

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗНАНИЙ И ЕЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ В АЛГОРИТМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВОВЯЗАННОГО ТРИКОТАЖА

Кочеткова О. В., Казначеева А. А., Эпов А. А.

*ГОУ ВПО Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ, г. Камышин  
Камышин, Россия (403874, г. Камышин, ул. Ленина, 6а) [akaznacheeva77@rambler.ru](mailto:akaznacheeva77@rambler.ru)*

Разработана модель знаний и её онтологическое представление для решения задач автоматизированного проектирования основовязанного трикотажа. Сформулированы требования, предъявляемые к модели знаний. При создании онтологии компонентов модели использовалась технология структурно-функционального моделирования SADT, реализованная посредством IDEF0-диаграмм. Методология IDEF0 представляет собой набор функциональных блоков и интерфейсных дуг, иллюстрирующих конкретные функциональные действия компонентов моделируемой системы в рамках рассматриваемого процесса. Приведена характеристика основных этапов разработки онтологии компонентов модели знаний. Полученная модель знаний положена в основу создания интеллектуальной САПР основовязанного трикотажа сложных переплетений в виде информационно-программного комплекса, включающего базы знаний по оборудованию, сырью и видам переплетений, а также алгоритмы и программы для виртуального моделирования и проектирования рисунчатых эффектов на компьютере.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, основовязанный трикотаж, модель знаний, онтологическое представление, технология структурно-функционального моделирования, IDEF0-диаграммы.

## THE DEVELOPMENT OF KNOWLEDGE MODEL AND ITS ONTOLOGIC REPRESENTATION IN ALGORITHMS OF COMPUTER-AIDED DESIGN OF WARP KNITTING FABRICS

Kochetkova O. V., Kaznacheeva A. A., Epov A. A.

*Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin  
Kamyshin, Russia (403874, Kamyshin, Lenin st., 6a) [akaznacheeva77@rambler.ru](mailto:akaznacheeva77@rambler.ru)*

Knowledge model and its ontologic representation for problems decision of computer-aided design of warp knitting fabrics is developed. Requirements which are showed to knowledge model is formulated. At creation of components of ontologic model the Structured Analyses & Design Technique it was used, realized with the using of IDEF0-diagrams. IDEF0-methodology is set of functional blocks and interface arches, which concrete functional actions of modeled system components of considered process is represent. The characteristic of the basic cycles development ontologic components of knowledge model is resulted. The obtained knowledge model laid in a base of creation intelligent CAD of compound weaves warp knitting fabrics as the informational - program complex intercalating knowledge bases on the equipment, raw material and sorts of weaves, and as algorithms and programs for virtual simulation and designing of figured effects on a computer.

Keyword: computer-aided design, warp knitting fabrics, knowledge model, ontologic representation, Structured Analyses & Design Technique, IDEF0-diagrams.

В автоматизированных системах проектирования представление знаний осуществляется в виде систематизированного алгоритма описания на машинном языке знаний специалиста в конкретной предметной области. Учитывая недостатки существующих методов описания знаний [5], построение таких моделей в современных автоматизированных системах должно отвечать следующим требованиям [1]: 1) четкое разделение знаний о решаемой задаче, ее предметной области, методах, с помощью которых может быть решена данная задача; 2) реализация принципа повторного использования компонентов модели знаний; 3) в модели

должна быть отражена структурная составляющая знаний, а также формальное представление и последующая верификация модели.

Сформулированные требования к представлению знаний дают возможность автоматизировать процесс взаимодействия между информационными системами на семантическом уровне с верификацией модели на полноту, согласованность и непротиворечивость, а инженеру-технологу позволяют самостоятельно дополнять, развивать и поддерживать модель знаний в области проектирования, не привлекая для этого аналитиков и программистов.

Исходя из изложенных требований, модель представления знаний специалиста в той или иной области можно свести к двум основным принципам: модульности и общедоступности. Принцип модульности заключается в разделении модели знаний на несколько инвариантных компонентов, при этом особенность такого разделения заключается в том, что компоненты знаний описываются независимо друг от друга, то есть метод описывается без привязки к предметной области или решаемой задаче, а решаемая задача описывается без привязки к какой-либо предметной области или методу решения. Таким образом, в основе принципа модульности лежит положение о том, что модель знаний специалиста разделяется на несколько основных составляющих.

1. Знания о задачах, которые необходимо решить, рассматриваются независимо от других компонентов модели знаний. Такая особенность позволяет решать одну и ту же задачу различными методами и применять один и тот же метод для решения различных классов задач в различных предметных областях. Независимость описания задачи от других компонентов модели знаний подразумевает, что в этом описании не используются конструкции и термины, специфичные для какого-либо метода решения или предметной области (задачи художественного проектирования трикотажных полотен, структурно-параметрического синтеза изделий основовязаного трикотажа и др.).

2. Знания о методах решения различных задач, не зависящие от того, в какой предметной области они используются. Они не должны содержать информации о задачах, для решения которых этот метод может применяться, и информации о возможных предметных областях его использования (например, как получить матрицу рисунка и от нее перейти к матрице структуры трикотажа).

3. Знания о предметной области проектирования представляют собой некоторый набор понятий, отношений между ними, фактов, правил, специфичных для некоторой предметной области. Эти знания могут использоваться для решения самых различных задач с применением различных методов (знания о видах трикотажных переплетений, рисунчатых эффектах и способах их получения, а также знания о сырье и машинах для производства основовязаного трикотажа).

4. Знания о том, как предыдущие три компонента знаний объединяются в единую модель, с помощью которой можно решить задачу проектирования в данной предметной области. При этом независимые друг от друга описания задач, методов решения и предметных областей могут объединяться и в различных комбинациях использоваться для создания систем, реализующих широкий спектр задач предметной области с использованием различных методов решения.

В основе принципа общедоступности лежит представление компонентов модели знаний специалиста в виде онтологий. При этом не только знания о задаче, методе и предметной области должны быть представлены в онтологическом виде, но и подсистемы, связывающие компоненты модели знаний в единую концептуальную модель. Разработка онтологий является творческой задачей, предполагающей глубокое знание предметной области и умение представлять взаимосвязь её понятий. Тем не менее в онтологическом инжиниринге сложились следующие общепризнанные правила, которые помогут принять правильные проектные решения. Во-первых, понятия в онтологии должны быть близки к физическим или логическим объектам и отношениям в предметной области; во-вторых, процесс разработки онтологии должен быть итеративным, то есть онтология разрабатывается, затем проверяется и уточняется на основе анализа, будет ли она наглядной, расширяемой и простой в обслуживании. При необходимости процесс повторяется [4].

Для формализации процесса разработки сложной онтологической структуры целесообразно использовать технологию структурно-функционального моделирования SADT (Structured Analyses & Design Technique), предполагающую описание процессов посредством IDEF0-диаграмм [2]. Методология SADT разработана для совершенствования описания и облегчения понимания структуры искусственных систем и служит для построения модели объекта или процесса, отображающей функциональную структуру, т.е. выполняемые ими действия и связи между ними.

Диаграмма IDEF0 представляет собой набор функциональных блоков и интерфейсных дуг, иллюстрирующих конкретные функциональные действия компонентов моделируемой системы в рамках рассматриваемого процесса, состоящего из последовательности этапов. Функционально-структурная модель разработки онтологии на верхнем уровне отражает основной контекст – взаимодействие моделируемого процесса с внешним миром. Такая диаграмма с одним функциональным блоком называется контекстной и обозначается идентификатором «A0». На остальных уровнях производится декомпозиция процесса разработки, и он представляется в виде функциональных блоков, отражающих выполнение конкретного действия. На рис.1 представлен контекст процесса разработки онтологии компонентов модели знаний производства изделий основанного трикотажа.

Стрелка входа I представляет собой знания о компонентах модели, полученные вследствие изучения внешнего мира, объектов исследования и их свойств, закономерностей процессов и явлений, а также правила их использования для принятия решений. Стрелка выхода O характеризует результирующий поток, а именно готовую онтологию компонентов модели. Стрелка управления C представлена информационным потоком – методологией разработки онтологии. Стрелки M1 и M2 – средства исполнительного механизма, который непосредственно выполняет моделируемое действие. К этим средствам относят трудовые потоки – информация экспертов и инженеров по знаниям.



Рис.1. Контекст процесса разработки онтологии компонентов модели

Декомпозиция процесса разработки онтологии компонентов модели знаний позволяет выделить наиболее важные операции низших уровней. Такими операциями являются [3]: 1) определение целей, границ, масштаба создания и применения онтологии, которое предусматривает ответы на вопросы: какую предметную область будет охватывать онтология; для чего она будет использоваться; какие компоненты модели знаний предполагается представлять в онтологии; на какие типы вопросов должна давать ответы информация в онтологии; кто будет использовать и поддерживать онтологию; 2) рассмотрение вариантов повторного использования онтологий, если системе нужно взаимодействовать с другими приложениями, которые уже вошли в отдельные онтологии или контролируемые словари; 3) разработка глоссария включает в себя три основных процесса: изучение предметной области, выявление основных понятий предметной области и разработку их точных, непротиворечивых определений; 4) определение классов, понятий предметной области и создание их иерархии; таксономия классов представляет собой дерево описываемых терминов, где для проверки правильности создания классов и их отношений определяются узлы-братья в иерархии классов, то есть такие классы, которые являются прямыми подклассами одного и того же класса; 5) определение атрибутов (свойств классов) и их ограничений предусматривает описание внутренней структуры понятий: а) проверка одинаковости для экземпляров класса (выявляются одинаковые атрибуты для экземпляров); б) определение и установка обратных отноше-

ний (когда значение атрибута зависит от другого атрибута); в) установка значений атрибута по умолчанию; ограничения, накладываемые на атрибуты, описывают тип и число значения, разрешенные и другие свойства значений, которые может принимать атрибут; б) создание отдельных экземпляров классов в иерархии, где для определения отдельного экземпляра класса требуется: а) выбрать класс; б) создать отдельный экземпляр этого класса; в) ввести значения атрибутов; 7) выбор или разработка специального языка для представления онтологий; 8) анализ и диагностика разработанной онтологии включает применение аналитических средств и различных диагностических инструментальных средств анализа онтологий; последний анализ может включать как проверку логической верности онтологии, так и диагностику типичных ошибок при её проектировании.

Создание модели знаний, в основе которой лежат принципы модульности и общедоступности, является существенным шагом на пути развития систем автоматизированного художественно-технологического проектирования основывающегося на онтологическом подходе. На рис.2 представлена технология работы специалиста с онтологической моделью знаний. На первом этапе производится спецификация задачи, для которой из базы знаний «Класс задач» выбирается наиболее подходящее онтологическое описание задачи. Данный выбор производится путем интерактивного диалога со специалистом, позволяющим пошагово перейти от проблемы к спецификации задачи и подобрать для нее онтологию. Следует отметить, что база знаний «Класс задач» не содержит онтологические описания конкретных задач проектирования. Она включает в себя онтологии более высокого уровня, то есть описания обобщенных классов задач, таких как: художественное и технологическое проектирование. Таким образом, под обобщенной задачей понимается комплексное описание типа задачи и знаний, необходимых для успешной работы метода.



Рис.2. Технология работы с онтологической моделью знаний; БЗ – база знаний

В качестве исходного определения термина «задача» можно принять понимание задачи как проблемной ситуации с явно заданной целью, которую необходимо достичь. В более узком смысле задачей называют также саму цель, данную в рамках проблемной ситуации, то есть то, что требуется сделать [1].

Рассматривая область художественно-технологического проектирования, можно сказать, что проблема возникает при осознании потребности в проектируемом объекте. Проблема – в широком смысле сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения и не имеющий однозначного решения (степень неопределённости). Неопределённостью проблема отличается от задачи тем, что для её решения недостаточно собственных ресурсов. Проблема решается с привлечением ресурсов со стороны. С точки зрения науки, проблема – это противоречивая ситуация, выступающая в виде противоположных позиций в объяснении каких-либо явлений, объектов, процессов и требующая адекватной теории для её решения. Она представляет собой некоторый «конфликт» между текущим и целевым состоянием.

На рис.3 изображён переход от проблемы к задаче проектирования, который осуществляется после детального анализа проблемы возникновения потребности и установления цели проектирования. Входными данными для процесса идентификации проблемы являются текущее состояние и возникшая потребность создания проектируемого объекта, выходными данными – проблемная ситуация.

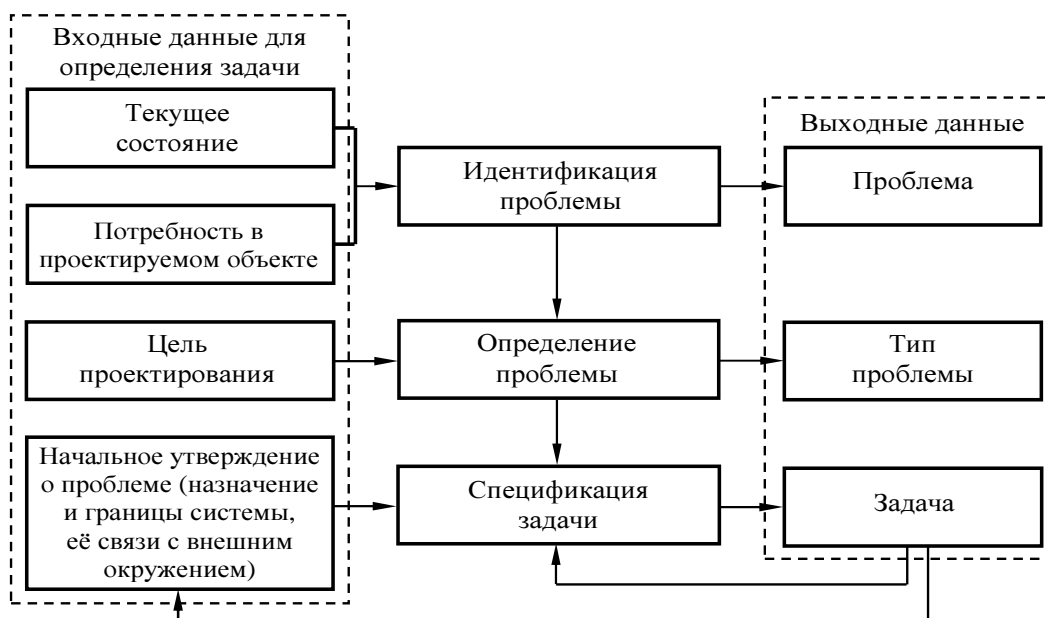


Рис.3. Переход от проблемы к задаче

Следующий шаг определения проблемы является необходимым для осознания смысла проблемы. Определение проблемы – это функция, которая выполняется планируемыми действиями. Сценарий планируемых действий предусматривает использование существующего технического решения либо проектирование нового. Суть определения проблемы состоит в

том, что планируемые действия направлены на достижение цели, поэтому цель является входным данным для определения проблемы. Входными данными спецификации задачи являются начальные утверждения о проблеме: назначение и границы системы, её связи с внешним окружением, выходными данными – сформулированная задача. При постановке задачи может обнаружиться тот факт, что на данный момент времени она технически неосуществима. В этом случае происходит возврат в состояние спецификации задачи и корректировка начальных утверждений о проблеме.

На втором этапе работы с онтологической моделью знаний на основе выбранной онтологии задачи определяется онтология метода решения, путем выбора одного из стандартных методов для задач рассматриваемого класса. С этой целью используется взаимодействие подсистем «Задача – Методы». Если задача является сложной и комплексной, то для подбора нужного метода осуществляется ее декомпозиция на некоторое множество подзадач. На данном этапе построения модели знаний существует важная особенность. Для решения задачи в методе могут выделяться некоторые подзадачи, которые, в свою очередь, могут решаться своими методами. Для каждой подзадачи рекурсивно выполняется процесс выбора метода для решения задачи до тех пор, пока для всех подзадач не будут найдены элементарные методы решения, не включающие в свою структуру других подзадач, или не будет показано, что на каком-то из этапов для какой-то подзадачи решающего её метода не существует. В этом случае необходимо выбрать другой метод, решающий исходную задачу, и повторить всю процедуру снова. Следует отметить, что если инженер обладает достаточно большим набором обобщённых задач, то для решения конкретной предметной задачи ему прежде всего необходимо попытаться понять, с каким типом задач сопоставляется решаемая им предметная задача.

На третьем этапе совокупность онтологий задачи и метода объединяются с онтологией предметной области для наполнения конкретными данными. Эта процедура осуществляется с помощью взаимодействия подсистем «Методы – Предметная область». На заключительном этапе производится решение задачи.

Полученная онтологическая модель представления знаний имеет следующие преимущества:

1. Для разработанной модели знаний сформулированы основные требования и принципы, которые были использованы для создания программного комплекса моделирования знаний на основе онтологического подхода. При этом структура модели обеспечивает инвариантность описания знаний о задачах, методах и предметной области относительно друг друга. Такая особенность позволяет создавать отдельные базы знаний описаний задач, методов и предметной области и избегать дублирования знаний.

2. Модель представления знаний на основе онтологического подхода обладает такими достоинствами, как: возможность повторной используемости знаний; расширение модели знаний специалистом проектировщиком без привлечения аналитика или разработчика автоматизированной системы, за счет представления знаний в удобной и понятной форме; реализация описания различных компонент модели знаний на различных языках без ущерба для семантического содержания; автоматизация извлечения знаний, формализация этих знаний, их хранение и дальнейшее использование.

### Список литературы

1. Елисеева Н. В. Разработка метода и средств представления модели знаний в задачах автоматизированной конструкторско-технологической подготовки производства: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Москва, 2007. – 9 с.
2. Казначеева А. А. Разработка функционально-структурной модели САПР технико-экономической подготовки основывающегося производства // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: сборник научных статей по итогам II международной научно-практической конференции молодых исследователей г. Волгоград. – 2008. – С. 264-268.
3. Кочеткова О. В., Казначеева А. А. Онтология трикотажа основывающихся переплетений // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – №5. – С.73-79.
4. Кочеткова О. В., Казначеева А. А. Разработка онтологии трикотажа для использования в учебно-исследовательских САПР // Стратегия качества в промышленности и образовании: сборник научных статей по итогам V международной конференции, г. Варна, Болгария. – 2009. – С. 583-585.
5. Кочеткова О. В., Эпов А. А., Казначеева А. А. Выбор формального представления знаний в онтологии трикотажа основывающихся переплетений // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – №6. – С.59-62.

### Рецензенты:

Богданов Евгений Павлович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Информационные системы и технологии» ФГБОУ ВПО Волгоградского государственного аграрного университета, Министерства сельского хозяйства РФ, г. Волгоград.

Клочков Юрий Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика» ФГБОУ ВПО Волгоградского государственного аграрного университета, Министерства сельского хозяйства РФ, г. Волгоград.