

УДК 004

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВРЕМЕНИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УСТРОЙСТВ  
НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ***И.В. Вальт, А.Ф. Тузовский, А.В. Марчуков**Научный руководитель: А.Ф. Тузовский, д.т.н., профессор каф. ОСУ ИК ТПУ  
Томский политехнический университет, 634050, Россия, Томск, ул. Ленина 30  
E-mail: valt.igor@yandex.ru*

*This article describes an algorithm of time standard's determination for technical equipment using Semantic Web technologies and triplestore with meta-description of devices.*

**Keywords:** ontologies, Semantic Web, triplestore, standard time, maintenance.

**Ключевые слова:** онтологии, семантическая паутина, хранилище триплетов, нормы времени, техническое обслуживание.

Технологии постоянно развиваются, растет сложность применяемых технических устройств. Они включают в себя всё большее число сложных элементов, каждый из которых необходимо контролировать и обслуживать. В связи с этим, все большее внимание уделяется вопросам организации их технического обслуживания [1]. Отсутствие стандартного набора операций по поддержанию работоспособности и своевременной замене деталей технических устройств может привести к катастрофическим последствиям.

Для определения трудоемкости и количества специалистов, требуемых для технического обслуживания устройств, необходимо определять нормы времени для различных их типов. Данная задача является достаточно трудоемкой и нетривиальной. Решение данной задачи затрудняется недостатком эффективных и надежных методов определения точных норм времени и отсутствием единой информационной базы устройств.

В работе рассматривается предлагаемый метод определения норм времени технического обслуживания разнотипных устройств на основе оценки семантической близости их описаний и имеющейся базы данных нормативов времени обслуживания существующих устройств. Основной особенностью данного метода является использование описаний устройств, на основе онтологической модели, и оценка с их помощью сходства разных устройств.

**Описание метода.** Описание устройства создается на основе онтологии технических устройств. На формальном уровне онтология – это система, состоящая из набора понятий и набора утверждений об этих понятиях, на основе которых можно описывать классы, отношения, функции и индивиды. Онтологии являются по существу формальными словарями и соединяют человеческое и компьютерное понимание символов. В данной работе, онтология описывается в виде связанного набора триплетов, вида «Субъект – Предикат – Объект» [2].

Таким образом, модель устройства представляет собой описание его основных технических характеристик в виде простых утверждений. Например, такими утверждениями могут быть: «*devices/device1 predicates/belongs\_to categories/category5*», «*devices/device1#max\_temperature predicates/has\_value "50"*». Данное описание означает, что устройство, с именем «*device1*» принадлежит к категории устройств – «*category5*», и имеет техническую характеристику – «максимальная температура», равную 50. Следует заметить, что в качестве «*devices*» могут использоваться ID различных устройств, в качестве «*tech\_params*» могут использоваться технические характеристики устройств, которые описаны в онтологии, в качестве «*predicates*» могут использоваться типы отношения, которые также определены в онтологии технических устройств.

Таким образом, с помощью данного описания, можно выявлять устройства, наиболее схожие с добавляемым устройством. Для этого необходимо определить общие технические характеристики между устройствами (например, SQL-запросом) и рассчитать семантическую (смысловую) близость, следующим образом:

$$S(a, b) = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^i C_i(a, b)}{i}\right), \quad (1.1)$$

где  $i$  – количество общих технических характеристик, между устройствами  $a$  и  $b$ ,  $C(a, b)$  – коэффициент сравнения технической характеристики, общей для устройств  $a$  и  $b$  и вычисляемый по формуле:

$$C(a, b) = p * \left(\frac{dif_i(a, b)}{\max_{p=1 \dots i}(dif_i(a, b))}\right) \quad (1.2)$$

где  $p$  – мощность технической характеристики,  $dif_i(a, b)$  – разница между значениями технического параметра устройств  $a$  и  $b$ , определяемая как:

$$dif(a, b) = \sqrt{(c(a) - c(b))^2} \quad (1.3)$$

где  $c(a)$  и  $c(b)$  – значения технической характеристики для устройств  $a$  и  $b$ .

После выявления устройства-аналога, происходит дублирование и дальнейшая корректировка норм времени для добавляемого устройства:

$$Cor\_norms(a, b, t) = S(a, b) * norms(a, t) \quad (1.4)$$

где  $norms(a, t)$  – каждая из норм времени  $t$ , добавляемого устройства  $a$ ,  $Cor\_norms(a, b, t)$  – откорректированные нормы времени для устройства  $a$ .

Для эффективной работы системы рекомендуется использовать следующие хранилища данных:

- «База норм времени» содержит записи норм времени на техническое обслуживание каждого из устройств со значениями времени на ТО.
- «База характеристик» содержит записи о технических характеристиках, их мощностях (от 0 до 1) для каждой категории оборудования.
- «Хранилище триплетов» содержит триплеты описания устройств, в том числе значения характеристик и принадлежность к определенной категории [3].

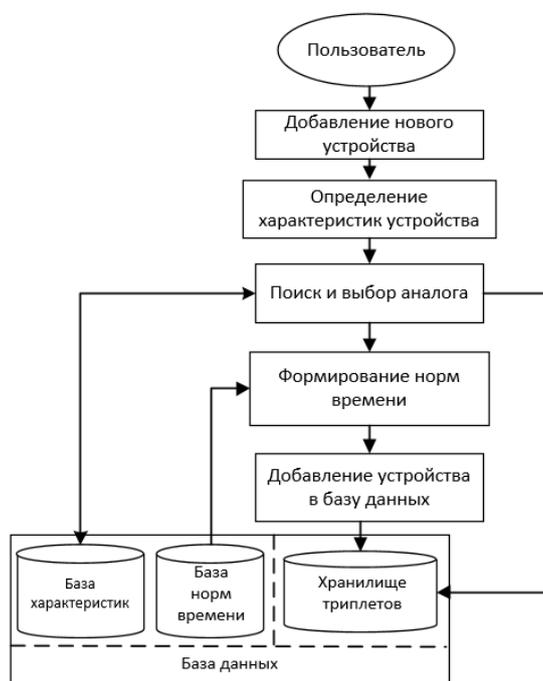


Рис. 1. Алгоритм определения норм времени

Алгоритм определения норм времени показан на рис. 1:

1. Ввод имени нового устройства и, если возможно, добавление технической документации.
2. Добавление технических характеристик, присущих добавляемому устройству.

3. Поиск семантически близких устройств, имеющих в базе устройств:
  - а. Поиск категорий оборудования, имеющих часть либо идентичные технические характеристики нового устройства. Выбор категории, имеющей наибольшее число похожих технических характеристик.
  - б. Сравнение значений технических характеристик для каждого устройства в категории с новым устройством по формуле (1.3).
  - с. Определение семантической близости для каждого устройства в выбранной категории с новым устройством по формулам (1.2) и (1.1). Выбор устройства, имеющего наибольшее значение коэффициента близости.
4. Формирование норм времени, на основе выбранного устройства-аналога:
  - а. Дублирование норм времени старого устройства
  - б. Перерасчет норм времени нового устройства на основании значения коэффициента семантической близости по формуле (1.4).
5. Добавление устройства, с полученными нормами времени, в базу данных.

**Заключение.** На основе анализа литературы и проведенных работ можно сделать вывод о том, что использование предлагаемого подхода позволит значительно сократить временные и материальные затраты на определение норм времени. Использование данного метода является весьма эффективным при точном указании всех ключевых технических характеристик устройства. На основе предлагаемого метода разрабатывается экспертная система по формированию рекомендательных оценок для норм времени на техническое обслуживание оборудования на основе определения семантической близости.

#### **Список литературы**

1. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения [Текст]: ГОСТ 18322-78 – Изд. дек. 2007 с Изм. 1, 2, 3 (ИУС. 1986. № 2; ИУС. 1988. № 1; ИУС. 2006. № 11). – Взамен ГОСТ 13322-73; введ. 01.01.80.
2. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / под общ. ред. В.З. Ямпольского. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 260 с.
3. Semantic Web for the Working Ontologist. Effective modelling in RDFS and OWL. Second Edition. / Dean Allemang, Jim Hendler – USA. – 2011.