УДК 004.89

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ В ВИДЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ

А.С. Котов

ХНУРЭ, г.Харьков, Украина

Рассматривается проблема выбора технологических решений при вариантном синтезе и оценке технологических процессов производства. На основе концепции единого информационного пространства предприятия и знаниеориентированной поддержки принятия технологических решений предлагается комплексная технологическая модель изделия, которая включает классификационную модель детали и модель технологического процесса с учетом оборудования и другой дополнительной информации. Модель представлена в виде семантической сети. При этом определены виды объектов, семантические типы узлов, их атрибуты, определены виды связей между объектами.

ПРЕДПРОЕКТНЫЙ ЭТАП, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ИЗДЕЛИЕ, СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ, ОБЪЕКТЫ, АТРИБУТЫ, СВЯЗИ

Введение

Предприятия, стремясь сохранить свои позиции на рынке в условиях конкуренции и нестабильности, вынуждены непрерывно улучшать производственный процесс, осваивая новые технологии и оборудование. Особую остроту приобретают вопросы улучшения методов планирования и управления процессом развития, разработкой инновационной продукции и прогнозирования мер по адаптации к изменяющимся требованиям внешней среды. В современных рыночных условиях на смену крупносерийному производству приходит в основном мелкосерийное, постоянно модернизируемое и обновляемое производство, способное оперативно реагировать на колебания рыночной коньюктуры. Это обстоятельство в свою очередь вынуждает оперативно разрабатывать и внедрять новые технологические процессы, оборудование, материалы.

1. Постановка задачи исследования

На современном этапе развития информационных технологий управления предприятием и прогнозирования его развития проблемы интеграции информационных ресурсов занимают одно из центральных мест. Поэтому интеграция информационных систем и распределенных баз данных на общей методологической основе является актуальной проблемой.

Конкретное управленческое решение требует анализа специально отобранной информации [1]. Обмен информацией является необходимым элементом управления предприятием, подверженным влиянию динамики постоянно изменяющегося рынка. Частью концепции интегрированного управления информационными ресурсами является разработка ряда информационных моделей основных производственных объектов и их элементов. На этой основе осуществляется поддержка принимаемых планово-оптимизационных решений.

Эффективность разработки новых изделий в первую очередь определяет технологический уровень производства. Сегодня в конкурентной борьбе выигрывает не то предприятие, которое выводит на рынок идеальный продукт, а то, которое делает это быстрее, отвечая тем самым на быстро изменяющиеся потребности. Новой концепцией сокращения «времени до рынка» является fast new product development (FPD) — концепция «быстрой разработки новых продуктов», которая приобрела статус одной из самых перспективных управленческих доктрин.

Основным направлением повышения технологического уровня производства является разработка формализованных процедур оценивания существующих технологических решений и предлагаемых новых технологий, их влияния на общий уровень и затраты производства. Основные научно-технические вопросы, которые необходимо решать, связаны с выбором типового технологического процесса (ТП), определением состава стандартного оборудования и оснастки.

Разработка моделей структуризации и методов быстрого поиска и обработки информации о существующих технологических решениях при проектировании технологических процессов позволит существенно сократить сроки проектирования и модификации ТП.

Существующие подходы в использовании технологического информационного обеспечения основаны на традиционной структуризации информации в виде баз данных [2]. В соответствии с концепцией информационной интеграции модель изделия, созданная на стадии конструкторской подготовки производства, передается на дальнейшие стадии, где дополняется технологической информацией [3].

В последнее время развиваются методы и модели поиска решения на основе структурной аналогии. Основное внимание уделяется методу структурной аналогии свойств, позволяющему учитывать контекст [4].

Использование элементов синтаксического анализа призвано приблизить процесс описания

предметной области к нормам естественного языка. Развитие этих элементов привело к появлению двух программных продуктов, Knowlegist и GoBrain, которые позволяют подвергать семантическому анализу большие объемы текстовой информации, трансформируя их в базы знаний, существенно расширяющие поисковые возможности.

Сегодня возникла задача системного управления знаниями предприятия, которая решается путем накапливания структурированных, формализованных знаний, позволяющих сделать знания доступными и повторно используемыми. Основная цель управления знаниями состоит в эффективном представлении данных и информационных ресурсов для принятия решений.

В системах управления знаниями (СУЗ) в качестве знаний выступает вся доступная информация (конструкторская, технологическая и техническая документация, описание продукции и т. д.), а также закономерности предметной области, полученные из практического опыта или внешних источников. На этапе структурирования необходимо разрабатывать модели представления знаний, которые обеспечивали бы автоматизированную обработку информации на семантическом уровне в системах управления знаниями (СУЗ).

Сформулируем *требования* к системе выбора и оценки технологических решений.

1. Система должна быть ориентирована на работу с информационными моделями технического изделия, ресурсами производственной системы, с информационной моделью ТП.

2. В системе должны присутствовать накопленные знания по технологическому проектированию.

3. Для обеспечения интеграции систем проектирования, подготовки и управления производством необходимо единство представления модели технического изделия и методов работы с нею в едином информационном пространстве.

Для обеспечения этих требований следует решить такие задачи:

• описать информационные ресурсы формируемого техпроцесса;

• создать формализованную информационную модель изделия;

• сформировать структуру знаний по реализации техпроцесса.

Целью данной статьи является разработка формализованной технологической модели изделия с применением аппарата семантических сетей.

2. Решение задачи

Рассмотрим задачу организации информационного взаимодействия процессов предпроектной подготовки производства. Предпроектные работы включают в себя первоначальный анализ выполнения проекта. Укрупненная схема информационной поддержки предпректных работ с использованием накопленного опыта предприятия приведена на рис. 1.

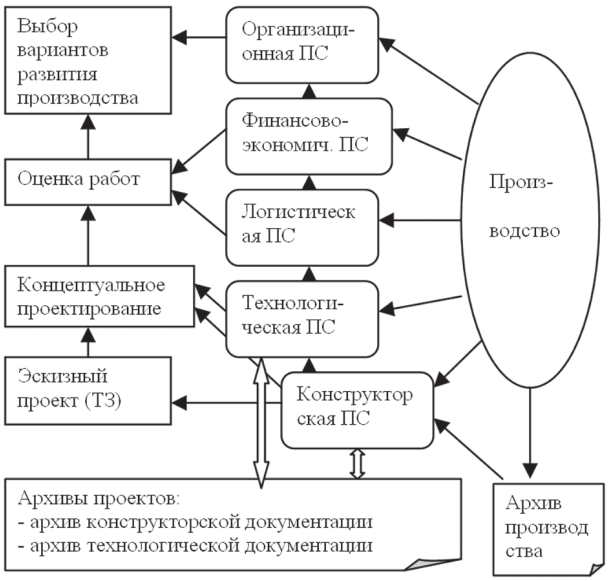

Рис. 1. Укрупненная схема информационной поддержки предпроектных работ с использованием накопленного опыта

Каждой подсистеме предприятия доступны знания всего предприятия – опыт его лучших профессионалов, сведения о последних научных разработках, технологиях, методах.

На этапе описания ресурсов в систему заносятся данные, необходимые при формировании информационной модели техпроцесса:

– технологические ресурсы - основное оборудование, оснастка, материалы, комплектующие изделия и т.п.; каждый из объектов обладает своим набором параметров;

– технологический процесс – совокупность технологических операций, расположенных во временной последовательности, составляющих пооперационный технологический процесс.

Для формализованного описания технологических и производственных объектов исходные данные представляют в виде многоуровневой фреймовой структуры, абстрактную модель предметной области – в виде организованной совокупности множества понятий, а конкретную модель ситуации — в виде совокупности взаимосвязанных экземпляров этих понятий; используются механизмы семантического описания элементов [5]. Семантические правила определяют типовые фразы для записи этапов, групп операций и операций [6]. Структура правил записи и взаимосвязей между элементами соответствует нормативно-технической документации.

Общий принцип представления исходного объекта описания заключается в том, что он состоит из множества элементов. Поэтому для представления объекта описания следует:

- определить объекты понятий;
- описать свойства объектов понятий;
- описать элементы.

Выявление понятий для описания объекта начинается с выделения центрального понятия, затем понятий, отражающих их ассоциации и второстепенных понятий. Для выделения центральных понятий следует использовать следующие рекомендации:

- центральное понятие является обобщающим понятием его составных частей;
- центральное понятие каким-либо образом управляет деятельностью или состоянием других понятий;
- обособленное центральное понятие может не иметь связей с другими понятиями предметной области, но являться неотъемлемой частью описания ситуации.

Получив список центральных понятий, необходимо перейти к поиску их связей с другими понятиями. Зная о наличии таких связей и действуя подобно поиску центральных понятий, можно выявить контекст этих понятий. Для этого, рассматривая представление предметной области и изучив положение центрального понятия в проблемной ситуации и его взаимосвязь с другими элементами модели, следует провести классификацию полученных связей по соответствующим категориям.

Так, работая над объектом S, получаем два множества кандидатов: cE – множество понятий, являющихся сущностями, и cR – множество понятий, выражающих отношение между другими понятиями. Первым шагом является выделение из множества кандидатов cE множества центральных понятий – cC. Затем поиск центральных понятий проводится среди остальных элементов множества кандидатов cE.

Следующим шагом будет выделение полученных кандидатов в центральные понятия, а затем – выделение контекста. Для этого из множества кандидатов cE удаляются элементы множества центральных понятий cE, в результате чего получится множество отношений и второстепенных понятий $cA - cE/cC$. Задача состоит в выделении подмножества отношений (ассоциаций) $cR \subset cA$.

Ассоциация центрального понятия с другими понятиями может выражать следующие типы активных связей между этими понятиями:

- зависимость,
- подчиненность,
- отношение агрегирования.

Таким образом, руководствуясь списком типов активных и дополнительных связей, получим элементы множества отношений cR. Каждый из элементов множества отношений $r_l \in cR$ будет связан с определенным центральным понятием $c_i \in cC$, формируя множество описаний элементов $s_i = < c_i, R_{c_i} >$, в котором элементы множеств R_{c_i} являются элементами множества cR. На данном этапе полученные описания элементов еще не являются полными, поскольку элементам множества cR не поставлены в соответствие второстепенные понятия. Для этого необходимо провести поиск второстепенных понятий.

В качестве второстепенных понятий могут выступать любые элементы множества кандидатов cE независимо от того, попали ли они во множество центральных понятий cC, множество отношений cR или ни в одно из них. В большинстве случаев второстепенные понятия получаются из дополнений к глагольным формам. В общем случае второстепенные понятия – это те понятия, на которые ссылаются ассоциации.

Полученное таким образом технологическое описание изделия (ТОИ) будет состоять из множества элементов, описывающих общее представление состояния предметной области без свойств понятий, отражающих сущности и отношения. Этого описания уже достаточно для поиска описаний аналогичных разработок, похожих по структуре. Получив значения атрибутов для понятий ТОИ, результаты поиска можно еще приблизить к наиболее подходящему результату.

Входной информацией для построения семантической модели является эскизный проект на изготовление изделия. Эскизный проект разрабатывают с целью установления принципиальных решений изделия, дающих общее представление о принципе работы и устройстве изделия, степени новизны, технологичности и т.д. На стадии разработки эскизного проекта рассматривают варианты изделия и (или) его составных частей.

В комплект документов эскизного проекта включают конструкторские документы, предусмотренные техническим заданием и протоколом рассмотрения технического предложения [7]. Эскизный проект включает текстовую, графическую и количественную информацию [8]. Кроме того, большинство подразделов документов являются взаимосвязанными: одна информация обусловливает (уточняет) другую или является ее составляющей частью. Поэтому для структуризации информации о разрабатываемом изделии целесообразно применение аппарата семантических сетей.

Для построения семантической модели технологического описания объекта на основе эскизного проекта на изделие следует:

- проанализировать содержание эскизного проекта с целью выделения основных элементов семантической сети;
- определить виды элементов, типы их возможных значений;
- сформировать структуру – выделить уровни иерархии элементов, образовать связи, указать их направленность;
- определить виды объектов – элементов семантической сети;

• определить семантические типы узлов, указать их атрибуты;

• указать виды связей (их атрибуты).

Построение семантической сети начинается с выделения составных элементов, выступающих в виде объектов описания. Исходя из содержания эскизного проекта разработки нового изделия и задачи выбора и оценки технологического способа изготовления изделия, определим две основных составляющих комплексной технологической модели изделия (на примере детали заготовительной фазы производства) (рис. 2):

– классификационная модель детали;

– модель технологического процесса с учетом оборудования и другой дополнительной информации.

Рис. 2. Концептуальное представление составляющих комплексной технологической модели изделия

Структура классификационной модели детали представлена на рис. 3. Отметим, что объекты сети образуют семь уровней иерархии. Данная структура использована при разработке семантической модели классификационных элементов детали, которая включает описание атрибутов узлов сети и указание видов связей (рис. 4).

Узлы и связи в предложенной семантической сети имеют набор следующих основных атрибутов:

• ObjectType — вид объекта, соответствующего узлу: *центральное понятие (Central), понятие (Ass), группа понятий (Group), контекст (Context), второстепенное понятие (Second);*

• SemanticType — семантический разряд референта узла; основные выделяемые разряды: *наименование (Name), действие (Act), состояние (State), предмет (Item), свойство (Qva), число (Num) и пр.;*

• Name — строка текста, соответствующего узлу; для именных групп может иметь несколько значений, которые представляют словосочетания, образованные от ключевого существительного;

• Relation — тип синтактико-семантической связи между узлами: *агрегирование (или принадлежность классу) (Agr), подчиненность (Sub), зависимость (Corr), атрибут (Atr).*

Далее выделим следующие виды объектов:центральное понятие (наименование детали)

– ObjectType = “Centr”[O1] ;

– второстепенное понятие (номер чертежа, код изделия)

ObjectType = “Second”[O1.1, O1.2] ;

– контекст (категория значимости, классификационная группа, технологический метод, масса, материал, размерная характеристика)

ObjectType =

= “Context”[O2, O3, O4, O4.1-O4.3, O5.3];

– группа понятий (характеристики группы, технические, технологические характеристики)

ObjectType =“Group”[O4, O5.1, O5.2] .

При описании элементов были введены следующие семантические типы (SemanticType):

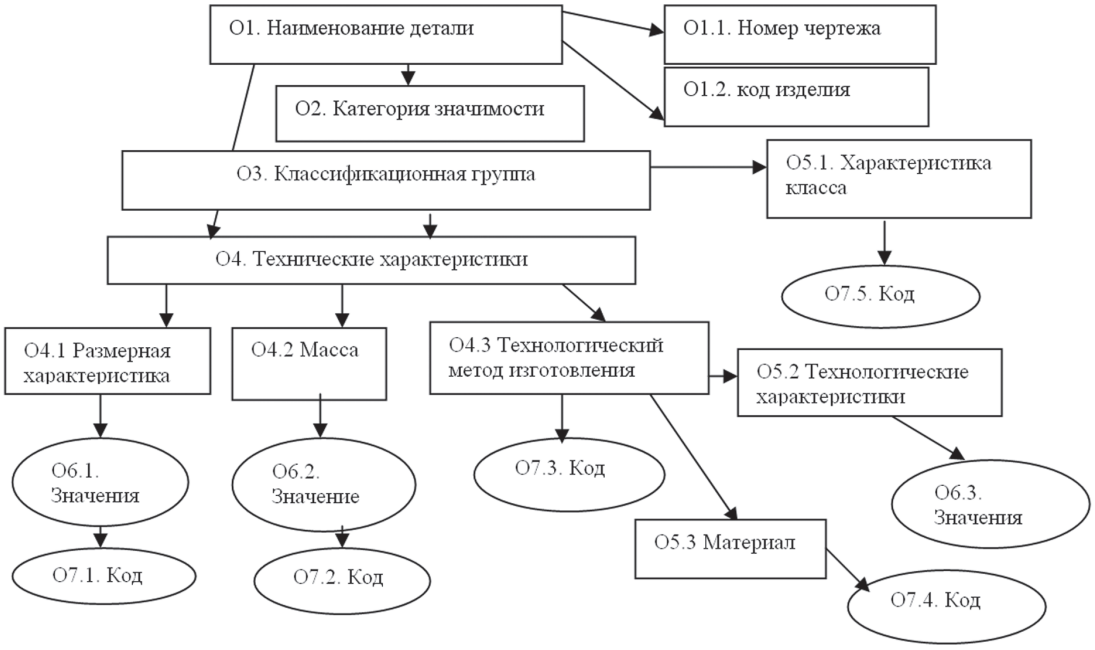

Рис. 3. Структурные элементы семантической сети описания детали

1) наименование (Name) – наименование детали, номер чертежа, код изделия. Эти элементы являются текстовыми, представляют собой сугубо информационные характеристики технологического объекта. Номер чертежа содержит цифровые элементы, но его значение рассматривается в целом как текстовое;

2) свойство (Qva) – категория значимости, классификационная группа, технические и технологические характеристики. Эти элементы являются характеризующими, они описывают свойства технологического объекта;

3) число (Num) – размерная характеристика, масса, некоторые технологические характеристики;

4) состояние (State) – значения отдельных технологических характеристик; чаще всего представляют собой числовые и текстовые значения;

5) предмет (Item) – предмет, материал; описывает элемент материального (или технического) обеспечения изготовления объекта;

6) действие (Act) – технологический метод изготовления.

Определим типы связей, используемых для построения семантической сети (Relation):

1) атрибут(Atr) – наиболее часто присутствующий в семантической сети тип связи. При этом объект нижнего уровня иерархии является атрибутом (уточняющим, раскрывающим суть) объекта верхнего уровня. Например, сама деталь, определенная своим наименованием имеет атрибут «классификационная группа». Для поиска аналогичных изделий более существенными являются атрибуты, а не сами понятия;

2) зависимость (Corr) – выражает зависимость между объектами. Чаще эта связь возникает между объектами одного уровня иерархии и является двунаправленной. При этом зависимость может быть явно выражена только для составляющих элементов данных объектов (для сети второго уровня). Например, технологический метод изготовления иногда зависит от массы. Анализ связей зависимости в сети позволяет:

– определить непротиворечивость сети;

– оптимизировать (минимизировать) ее содержимое путем удаления дублирующей информации (сильно коррелированной);

3) агрегирование (Agr) – выражает агрегирование нескольких элементов нижнего уровня одним элементом верхнего уровня. Или наоборот: декомпозицию одного элемента верхнего уровня на несколько однородных элементов нижнего уровня.

Поиск аналогичных изделий осуществляется с

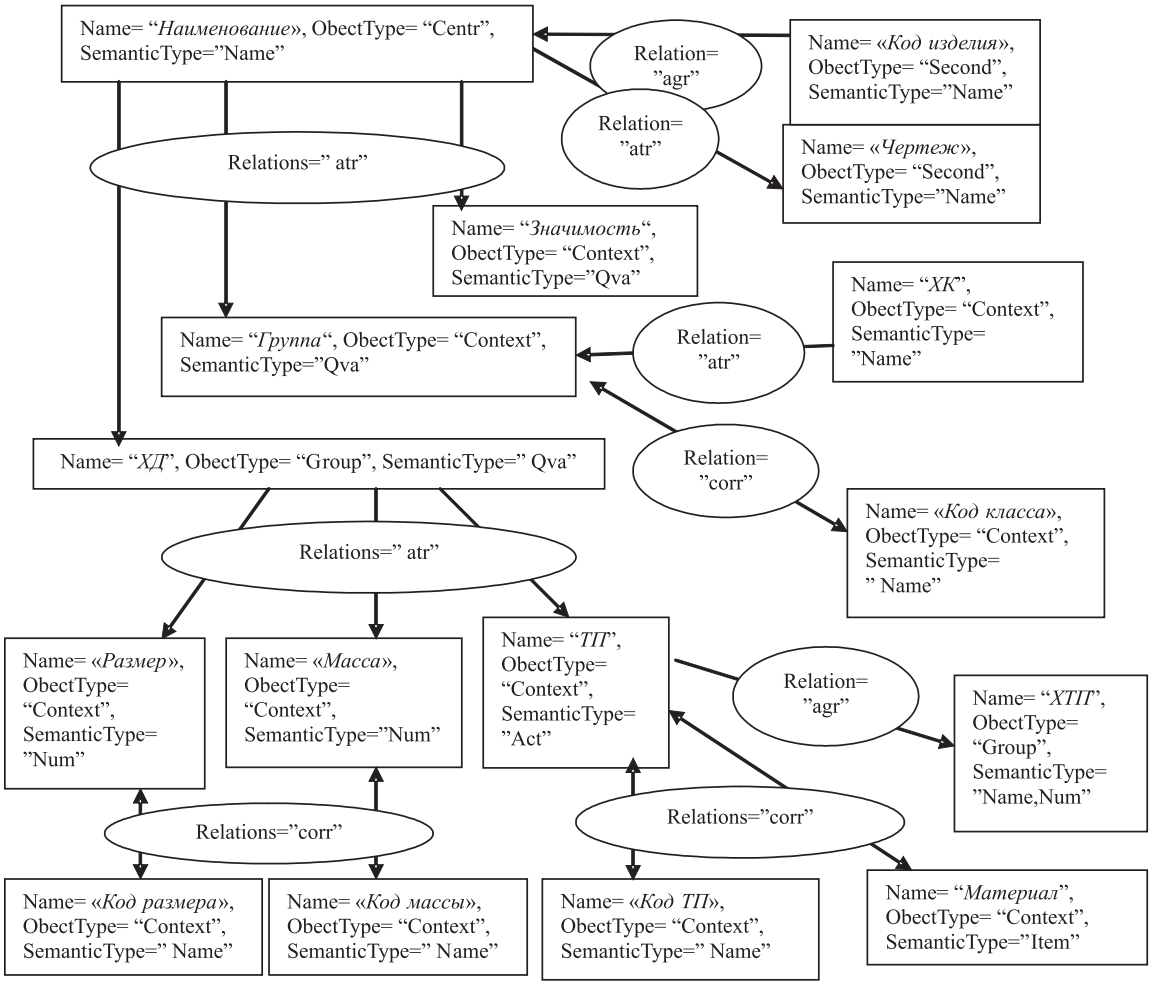

Рис. 4. Семантическая модель описания классификационных характеристик детали

использованием отдельных (наиболее существенных) объектов сети. При этом описание аналога также должно быть структурировано – в нем выделяются элементы, соответствующие основным элементам эскизного проекта на изготовление нового изделия, и затем производится сравнение.

Некоторые структурные элементы могут быть описаны с помощью семантической сети второго уровня представления. На втором уровне структурируются центральные понятия (ObjectType = “Centr”) с текстовым описанием (SemanticType = ”Name”), при необходимости контекстные (ObjectType = “Context”), такие как «технологический метод изготовления» и «материал», и объекты, представляющие собой группу элементов (ObjectType = “Group”).

Сформирована структура модели технологического процесса, которая представлена на рис. 5. Здесь объекты сети образуют пять уровней иерархии. Данная структура использована при разработке семантической модели технологического процесса, которая включает описание атрибутов узлов сети и указание видов связей (рис. 6).

Выделены следующие виды объектов:

– центральные понятия (типовой технологический процесс)

ObjectType = “Centr”[O1];

– группа понятий (технологические операции, оборудование, технические параметры и эксплуатационные данные оборудования, оснастка, приспособления, вспомогательные материалы)

ObjectType = “Group”[O2., O3, O4.3 - 7];

– контекст (категория оборудования, разряд работы на данном оборудовании, значения технических параметров и эксплуатационных данных, нормы расхода вспомогательных материалов)

ObjectType = “Context”[O4.1, O4.2, O5.1 - 3] .

Выводы

На современном этапе развития информационных технологий управления предприятием и прогнозирования его развития проблемы интеграции информационных ресурсов занимают одно из центральных мест. Частью концепции интегрированного управления информационными ресурсами является разработка ряда информационных моделей основных производственных объектов и их элементов. На этой основе осуществляется поддержка принимаемых планово-оптимизационных решений. Поэтому тема данной статьи является актуальной.

Предложенная в статье комплексная технологическая модель является основой для структуризации информации при разработке базы данных архива технологических решений и базы знаний информационной поддержки процедур поиска в архиве ТП-аналогов.

Список литературы: 1. *Зильбербург, Л.И.* Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении [Текст] / Л.И. Зильбербург, В.И. Молочник, Е.И. Яблочников. – СПб.: Компьютербург, 2003. – 152 с. 2. *Серебряков, А.А.* Библиотека технологических решений как инструмент автоматизации технологической подготовки производства [Текст] / А.А. Серебряков // САПР и графика. – 2008. – № 5. – С. 70-74. 3. *Куликов, Д.Д.* Моделирование объектов и процессов в автоматизированных системах технологической подготовки производства в машино- и приборостроении (методы и инструментальные средства): автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Д.Д. Куликов. – СПб. ин-т точной механики и оптики. – СПб., 1992. – 38 с. 4. *Варшавский, П.Р.* Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений [Текст] / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев. // Известия РАН. Теория и системы управления. – № 1. – 2005. – С. 97-109. 5. *Сироджа, И.Б.* Состояние проблемы знаниеориентированной поддержки принятия технологических решений в условиях современной автоматизации труда технолога [Текст] / И.Б.

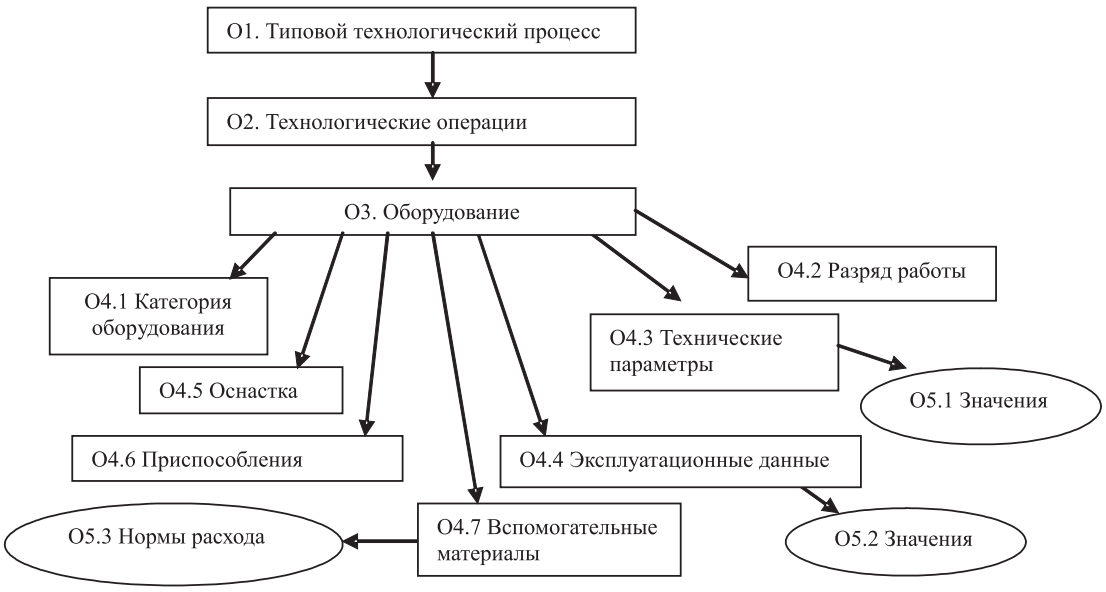

Рис. 5. Структурные элементы семантической сети технологического процесса

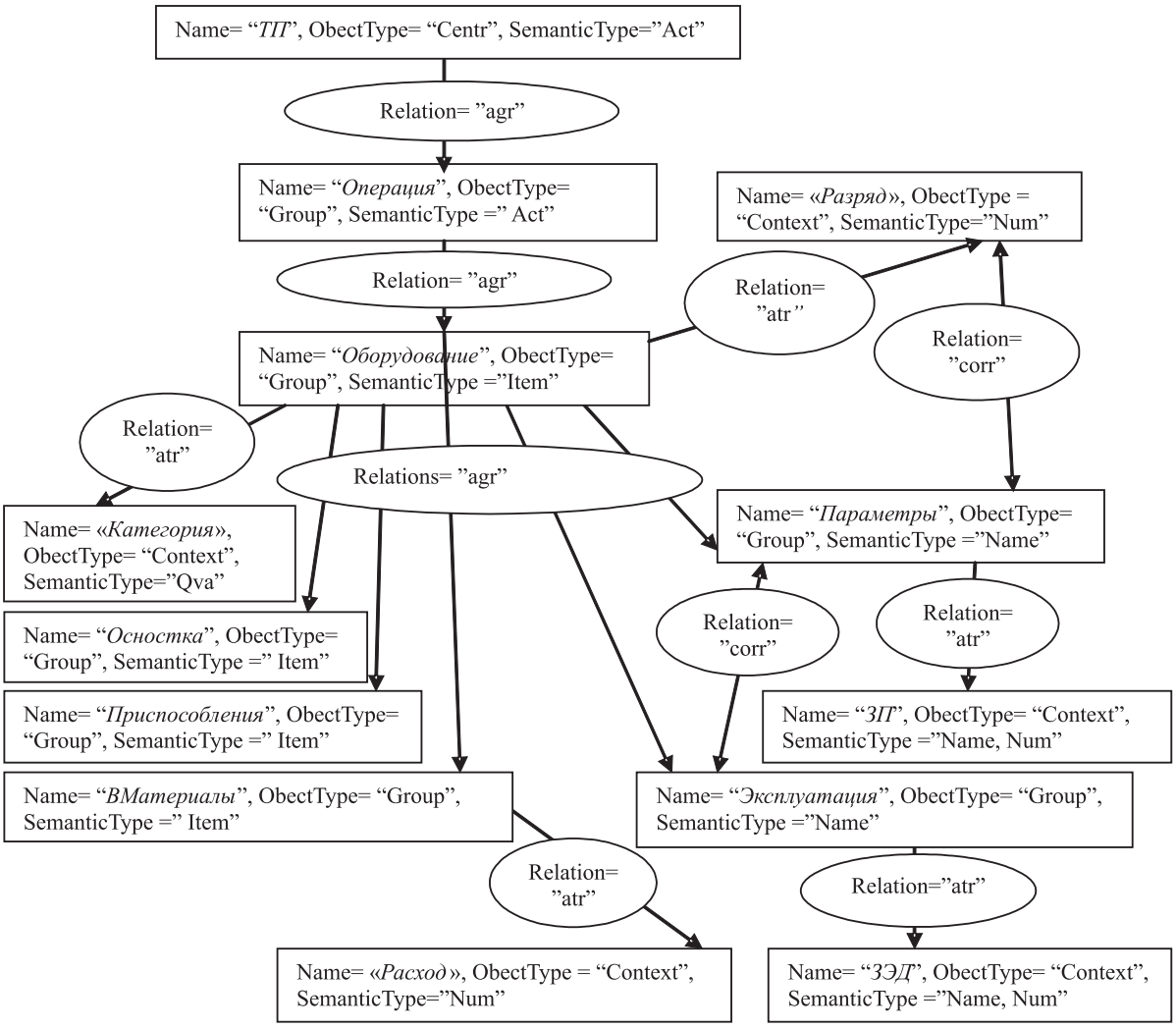

Рис. 6. Семантическая модель описания основных объектов технологического процесса

Сироджа, Л.С. Молодых // Открытые информационные технологии. – 2008 – №39. – С. 253 – 259. 6. *Некрасов, А.Б.* Семантическая модель онтологии технической документации для разработки научно-технической продукции [Текст] / А.Б. Некрасов, Н.А. Соколова, Д.Э. Лысенко // Системи управління, навігації та зв’язку. Зб. Наук. праць Центрального науково-дослідницького інституту навігації і управління. – Київ: ЦНДІНУ, 2008. – Вип. 2(6). – С. 96-101. 7. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов: ГОСТ 2.102-68. Єдина система конструкторської документації. Основні положення. Довідник: Укр. та рос. мовами [Текст] // За заг. ред. В.Л. Іванова. – Львів: НТЦ ”Леонорм-стандарт”, 2001. – 272 с. 8. Единая система конструкторской документации. Эскизный проект: ГОСТ 2.119-73. Єдина система конструкторської документації. Основні положення. Довідник: Укр. та рос. мовами [Текст] // За заг. ред. В.Л. Іванова. – Львів: НТЦ ”Леонорм-стандарт”, 2001. – 272 с.

Поступила в редколлегию 9.06.2010.

УДК 004.89

Розробка комплексної технологічної моделі виробу у вигляді семантичної мережі / А.С. Котов // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2010. – № 3 (74). – С. 76–82.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій управління підприємством і прогнозування його розвитку проблеми інтеграції інформаційних ресурсів займають одне з центральних місць.

У статті розглядаються питання побудови моделей семантичної мережі для опису та багатокритеріальної оцінки оптимізації варіантів технологічних процесів на передпроектній стадії прийняття стратегічних рішень. Запропонована модель є основою для структуризації інформації при розробці бази даних архіву технологічних рішень і бази знань інформаційної підтримки процедур пошуку в архіві ТП-аналогів.

Іл. 6. Бібліогр.: 8 найм.

UDC 004.89

Development of complex technological model of a product as the semantic network / A.S. Kotov // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. – 2010. – № 3 (74). – P. 00–00.

At the current stage of development of information technologies of enterprise control and prediction of its development, a problem of information resources integration occupies one of central places.

In article questions of models construction of the semantic network for the description and a multicriteria estimation of optimization of technological processes of variants at a predesign stage of acceptance of strategic solutions are considered. The model offered in article is a basis for structurization of the information at development database of the of technological solutions archive and knowledge bases of information support of procedures of search in archive of ТП-clones.

Fig. 6. Ref.: 8 items.