

# КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СЕТЯХ

А.М. КАШЕВНИК

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

СПИИРАН, 14-я линия ВО, д. 39, Санкт-Петербург, 199178

<alexey@iias.spb.su>

УДК 004.8

*Кашевник А. М. Концептуальная модель системы управления знаниями в производственных сетях // Труды СПИИРАН. Вып. 5. — СПб.: Наука, 2007.*

**Аннотация.** Предложена концептуальная модель системы управления знаниями для автоматизации взаимодействия участников производственной сети. Система управления знаниями основана на использовании онтологической модели предметной области, технологий профилирования пользователей, технологии управления компетенциями участников производственной сети и имеет распределённую архитектуру. Профили пользователей позволяют специфицировать и дополнять необходимой информацией запрос пользователя и персонализировать поток информации и знаний от системы управления знаниями к пользователю. Профили компетенций участников производственной сети позволяют наиболее точно подобрать участника для выполнения требуемой операции или производства/поставки необходимых компонент. — Библ. 5 назв.

UDC 004.8

*Kashevnik A. M. Knowledge management for intelligent interoperability in production networks // SPIIRAS Proceedings. Issue 5. — SPb.: Nauka, 2007.*

**Abstract.** A conceptual model of the knowledge management system for interoperability automatization between production network partners is proposed. The knowledge management system has a distributed architecture and is based on usage of the ontology model of the problem domain and such technologies as profiling and competence management. User profiles allow to specify and extend user request and personalize information and knowledge flow from the knowledge management system to the user. Competence profiles of the production network partners allow to find partners for a certain production operation or production/delivery of the required components. — Bibl. 5 items.

## 1. Введение

Растущая конкуренция между компаниями и ужесточение требований потребителей является причиной глобальных изменений в мировой экономике. Среди результатов таких изменений можно выделить растущий уровень сотрудничества между компаниями-производителями. Это может быть объяснено тем, что организации, построенные по принципу производственной сети и состоящие из большого количества участников, обычно более гибкие и устойчивые, чем крупные иерархически организованные компании [1].

Производственная сеть — это совокупность объединённых на принципах кооперации в рамках единого информационного пространства технологических ресурсов юридически независимых предприятий, способных координироваться для производства конечного продукта или услуги.

Однако для организации предприятий в производственную сеть требуется координация их взаимодействия и «понимание» друг друга, для чего необходимо использование информационных средств, позволяющих автоматизировать данный процесс. Для решения данной задачи предлагается применять следующие подходы: управление знаниями, управление контекстом и управление компетенциями.

Управление знаниями — это дисциплина, которая обеспечивает интегрированный подход к созданию, сбору, организации и использованию информационных ресурсов и доступу к ним. Эти ресурсы включают структурированные БД, текстовую информацию (например, документы), и, что наиболее важно, неявные знания и экспертизу сотрудников. Для представления знаний в настоящее время широко используются онтологические модели. Онтологическая модель представляет собой формализованное описание предметной области.

Для интеллектуальных процессов, поддерживаемых информационными технологиями, контекст определяется как информация, которая может быть использована для описания ситуации, в которой находится в данный момент некоторый объект [2]. Для системы управления знаниями в производственной сети применение технологии управления контекстом необходимо по причине того, что в каждый момент времени текущая ситуация может накладывать некоторые ограничения (например, недоступность одного из участников производственной сети, невозможность выполнения части задач одним из участников производственной сети). В описываемом подходе контекст описывается в терминах онтологической модели предметной области.

Компетенции это возможность выполнять бизнес процессы, которые поддерживаются необходимыми доступными ресурсами, практикой и деятельностью, позволяющие компании предлагать свои сервисы или продукцию [3]. Управление профилями компетенций участников производственной сети позволяет системе управления знаниями использовать этих участников в качестве источников знаний.

## 2. Концептуальная модель системы управления знаниями

По способу обращения к системе управления знаниями различаются участники производственной сети и пользователи, которые являются представителями этих участников (рис. 1). В рамках производственной сети сотрудники компаний могут иметь различные роли и являться пользователями для системы управления знаниями. В момент регистрации пользователя в системе для него создается профиль, который содержит в себе персональную, регистрационную и системную информацию о пользователе, его предпочтения, выявляемые системой, отзывы о нём, а так же все действия пользователя в рамках системы. Профиль пользователя позволяет специфицировать и дополнять необходимой информацией запрос пользователя и персонифицировать поток информации и знаний от системы управления знаниями к пользователю.

При регистрации участника производственной сети в системе управления знаниями создается его профиль компетенций, который содержит в себе информацию об участнике, историю деятельности данного участника в рамках системы управления знаниями, производственные предпочтения, отзывы о качестве выполнения того или иного заказа. Профиль компетенций позволяет наиболее точно подобрать участника производственной сети для выполнения требуемой операции или производства/поставки необходимых компонент.

На рис. 1 показано взаимодействие пользователей и участников производственной сети. Пользователь участника  $i$  может послать запрос либо конкретному пользователю участника  $j$  либо получить информацию из профиля компетенций участника  $j$ . Например, пользователь участника  $i$  может посмотреть в профиле компетенций производственные возможности участника  $j$ , а так же отзывы о качестве и своевременности выполнения запросов участником  $j$ , сде-

ланных ранее другими пользователями. Затем напрямую с пользователем участника  $j$  он может обсудить детали взаимодействия. Взаимодействие напрямую может быть целесообразно тем, что участник производственной сети  $j$  может иметь некоторую секретную информацию, хранение которой в системе управления знаниями недопустимо, но она может быть передана непосредственно участнику  $i$  или наоборот.

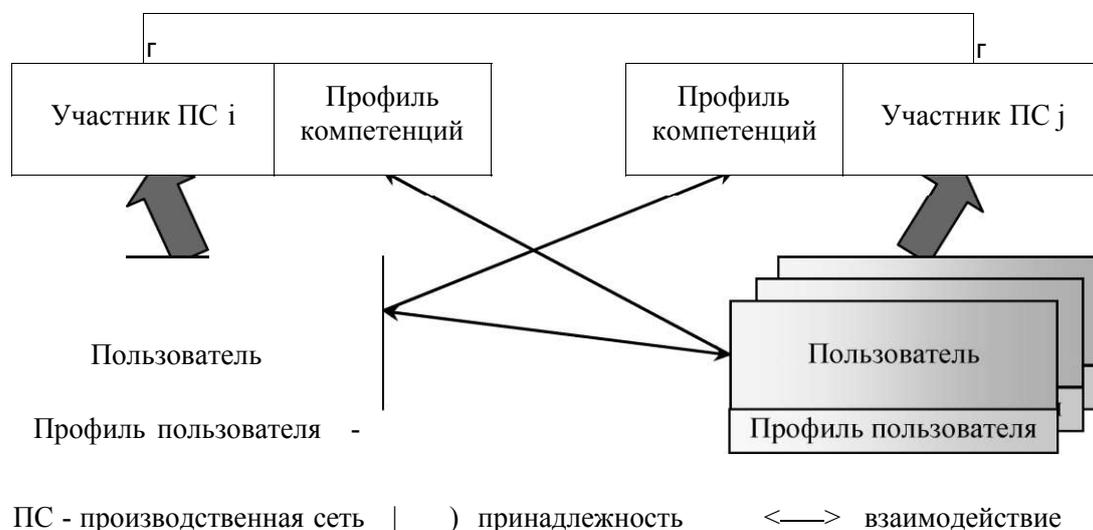


Рис. 1. Взаимодействие пользователей и участников производственной сети.

Так же участник производственной сети  $i$  может послать запрос напрямую участнику производственной сети  $j$  (без участия пользователей). Например, автоматизированная система управления складом участника  $i$ , в случае, когда заканчиваются требуемые для производства комплектующие, может сделать запрос на их поставку соответствующему поставщику (например, участнику производственной сети  $j$ ).

Концептуальная модель контекстно-ориентированной системы управления знаниями в производственной сети (рис. 2) основывается на разработанной ранее идее логистики знаний [4]. Согласно концептуальной модели контекстно-ориентированная система управления знаниями реализует следующий сценарий для конфигурирования сети поставщиков некоторой продукции.

Пользователь задаёт запрос системе (1). На основе этого запроса, онтологической модели предметной области и текущей ситуации формируется контекст (2), представляющий собой описание запроса пользователя в терминах онтологической модели предметной области. Онтологическая модель в системе управления знаниями описывает основные понятия производственной сети и связи между ними. В связи с тем, что терминология используемая пользователем при формировании запроса может отличаться от словаря онтологической модели, необходимо устанавливать соответствия между соответствующими терминологиями, для этого предлагается использовать синонимы. Термины запроса ищутся в онтологической модели предметной области, а найденные фрагменты объединяются [5], они и содержат релевантные запросу знания.

Картограмма знаний определяет связи между онтологической моделью (3) и источниками знаний (4), что позволяет использовать разрозненные источники различных компаний как одну распределенную базу знаний. На основе карто-

граммы знаний и формализованного запроса пользователя из различных источников знаний извлекаются те знания и информация (5), которые необходимы пользователю в рамках заданного им запроса. В роли источников знаний могут выступать как базы данных и электронные документы, так и другие участники производственной сети.

В случае, когда участник производственной сети выступает в роли источника знаний, он предоставляет системе сервисы для доступа к этим знаниям. Информацию об этом участнике система получает из его профиля компетенций. По этой информации данный участник может быть задействован системой для конфигурирования сети поставщиков.

При конфигурировании сети поставщиков учитывается следующая информация из профиля компетенций (рис. 3) участников — источников знаний производственной сети:

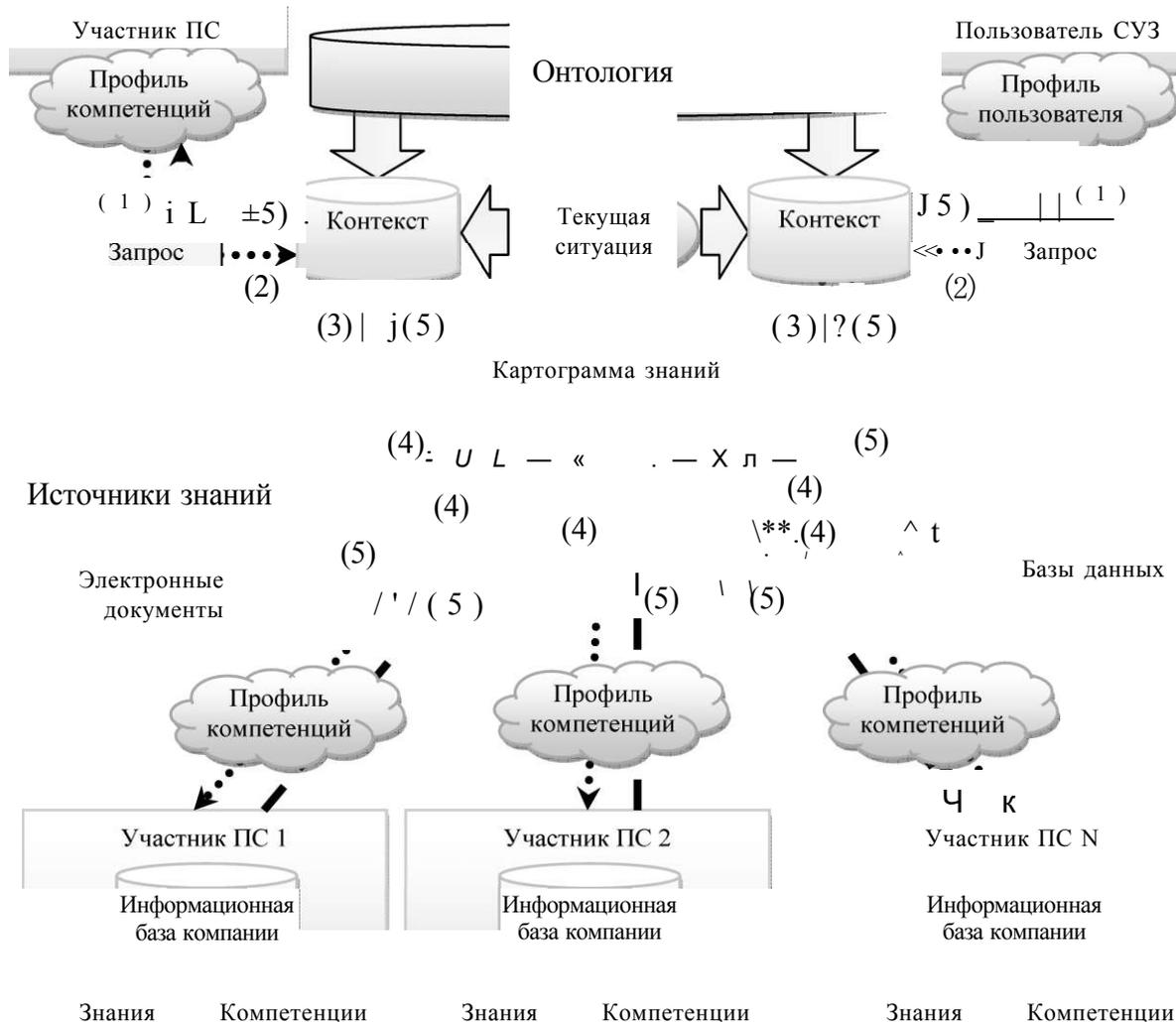
- производственные возможности описывают ту продукцию и услуги, которые предлагает данный участник;
- производственные мощности используются системой для определения загрузки данного участника на производство необходимой продукции в требуемое время;
- прайс-лист используется системой для минимизации затрат участника инициатора запроса;
- производственные циклы используются для определения времени, требуемого участнику — источнику знаний для выполнения производства продукции или реализации услуги.

Так же учитываются предпочтения участника — источника знаний:

- время выполнения (участник может предпочитать долгосрочные либо краткосрочные проекты);
- объем работ (участник может предпочитать мелкосерийное или массовое производство);
- возможности (для участника может быть желательно при производстве продукции А, так же производить и продукцию Б).

Местоположение участника производственной сети используется для определения времени доставки продукции, а так же в зависимости от текущей ситуации (время года, наличие обильного выпадения осадков, снежные заносы, местные праздники и т.п.) участник может быть недоступен.

Полученная от источников знаний информация передается пользователю, причём на данном этапе профиль пользователя используется для ранжирования представляемых результатов, на основе их релевантности запросу и предпочтениям пользователя.



ПС - производственная сеть, СУЗ - система управления знаниями

Запрос Информационный поток

Рис. 2. Концептуальная модель контекстно-ориентированной системы управления знаниями в производственной сети.

### 3. Профиль пользователя системы управления знаниями

Профиль пользователя системы управления знаниями представлен на рис. 3 и содержит следующие категории:

- «Контекст пользователя» содержит информацию о пользователе. Он включает следующие четыре подкатегории: (i) персональная, (ii) системная информация, (iii) обратная связь (информация, характеризующая качество работы пользователя), и (iv) предпочтения пользователя (предпочтения пользователя, выявленные системой).

- «История запросов» содержит историю о запросах пользователя, связанные с ними сформированные системой контексты, системную информацию и предпочтения пользователя на момент инициализации запроса пользователя.

Более подробное описание категорий приведено в таблице 1.



Таблица 1 (продолжение)

Название	Описание
Местоположение	Текущее местоположение пользователя
Часовой пояс	Часовой пояс пользователя, может использоваться, например, для расчёт когда закончится/начнётся рабочий день пользователя
Статус	Определяет текущий статус пользователя в системе (в сети, не в сети)
Статус доступности	Определяет текущую занятость пользователя (доступен, недоступен)
<i>1.3. Подкатегория «Обратная связь»</i>	
Исполнительность	Оценивается администратором исходя из истории работы пользователя с системой, а так же отзывов других пользователей. Данная характеристика может оцениваться отношением процента выполненных задач ко всем задачам, поставленных перед пользователем
Старание	Оценивается администратором исходя из того, насколько пользователь старается решить задачу
Компетентность	Умения и знания, которыми обладает пользователь. Администратор может оценивать уровень компетенции на основе анализа проблем разрешённых пользователем и потраченного на это времени
<i>1.4. Подкатегория «Предпочтения пользователя»</i>	
Типы проблем	Предпочтения пользователя относительно областей проблем. Содержит список классов из онтологии, предпочитаемые, пользователем
Структура проблемы	Предпочтения пользователя относительно типов ограничений. содержит список типов ограничений абстрактного контекста, которые предпочитает пользователь
Атрибуты и значения	Предпочтения пользователя относительно значений атрибутов. Содержит список атрибутов и/или их значений «предпочитаемых» пользователем
Критерии оптимизации	Предпочтения пользователя относительно критериев оптимизации. Содержит список критериев «предпочитаемых» пользователем ранее
<i>2. Категория «История запросов»</i>	
Запрос	Запрос пользователя, используется для повторного использования контекста и/или результатов обработки запроса
Идентификатор контекста	ссылается на параметризованную проблемную модель, построенную в момент обработки запроса пользователя
Системная информация	Информация о пользователе на момент инициализации запроса пользователя. Содержит слепок всех свойств категории «Системная информация»
Предпочтения пользователя	Информация о предпочтениях пользователя на момент инициализации запроса. Содержит слепок всех свойств категории «Предпочтения пользователя»

#### 4. Профиль компетенций участника производственной сети

Профиль компетенций участника производственной сети представлен на рис. 4 и содержит из следующие категории:

- «Информация о компании» содержит общую информацию о компании;
- «Информация о подразделении» содержит информацию о подразделении компании — участнике производственной сети;
- «База запросов» содержит всю историю деятельности подразделения в рамках системы;

-«Предпочтения участника» содержат предпочтения участника производственной сети относительно, поставляемой им продукции.

Более подробное описание категорий приведено в таблице 2.

#### Информация о компании

Идентификатор компании: 1648  
 Название компании: Mann & Hummel Group  
 Дата основания: 1941 год  
 Интернет сайт: <http://www.mann-hummel.com>



#### Информация о подразделении

Идентификатор подразделения: 7  
 Название подразделения: Mann-Filter Россия  
 Местоположение: Москва  
 Часовой пояс: GMT +03:00  
 Языки: русский, английский  
 Уровень доступа: класс «Фильтры»  
 Группа: поставщик фильтров

#### Контактная информация

Телефон / Факс: +7(495)742-79-76  
 Электронная почта: [info.ru@mann-hummel.com](mailto:info.ru@mann-hummel.com)

#### Производственная информация

Производственные возможности  
 Производственные мощности: диаграмма (рис. 5.)  
 Прайс-лист: таблица (рис. 6а.)  
 Производственные циклы: таблица (рис. 6б.)

#### Обратная связь

Выполнение обязательств: выполнено 667 из 735

#### База запросов

Запрос к участнику: необходимо  
 поставить 800 воздушных фильтров до  
 1 марта 2007года

М

1

Контекст: (рис. 7.)

Информация о подразделении\*

Предпочтения участника \*

#### Предпочтения подразделения

##### Явные предпочтения

Время выполнения: от 3 месяцев  
 Объем работы: от 1000 штук  
 Возможности: при производстве 3  
 воздушных фильтров предпочтитель-  
 но производство 1 салонного фильтра

##### Неявные предпочтения

Продукция: воздушные фильтры  
 Атрибуты продукции: диаметр 296мм

\* Атрибуты «Информация о подразделении» и «Предпочтения подразделения» являются экземплярами категорий «Специальная информация» и «Предпочтения подразделения» на момент инициализации запроса.

Рис. 4. Концептуальная модель профиля компетенции участника производственной сети.

Таблица 2

#### Описание категорий профиля компетенций

Название атрибута	Описание
1. Категория «Информация о компании»	
Идентификатор компании	внутренний номер компании в системе управления знаниями
Название компании	полное название компании
Дата основания	адрес Интернет сайта компании
Интернет сайт	адрес Интернет сайта компании
2. Категория «Информация о подразделении»	
Идентификатор подразделения	внутренний номер подразделения в системе управления знаниями
<i>Таблица 2 (продолжение)</i>	
Название подразделения	полное название подразделения
Местоположение	географическое положение подразделения компании

Часовой пояс	часовой пояс, в котором находится подразделение
Языки	список языков для контакта с сотрудниками подразделения
Права	область знаний, к которым данное подразделение имеет доступ
Группа	подразделение может входить в группу на основе своих производственных возможностей
2.1. Подкатегория «Контактная информация»	
Телефон / Факс	номер или номера телефонов и факсов подразделения
Электронная почта	адрес электронной почты подразделения
2.2. Подкатегория «Производственная информация»	
Производственные возможности	несколько возможностей подразделения из всего списка возможностей, определенных в предметной области
Производственные мощности	график свободных производственных мощностей подразделения на текущий год (рис. 5)
Прайс-лист	таблица цен на продукцию подразделения (рис. 6а)
Производственные циклы	таблица производственных циклов по каждому виду продукции(рис. 6б)
2.3. Подкатегория «Обратная связь»	
Выполнение обязательств	оценка подразделения о выполнении взятых на себя обязательств
3. Категория «База запросов»	
Запрос	запрос, инициированный подразделением другим участникам производственной сети
Контекст	контекст, генерируемый системой управления знаниями для обработки запроса (рис. 7);
Информация о подразделении	информация о подразделении на момент инициализации запроса и содержит в себе все атрибуты из категории «Информация о подразделении»
Предпочтения подразделения	предпочтения подразделения на момент инициализации запроса и содержит все атрибуты из категории «Предпочтения подразделения»
4. Категория «Предпочтения подразделения»	
4.1. Подкатегория «Явные предпочтения»	
Время выполнения	предпочтения подразделения относительно времени выполнения работы (например, краткосрочные или долгосрочные заказы);
Объем работы	предпочтения подразделения относительно объема работы (например, мелко-серийное или массовое производство)
Возможности	предпочтения подразделения относительно его возможностей, в атрибуте хранятся возможности подразделения и логические связи с другими предпочтительными возможностями (например, если подразделение выполняет операцию А, ему было бы предпочтительно выполнить операцию Б)
4.2. Подкатегория «Неявные предпочтения»	
Продукция	продукция, которую предпочитает производить подразделение
Атрибуты продукции	свойства продукции, с которыми компания предпочитает производить данный продукт

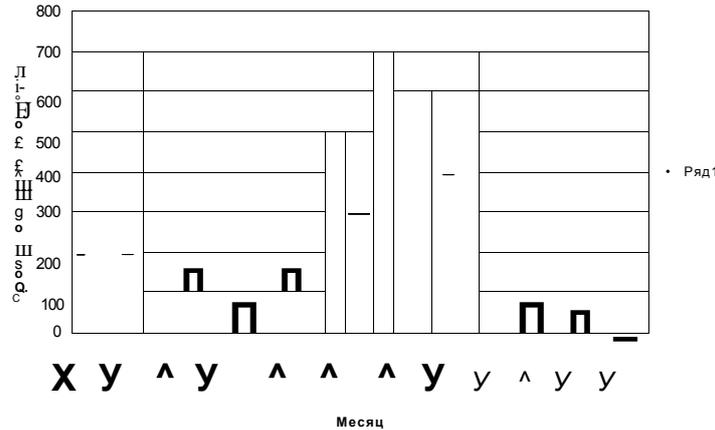


Рис. 5. Пример описания свободных производственных мощностей бензиновых двигателей участника производственной сети.

Воздушный фильтр	Стоимость (руб.)	Воздушный фильтр	Производственный цикл (час.)
Диаметр 296мм	638,35	Диаметр 296мм	26
Диаметр 258мм	750	Диаметр 258мм	28
Диаметр 305мм	812,5	Диаметр 305мм	32

Рис. 6. Пример описания прайс-листа и производственных циклов участника производственной сети.

- Концепт
  - Φ Транспортное средство!
  - \* Фильтры
    - Атрибуты
    - \* ○ Салонные фильтры
    - | \* φ Топливные фильтры<sup>1</sup>
    - [ \* φ Масляные фильтры
    - [ \* φ Воздушные фильтры ]
    - \* ○ Другие фильтры
  - Транспортное средство
    - СЭ Атрибуты
      - ○ Совместимость Классов
        - φ Воздушные фильтры
        - φ Топливные фильтры
        - φ Салонные фильтры
        - φ Масляные фильтры
      - ○ Синонимы
        - φ Автомобиль
        - φ Машина
  - 9 Топливные фильтры
    - Атрибуты
      - \* S Совместимость к классов
        - φ Транспортное средство
      - \_) Оси\*Ы
        - φ Бензиновый фильтр
    - a φ Неразборные фильтры
      - \* φ Сменные фильтрующие элементы
      - \* φ Встроенные фильтры
  - # Воздушные фильтры
    - LJ Атрибуты
      - φ Внешний диаметр
      - Φ Внутренний диаметр
      - Φ Длина
      - φ Толщина
      - φ Ширина
    - CJ Совместимость к классов
      - φ Транспортное средство
    - С) Синонимы

Рис. 7. Пример контекста.

## 5. Прототип системы управления знаниями для автомобильной производственной сети

На рис. 8 показан пример использования системы управления знаниями для автомобильной производственной сети, разработанной в лаборатории интегрированных систем автоматизации СПИИРАН. Пользователь проходит процедуру аутентификации и создаёт запрос к системе (необходимо найти поставщика для 800 воздушных фильтров до 1 марта 2007 года на расстоянии не более 500км). Система находит поставщиков для пользователя и предлагает ему

посмотреть профили их компетенций и предоставляет возможность для инициирования переговоров с предложенными поставщиками. После чего пользователь выбирает целесообразного для его компании поставщика.

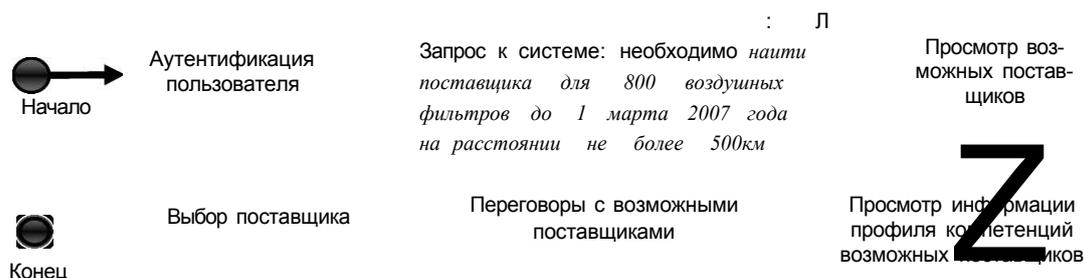


Рис. 8. Пример использования системы управления знаниями.

На рис. 9 представлены основные компоненты управления знаниями в автомобильной производственной сети. Среда управления онтологиями позволяет создавать и редактировать онтологии для последующего их использования в системе управления знаниями. Среда управления знаниями, позволяет создавать и редактировать экземпляры классов онтологии. Среда управления компетенциями, позволяет наиболее точно подобрать участника производственной сети для выполнения требуемой операции или производства/поставки необходимых компонент.

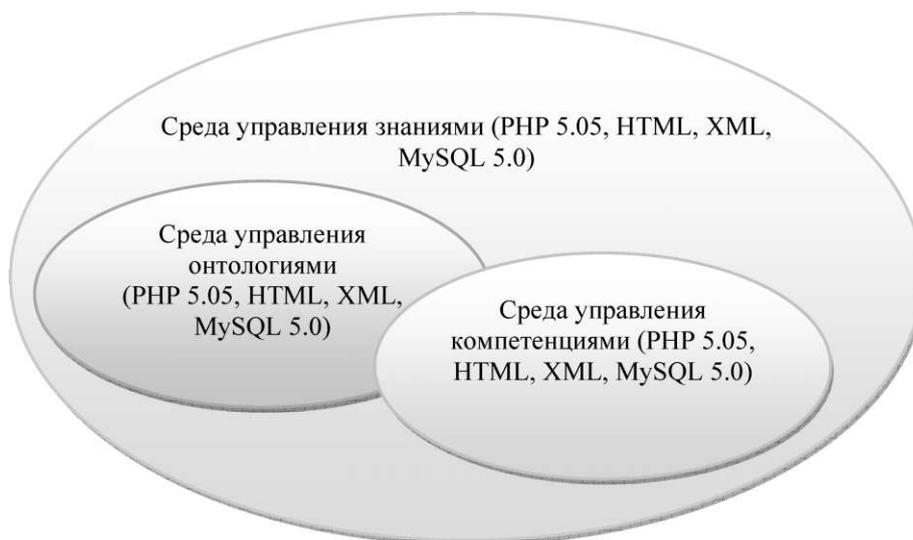


Рис. 9. Основные компоненты системы.

На рис. 10 оказан пример профиля компетенций компании Mann-Filter Россия и расширения установление контакта. Пользователь, нуждающийся в поставке воздушных фильтров, просматривает открытую информацию из профиля компетенций компании Mann-Filter Россия и составляет запрос её сотруднику. Сотруднику компании Mann-Filter Россия приходит письмо с информацией о возможном клиенте и запросом от него. Он может предоставить возможному клиенту закрытую информацию о своей компании, а так же ответить на запрос, после чего они ведут диалог, до тех пор, пока либо не договорятся о сотрудничестве, либо о невозможности сотрудничества.

Пользователям для работы с системой не нужно иметь специальных знаний для инсталляции и работы в системе. Система имеет интуитивно понятный веб-интерфейс и не требует установки какого-либо программного обеспечения на компьютер пользователя, т.к. пользователь может работать в обычном интернет-обозревателе.

**+JUPIT**  
" ± J, \*

**ILIPT KMP: Класс**

Menu      Профиль компании (Воздушный фильтр для а.м. Lada Kaliria)

Thing

Профиль пользователя	Основная информация	
Профиль компании	Название компании	Mann-Filter Россия
Импорт	Дата образования	1941 год
Выход	Web-сайт	http://www.mann-hummel.com
	Список языков	русски^ англисжи
	Номер телефона	+7(495)742-79-76
	Электронная почта	info.ru@mann-hummel.com
	Дополнительная информация	
	Местоположение	
	Часовой пояс	GMT+03:00
	Текущая производственная мощность	Закрытая информация
	Цена	Закрытая информация
	Производственный цикл	Закрытая информация
	Производственные возможности	Закрытая информация
	Пользовательская информация	
	Электронная почта	ivanov@auto mobileproduction.ru
	Запрос	необходимо поставить 800 воздушных фильтров до 1 марта 2007 года!

[ Save data ]

Рис. 10. Пример профиля компании Mann-Filter Россия.

## 6 Заключение

Разработанная модель контекстно-ориентированной системы управления знаниями в производственной сети повышает уровень координации между её участниками за счёт использования подготовленной заранее онтологической модели этой сети и профилей компетенций её участников. Профиль компетенции участника производственной сети включает в себя информацию, которую участник предоставляет для системы и информацию, выявляемую системой управления знаниями на основе поведения участника в рамках системы. Данная информация из профиля компетенций может представлять большой интерес для других участников, планирующих сотрудничество с данным участником, и позволяет автоматизировать процессы, протекающие в производственной сети.

## Литература

1. Яблочников У. И., Шилов Н. Г. Организация процесса технологической подготовки производства на основе модели предприятия // Приборостроение. 2007. Т. 50, № 8. С. 69-73. УДК 658.521.011.56.
2. Dey A. K., Salber D., Abowd G. D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications / T.P. Moran, P. Dourish (eds.) // Context-Aware Computing. 2001. Vol. 16.
3. Hodic J., Vokrinek J., Biba J., Becvar P. Competencies and Profiles Management for Virtual Organizations Creation. Multi-Agent Systems and Application V. Lecture Notes in Artificial Intelligence Vol. 4696, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007, 93-102.
4. Смирнов А. В., Левашова Т. В. Пашкин М. П., Шилов Н. Г. Онтолого-ориентированный многоагентный подход к построению систем интеграции знаний из распределённых источников. Информационные технологии и вычислительные системы. 2002. № 1. С. 62-82.
5. Chaudhri V. K., Lowrance J. D., Stickel M. E., Thomere J. F., Wadlinger, R. J. Ontology Construction Toolkit. Technical Note Ontology. AI Center Report. SRI Project No. 1633.