

УДК 681.2(004.89)

А.Б. ЛЕЩЕНКО, Н.С. ГУБКА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е Жуковского «ХАИ», Украина

СОЗДАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ УЧРЕЖДЕНИЯ

Рассмотрены актуальные вопросы повышения эффективности работы метрологических служб учреждений. Эффективность этих работ обеспечивается созданием системы поддержки принятия решений, охватывающей большую часть задач, решаемых метрологическими службами. Дано описание предметной области с использованием теоретико-множественного представления. Представлены примеры реализации используемых моделей данных и знаний.

измерительная техника, характеристики прибора, модели данных и знаний, теоретико-множественное представление, концептуальная модель, СУБД Caché

Постановка проблемы

В настоящее время, во всех организациях (предприятия, учебные заведения, научные учреждения и т.д.) используется измерительная техника. К сожалению, в большинстве метрологических служб, особенно в государственных учреждениях, до сих пор используется бумажно-каталожная система учета измерительной техники, которая не позволяет быстро и эффективно производить учет и поиск необходимой информации о приборах, составлять отчеты и т.д. А используемые на предприятиях информационные системы либо закрыты, либо применяются для учета всего имущества предприятия и рассматривают учет измерительной техники, в основном, с точки зрения материального имущества предприятия.

Таким образом, в отделах метрологии учреждений возникают проблемы эффективного учета измерительных приборов. Автоматизация работы таких отделов, а именно внедрение систем поддержки принятия решений, значительно повышает эффективность работы метрологических служб и снимает трудоемкую часть нагрузки с ее работников.

На рынке разработчиков компьютерных систем представлены программные продукты, связанные с рассматриваемой предметной областью. В 80-х годах были разработаны несколько таких подсистем,

автоматизирующих работу метрологических служб [1 – 3].

Основным недостатком этих систем является то, что они разрабатывались в период, когда компьютерные технологии не позволяли в полной мере охватить требуемые задачи.

Сейчас разрабатываются и эксплуатируются системы направленные на рассматриваемую проблематику, однако они, как правило, являются либо закрытыми системами, разработанными для данного учреждения, либо, наоборот, системами широкого профиля, автоматизирующими учет имущества предприятия в целом и не глубоко рассматривающими характеристики этого имущества. К тому же они, как правило, более направлены на учет характеристик имущества с точки зрения его стоимости.

Примерами таких подсистем могут служить следующие подсистемы:

- разработанный компанией 1С.Франчайзинг модуль – «1С: Имущество»[4];
- система ABACUS Financial, которая среди прочего имеет раздел «Имущество» [5];
- система управления ПАРУС 8, имеющая модуль «Управление имуществом» [6].

Целью данной статьи является формализация и описание подсистемы поддержки принятия решений для метрологических служб учреждений.

Описание предметной области

Структура метрологической службы зависит от категории предприятия. На крупных предприятиях метрологическая служба представляет собой практически автономный орган ведомственной метрологической службы, на небольших предприятиях в составе инженерных служб выделяют лиц, ответст-

венных за метрологическое обеспечение, и организующих выполнение необходимых для предприятия работ в базовой метрологической службе или в территориальном органе Госстандарта.

Метрологическое обеспечение деятельности учреждения включает в себя основные виды работ, представленные на рис. 1.



Рис. 1. Виды деятельности метрологической службы

Предметной областью разрабатываемой подсистемы является область деятельности, связанная с обеспечением эффективного использования измерительной техники в различных учреждениях.

Задачи метрологической службы заключаются в следующем:

- учет измерительной техники, всех ее характеристик и действий производимых над ней;
- поиск измерительной техники по заданным характеристикам;
- предоставление данных в различной форме обо всех характеристиках измерительной техники, о действиях планируемых, производимых и уже произведенных над измерительной техникой.

Учет измерительной техники включает в себя учет основных характеристик прибора, а именно:

- местонахождение прибора (информация о

названии и подразделении, к которому приписан прибор; должность и ФИО материально ответственного; ФИО руководителя; телефоны подразделения);

- полное название прибора (например, манометр кислородный, микроманометр, таховольтметр и т.д.);
- тип прибора (присвоенный заводом-изготовителем);
- инвентарный номер прибора (присвоенный учреждением в процессе принятия на учет);
- заводской номер прибора (присвоенный заводом-изготовителем);
- назначение прибора (образцовый, рабочий и др.);
- разряд или класс точности прибора;
- дата изготовления прибора;

- дата ввода в эксплуатацию;
- измеряемые прибором величины;
- наличие драгметаллов в приборе.

Учет действий, производимых над измерительной техникой, включает в себя такую информацию:

- информация о всех проведенных поверках прибора;
- информация о всех проведенных ремонтах прибора;
- информация о передачах прибора;
- информация о списанных приборах и т.д.

Поиск измерительной техники по заданным характеристикам происходит при заказе прибора по известным характеристикам. Например, найти амперметр измеряющий силу тока в известных пределах и т. д.

При составлении отчетов и других документов (например: перечень приборов, списанных за год, перечень приборов, подлежащих ремонту на определенное число, перечень приборов, не прошедших поверку и т.д.) необходимо иметь данные обо всех характеристиках измерительной техники, о действиях планируемых, производимых и уже произведенных над измерительной техникой.

Также необходимо контролировать своевременное прохождение приборами поверки, ремонта, инвентаризации, контролировать причины поломок и списания, время предоставления документов различным службам учреждения, а также своевременность и оперативность учета изменений имеющейся информации.

Теоретико-множественное представление

Представим предметную область с помощью теории множеств [7].

Выделим такие множества:

A – конечное множество приборов – физических объектов. Элементом a_i является прибор, обладающий уникальными для него свойствами

($a_i \in A, i = 1, \dots, n_a$);

B – конечное множество подразделений, на балансе которых находятся приборы. Элементом b_i является подразделение учреждения терминального уровня иерархии, например, кафедра в ВУЗе или отдел на предприятии ($b_i \in B, i = 1, \dots, n_b$);

C – конечное множество всех возможных величин, измеряемых приборами. Элементом c_i является измеряемая величина, например, сила тока, напряжение и т.д. ($c_i \in C, i = 1, \dots, n_c$);

D – конечное множество типов измеряемых величин. Элементом d_i является тип измеряемой величины ($d_i \in D, i = 1, \dots, n_d$);

E – конечное множество значений количества драгоценных металлов, содержащихся в различных приборах. Элементом e_i является значение какого-то драгоценного металла, содержащегося в конкретном приборе ($e_i \in E, i = 1, \dots, n_e$);

F – конечное множество записей о поверках различных приборов в различное время. Элементом f_i является запись об очередной поверке конкретного прибора ($f_i \in F, i = 1, \dots, n_f$);

G – конечное множество проведенных ремонтов различных приборов в разное время. g_i – элемент множества G , который означает ремонт прибора ($g_i \in G, i = 1, \dots, n_g$);

K – конечное множество событий о передаче прибора из одного подразделения в другое. Элементом k_i является событие о передаче прибора из одного подразделения в другое ($k_i \in K, i = 1, \dots, n_k$);

H – конечное множество событий о списании приборов. Элемент h_i множества H – это событие об списании отдельно взятого прибора ($h_i \in H, i = 1, \dots, n_h$).

После описания множеств, существующих на рассматриваемой предметной области, определим способы взаимодействия этих множеств между собой и варианты их деления на подмножества.

Рассмотрим множество A .

Выделим подмножества A_i^H , которые делят все существующие приборы как физические объекты по названию. К примеру, можно выделить подмножество A_1^H – подмножество амперметров или подмножество A_2^H – подмножество монотетров. Также выделим подмножества A_j^N , которые делят приборы по назначению, например, A_1^N – подмножество образцовых приборов, или A_2^N – подмножество технических приборов.

Над выделенными подмножествами можно выполнять операции пересечения « \cap » или объединения « \cup ». Однако в данном случае физический смысл имеет только операция пересечения, так как она конкретизирует информацию о рассматриваемом приборе.

Например, при пересечении множеств A_1^H и A_2^N получим множество $AN = A_1^H \cap A_2^N$, которое будет содержать в себе все амперметры, являющиеся техническими.

Рассмотрим теперь множество B . В этом множестве так же можно выделить подмножества B_i , которые обозначают подразделения более высокого уровня, содержащие в себе несколько небольших подразделений.

Например, факультет, содержащий в себе несколько кафедр в ВУЗе или отделение, объединяющее несколько отделов на предприятии. Однако, $\cup B_i \subseteq B$, так как, например, в институте существуют и другие подразделения, которые не входят в факультеты.

При рассмотрении множества E видно, что его можно так же разделить на подмножества E_i , которые объединяют значения количества драгоценных металлов по их названиям. Например, подмножества E_1 содержит значения количества золота в различных приборах, E_2 – количества серебра, а E_3 – количества платины и т.д.

Рассматривая варианты взаимодействия множеств между собой, можно увидеть, что над ними нельзя производить обычные операции, такие как объединение, пересечение и др., потому что элементы этих множеств не сравнимы между собой. Например, невозможно определить пересечение между множествами B и A , так как нет смысла искать одинаковые элементы между кафедрами и приборами.

Однако, мы знаем, что приборы могут быть на балансе кафедры, т.е. между ними существует взаимодействие. Такие взаимодействия можно описать с помощью операции отображения.

Отображением множества X во множество Y называется правило, по которому каждому элементу множества X сопоставляется один или несколько элементов множества Y [7]. Для обозначения этой операции используется следующая запись:

$$\varphi: X \rightarrow Y.$$

Если $a \in A$, то множество всех элементов из B , сопоставляемых при отображении φ элементу a обозначается как $\varphi(a)$ и называется образом элемента a .

Таким образом, исходя из представленной выше информации и знаний о предметной области, определим такие отображения рассматриваемых множеств:

– взаимодействие между подразделением и приборами. Существует набор приборов, находящихся на балансе кафедры:

$$\varphi_{BA}: B \rightarrow A,$$

$$\varphi(b_i) = \{a_1 \dots a_{n_a}\} = A_{b_i} \subset A;$$

– взаимодействие между измеряемыми величинами приборов и типами измеряемых величин. Существует определенное количество измеряемых величин, относящихся к одному типу:

$$\varphi_{DC}: D \rightarrow C,$$

$$\varphi(d_i) = \{c_1 \dots c_{n_c}\} = C_{d_i} \subset C;$$

– взаимодействие между приборами и измеряемыми величинами. Существует определенное количество измеряемых величин (шкал), измеряемых прибором:

$$\varphi_{BC} : A \rightarrow C,$$

$$\varphi(a_i) = \{c_1 \dots c_n\} = C_{a_i} \subset C;$$

– взаимодействие приборов и драгоценных металлов, находящихся в них:

$$\varphi_{AE} : A \rightarrow E,$$

$$\varphi(a_i) = \{e_1 \dots e_n\} = E_{a_i} \subset E;$$

– взаимодействие приборов и процесса их поверки, передачи, ремонта и списания соответственно:

$$\varphi_{AF} : A \rightarrow F,$$

$$\varphi(a_i) = \{f_1 \dots f_n\} = F_{a_i} \subset F;$$

$$\varphi_{AK} : A \rightarrow K,$$

$$\varphi(a_i) = \{k_1 \dots k_n\} = K_{a_i} \subset K;$$

$$\varphi_{AG} : A \rightarrow G,$$

$$\varphi(a_i) = \{g_1 \dots g_n\} = G_{a_i} \subset G;$$

$$\varphi_{AH} : A \rightarrow H,$$

$$\varphi(a_i) = \{h_1 \dots h_n\} = H_{a_i} \subset H.$$

После того, как была применена операция отображения к множествам, к полученным множествам можно применять операции пересечения и объединения. Эти операции в полной мере позволят отобразить требуемую информацию о приборах и их характеристиках при составлении отчетов, запросных листов и другой документации, предоставляемой метрологическими службами. Например, при необходимости получения всех образцовых приборов, находящихся на факультете и относящихся к определенному типу измерений, применим:

$$A_{иск} = C_{d_i} \cap B_k \cap N_j,$$

где C_{d_i} – это подмножество приборов, измеряющих величины определенного типа;

B_k – подмножество приборов, находящихся на

балансе подразделений, принадлежащих к одному факультету;

N_j – подмножество приборов, являющихся образцовыми.

На основе теоретико-множественного представления была составлена концептуальная модель подсистемы, где классы отражают выделенные множества, а связи – операцию отображения (рис. 2).

Выбор моделей данных и знаний

В настоящее время разработано значительное количество разнообразных моделей данных [8]: иерархическая, сетевая, реляционная, постреляционная, многомерная и объектно-ориентированная модель. В результате анализа существующих моделей данных была выбрана объектно-ориентированная модель, так как она наиболее полно отображает предметную область и процессы, происходящие в ней.

Существуют десятки моделей представления знаний для различных предметных областей. Большинство из них может быть сведено к нескольким типам [9–11], таким как продукционные модели, семантические сети, фреймы и формальные логические модели.

Для реализации правил, относящихся непосредственно к предметной области (создание предупредительных списков, сообщений, контроль выполнения связанных с этим работ) была выбрана продукционная модель знаний, так как она является наиболее наглядной и простой в реализации.

Ниже в качестве примера представлен фрагмент набора продукций, обеспечивающих интеллектуальный ввод и редактирование информации об измерительных приборах. Применяются предикаты, отвечающие за режимы редактирования подразделений и приборов.

Используются факты, формируемые пользователем в процессе его работы с подсистемой.

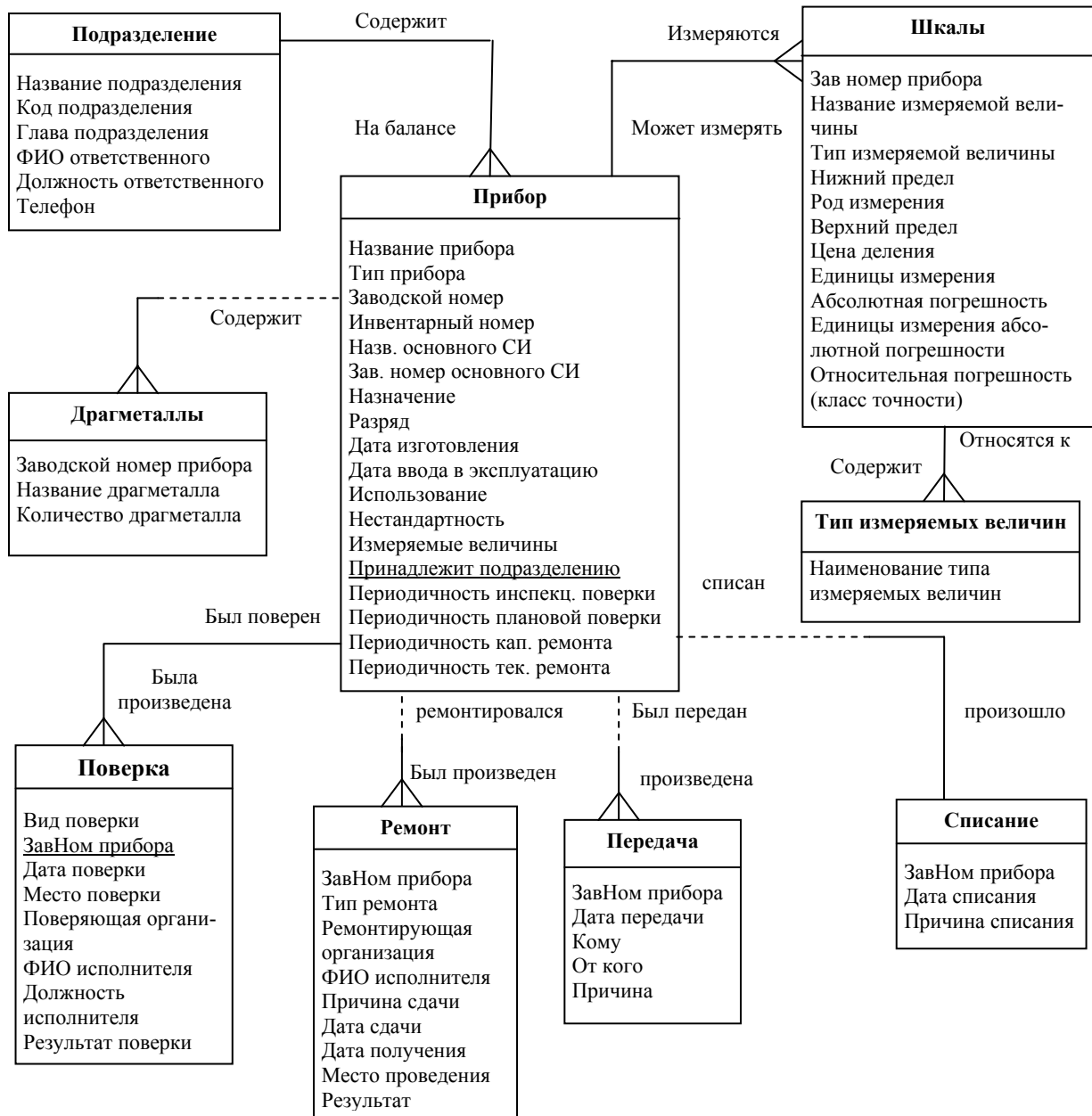


Рис. 2. Концептуальная модель подсистемы

...

(UROVEN="редактор") → FORM_RED
 (FORM_RED) ∧ (RED_KAF) → FORM_RED_KAF
 (FORM_RED_KAF) ∧ (DOBAVIT) → BLOK_IZMEN_INF
 (FORM_RED_KAF) ∧ (REDAKTIROVAT) ∧
 (KAF(VvodKaf)) → BLOK_IZMEN_INF ∧ (KAF(VvodKaf))
 (FORM_RED_KAF) ∧ (¬DOBAVIT) ∧ (¬REDAKTIROVAT) →
 FORM_RED
 (FORM_RED) ∧ (EXIT) → FORM_SYST
 (FORM_RED) ∧ (KAF(VvodKaf)) →
 FORM_SPIS_PRIB(VvodKaf)
 FORM_SPIS_PRIB(VvodKaf) ∧ (DOBAVIT) →
 BLOK_IZMEN_INF ∧ (KAF(VvodKaf))
 FORM_SPIS_PRIB(VvodKaf) ∧ (REDAKTIROVAT) ∧
 (PRIB(VvodPrib)) → BLOK_IZMEN_INF ∧ PRIB(VvodPrib))

...

Для реализации подсистемы также использовалась фреймовая модель знаний. Применение фрей-

мов-сценариев позволило легко описать общий сценарий работы подсистемы.

Выбор инструментальных средств

Для реализации описанных выше моделей данных и знаний и алгоритмов была выбрана СУБД Caché [12], так как она позволяет реализовать с помощью своих средств не только объектно-ориентированную модель данных, выбранные модели знаний, а также обладает рядом преимуществ по сравнению с другими системами [8].

Фреймовая модель системы реализована с помощью встроенной технологии Cache Server Pages. С помощью CSP-страниц можно обеспечить функционирование создаваемой подсистемы не только на отдельном компьютере, но и в локальных сетях и сети Internet.

Заключение

В данной работе была исследована и решена проблема повышения эффективности работы метрологических служб с помощью внедрения разработанных моделей и алгоритмов учета измерительной техники, и создания подсистемы поддержки принятия решений для метрологической службы учреждения. При реализации данной подсистемы были решены следующие задачи:

- 1) разработано теоретико-множественное представление предметной области;
- 2) разработаны модели и алгоритмы функционирования подсистемы;
- 3) реализована подсистема поддержки принятия решений с использованием СУБД Cache и WEB-технологий;
- 4) обеспечена работа подсистемы как в локальной сети, так и в сети Internet;
- 5) обеспечен авторизованный доступ нескольких категорий пользователей.

Следует отметить, что разработанные алгоритмы подсистемы могут использоваться не только в области метрологии, но и в любой другой области, где требуется создание информационной системы поддержки принятия решений.

Литература

1. Автоматизированная информационная система государственной метрологической службы: Сб. науч. тр. – М.: Госметеиздат, 1982. – 48 с.
2. Автоматизированные системы государственной метрологической службы: Сб. науч. тр. – М.: Госметеиздат, 1986. – 97 с.

3. Представление и исследование знаний / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука; Пер. с япон. – М.: Мир, 1989. – 220 с.

4. Материалы электронного магазина mssoft об IC-совместимом модуле «IC: Имущество». – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа http://www.bestnet.ru/prog_26.htm (15.02.2006).

5. Система ABACUS Financial. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа <http://www.omega.ru/af.htm> (15.02.2006).

6. Информационная система управления ПАРУС-8. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа <http://www.chronos.ru/parus/masterdisk/Parus8> (15.02.2006).

7. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

8. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных. – М.: Корона принт, 2003. – 672 с.

9. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – С.-Пб.: Питер, 2000. – 384 с.

10. Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн. 1: Системы общения и экспертные системы / Под ред. Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – 464 с.

11. Искусственный интеллект-в 3 кн. Кн. 2: Модели и методы / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990. – 355 с.

12. Использование постреляционной технологии Cache при построении информационно-управляющих систем: Учебн. пособие / А.Б. Лещенко, О.Е. Федорович, А.А. Антонов, А.С. Губка. – Х.: Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», – 2002. – 102 с.

Поступила 16.02.2006

Рецензент: канд. техн. наук, доц. С.А. Сапелин, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, Харьков.