

Синтез онтологии управления проектом технологической подготовки производства на машиностроительном предприятии

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

Введение

Современные процессы автоматизации машиностроительных предприятий характеризуются применением CALS-технологий [1] как средства комплексной компьютеризации всех сфер производства и создания единого информационного пространства в рамках предприятия или производственного объединения [2]. При этом математическое обеспечение CALS включает главным образом методы имитационного моделирования, теории расписаний и теории принятия решений, а программное обеспечение представлено программными комплексами, реализующими автоматизированную информационную технологию, основанную на обработке данных. Вместе с тем современный этап автоматизации производства имеет устойчивую тенденцию к активизации информационных ресурсов путем разработки и использования наряду с базами данных и баз знаний, а также средств манипулирования знаниями [3]. Активные информационные ресурсы дают возможность решать важнейшую в условиях рыночной экономики проблему резкого сокращения сроков, трудоемкости и стоимости конструкторско-технологической подготовки производства новых изделий [4]. Такие ресурсы позволяют автоматизировать выполнение всей рутинной, расчетной, поисковой и оформительской работы, оставляя за инженером преимущественно творческие функции. Они делают индивидуальный инженерный опыт достоянием всего коллектива, включая молодых и малоопытных сотрудников, обеспечивая при этом преемственность развития творческого потенциала предприятия и постоянное повышение этого потенциала за счет накопления и корректировки знаний. В последние годы на рынке программного обеспечения представлены программные комплексы и среды разработки, воспроизводящие основные этапы CALS – технологии. Эти программные продукты могут быть условно разделены на два вида: последние версии CAD/CAM/CAE-систем, таких, как Unigraphics [5] и EUCLID [6], которые имеют в своем составе интеллектуальную компоненту; системы, построенные на идее «тотальной интеллектуализации» (СПРУТ) [7].

В первом случае речь идет об использовании в рамках программного комплекса батареи экспертных систем, которые по своей природе являются закрытыми системами, что вступает в противоречие с идеологией CALS. Принципиальный же недостаток СПРУТ-технологии – в игнорировании информационного ресурса, накопленного ранее на предприятии и существующего в форме различных АСУ и САПР.

Таким образом, в настоящее время актуальна проблема создания методов анализа и синтеза производственных автоматизированных систем (АИС), которые бы органически сочетали в себе все элементы CALS-технологии с технологией

комплексной интеллектуализации бизнес-процессов машиностроительного предприятия.

Цель статьи состоит в изложении подхода к синтезу интеллектуальной CALS-системы на основе использования онтологий как системы знаний на примере контроля качества при управлении проектом на предприятии авиационного профиля.

Постановка задачи синтеза интеллектуальной компоненты CALS-систем

Особую актуальность проблема синтеза интеллектуальной CALS-системы приобретает в самолетостроении, где мелкосерийность производства, частая модификация изделий и большая доля ручного труда обуславливает необходимость как скорейшего перехода на рельсы CALS-технологии для повышения эффективности производства и качества выпускаемых изделий, так и комплексной интеллектуализации для сохранения и развития творческого потенциала сотрудников предприятия.

Теоретические задачи создания производственных АИС, сочетающих в себе идеологию CALS с использованием знаний, подробно освещены в работе [7]. Реализация же теоретических положений в виде программного комплекса требует решения следующих прикладных задач:

1. Создание онтологии структуры управления производства, каждый структурный элемент которой является соответствующей его функциям предметной онтологией:

- разработка множеств предметных онтологий;
- объединение их в общую онтологию с помощью специальных алгебр [9].

2. Разработка формальных процедур представления знаний и манипулирования ими в рамках производственной АИС:

- процедур управления знаниями (Knowledge Management) для реализации задач, связанных с управлением проектом на предприятии;
- процедур коллективного взаимодействия различных центров обработки знаний в производственной АИС на основе концепции мультиагентных систем [14].

3. Разработка ситуационного эмпирического базиса производственной АИС на основе гипотезы о монотонности пространства решений [13]:

- организация в форме Data Warehouse хранилища прецедентов или ситуаций, имевших место ранее и служащих для обоснования формируемых на основе вывода на знаниях решений;

- интеллектуальная обработка данных ситуационного эмпирического базиса (с привлечением технологий Data Mining и Knowledge Discovery) для приобретения новых знаний о производстве как объекте принятия решений.

4. Описание системы ограничений на решения по управлению производством в виде микротеорий, являющихся частными моделями функционирования производства и описываемыми псевдофизическими логиками [13].

Среди перечисленных выше задач наиболее важными в плане обеспечения единого информационного пространства предприятия являются задачи, связанные с разработкой онтологии структуры производства, а также с синтезом

эффективных процедур манипулирования онтологическими моделями знаний в процессе создания и реализации проектов на предприятии.

Онтологическая система, способная создать и поддерживать единое информационное пространство в рамках предприятия, должна включать: онтологию стандарта ISO 9000 [8] в части управления качеством в проекте, предметную онтологию производства, учитывающую особенность процессного подхода, а также онтологию верхнего уровня для создания информационного базиса Data Warehouse.

В качестве интегрирующего компонента единого информационного пространства выбрана система менеджмента качества, охватывающая все сферы производства.

Проиллюстрируем разработку перечисленных выше онтологий на примере управления качеством в проекте мелкосерийного производства комплекта авиационных стекол ТСК 008 для самолетов Ан-140, Ан-148 на ЗАО «Спецтехстекло».

Онтология основных элементов ISO 9000:2000 в части управления качеством процессов производств

Для обеспечения функционирования системы согласно требованию ISO 9000:2000 в части управления качеством была разработана онтология в программном комплексе «Ontolog». Данная онтология (рис.1) позволяет контролировать наличие всех необходимых составных частей системы, образуя единое информационное пространство для принятия решений.

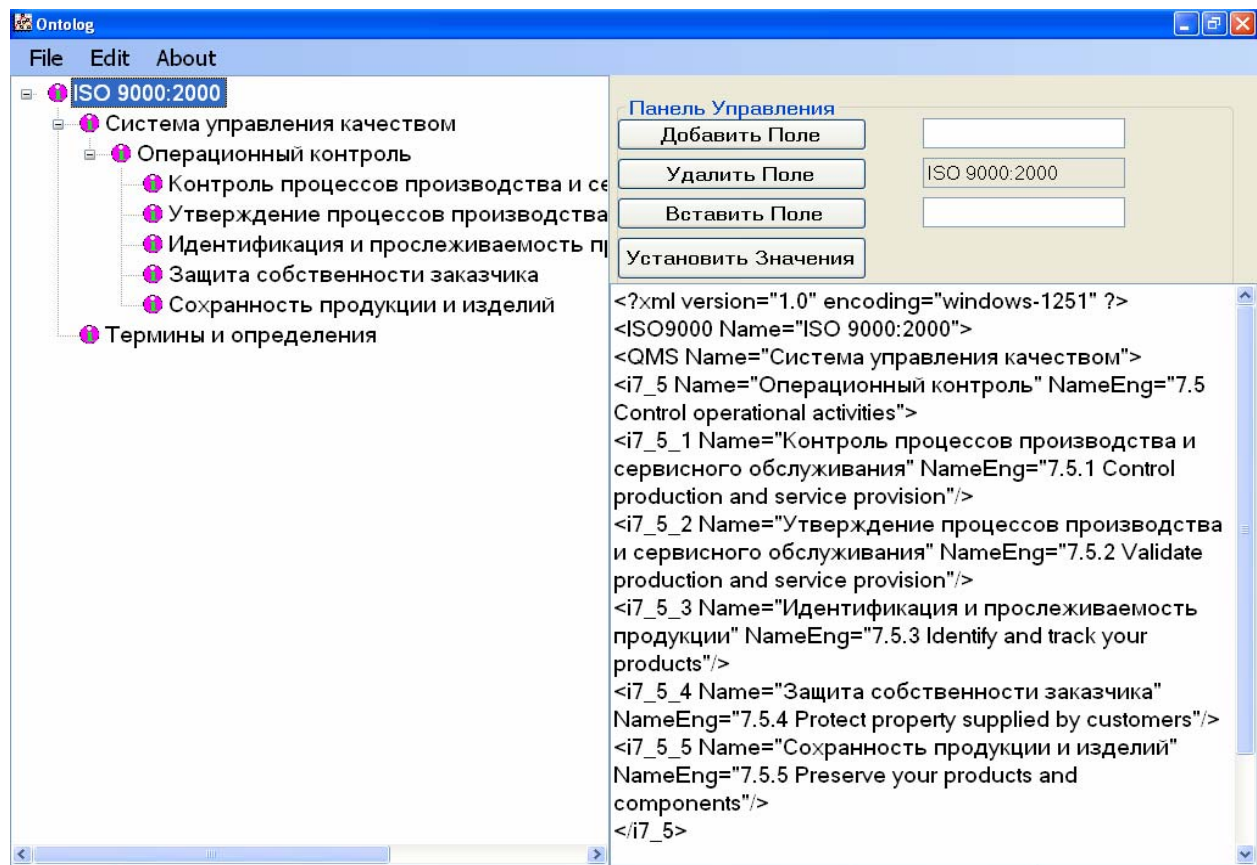


Рис. 1. Таксономическое дерево стандарта ISO 9000:2000 в части управления качеством процессов производства

В качестве интегратора системы выбор системы менеджмента качества был сделан из-за всестороннего охвата сфер производства онтологией ISO 9000:2000.

Данная онтология позволяет также сформировать единый словарь терминов и определений для всей системы. Это позволяет избежать ситуаций двоякого толкования терминов.

Онтология верхнего уровня

Для формализации знаний об управлении качеством в проекте необходимо определить сущность, для которой качество является релевантным фактором. Онтология верхнего уровня (рис. 2) включает концепты «Ресурсы», а также «Процесс», «Операция», «Организация». Это определено в программном комплексе «Ontolog» таксономией следующего вида:

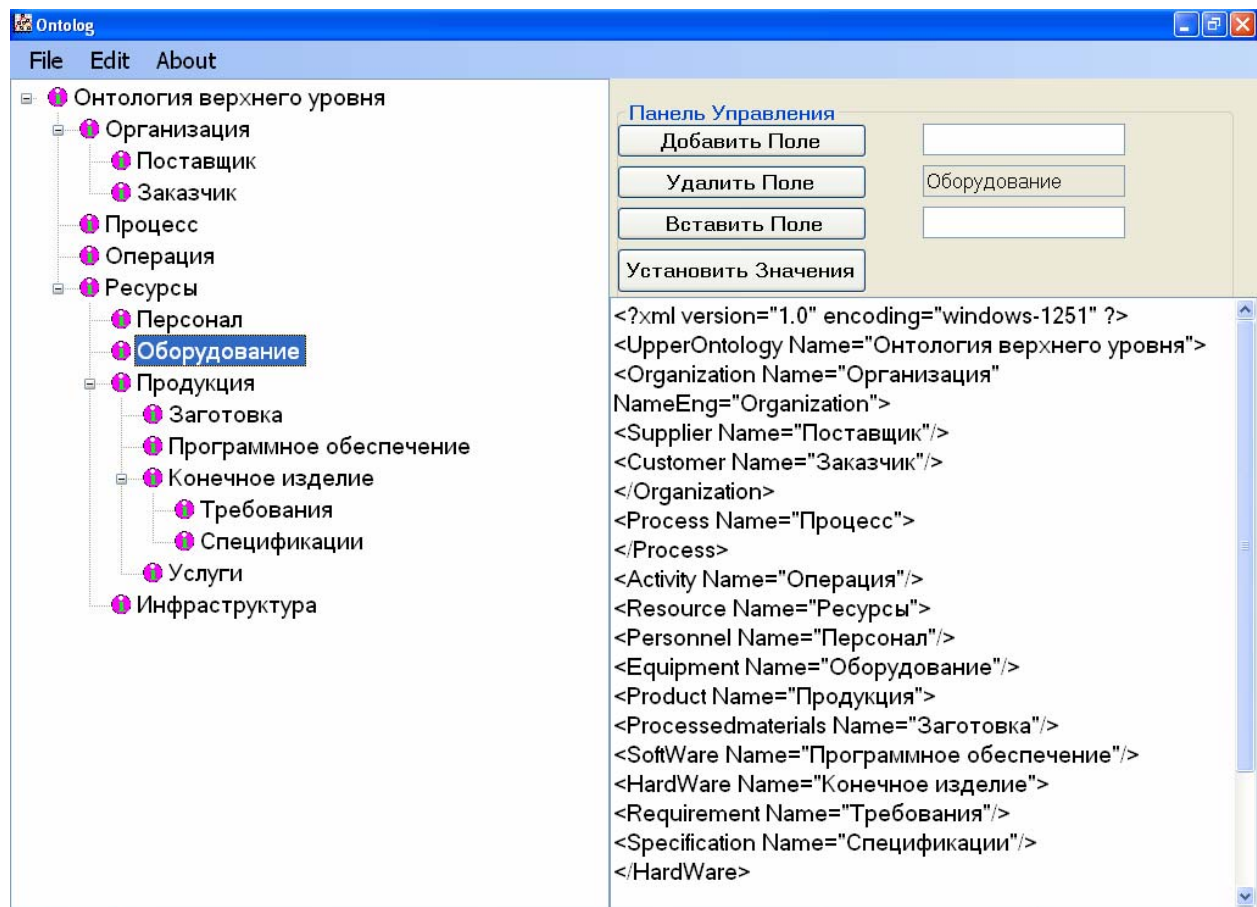


Рис. 2. Фрагмент онтологии верхнего уровня системы управления проектами

Необходимо обратить внимание на тот факт, что определение процессов и изделий даны в терминах действий и ресурсов. Данный подход позволяет использовать единый словарь как в предметной онтологии, так и в онтологии ISO 9000:2000, а также формально описать качество с использованием концептов «Требования» и «Спецификация». Для доступа к параметру качества необходимо установить природу «this» и какие «Операции» должны быть выполнены для получения «this». Таким образом, онтология верхнего уровня формально описывает знания как о природе качества изделия, так и о процессах его производства.

Один из главных догматов управления качеством гласит: «Качество не может быть оценено, пока не измерено» [15]. Заказчик может оценить качество продукции или услуги, а статистический учет протекания процессов может измерить качество процесса.

Предметная онтология организации производства авиационных стекол

При процессном подходе к описанию производства каждая функция в организации рассматривается как процесс, взаимосвязанный с другими процессами [8]. Преимущество процессного подхода заключается в постоянном контроле взаимосвязей между отдельными процессами в общей системе процессов, а также контроле их сочетаемости и взаимодействия.

В настоящее время в рамках реализации процессного подхода при создании системы управления качеством на ЗАО «Спецтехстекло» определены процессы, необходимые для системы управления качеством, последовательность и взаимодействие этих процессов, а также ведутся следующие работы:

- определяются и уточняются критерии и методы, необходимые для обеспечения эффективного функционирования этих процессов и контроля над ними;
- решаются вопросы контроля, измерения и анализа эффективности этих процессов;
- проводится работа, необходимая для достижения запланированных результатов и непрерывного улучшения процессов.

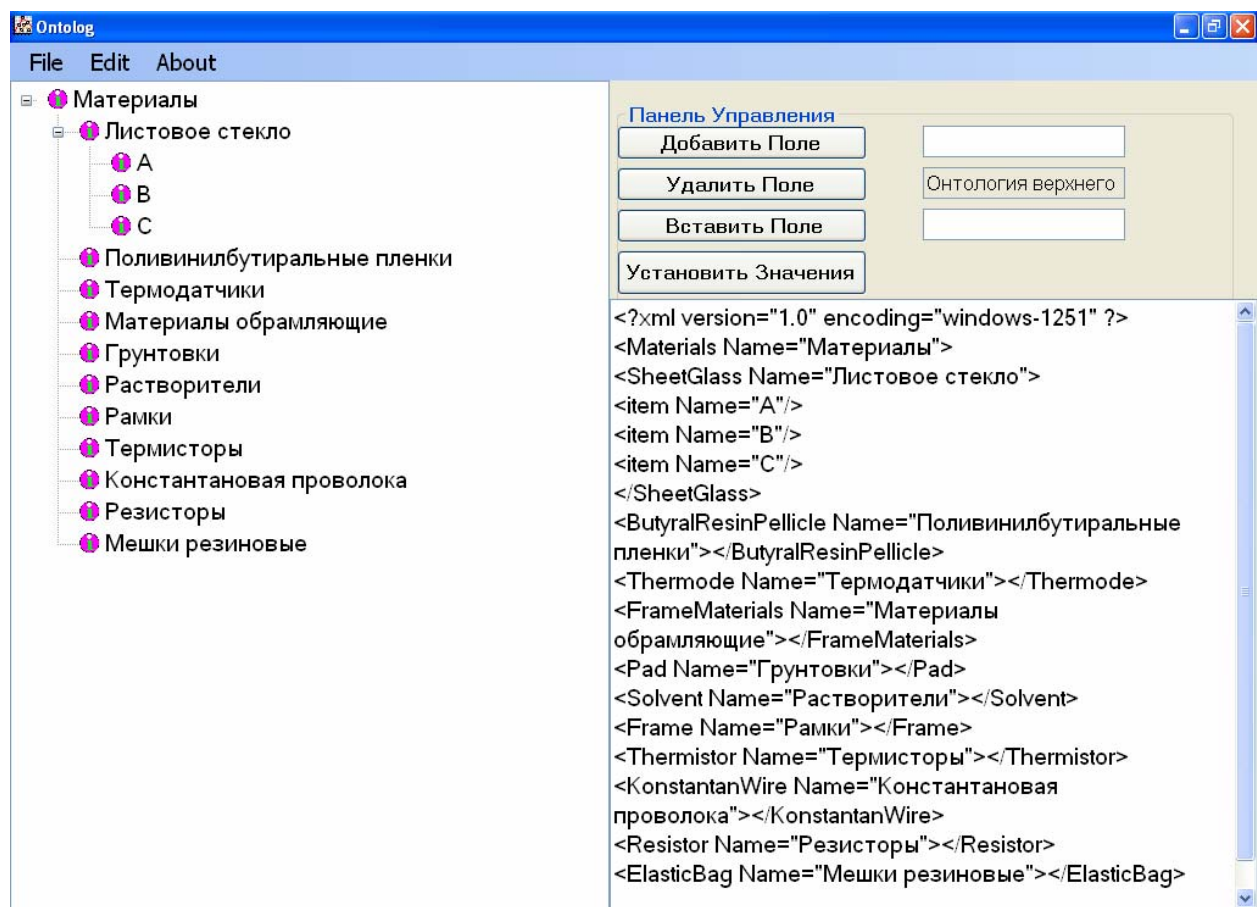


Рис. 3. Фрагмент онтологии используемых материалов на производстве

Процессная модель охватывает все виды деятельности, входящие в элементы системы управления качеством предприятия ЗАО «Спецтехстекло», и показывает взаимосвязь между ними.

Онтология используемых материалов на ЗАО «Спецтехстекло» и приведены на рис. 3.

Схема производства изделий авиационного и судового остекления приведена на рис. 5, а онтология – на рис. 4.

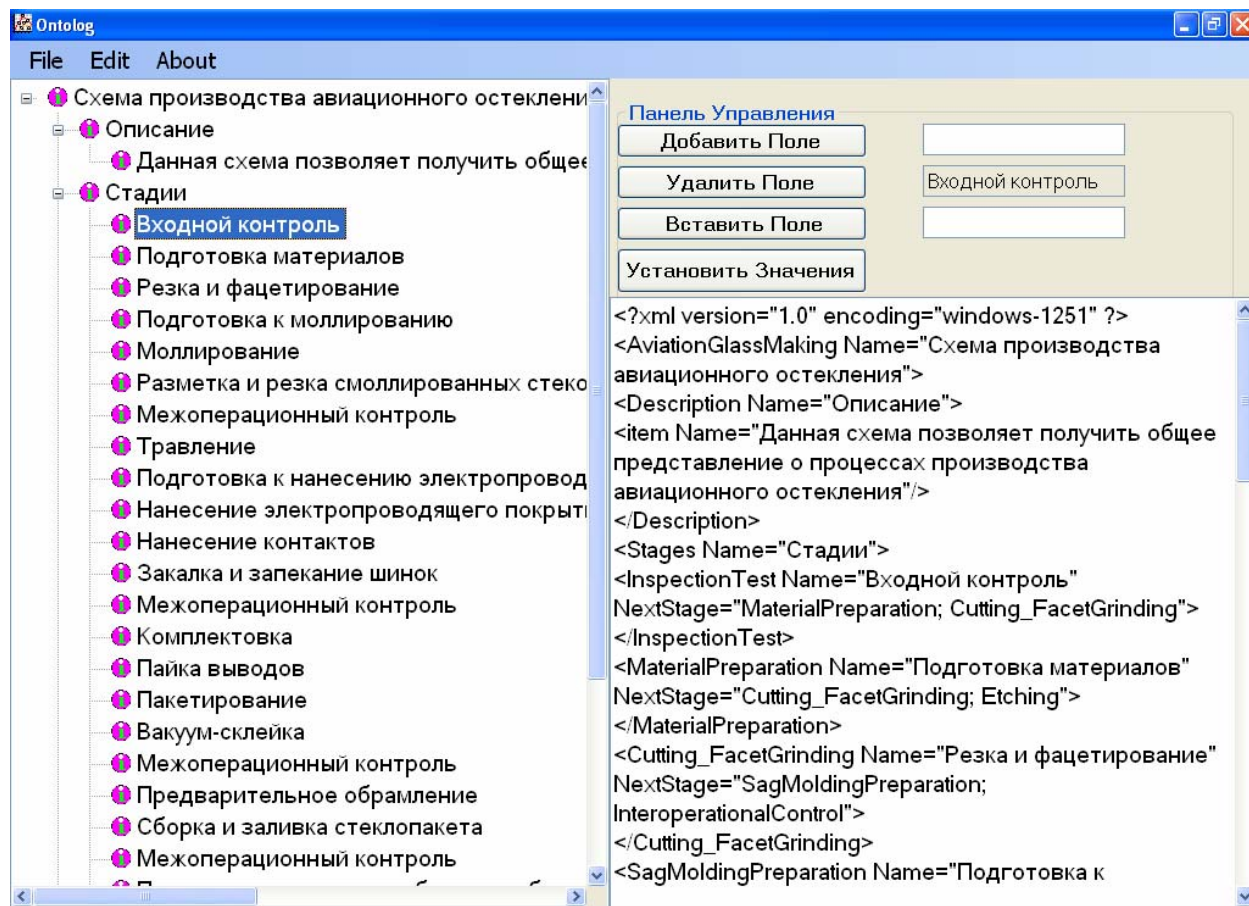


Рис. 4. Онтология производства изделий авиационного и судового остекления

Данная онтология позволяет хранить и верифицировать все процессы производства авиационного остекления. Одним из процессов, представленных в этой онтологии, является процесс изготовления комплекта стекол ТСК 008.01.

В соответствии с требованиями онтологии верхнего уровня системы управления проектами была разработана онтология «Оборудование», представленная на рис. 6.

Пример формирования решений по контролю качества в проекте на основе онтологий

В иллюстративных целях рассмотрим две типичные задачи, возникающие в ходе оценки качества проектов выпуска продукции на предприятиях авиационного профиля: определение причин дефектов или брака выпущенной продукции и прогнозирование ухудшения качества продукции, запускаемой в производство.

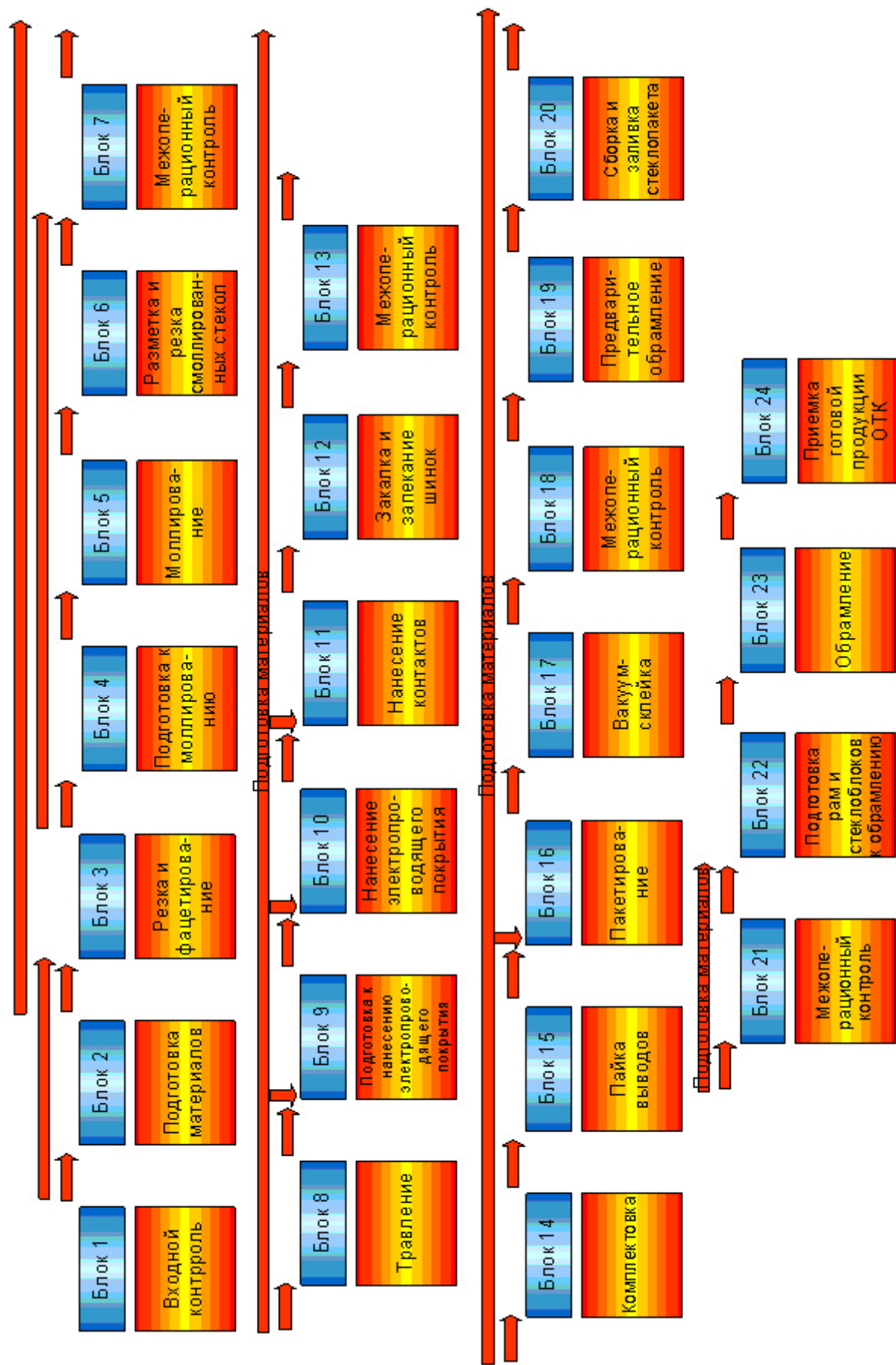


Рис. 5. Схема производства изделий авиационного и судового остекления

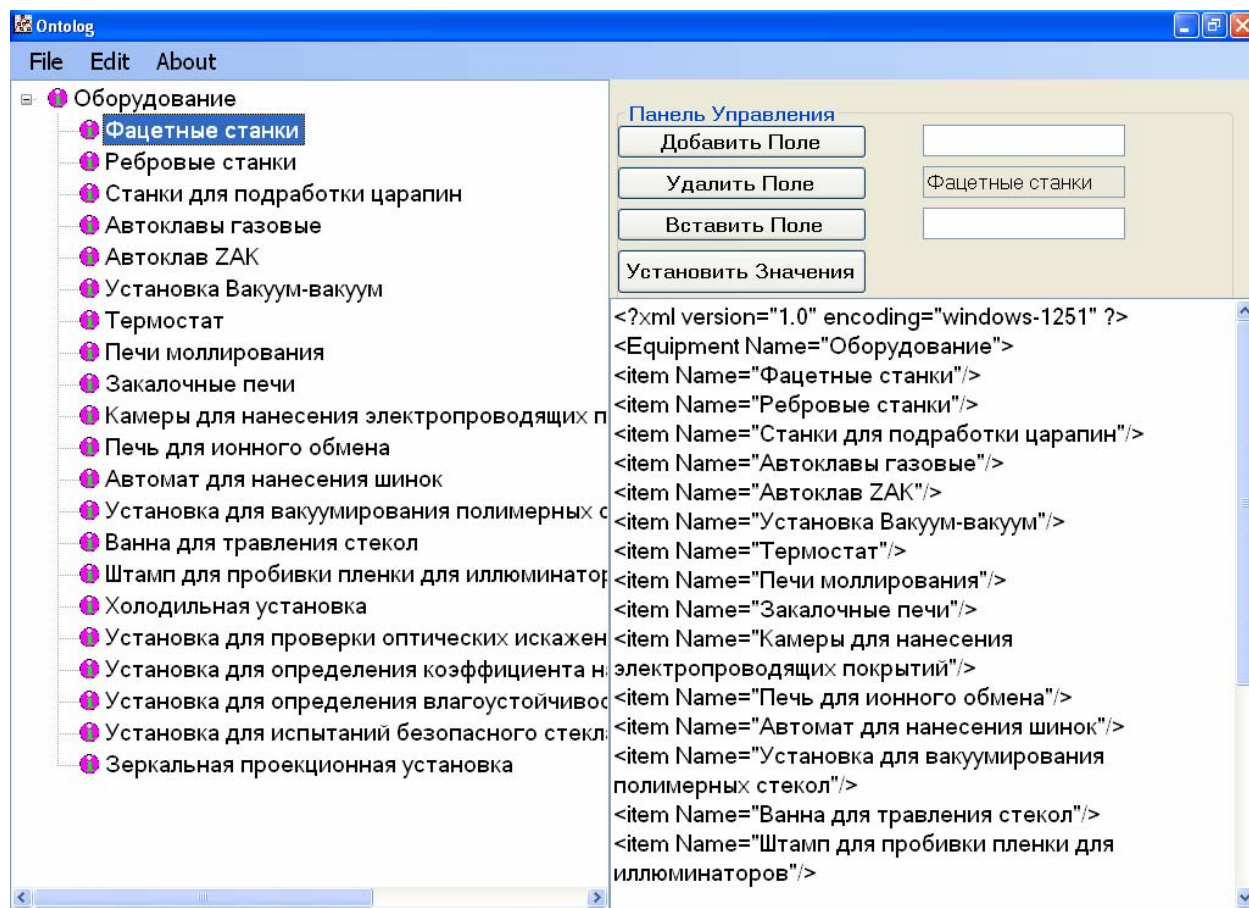


Рис. 6. Онтология «Оборудование»

Решение указанных задач покажем на примере управления проектом производства комплекта стекол кабины экипажа ТСК 008.01 для самолетов Ан-140, Ан-148, при этом в качестве исходных данных выступают:

- онтологическая система, включающая описанные в предыдущих разделах онтологии «Оборудование», «Материалы», «Производство», «Взаимосвязь характеристик изделий», «Технологический процесс изготовления изделия ТСК 008.01»;

- фрагмент базы данных, содержащей результаты замеров характеристик изделий из четырех партий, при межоперационном контроле и в ОТК.

Допустим, межоперационный контроль, проведенный после этапа закалки стекол и запекания шинок (см. рис. 5, блок 13) выявил неэквидистантность в двух комплектах стекол более 2 мм, а в трех комплектах – не менее 1,8 мм, что не превышает предельно допустимого значения неэквидистантности в 2 мм.

Необходимо установить причины возникновения тенденции к отклонению указанной характеристики изделий в сторону предельно допустимого значения.

Описанная выше ситуация активизирует интеллектуальную систему поддержки принятия решений главного технолога, в рамках которой решение о причинах появления дефектов изделий формируется следующим образом:

1. С помощью операции обратного вывода [10] устанавливается элемент онтологии «Производство», непосредственно связанной с неэквидистантностью стекол. Этим элементом является «Межоперационный контроль» (см. рис. 5, блок 13).

2. Операция прямого вывода [10] дает возможность установить с помощью онтологии «Взаимосвязь характеристик изделий», связанной с онтологией «Материал» и «Оборудование», факторы, влияющие на неэквидистантность стекол.
3. Формируются фиш- и Паретто- диаграммы для оказания помощи главному технологу в установлении причин возникновения дефекта.

Данный алгоритм позволяет найти конфликтное множество характеристик, влияющих на качество изделия, и схематически представлен на рис. 7.

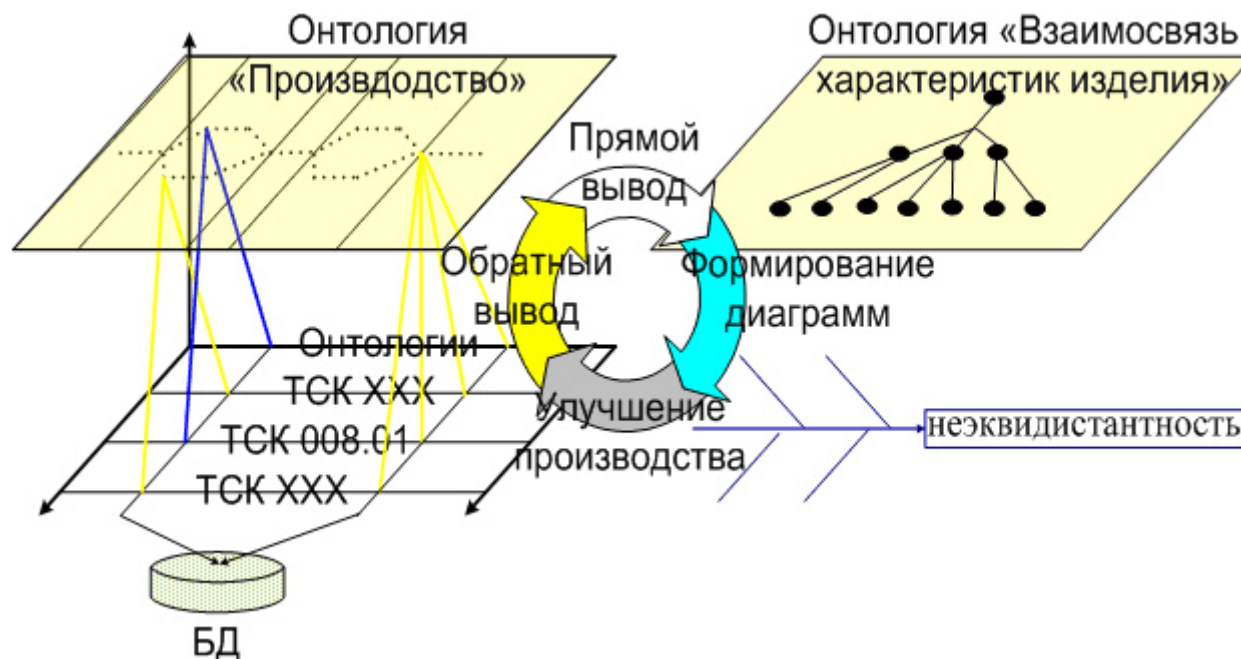


Рис. 7. Схема принятия решения при управлении качеством в проекте комплекта стекол ТСК 008.01

Заключение

В статье рассмотрен подход к синтезу интеллектуальной компоненты CALS-системы машиностроительного предприятия на основе онтологических моделей представления знаний. Применение данного подхода к решению проблемы создания единого информационного пространства в рамках предприятия обеспечило эффективность комплексной реализации основных этапов интеллектуальной технологии: представления знаний в системе и манипулирования ими при формировании решений.

Для манипулирования знаниями применен метод прямого и обратного вывода с использованием операционной семантики. Статья содержит описания онтологий, отражающих знания об особенностях управления проектом технологической подготовки в аспекте качества, что позволяет формировать решения на базе онтологии прецедентов.

Целесообразность применения описанных выше методов и подходов показана на примере работы интеллектуальной компоненты системы поддержки принятия решений главного технолога предприятия, которое специализируется на выпуске авиационных стекол. Решения системы в данном случае направлены на определение необходимости вмешательства в технологический процесс, в зависимости от текущей ситуации на производстве.

Список литературы

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
2. Технология машиностроения: В 2 т. Т.1: Основы технологии машиностроения/ В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 564 с.
3. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 380с.
4. Лидерство / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 258 с.
5. Воронин Г.П., Якимов О.С. Нормативное обеспечение в области CALS. Информационные технологии в наукоемком машиностроении. – К.: "Техніка", 2001. – С. 97-99.
6. Братухин А.Г. CALS-стратегическое развитие наукоемкого машиностроения // Информационные технологии в наукоемком машиностроении. - К.: "Техніка", 2001. – С. 52-57.
7. Балабуев П.В. Глобальная информатизация и прорыв информационных (компьютерных) технологий // Информационные технологии в наукоемком машиностроении. - К.: "Техніка", 2002. – С. 13-17.
8. ДСТУ ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования.
9. Шостак И.В., Бастеев Д.А. Применение онтологического представления знаний в многоуровневой системе управления проектами технологической подготовки производства // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.:Нац. аэрокосм. ун-т "ХАИ". – 2004. – Вып. 24. – С. 136-147.
10. Бастеев Д.А., Шостак И.В. Интеллектуальная поддержка принятия решений для управления проектом технологической подготовки авиационного производства с использованием онтологического представления знаний // АСУ та прилади автоматики. – 2004. – Вып. 129. С. 100-104.
11. Бастеев Д.А. Управление знаниями на основе онтологий в подсистеме технологической подготовки производства самолетостроительного предприятия // Економіка і управління сучасними підприємствами та проектами в машинобудуванні. – 2004. – Вып. 3(11). – С. 83 - 87.
12. И.В. Шостак, Устинова А.Н., Бастеев Д.А. Проблемы создания интеллектуальной интегрированной системы поддержки принятия технологических решений в авиационном производстве // Тези доп. міжнар. наук.-техн. конф. "Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні" (ІКТМ 2003): – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "ХАИ". 2003. – С. 267.
13. Бастеев Д.А. Семантика онтологического представления знаний по управлению технологической подготовкой производства // Тези доп. міжнар. наук.-техн. конф. "Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні" (ІКТМ 2004): – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "ХАИ". 2004. – С. 385.
14. Бастеев Д.А., Шостак И.В. Интеллектуальная система поддержки принятия решений для управления проектом технологической подготовки производства // Тези доп. І Міжнар. наук.-практ. конф. "Науковий Потенціал Світу 2004": Тези доповідей. – Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2004. – С. 26-27.
15. Технология программирования и автоматизация проектирования программного обеспечения: Метод. рекомендации по выполнению контрольных заданий / Сост. Д.А. Бастеев, Л.Ф. Пудовкина Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2004. – 56с.