

In particular,  $q \notin A \Leftrightarrow \neg (A \sim (A \cup \{q\}))$ , and we speak about this so: concerning equivalence the family of infinite sets (as well as finite sets) divides on classes “to within an element”. This result, obviously in turn, opens a new way of research a continuum-hypothesis [1]. We have written down below without the proofs only two of statements which of them is equivalent to Theorem 6 and they both as well as Theorems 1-6 are obvious to the finite sets.

**Statement 1.** If  $B \subset A$  and  $\varphi \in I(A, B)$ , then  $\exists \xi \in (A, B): \xi|_B = \varphi$ .

**Statement 2.**  $A \sim B \Leftrightarrow (B_{ex}(B, B) \sim B_{ex}(A, A) \Leftrightarrow (B(A, A) \sim B(B, A)))$ .

The second part of the Statement 2, namely the equivalence

$$B_{ex}(B, B) \sim B_{ex}(A, A) \Leftrightarrow (B(A, A) \sim B(B, A)),$$

characterizes the property for the equivalent sets to be indiscernible in the functional altitude.

#### Reference

1. *Cohen Paul J.* Set theory and continuum hypothesis. – Princeton – New Jersey – Toronto – London – New York: D. Van Nostrand Company, 1966.
2. Mathematics dictionary. Edit. By Glenn James and Robert C. James. – D. van Nostrand company, 1958.
3. *Halmos Paul R.* Naive set theory. – Princeton– New York: D. Van Nostrand Company, 1960.
4. *Бурбаки Н.* Теория множеств / пер. с франц. – Москва: Мир, 1965.
5. *Dieudonne J.* Foundations of modern analysis. Academic Press New York and London, 1960.
6. *Сухотин А. М.* Альтернативное начало высшей математики. Альтернативный анализ: обоснование, методология, теория и некоторые приложения. – Saarbrucken: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 176 с.
7. *Hasse H.* Vorlesungen über Zahlentheorie. – Berlin, 1950.
8. *Mendelson El.* Introduction to mathematical logic. – New York: D. Van Nostrand Company, 1957.
9. *Галилей Г.* Избранные труды: в 2 т. – Москва: Наука, 1964. Т. 2.
10. *Kleene S.C.* Mathematical logic. – John Wiley & Sons, 1967.
11. Euclid’s “Elements”: transl. from Greek. – M. ; – L.: OGIZ, 1948. Books I-VI (In Russian).
12. *Kleene S.C.* Introduction to metamathematics. – New York: D. van Nostrand company, 1952.
13. *Kelly J.* General topology. – Princeton, New York: D. Van Nostrand Company, 1957.

УДК 621.331.221:681.526 (571.51)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ КАПИТАЛОМ ОРГАНИЗАЦИИ

*Вадим Германович Тарасов, аспирант*

*Тел.: +7 923 2030840, e-mail: tarasovvg@mail.ru*

*Сибирский государственный технологический университет*

*http://www.sibstu.kts.ru*

*Описывается развитие информационной системы для автоматизации обслуживания и ремонта измерительных приборов и нагревающейся автоматики и измерения теплоэлектростанции Норильска. Особенность в использовании онтологического подхода к построению системы интеллектуальной поддержки. Согласно результатам экспериментального использования системы, удалось оценить рентабельность и возможные области для дальнейшего развития.*

*Ключевые слова: Обслуживание и Восстановление Оборудования, Система планирования ресурсов предприятия, Система Управления знаниями.*



**В.Г. Тарасов**

В настоящее время, в отечественной энергетике сложилась ситуация, когда в процессах сервисного обслуживания оборудования автоматики и средств измерений на электростанциях, отсутствует автоматическое накопление статистической информации о проведённых аварийных работах, отказов оборудования, дефектов и инцидентов для выполнения анализа различных производственных процессов. Учет хронологии выполнения работ слабо реализован. Оперативная информация, фиксируется во множестве документов, но анализ возникновения неисправностей, качества выполнения ремонтов проводится бессистемно. Нет инструмента, позволяющего предоставлять

точную картину технологических и организационных процессов автоматически накапливающего и обрабатывающего достоверную информацию. Сохранение и оперативное предоставление знаний о наиболее подходящем и безопасном способе выполнения работ на современном уровне развития техники может быть организовано гораздо эффективнее, чем в настоящий момент времени. Реализация системы единого управления технической документацией, создание системы управления знаниями и внедрение компьютерных технологий, будет в значительной мере способствовать решению данных проблем. Целью исследования является повышение эффективности процесса выполнения сервисных и ремонтных работ на оборудовании тепловых электростанций, создания новых и совершенствование существующих методов сохранения накопленных знаний и опыта в процессе. Задачи исследования:

- разработка методов учёта и создание системы учёта оборудования с функцией накопления и анализа статистических данных;
- разработка методов и создание инструмента управления технической информацией и интеллектуальным капиталом в процессе технического обслуживания и ремонтов оборудования;
- создание механизма управления структурой технической информации и синхронизации данных в процессе технического обслуживания.

При решении поставленных задач использованы методы системного анализа. Функциональная модель решения задачи исследования изображена на рисунке 1:

Критерием оптимизации бизнес-процессов системы является сокращение времени.

После выполнения моделирования системы технического обслуживания и ремонта оборудования в варианте “As-Is” и описания проблемных областей, принято решение разработать собственную автоматизированную систему управления предприятием класса АСУП.

Выполнено проектирование улучшенной системы, построена модель системы в варианте «Как будет» (To-Be). При проектировании системы, выбрана концепция разделения АСУП на две подсистемы, каждая из которых, решает свой перечень задач.

**Первой подсистемой** является локальная система учета оборудования (ЛСА), решающая задачи сбора и хранения учетных данных об оборудовании предприятий.

**Второй подсистемой** является система управления знаниями, информационно-справочная служба систем контроля и автоматики (ИСС СКИА), спроектированная так, чтобы информация, предоставляемая данной подсистемой, являлась общей для запросов от всех подсистем ЛСА размещенных на различных предприятиях.

На этапе реализации системы управления знаниями ИСС СКИА для управления знаниями, принято решение использовать предметно-ориентированную онтологию таксономического типа с элементами типа «класс-подкласс», «класс - элемент». При построении онтологии собраны данные о типах оборудования используемого для выполнения автоматизации и измерений; произведён анализ собранных данных и выполнена группировка данных, предназначенная для облегчения построения терминологии; создана структура с основными классами, используемыми в онтологии. Используя от-

крытый редактор онтологий Protégé, построена и проверена в работе экспериментальная модель онтологии. На рис. 2 показан пример работы экспериментальной модели.

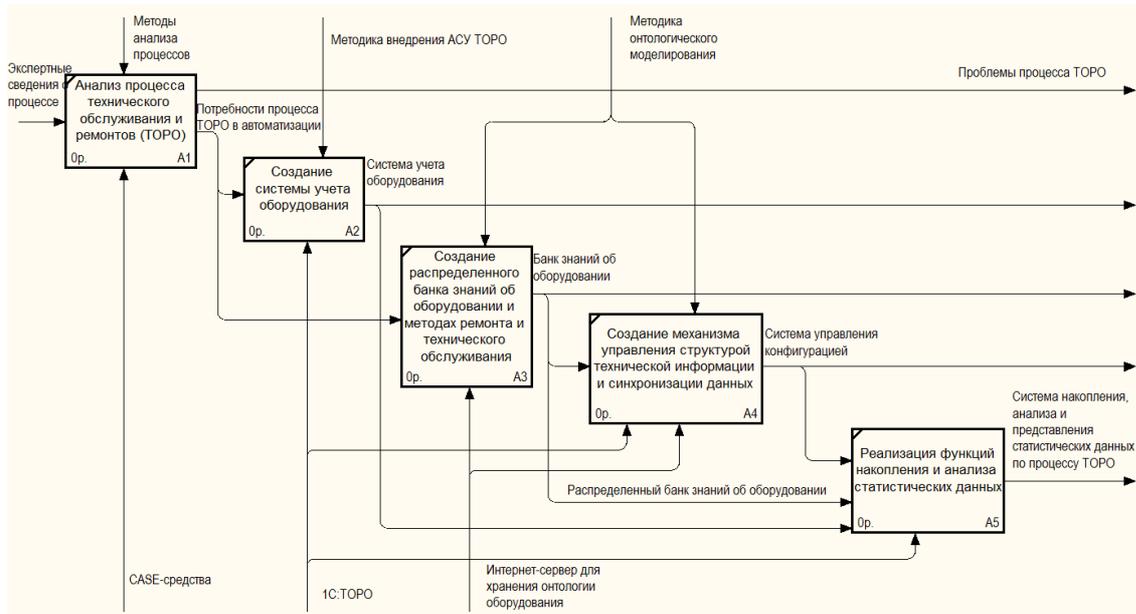


Рис. 1. Функциональная модель решения задачи исследования

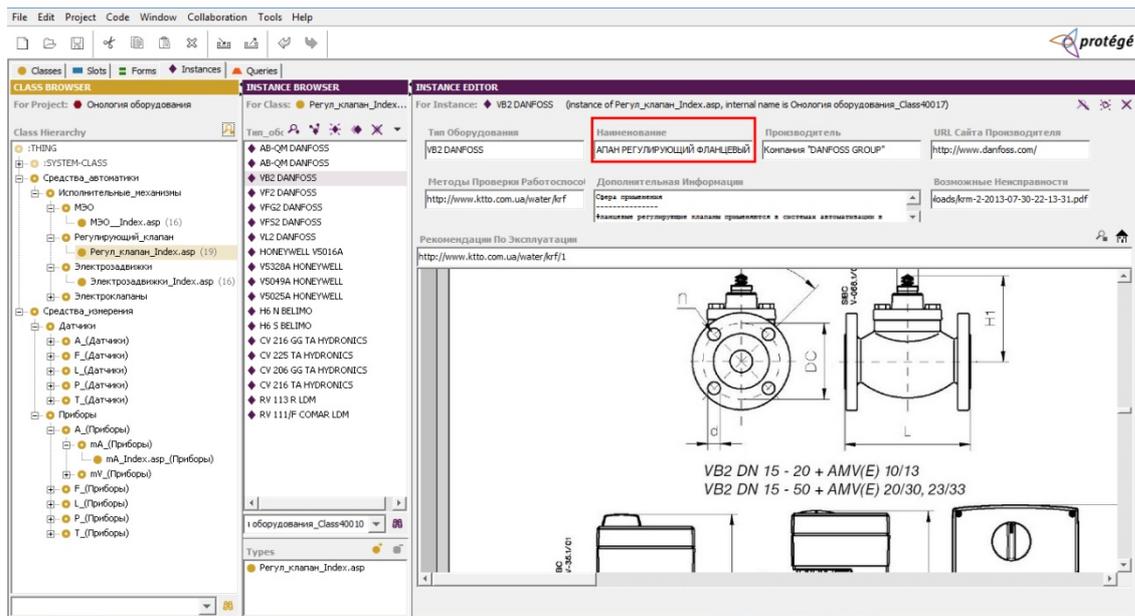


Рис. 2. Работа экспериментальной модели подсистемы ИСС СКиА в редакторе Protege

После анализа результатов выполнена реализация онтологии для системы управления знаниями ИСС СКиА. Онтология реализована в виде дерева каталогов веб-сервера с использованием технологии программируемых страниц ActiveServerPages (ASP) компании Microsoft. Классами в онтологии являются каталоги веб-сервера, с иерархическими связями понятий по отношению к вложению типа «класс-подкласс», «класс-элемент». Наименование классов организовано в виде названий групп оборудования по назначению и областей измерений. Оборудование разделено на классы и подклассы. Например, класс «Sensors» (первичные приборы, датчики и чувствительные элементы), класс Devices (вторичные приборы, преобразующие различные виды сигналов датчиков). В состав классов входят подклассы: P (Давление), F (Расход), L (Уровень), T (Температура), A (Газовый анализ).

Измеряемые величины, в свою очередь так же разделены на подклассы в зависимости от типа сигнала, с которым работает датчик или вторичный прибор. Например,

подкласс «DfTr» (дифференциально-трансформаторный) определяет информационный подраздел для датчиков или приборов использующих в своей работе дифференциально-трансформаторную схему преобразования и измерения сигнала. Подкласс «mA» (миллиамперы), определяет информационный подраздел для датчиков или приборов использующих унифицированный сигнал в схеме преобразований и измерений.

Экземплярами онтологии являются страницы ActiveServerPages (.asp) содержащие как статическую информацию в теле страницы, так и серверные сценарии, программный код извлечения данных из базы данных с помощью обработчика страниц ASP. Применяя возможности языка разметки гипертекста, и используя свойства учетной единицы оборудования (например: измеряемый параметр, или тип оборудования) из

которого формируется гиперссылка или запрос, возможно формирование абсолютно точной гиперссылки на документ к базе данных. Онтология оборудования контроля и автоматики, используемая в ИСС СКИА, изображена на рис. 3.

**Реализация подсистемы ЛСА.** Подсистема ведения учета оборудования реализована на базе платформы «1С:Предприятие 8». Система решает задачи ведения реестра технологических единиц оборудования; учета фактического выполнения ремонтов и ТО для каждой технологической единицы; учета и метрологической аттестации средств измерений;

Для получения информационной поддержки для учетной единицы оборудования в подсистеме ЛСА, необходимо перейти по автоматически формируемой гиперссылке в подсистеме ЛСА. Гиперссылка формируется при помощи специальной процедуры, в которой используется свойства технологической единицы оборудования. Фрагмент формы элемента справочника оборудования ЛСА с гиперссылками на экземпляры базы знаний, изображены на рисунке 4. При использовании гиперссылки «ТО и ремонт вторичного прибора» сформированной на форме элемента справочника, происходит обращение к экземпляру онтологии СУЗ в классе «Вторичные приборы» (Devices), подкласса приборов измерения давления (P), использующего в своей работе дифференциально-трансформаторную схему преобразований (DfTr), типом прибора - ВМД (ВМД).

В представленном примере код HTML под гиперссылкой будет выглядеть так: <http://ntek/Ontology/Devices/P/DfTr/#ВМД>.

Для поддержания структуры данных онтологии оборудования ИСС СКИА в актуальном состоянии, предусмотрена ревизия конфигураций реализованной периодическим выполнением специальной процедуры ревизии конфигураций при создании нового класса, либо нового типа оборудования в подсистеме ЛСА.

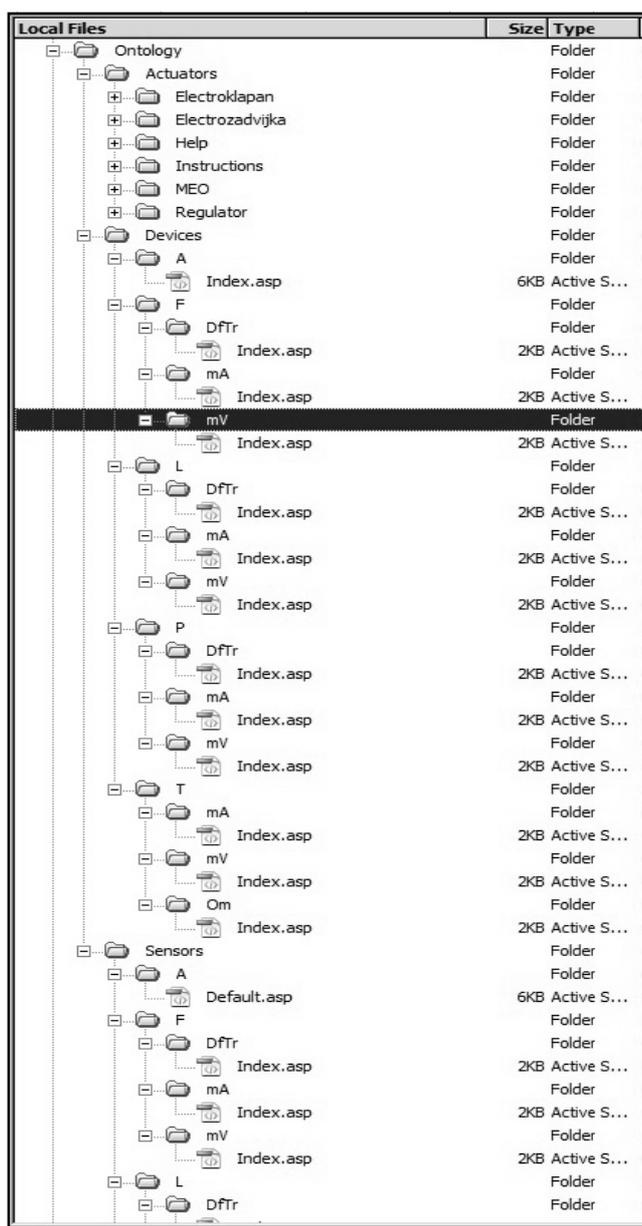


Рис. 3. Онтология оборудования контроля и автоматизации используемая в ИСС СКИА

под гиперссылкой будет выглядеть так: <http://ntek/Ontology/Devices/P/DfTr/#ВМД>.

Аппаратное и программное взаимодействие подсистем происходит использованием сетевых технологий. Схема программного взаимодействия подсистем изображена на рис. 5.

Выполнен экономический расчёт эффективности применения системы. Определены типовые работы, произведён хронометраж выполнения работ. На основании полученных хронометрических данных, выполнено сравнение результатов до и после внедрения системы. Сводная оценка изменения длительности операций приведена в таблице №3.

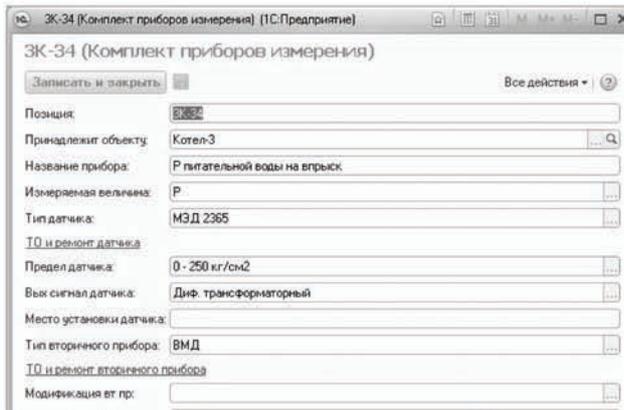


Рис. 4. Форма элемента справочника оборудования ЛСА с гиперссылками на экземпляры онтологий

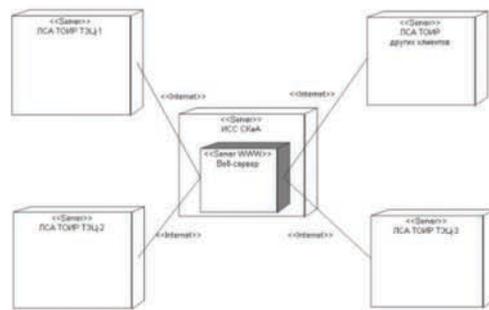


Рис. 5. Схема информационного обмена ЛСА ТОиР и ИСС СКиА

Диапазон снижения затрат времени всех типовых работ выполненных в процессе эксперимента составил от 25 до 31%.

На рисунке 6 изображена диаграмма хода выполнения технического обслуживания СИ до и после внедрения АИС

Таблица №3

Сводная оценка изменения длительности операций

Наименование работы	Базовая цена работы (руб.)	Затраты времени ДО внедрения АИС (мин)	Затраты времени ПОСЛЕ внедрения АИС (мин)	Разница (мин)	Снижение времени (%)	Сумма (руб.)
Техническое обслуживание СИ	799	115	88	27	31	247,69
Замена СИ	382	100	80	20	25	95,5
Техническое обслуживание ЭИМ	440	115	90	25	28	123,2
Замена ЭИМ	1 050	125	100	25	25	262,5

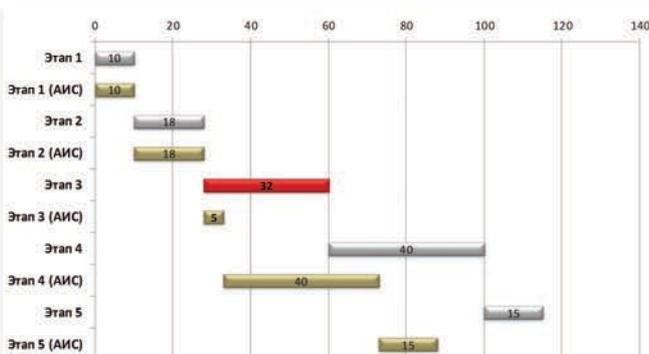


Рис. 6. Временная диаграмма выполнения технического обслуживания СИ до и после внедрения АИС

Литература

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учебник. – Спб.: Питер, 2001.

2. Муромцев Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé. – СПб.: СПб ГУ ИТМО, 2007. – 62с.

3. Анализ концептуальных моделей работы со знаниями как этап обоснования архитектуры системы управления знаниями / А.Ф. Тузовский, В.З. Ямпольский // Изв. ТПУ. 2004. №7. С. 111-116

### The use of ontological approach in the management of the intellectual capital of the organization

Tarasov Vadim Germanovich, Graduate student

*The article describes the development of an information system for the automation of maintenance and repair of measuring instruments and automation of heating automatics and measurement of thermal power plant of Norilsk. A feature of this system is to use an ontological approach to the development of subsystem intellectual support. According to the results of experimental use of the system, you can see and appreciate its features, cost-effectiveness and possible areas for further development.*

*Key words: Service and Equipment Repairing, Enterprise Resource Planning System, Knowledge Management System.*

УДК519.711.3

## ЭКСПЕРТНОЕ ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ СИТУАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННО-ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

*Александр Яковлевич Фридман, д.т.н., проф., ведущий научный сотрудник*

*Тел.: 8 (81555) 7-40-50, e-mail: fridman@iimm.kolasc.net.ru*

*Институт информатики и математического моделирования КНЦ РАН*

*<http://www.iimm.kolasc.net.ru>*

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №№ 13-07-00318-а, 12-07-00689-а, 12-07-000550-а, 12-07-00302-а), Президиума РАН (проект 4.3 Программы № 16), ОНИТ РАН (проект 2.3 текущей Программы фундаментальных научных исследований).*

Предложена метрика обобщённого пространства состояний, включающего как строковые, так и числовые переменные. Описано применение этой метрики в системе ситуационного моделирования статических и динамических характеристик промышленно-природных комплексов с учётом аспектов безопасности. Метрика допускает использование экспертных знаний о степени опасности различных состояний объекта моделирования.



**А.Я. Фридман**

Ключевые слова: динамический пространственный объект, ситуационное управление, концептуальная модель, ситуационное моделирование, принятие решений

В работах [1-3] представлена ситуационная система моделирования (ССМ), ориентированная на анализ и прогноз состояния промышленно-природных комплексов (ППК) на их иерархической ситуационной концептуальной модели (СКМ).

Однако даже при наличии модели самостоятельную проблему составляет выработка управленческих решений, предпочтительных для формирования желательного поведения объекта с учётом его текущего состояния, ограничений на доступные ресурсы и аспектов безопасности. Первым этапом решения сформулированной проблемы является формализация понятия пространства состояний [4], в котором функционирует ППК, и