

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.518.5:004.896

DOI: 10.12737/2013

База данных системы знаний интеллектуального электронного паспорта технологического мехатронного объекта*

А. К. Тугенгольд, А. Ф. Лысенко, О. В. Гончаров

(Донской государственный технический университет)

На основе концептуального подхода к интеллектуальному электронному документированию мехатронных технологических объектов даны рекомендации по построению баз данных системы знаний. Описаны требования, которым должны отвечать базы данных при интеллектуальном электронном документировании мехатронных объектов, дано обоснование использования соответствующих стандартов, в том числе и S1000D. Рассмотрен пример формирования базы данных, входящей в состав системы знаний для повышения качества функционирования технологического объекта. Описана структура базы данных и её содержание. Приведена структура XML-документа базы данных на примере многофункционального обрабатывающего центра и дано описание определённых в нём узлов. Проиллюстрирован фрагмент XML-документа базы данных, созданного в соответствии с приведённой структурой. На основе представленного подхода спроектирована база данных характеристик многофункционального обрабатывающего центра.

Ключевые слова: интеллектуальное электронное документирование, интеллектуальное управление, технологические объекты, станки, базы данных.

Введение. Интеллектуальное электронное техническое документирование технологических мехатронных объектов подразумевает наличие в своём составе системы знаний, представляющей собой интеллектуальный инструмент для принятия решений по управлению. Как указывалось ранее в работе [1], для формирования базы знаний необходимо иметь исходные базы данных, которые должны отвечать определённым требованиям и стандартам.

Так как концепция интеллектуального электронного документирования подразумевает постоянное и непрерывное взаимодействие баз данных с базой знаний, для корректной работы правил управления технологическим объектом необходимо, чтобы базы данных соответствовали стандарту S1000D. Этот стандарт представляет собой спецификацию на выпуск технических публикаций с использованием базы данных общего доступа и основан на технологии XML.

Подход к разработке базы данных. Знания индивидуальных свойств станка служат информационной и интеллектуальной поддержкой управления процессом обработки на станке и в целом его эксплуатации, включая обслуживание, ремонт и утилизацию. При этом база данных системы знаний должна содержать наследуемые и оперативные множества параметров технологического объекта, как описано в работе [2]. Под наследуемым множеством подразумевается совокупность параметров, которые получают при приёмо-сдаточных или тестовых измерениях. Совокупность факторов, измеряемых непосредственно в процессе обработки, отнесена к оперативному множеству. Одна из причин такого деления заключается в ограниченной возможности получения оперативной информации от средств контроля непосредственно в процессе обработки детали. Примерами наследуемых факторов являются отклонения от плоскостности столов, непараллельность перемещения суппорта относительно оси шпинделя, отклонения от взаимной перпендикулярности направлений перемещений рабочих органов и пр.

* Работа выполнена в рамках инициативной НИР.

База данных наследуемых характеристик металлорежущего станка содержит информацию по точности в соответствии с ГОСТами 9726-89, 27843-2006, 30027-93, согласно [3]. Это позволяет обеспечивать систему данными, содержащими результаты испытаний на геометрическую точность станка и точность обработки образцов изделий, в корректной и удобной для работы структуре XML.

Для структуризации всех данных о точности технологического объекта язык разметки XML предусматривает определение тегов для выделения каждого из элементов и связей между ними, что образует структуру документа. На рис. 1 приведена структура XML-документа базы данных на примере станка — многофункционального обрабатывающего центра.

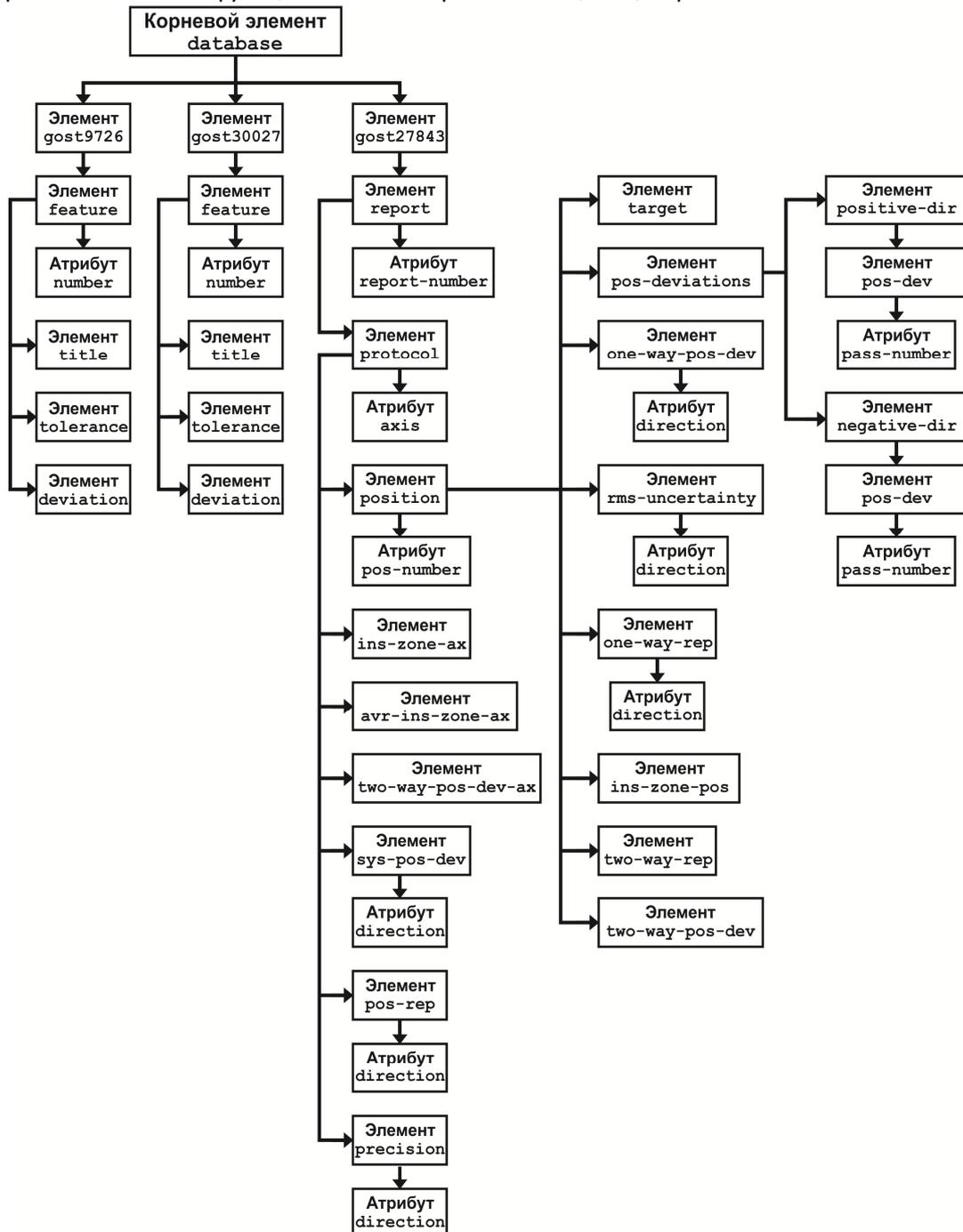


Рис. 1. Структура XML-документа базы данных

В XML-документе определены следующие узлы:

- `gost9726` — включает элементы, относящиеся к нормам точности по ГОСТ 9726-89;
- `gost30027` — включает элементы, относящиеся к нормам точности по ГОСТ 30027-93;
- `feature` — включает элементы, содержащие данные о норме точности (атрибут `number` содержит порядковый номер нормы);
- `title` — наименование нормы точности (по ГОСТ 9726-89 и ГОСТ 30027-93);
- `tolerance` — допустимое отклонение (по ГОСТ 9726-89 и ГОСТ 30027-93);
- `deviation` — фактическое отклонение (по ГОСТ 9726-89 и ГОСТ 30027-93);
- `gost27843` — включает результаты испытаний на точность и повторяемость по ГОСТ 27843-2006;
- `report` — содержит элементы, составляющие отчёт о результатах испытаний (атрибут `report-number` содержит порядковый номер отчёта);
- `protocol` — содержит результаты измерений по одной оси (атрибут `axis` содержит название оси);
- `position` — содержит данные о заданной позиции, используемой в измерении (атрибут `pos-number` содержит порядковый номер позиции);
- `target` — целевая позиция;
- `pos-deviations` — содержит позиционные отклонения при подходе в положительном и отрицательном направлениях;
- `positive-dir` — содержит позиционные отклонения при подходе в положительном направлении;
- `negative-dir` — содержит позиционные отклонения при подходе в отрицательном направлении;
- `pos-dev` — значение позиционного отклонения (атрибут `pass-number` содержит номер прохода);
- `one-way-pos-dev` — среднее одностороннее позиционное отклонение (атрибут `direction` содержит информацию о направлении подходов при измерении);
- `rms-uncertainty` — среднеквадратичная неопределённость (атрибут `direction` содержит информацию о направлении подходов при измерении);
- `one-way-rep` — повторяемость в одном направлении (атрибут `direction` — направление);
- `ins-zone-pos` — зона нечувствительности позиционирования;
- `two-way-rep` — повторяемость в двух направлениях позиционирования;
- `two-way-pos-dev` — среднее двухстороннее позиционное отклонение;
- `ins-zone-ax` — зона нечувствительности позиционирования оси;
- `avr-ins-zone-ax` — средняя зона нечувствительности позиционирования оси;
- `two-way-pos-dev-ax` — среднее двухстороннее позиционное отклонение оси;
- `sys-pos-dev` — систематическое позиционное отклонение оси (атрибут `direction` — направление);
- `pos-rep` — повторяемость позиционирования оси (атрибут `direction` — направление);
- `precision` — точность позиционирования оси (атрибут `direction` — направление).

Ниже приведён фрагмент XML-документа базы данных, созданного в соответствии со структурой, описанной выше:

```
<database>
<gost9726>
<feature number="0">
<title>Прямолинейность рабочей поверхности стола</title>
<tolerance>10</tolerance>
<deviation>10</deviation>
</feature>
<feature number="1">
<title>Постоянство углового положения рабочей поверхности стола при его перемещении в продольном направлении</title>
<tolerance>0.02</tolerance>
```

```

<deviation>0.02</deviation>
</feature>
...
</gost9726>
<gost30027>
<feature number="0">
<title>Плоскостность рабочей поверхности стола</title>
<tolerance>10</tolerance>
<deviation>10</deviation>
</feature>
<feature number="1">
<title>Прямолинейность траектории перемещения рабочего органа по осям координат</title>
<tolerance>10</tolerance>
<deviation>10</deviation>
</feature>
...
</gost30027>
<gost27843>
<report report-number="1">
<protocol axis="X">
<position pos-number="1">
<target>6.711</target>
<pos-deviations>
<positive-dir>
<pos-dev pass-number="1">2.3</pos-dev>
<pos-dev pass-number="2">2.1</pos-dev>
<pos-dev pass-number="3">1.9</pos-dev>
<pos-dev pass-number="4">2.8</pos-dev>
<pos-dev pass-number="5">2.2</pos-dev>
</positive-dir>
<negative-dir>
<pos-dev pass-number="1">-1.2</pos-dev>
<pos-dev pass-number="2">-1.3</pos-dev>
<pos-dev pass-number="3">-1.9</pos-dev>
<pos-dev pass-number="4">-1.3</pos-dev>
<pos-dev pass-number="5">-1.9</pos-dev>
</negative-dir>
</pos-deviations>
<one-way-pos-dev direction="positive">2.3</one-way-pos-dev>
<one-way-pos-dev direction="negative">-1.6</one-way-pos-dev>
<rms-uncertainty direction="positive">0.3</rms-uncertainty>
<rms-uncertainty direction="negative">0.4</rms-uncertainty>
<one-way-rep direction="positive">1.3</one-way-rep>
<one-way-rep direction="negative">1.4</one-way-rep>
<ins-zone-pos>-3.9</ins-zone-pos>
<two-way-rep>5.2</two-way-rep>
<two-way-pos-dev>0.3</two-way-pos-dev>

```

```
</position>
...
<ins-zone-ax>0.0041</ins-zone-ax>
<avr-ins-zone-ax>0.0037</avr-ins-zone-ax>
<two-way-pos-dev-ax>0.0040</two-way-pos-dev-ax>
<sys-pos-dev direction="positive">0.0040</sys-pos-dev>
<sys-pos-dev direction="negative">0.0039</sys-pos-dev>
<sys-pos-dev direction="two-way">0.0077</sys-pos-dev>
<pos-rep direction="positive">0.0025</pos-rep>
<pos-rep direction="negative">0.0029</pos-rep>
<pos-rep direction="two-way">0.0065</pos-rep>
<precision direction="positive">0.0057</precision>
<precision direction="negative">0.0061</precision>
<precision direction="two-way">0.0096</precision>
</mes-protocol>
</report>
</gost27843>
</database>
```

Манипуляции данными в спроектированной системе управления базами данных осуществляются посредством запросов, соответствующих стандарту SQL и относящихся к так называемому языку манипулирования данными (Data Manipulation Language или DML). Система знаний запрашивает данные из баз данных наследуемых и оперативных характеристик станка при выполнении правил экспертной системы для оптимизации режимов обработки на станке. При извлечении знаний из данных система производит запросы к базе данных, получая необходимые факты, и, используя правила, обрабатывает их. В результате этих операций над данными система знаний получает информацию о закономерностях обработки, которая впоследствии используется системой прогнозирования и модулем взаимодействия с устройством числового программного управления (УЧПУ).

Потенциально, на основе сведений о точности позиционирования и повторяемости, содержащихся в созданной базе данных, можно прогнозировать фактическую траекторию инструмента во время обработки детали на металлорежущих станках. Система прогнозирования может существенно повысить точность обработки на мехатронном технологическом оборудовании.

В структуре системы интеллектуального электронного технического паспорта технологического мехатронного объекта предусматриваетсястройка модуля взаимодействия с УЧПУ, который позволяет изменять программу ЧПУ в реальном времени и вносить в неё корректирующее воздействие.

Заключение. Представленный методический подход позволяет создавать базы данных в системе интеллектуального электронного документирования технологических машиностроительных объектов и, в частности, электронной паспортизации станков. Эти системы обеспечивают возможность формирования корректирующих управляющих воздействий при обработке высокоточных деталей. Спроектирована база данных характеристик многофункционального обрабатывающего центра, позволяющая системе знаний формировать решения по управлению станочной системой.

Библиографический список

1. Интеллектуальное электронное документирование технологических объектов в системе PLM / А. К. Тугенгольд [и др.]. — Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2011. — Т. 11, № 3. — С. 860–867.
2. Тугенгольд, А. К. Интеллектуальная электронная паспортизация в системе управления технологическими объектами / А. К. Тугенгольд, А. Ф. Лысенко, А. С. Тишин // Микроэлектронные

информационно-управляющие комплексы : сб. тез. и ст. Всерос. науч. шк., 5—7 сент. — Новочеркасск : Лик, 2011. — С. 182—184.

3. Принципы построения интеллектуальной электронной документации станка / Г. В. Самодуров [и др.]. — СТИН. — 2012, № 7. — С. 15—20.

Материал поступил в редакцию 28.03.2013.

References

1. Tugengold, A. K., et al. Intellectualnoye elektronnoye dokumentirovaniye tekhnologicheskikh obyektov v sisteme PLM. [Intellectual electronic documentation of technological objects in PLM system.] Vestnik of DSTU, 2011, vol. 11, no. 3, pp. 860—867 (in Russian).

2. Tugengold, A. K., Lysenko, A. F., Tishin, A. S. Intellectualnaya elektronnyaya pasportizatsiya v sisteme upravleniya tekhnologicheskimi obyektami. [Intellectual electronic certification in processing facilities control system.] Mikroelektronnyye informatsionno-upravlyayushchiye komplekсы : sb. tez. i st. Vseros. науч. shk., 5—7 сент. [Microelectronic controlled information complexes : Proc All-Russ. sci.school, Sept. 5—7.] Novocherkassk : Lik, 2011, pp. 182—184 (in Russian).

3. Samodurov, G. V., et al. Printsipy postroyeniya intellektualnoy elektronnoy dokumentatsii stanka. [Design concepts of machine intellectual electronic documentation.] STIN, 2012, no. 7, pp. 15—20 (in Russian).

DATABASE FOR INTELLIGENT ELECTRONIC PASSPORT KNOWLEDGE SYSTEM OF A TECHNOLOGICAL MECHATRONIC OBJECT*

A. K. Tugengold, A. F. Lysenko, O. V. Goncharov
(Don State Technical University)

In terms of the conceptual approach to the intelligent electronic documentation of mechatronic technological objects, the recommendations on the knowledge system database construction are given. The requirements with which databases of the intelligent electronic documentation of mechatronic objects shall comply are described, and the utilization of the relevant standards including S1000D is proved. An example of the database creation included in the knowledge system for improving the technological object performance quality is considered. The database structure and content are described. The structure of a database XML-document by the example of the multifunction processing center is given, and its nodes are described. A fragment of the database XML-document created in accordance with the above mentioned structure is illustrated. The database performance of the multifunction processing center is designed on the basis on the presented approach.

Keywords: *intelligent electronic documentation, intelligent control, technological objects, machine tools, databases.*

* The research is done within the frame of the independent R&D.