функцией активации с нулевым смещением. При этом структура этой модели полностью соответствует выражению (1). Рекуррентное уравнение, определяющее связь между входом и выходом нейросетевой модели датчика, запишется в виде:

$$y^*(k) = f_a(net) = net = \sum_{i=1}^n lw_i \cdot y^*(k-i) + \sum_{j=0}^n iw_j \cdot u(k-j), \quad (2)$$

где $y^*(k)$ – отсчеты выходного сигнала нейросетевой модели в дискретные моменты времени $t_k = k \cdot T$, $k = 0, 1, 2, \dots$; $u(k-1)$, $y^*(k-1)$ – отсчеты, соответственно, входного сигнала датчика и выходного сигнала нейросетевой модели в предыдущие дискретные моменты, времени $t_{k-1} = (k-1) \cdot T$; lw_i , iw_j – настраиваемые весовые коэффициенты нейросетевой модели датчика, $i = 0, n$, $j = 1, n$.

При соответствующем способе формирования входной и целевой учебных последовательностей, которые отражают связь между входом и выходом дискретной модели датчика, весовые коэффициенты нейросетевой модели могут быть настроены в процессе его обучения таким образом, что при заданном уровне точности (не превышает машинную точность вычислений и округления промежуточных результатов) отсчеты выходного сигнала нейросетевой модели равны соответствующим дискретным отсчетам выходного сигнала

датчика. При этом указанная возможность следует из линейности и соответствия дискретной и нейросетевой модели датчика.

Таким образом, если в результате обучения нейросетевой модели датчика, отсчеты ее выходного сигнала равны соответствующим дискретным отсчетам выходного сигнала датчика, то значение настроенных параметров нейросетевой модели будут значениями параметров дискретной модели (1) датчика. В качестве критерия обучения рассматриваемой модели необходимо выбирать функцию погрешности между желаемым и реальным выходом нейросетевой модели первичного измерительного преобразователя.

Для иллюстрации возможностей предлагаемой нейросетевой модели первичного измерительного преобразователя было проведено математическое моделирование в программной среде Matlab.

В качестве примера был рассмотрен датчик радиометрической температуры с передаточной функцией вида:

$$W_S(p) = \frac{1}{(T_1^2 \cdot p^2 + 2 \cdot \xi_1 \cdot T_1 \cdot p + 1) \cdot (T_2 \cdot p + 1)}, \quad (3)$$

где $T_1 = 50$ с, $T_2 = 25$ с – постоянные времени датчика, $\xi_1 = 0.7$ – коэффициент демпфирования.

Значение длины учебных последовательностей – $N = 540$, при этом заданы следующие значения: периода квантования $T = 1$ с и параметра $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-3}$, который определяет длину учебных последовательностей N .

График изменения величины погрешности между выходами непрерывной и дискретной моделями датчика в виде разницы реакций указанных моделей на одно и то же влияние, приведен на рис. 2.

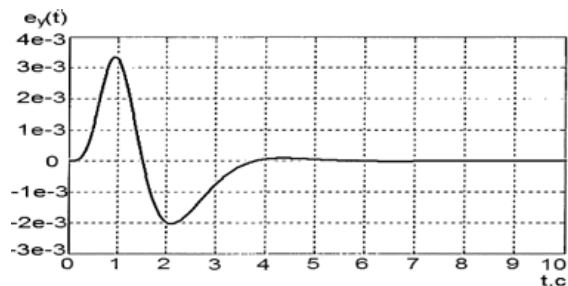


Рисунок 2 График величины изменения погрешности между выходами непрерывной и дискретной нейросетевой модели датчика

Разработанная динамическая дискретная нейросетевая модель первичного измерительного преобразователя адекватна непрерывной модели данного преобразователя. В качестве меры адекватности была выбрана разница реакций указанных моделей на одно и то же влияние,

которая по результатам моделирования не превышает значения $4 \cdot 10^{-3}$. При длине учебных последовательностей $N = 540$ и периоде квантования $T = 1$ с погрешность обучения динамической нейросетевой модели первичного измерительного преобразователя после 100 эпох обучения составляет $7.6 \cdot 10^{-7}$.

Полученные результаты могут быть полезны при исследованиях и проектировании интеллектуальных первичных измерительных преобразователей и интеллектуальных измерительных информационных систем.

1. Hashemian H.M. Monitoring and measuring I&C performance in nuclear power plants – USA: International Society of Automation, 2014. – 376 с.

2. Materassi D. Reconstruction of topologies for acyclic networks of dynamical systems // Proc. of the American Control Conference. – 2011. – P.37– 41.
3. Cessac B. Neural Networks as dynamical systems // International Journal of Bifurcations and Chaos. – 2010. – № 6 (20). – P. 1585–1629.
4. Любченко Н.Ю. Дослідження моделі мікропроцесорного вимірювача системи терморегулювання / Н.Ю. Любченко, А.О. Подорожняк, А.М. Клименко, В.М. Гурський // Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2016. – № 5. – С. 54–61.
5. Полярус О.В. Динамічна нейромережева модель первинного перетворювача / О.В. Полярус, А.О. Подорожняк, А.О. Коваль // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – 2014. – № 35. – С. 152–160.

УДК 681.324

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИИ WINDOWS PRESENTATION FOUNDATION

Стадник В.В.¹, Скорин Ю.И.²

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

²Харьковский национальный экономический университет, Харьков, Украина

Анализ текущего состояния парка средств измерительной техники свидетельствует о том, что состав штатных средств измерительной техники, существующий в наличии и который необходим для обеспечения качественного проведения учебного процесса, как правило, ограничен, часто требует ремонта, восстановления или замены, поэтому такое направление повышения эффективности учебного процесса, как создание виртуальных измерительных приборов трудно переоценить [1].

Дальнейшее совершенствование информационно-коммуникационных технологий требует поиска альтернативных способов совершенствования парка средств измерительной техники, например, путем разработки и создания виртуальных измерительных приборов [2].

Развитие вычислительной техники, компьютеризация всех отраслей народного хозяйства, наталкивает на мысль об использовании мощного технологического потенциала компьютеризации в деле совершенствования процесса измерений.

Поиски решения привели к необходимости создания виртуальных приборов, аналоги которых уже существуют за рубежом и демонстрируют значительные преимущества перед так называемыми традиционными приборами.

Аппаратная составляющая виртуальных измерительных приборов, в настоящее время является достаточно определенной и заключается в сочетании персонального компьютера с аналоговым

адаптером (датчиком) измерительной и диагностической информации [3].

Такое сочетание осуществляется с помощью платы сбора данных, основными элементами которой в общем случае могут быть: аналого-цифровой преобразователь, порт, запоминающее устройство, мультиплексор, преобразователь напряжения и преобразователь код-код.

Также возможно включение в состав платы сбора данных микропроцессорного контролера, который выполняет функции управления, синхронизации и поддержки программного обеспечения.

Программная же составляющая виртуальных измерительных приборов, в частности – вопрос визуализации виртуальных устройств еще требует значительного совершенствования.

На рис. 1 приведена обобщенная структурная схема построения виртуального измерительного прибора.

В зависимости от назначения виртуальные измерительные приборы могут включать в свой состав:

- базы данных,
 - интерактивные электронные таблицы,
 - временные диаграммы,
 - графики,
- предоставляющие дополнительную диагности-ческую информацию, чем обеспечивают:
- повышение достоверности контроля параметров и качества диагностики,