

Персонализированная контекстно-ориентированная поддержка взаимодействия участников производственных сетей¹

Аннотация. Предложен подход к информационной поддержке взаимодействия участников производственных сетей на основе использования контекстно-ориентированной системы управления знаниями. Использование контекста позволяет предоставлять участникам производственной сети актуальные на текущий момент знания. Управление профилями участников и пользователей дает возможность персонализировать информационную поддержку участников в системе управления знаниями, а также использовать их в качестве источников знаний.

Ключевые слова: производственная сеть, онтология, контекст, управление профилями

Введение

Современное производство характеризуется широким использованием различных форм кооперации предприятий [1], что способствует сокращению времени выхода изделий на рынок и снижению затрат на их производство. Организации, построенные по сетевому принципу и состоящие из большого количества участников, обычно более гибкие и устойчивые, чем иерархически организованные крупномасштабные компании [2].

Производственная сеть (ПС) – это совокупность объединенных на принципах кооперации в рамках единого информационного пространства предприятий, способных на основании взаимодействия производить конечный продукт или услугу.

Функционирование сетевых производственных структур невозможно без современных информационных технологий. При этом возникает задача обеспечения эффективного взаимодействия участников производственной сети на основе использования единого информационного пространства и баз знаний, содержащих знания о

предметной области и участниках производственной сети. Поэтому система управления знаниями, которая обеспечит управление этими базами знаний и возможность получать к ним доступ участникам производственной сети, должна являться неотъемлемой частью производственных сетей.

В системах управления знаниями предлагается применять контекст для использования актуальных на текущий момент знаний. Контекстом называется информация, которая может быть использована, чтобы охарактеризовать ситуацию, в которой находится некоторый объект. В системе управления знаниями в роли объекта выступает участник производственной сети.

Фазы функционирования ПС

Жизненный цикл производственной сети включает в себя пять основных фаз: построение сообщества потенциальных участников, выбор участников производственной сети выполнения заказа (конфигурирование производственной сети), функционирование производственной сети (выполнение заказа), реконфигурирование

¹ Исследование частично поддержано проектом РФФИ № 08-07-00264, проектом 2.13 программы фундаментальных исследований президиума РАН «Интеллектуальные информационные технологии, математическое моделирование, системный анализ и автоматизация».

производственной сети в случае невозможности одним из участников выполнять взятые на себя обязательства и перераспределение сообщества потенциальных участников производственной сети [3]. В Табл. 1 представлены фазы функционирования производственной сети и задачи, которые должны решаться системой управления знаниями на каждой из этих фаз.

На фазах построения и перераспределения сообщества происходит регистрация потенциальных участников в сообществе и их исключение. Для этих целей предлагаются следующие элементы системы управления знаниями:

- онтологическая модель – содержит формализованное описание предметной области; включает в себя списки синонимов для понятий, входящих в ее состав, что позволяет унифицировать участников, использующих разные термины для одних и тех же понятий;

- профили участников производственной сети – создаются при регистрации участника в системе управления знаниями;

- картограмма знаний – связывает участников производственной сети с онтологической моделью предметной области, за счет чего становится возможным использовать этих участников в качестве источников знаний.

На фазах конфигурирования и реконфигурирования производственной сети происходит конфигурирование заказа и последующее построение производственной сети для выполне-

ния этого заказа. Для этих целей предлагаются следующие элементы системы управления знаниями:

- профили пользователей – описывают пользователей системы управления знаниями; на данной фазе профиль пользователя используется для дополнения запроса пользователя на конфигурирование заказа;

- профили участников производственной сети – описывают участников, их производственные возможности, предпочтения и другую информацию, которая необходима другим участникам этой производственной сети для взаимодействия с этим участником;

- онтологическая модель предметной области – используется для «понимания» того, что необходимо пользователю и что могут предоставить участники производственной сети;

- текущая ситуация – характеризует ситуацию на текущий момент времени в производственной сети и за ее пределами; может оказать непосредственное влияние на дальнейшее функционирование сети;

- контекст – представляет собой формализованное описание задачи пользователя в терминах онтологической модели предметной области с учетом текущей ситуации;

- картограмма знаний – позволяет на основе контекста предложить пользователю участников и другие источники знаний для решения его задачи.

Табл.1. Фазы функционирования производственной сети

Фазы	Задачи	Входные данные	Результат
Построение сообщества потенциальных участников	Регистрация участников сообщества и обеспечение их «понимания» друг другом	Потенциальные участники и их информационные потребности	Сообщество участников в едином информационном пространстве
Конфигурирование производственной сети	Поддержка конфигурирования заказа	Предпочтения заказчика, технологические возможности участников	Заказ
	Поддержка конфигурирования сети	Заказ, возможности потенциальных партнеров	Производственная сеть
Выполнение заказа	Поддержка координации, синхронизации, мониторинга, регулирования	Сконфигурированная сеть участников	Готовая продукция
Реконфигурирование производственной сети	Поддержка реконфигурирования сети	Заказ, возможности потенциальных партнеров	Производственная сеть
Перераспределение сообщества	Регистрация и исключение участников из сообщества	Потенциальные участники.	Сообщество участников в едином информационном пространстве

На фазе функционирования производственной сети участники производственной сети должны обеспечивать взаимную координацию, синхронизацию, мониторинг и регулирование действий друг друга. На этой фазе используются профили пользователей, профили участников производственной сети, онтологическая модель предметной области для обеспечения «понимания» участниками сети друг друга, контекст, картограмма знаний, источники знаний.

Взаимодействие пользователей и участников ПС

В рамках системы 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 системы управления знаниями. В момент регистрации пользователя для него создается профиль, который содержит в себе персональную, регистрационную и системную информацию о пользователе, его предпочтения, выявляемые системой, отзывы о нем, а также 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 для него также создается профиль, который содержит в себе информацию об участнике, историю его деятельности в рамках системы управления знаниями, производственные предпочтения, отзывы о качестве выполнения заказов. Профиль участника позволяет наиболее точно подобрать участника производственной сети для выполнения требуемой операции или производства/поставки необходимых комплектующих.

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 участника j . Например, пользователь участника i может посмотреть в профиле участника j производственные возможности участника j , а также отзывы о качестве и своевременности выполнения запросов участником j , сделанных ранее другими пользователями. Затем напрямую с пользователем участника j он может обсудить детали взаимодействия. Взаимодействие напрямую (в обход системы управления знаниями) может быть целесообразно в том случае, когда участник производственной сети j может иметь некоторую коммерческую информацию, хранение которой в системе управления знаниями недопустимо, но она должна быть передана непосредственно участнику i или наоборот.

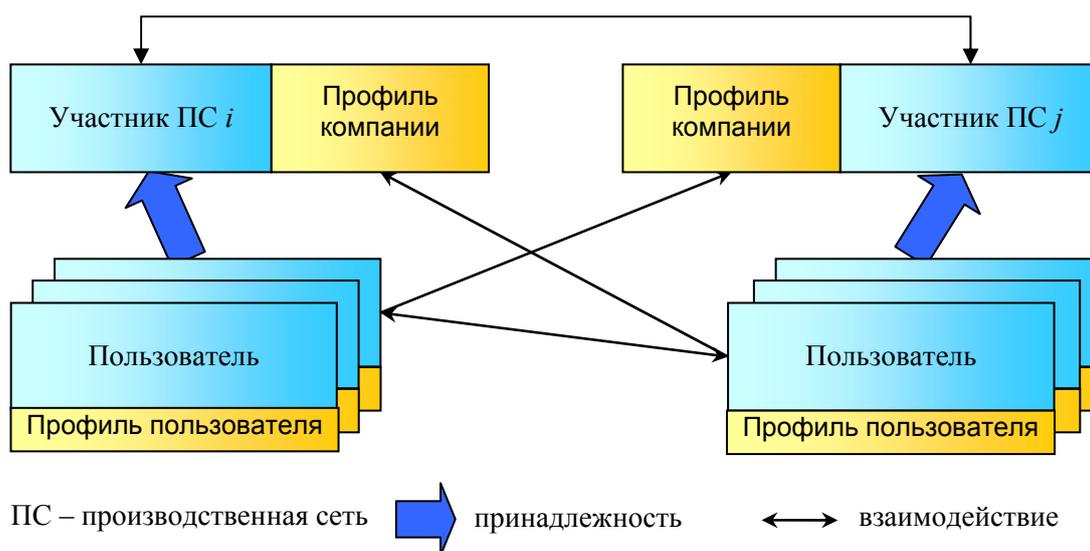


Рис.1. Взаимодействие пользователей и участников производственной сети

Участник производственной сети i может также 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) без участия пользователей.

Основные элементы системы управления знаниями для поддержки взаимодействия участников ПС

На основе анализа фаз функционирования производственной сети выявлены основные компоненты контекстно-ориентированной системы управления знаниями в производственных сетях:

- онтологическая модель производственной сети;
- множество профилей участников производственной сети;
- множество профилей пользователей производственной сети;
- множество контекстов.

Онтологическую модель производственной сети O можно представить в виде множества срезов, каждый из которых включает непротиворечивый набор ее элементов [4]:

$$O = \{Slice: Slice = \langle C, A, D, R \rangle\},$$

где C – множество классов, A – множество атрибутов классов, D – множество доменов атрибутов, R – множество ограничений. Тогда каждому срезу онтологической модели будет соответствовать один единственный контекст в текущий момент времени, и онтологическая модель O будет отображаться во множество контекстов K (Рис.2):

$$O \xrightarrow{f_1} K.$$

Для того, чтобы некоторая функция f определяла отображение, она должна быть определена на своем множестве определений X , и должно иметь место однозначное соответствие $Y=f(X)$ [5]. Раскрытие отображения онтологической модели во множество контекстов f_1 выходит за рамки данной работы и подробно описано в [6].

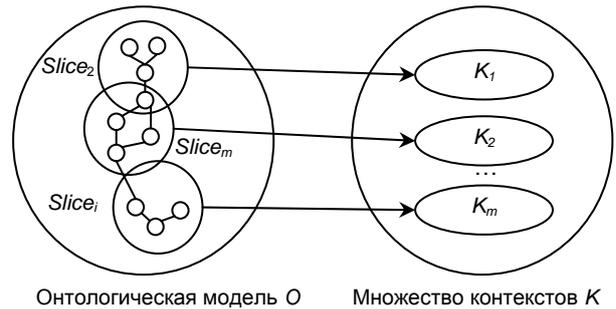


Рис.2. Отображение онтологической модели во множество контекстов

Профиль участника производственной сети описывается на основе онтологической модели производственной сети O и делится на две основные составляющие: онтологическую и архивную. В онтологическую составляющую профиля участника входят категории, которые отображаются на онтологическую модель производственной сети: информация об участнике, информация о подразделении, предпочтения участника. В архивную составляющую профиля участника входит база запросов. Следовательно, множество онтологических составляющих профилей участников производственной сети OPP отображается в онтологическую модель O :

$$OPP \xrightarrow{f_2} O.$$

Так как цель функции f_2 совпадает с источником функции f_1 , то существует композиция этих функций: $f_2 \circ f_1$ [7], из чего следует, что множество онтологических составляющих профилей участников производственной сети OPP отображается во множество контекстов K :

$$OPP \xrightarrow{f_2 \circ f_1} K.$$

Аналогично профиль пользователя системы управления знаниями состоит из двух основных составляющих: онтологической, включающей контекст пользователя, и истории запросов. Так как каждый пользователь представляет некоторого участника производственной сети, множество онтологических составляющих профилей пользователей системы управления знаниями OPU отображается во множество онтологических составляющих профилей участников производственной сети OPP :

$$OPU \xrightarrow{f_3} OPP.$$

Поскольку область значений функции f_2 совпадает с областью определений функции f_3 и каждая функция определена на своем множестве определений и представляет собой однозначное соответствие, существует композиция функций $f_3 \circ f_2$, которая показывает, что множество онтологических составляющих профилей пользователей OPU отображается в онтологическую модель производственной сети O . По аналогии существуют композиция $f_3 \circ f_2 \circ f_1$, отображающая множество OPU во множество контекстов K и композиция $f_3 \circ f_2$, отображающая множество OPP в K :

$$OPU \xrightarrow{f_3 \circ f_2} O; OPU \xrightarrow{f_3 \circ f_2 \circ f_1} K; OPP \xrightarrow{f_3 \circ f_2} K.$$

В Табл. 2 описаны функции отображения основных элементов системы управления знаниями. На Рис.3 приведена диаграмма отображения основных элементов контекстно-ориентированной системы управления знаниями в производственных сетях.

Табл. 2. Функции отображения элементов системы управления знаниями

Функция	Описание
f_1	Функция построения контекста из онтологической модели предметной области
f_2	Функция отображения онтологической составляющей профиля участника производственной сети в онтологическую модель. Функция связывает профиль участника и онтологическую модель, обеспечивая возможность использования информации из профиля участника в системе управления знаниями.
f_3	Функция отображения профиля пользователя в профиль участника производственной сети. Пользователь является частью участника, а профиль пользователя является профилем участника производственной сети.
$f_2 \circ f_1$	Функция наполнения контекста информацией из профиля участника производственной сети.
$f_3 \circ f_2$	Функция отображения онтологической составляющей профиля пользователя в онтологическую модель. Функция связывает профиль пользователя и онтологическую модель, обеспечивая возможность использования информации из профиля участника в системе управления знаниями.
$f_3 \circ f_2 \circ f_1$	Функция наполнения контекста информацией из профиля пользователя.

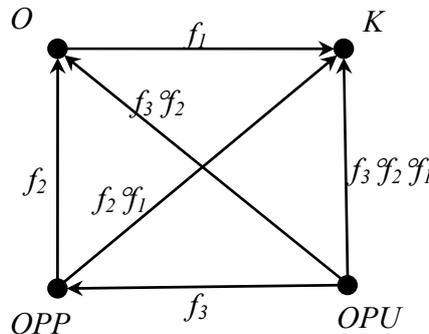


Рис. 3. Диаграмма отображения основных элементов контекстно-ориентированной системы

Профиль участника ПС

Как показано в [12], профили компаний должны содержать общую информацию о компании, включающую атрибуты «идентификатор компании», «название компании», «дата основания», «интернет-сайт»; а также информацию о каждом из подразделений компании, которая должна включать атрибуты «идентификатор подразделения», «название подразделения», «языки», «телефон/факс», «электронная почта».

Так как в системе управления знаниями используется контекст для отслеживания текущей ситуации, предлагаются следующие атрибуты, характеризующие подразделение (участника производственной сети):

- «роль», отражающий возможности определения задач, в решении которых компетентен данный участник в данный момент времени;
- «уровень доступа», который отражает конфиденциальность некоторых знаний в системе и определяет ту информацию и знания, к которым данный участник имеет доступ в данный момент времени;

- «группа», который определяют принадлежность пользователя к той или иной группе участников и обеспечивает выбор из участников с одинаковой ролью того участника, который больше подходит для решения задачи;

- «местоположение пользователя», содержащий в себе информацию о текущем географическом положении участника и служащий для планирования транспортировки;

- «часовой пояс», который определяет, когда начнется рабочий день у участника производственной сети.

Для оценки результатов действий участника в рамках системы управления знаниями предложен атрибут «исполнительность», который показывает количество выполненных обязательств по отношению к их общему числу.

Для характеристики участников производственной сети на основе их производственной информации предложены атрибуты:

- «производственные возможности», характеризующие ассортимент выпускаемой продукции;

- «производственные мощности», характеризующие свободные производственные мощности по каждой единице продукции;

- «прайс-лист», содержащие цены на производимую продукцию;

- «производственные циклы», характеризующие длительность производства по каждой единице продукции.

Профиль участника производственной сети должен содержать также атрибуты, отражающие его предпочтения. Для этих целей были предложены атрибуты: «продукция», соответствующие классам онтологической модели; «атрибуты продукции», соответствующие атрибутам онтологической модели и их значениям [13]. Кроме того, предложены атрибуты, которые характеризуют предпочтения участника, указываемые им вручную («время выполнения», «объем работы», «возможности»).

Для последующего возможного анализа информации об участнике предлагается хранить в его профиле все его запросы, сформированные на основе их контексты, а также информацию, характеризующую участника на момент инициализации запроса.

На Рис.4 изображена информационная модель профиля участника производственной сети. Множество профилей участников можно представить, как $PP = \{PP_1, \dots, PP_N\}$, где N – число зарегистрированных участников производственной сети.

Профиль PP_i участника i состоит из следующих категорий:

- «информация о компании» $CI = \langle CID, CN, CD, CW \rangle$, включающая атрибуты: идентификатор компании CID , название компании CN , дату основания CD , интернет-сайт CW ;

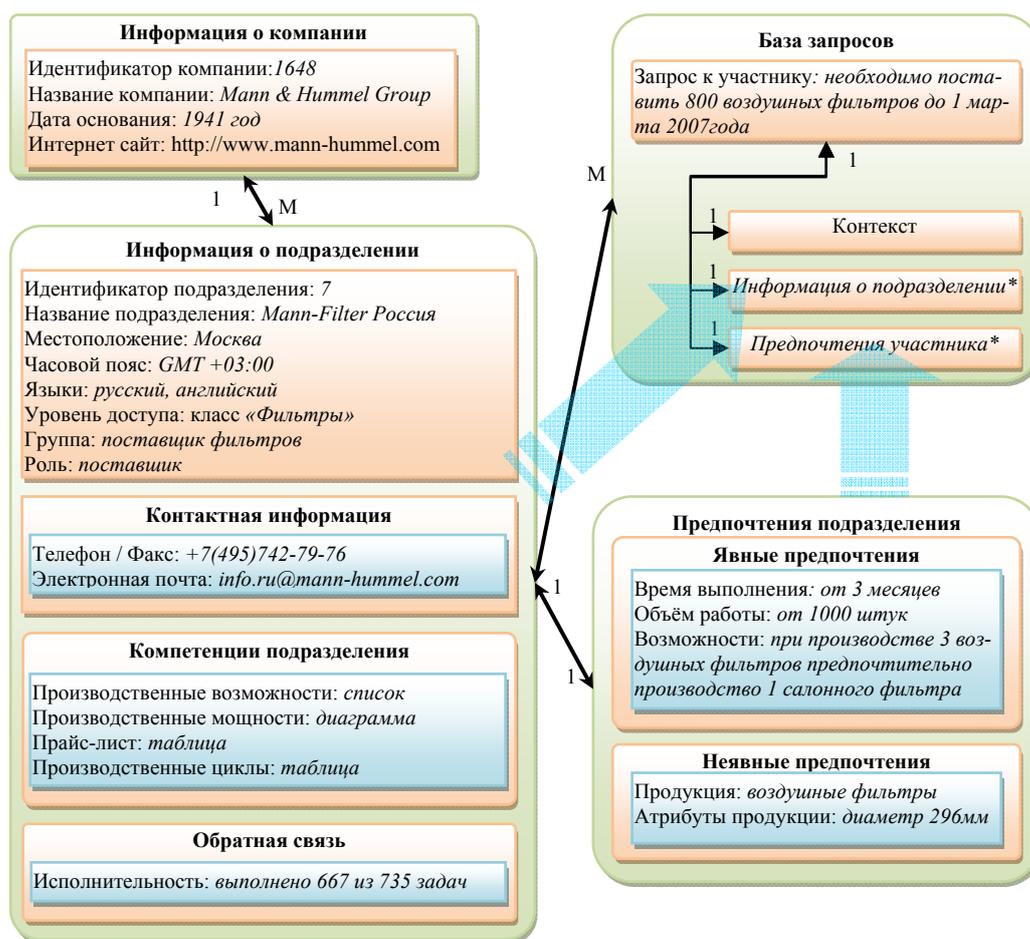
- «информация о подразделении» $DI = \langle DID, DN, DPL, DT, DLG, DA, DG, DR, DCI, DPI, DFB \rangle$, содержащая информацию о подразделении компании (участнике производственной сети), и включающая атрибуты: идентификатор подразделения DID , название подразделения DN , местоположение DPL , часовой пояс DT , языки DLG , уровень доступа DA , группа DR , роль DR ; и подкатегории: $DCI = \langle PH, EM \rangle$ – контактная информация (номер телефона PH , адрес электронной почты EM), $DPI = \langle PCB, PCP, PPL, PLT \rangle$ – компетенции подразделения (производственные возможности PCB , производственные мощности PCP , прайс-лист PPL , производственные циклы PLT), $DFB = \langle FLE \rangle$ – обратная связь (исполнительность FLE);

- «база запросов» $RB = \langle DBR, DBC, DBI, DBP \rangle$, содержащая всю историю деятельности подразделения в рамках системы и включающая атрибуты: запрос участника производственной сети DBR , контекст DBC , информация о подразделении DBC , предпочтения подразделения на момент инициализации запроса DBP ;

- «предпочтения участника» $DP = \langle PE, PT \rangle$, содержащая предпочтения участника производственной сети относительно поставляемой им продукции и включающая подкатегории: $PE = \langle PET, PVW, PC \rangle$ – явные предпочтения (время выполнения PET , объем работы PVW , возможности PC) и $PT = \langle PR, PA \rangle$ – неявные предпочтения (продукция PR , атрибуты продукции PR).

Онтологический подход к управлению знаниями

Онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в производственной сети (Рис.5) основывается на разработанной ранее идее логистики знаний [8]. Согласно концептуальной модели контекстно-ориентированная система управления знаниями реализует следующий сценарий поддержки взаимодействия участников производственной сети [9, 10].



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

Рис. 4. Информационная модель профиля участника производственной сети

Пользователь задает 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 с учетом текущей ситуации. Осуществляется поиск терминов запроса в онтологической модели предметной области, а найденные фрагменты объединяются [11]. 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 картограммы знаний и формализованного запроса пользователя из различных источников знаний извлекаются те знания и информация (5), которые необходимы пользователю в рам-

ках 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. По этой информации данный участник может быть задействован системой для конфигурирования сети поставщиков.

При конфигурировании сети поставщиков учитывается следующая информация из профилей участников производственной сети:

- производственные возможности – описывают номенклатуру продукции и услуг, которые предлагает участник, и используются для определения возможностей участника по производству требуемой продукции;

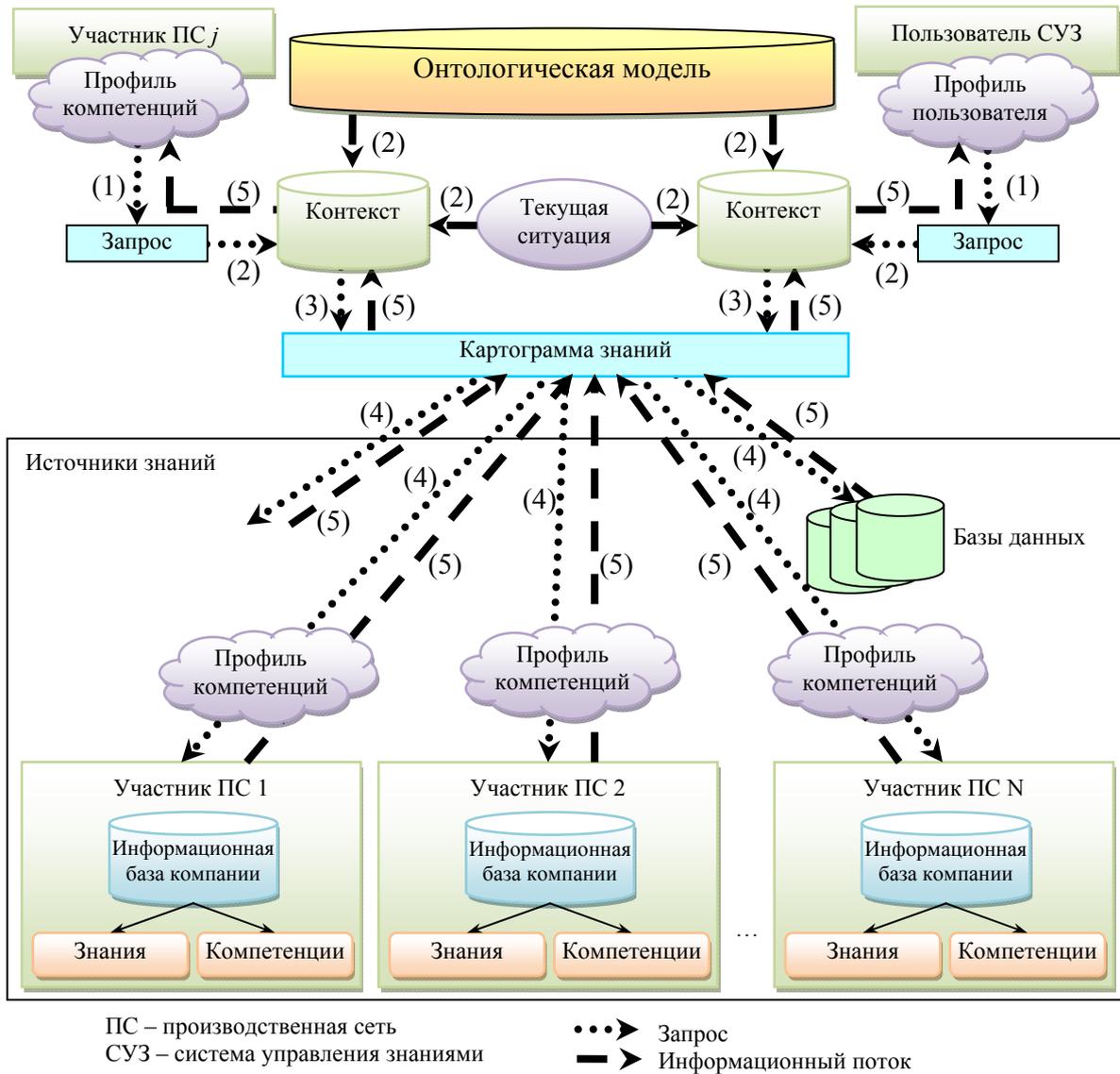


Рис. 5. Онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в производственной сети

- производственные мощности – используются системой для определения загрузки данного участника на производство необходимой продукции в требуемое время;
- прайс-лист – используется системой для определения цены предлагаемой продукции или услуг и, соответственно, минимизации затрат участника-инициатора запроса;
- производственные циклы – используются для определения времени, требуемого для выполнения производства продукции или реализации услуги.

Кроме того, 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 также производить и продукцию Б).

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

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

Оценка эффективности использования контекста

Взаимодействие участника k с другими участниками производственной сети с целью выбора поставщиков с использованием системы управления знаниями без учета контекста и с использованием контекстно-ориентированной системы управления знаниями изображено на Рис.6 и Рис.7. В первом случае для выбора поставщика участник k взаимодействует с остальными участниками производственной сети, предлагающими необходимую ему продукцию. Система управления знаниями представляет ему информацию о том, какие поставщики мо-

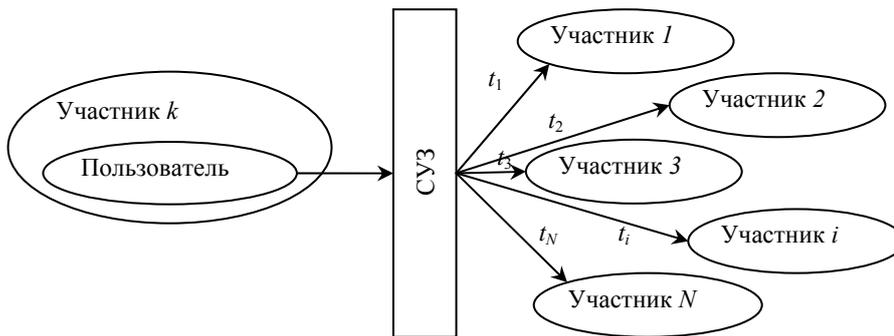
гут поставить ему продукцию, но не сообщает о текущей стоимости этой продукции, текущих производственных мощностях и т.д.

При использовании системы управления знаниями без учета контекста время T_k выбора поставщика для участника k будет складываться в общем случае из времени взаимодействия участника k с остальными участниками, предлагающими участнику k необходимую продукцию:

$$T_k = \sum_{i=1}^N t_i$$

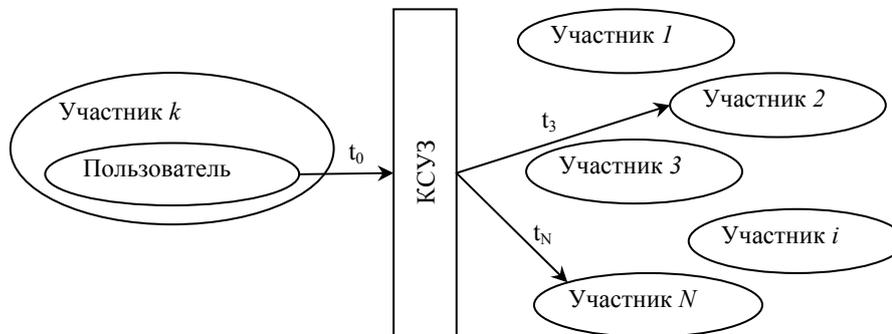
где t_i – время взаимодействия i -го и k -го участников, N – число поставщиков продукции, необходимой участнику k .

При использовании контекстно-ориентированной системы управления знаниями время T'_k выбора поставщика для участника k будет складываться в общем случае из времени анализа пользователем k -го поставщика профилей возможных поставщиков, в которых отражается актуальная на текущий момент информация о



СУЗ – система управления знаниями

Рис. 6. Выбор поставщиков для участника k с использованием системы управления знаниями без учёта контекста



КСУЗ – контекстно-ориентированная система управления знаниями

Рис. 7. Выбор поставщиков для участника k с использованием системы управления знаниями, учитывающей контекст

производственных возможностях и ценах каждого поставщика, и времени взаимодействия участника k с выбранными на основе анализа поставщиками:

$$T'_k = t_0 + \sum_{i=1}^{N'} t_i,$$

где t_0 – время анализа пользователем k -го поставщика профилей возможных поставщиков продукции, t_i – время взаимодействия участников i и k , N' – число выбранных поставщиков продукции.

В случае, когда участнику k необходимо такое количество продукции, которое могут поставить только все вместе взятые участники производственной сети, поставляющие данную продукцию, N будет равно N' . Тогда время выбора поставщика без использования контекста в системе управления знаниями будет меньше чем с ее использованием: $T_k < T'_k$. В реальной производственной сети, где у каждого участника существует только один или несколько поставщиков однотипной продукции $N' \ll N$.

На Рис.8 показаны графики зависимостей времени выбора поставщиков от их числа с использованием и без использования контекста в системе управления знаниями. При построении для наглядности было сделано допущение, что время взаимодействия с каждым

поставщиком одинаковое и равно t_{cp} . Тогда время взаимодействия участников при выборе поставщиков для участника k без использования контекста в системе управления знаниями будет равно $T = t_{cp} N$.

При использовании контекстно-ориентированной системы управления знаниями участник k будет подбирать себе N' поставщиков за время t_0 , и далее взаимодействовать только с ними. При этом $N' \in [1, N'']$, где N'' – число опрашиваемых альтернативных поставщиков, которое обычно не превышает 5-6. Причем, чем точнее контекст описывает текущую ситуацию в производственной сети и за ее пределами, тем меньше будет величина N'' . В случае, когда текущая ситуация описана плохо, то пользователь участника k не получит необходимого представления о необходимых ему поставщиках и число N'' будет большим (то есть пользователю придется взаимодействовать с большим числом поставщиков). Если же текущая ситуация описана полно и без ошибок, то число N'' будет малым, и пользователь уже на этапе анализа системы управления знаниями сможет выбрать себе поставщика. Тогда время взаимодействия участников с использованием системы управления знаниями будет определяться для $N' < N''$ по формуле: $T = t_0 + t_{cp} N'$, а для $N' > N''$ по формуле: $T = t_0 + t_{cp} N''$.

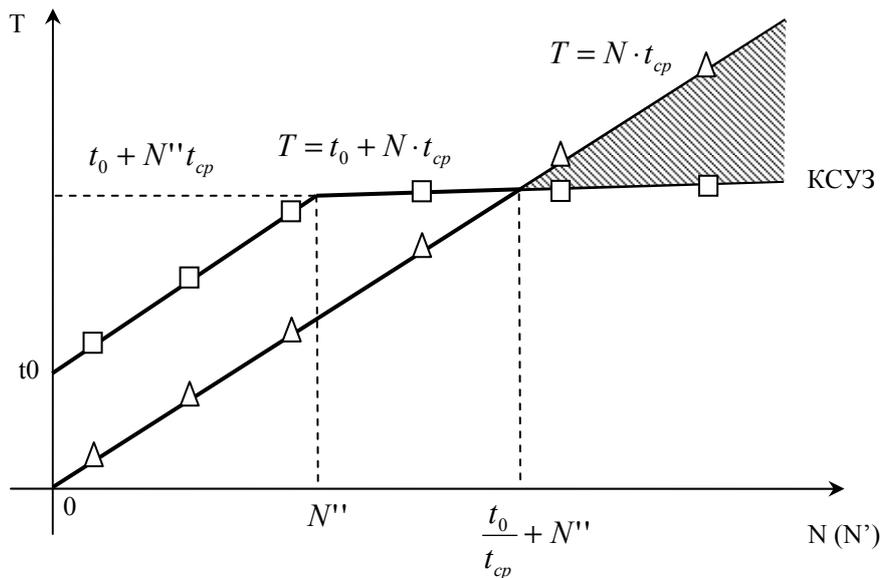


Рис.8. Графики зависимостей времени выбора поставщиков от их количества с использованием и без использования системы управления знаниями одним участником

Заключение

Предложенный контекстно-ориентированный подход позволяет автоматизировать процессы взаимодействия участников производственных сетей. Оценка эффективности использования контекста и профилей участников для такого класса систем в производственных сетях показала, что для одного отдельно взятого участника производственной сети при использовании контекста время взаимодействия будет постоянным (при большом числе участников производственной сети), а без использования контекста время будет увеличиваться пропорционально числу участников. Таким образом, предложенный подход позволяет существенно сократить процессы взаимодействия между участниками производственной сети.

Литература

1. Иванов Д.А. Виртуальные предприятия и логистические цепи: комплексный подход к организации и оперативному управлению в новых формах производственной кооперации, Санкт-Петербург, СПбГУЭФ, 2003.
2. Яблочников Е.И., Шилов Н.Г. Организация процесса технологической подготовки производства на основе модели предприятия // Изв. вузов. Приборостроение. 2007. Т. 50, № 8. С. 69-73.
3. Hahn A., Austing S. Strickmann J., Metrics – The business intelligence side of PLM, Product Lifecycle Management, Assessing the Industrial Relevance, 2007, Pp. 11–20.
4. Chaudhri V.K. et al. Ontology Construction Toolkit. Technical Note Ontology. – AI Center. – Report, January 2000. – SRI Project No. 1633. 85 p.
5. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера, Киев, Техника, 1977. с. 766.
6. Левашова Т.В. Модель контекста в системах интеллектуальной поддержки принятия решений. //Поддержка принятия решений: Труды Института системного анализа Российской академии наук /Под ред. А.Б. Петровского. Т.35. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008, с.33-42.
7. Голдблатт Р. Топосы. Категорный анализ логики / Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. 487 с.
8. Смирнов А.В., Левашова Т.В. Пашкин М.П., Шилов Н.Г. Онтолого-ориентированный многоагентный подход к построению систем интеграции знаний из распределенных источников // Информационные технологии и вычислительные системы, 2002. № 1. с. 62–82.
9. Кашевник А.М. Концептуальная модель системы управления знаниями в производственных сетях // Труды СПИИРАН / Под ред. Р.М. Юсупова, СПб.: Наука, 2007. Вып. 5. с. 47–59.
10. Кашевник А.М. Автоматизация взаимодействия участников производственной сети на основе технологии управления компетенциями // Автоматизация в промышленности. – 2008. – № 3. с. 9–11.
11. Tarasov V., Albertsen T., Kashevnik A., Sandkuhl K., Shilov N. and Smimov A. Ontology-Based Competence Management for Team Configuration. In: Holonic and Multi-Agent Systems for Manufacturing, LNAI 4659. Springer, Berlin 2007. Pp. 401–410. (http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-74481-8_38).
12. Encyclopedia of Data Warehousing and Mining/ John Wang (Ed). New York, Information Science Reference, 2008, 2542 pp.

Смирнов Александр Викторович. Заместитель директора по научной работе Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН. Окончил Ленинградский государственный политехнический университет в 1979 году. Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Автор более 250 научных работ. Область научных интересов – управление знаниями, веб-сервисы, системы групповой поддержки принятия решений, виртуальные предприятия, управление цепями поставок. smir@iias.spb.su.

Шилов Николай Германович. Старший научный сотрудник Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН. Окончил Санкт-Петербургский государственный политехнический университет в 1998 году. Кандидат технических наук. Автор 124 научных работ. Область интересов – управление знаниями, виртуальные предприятия, самоорганизующиеся системы. nick@iias.spb.su.

Кашевник Алексей Михайлович. Старший научный сотрудник Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН. Окончил Санкт-Петербургский государственный политехнический университет в 2005 году. Кандидат технических наук. Автор 36 научных работ. Область интересов – управление знаниями, профилирование, производственные сети. alexey@iias.spb.su.