

- tal Technol. 1998. Vol. 8, No.6. P. 9–10. (<http://www.photometer.com>).
11. **US Patent 5400137.** Photometric means for monitoring solids and fluorescent material in waste water using a stabilized pool water sampler. Publ. 11.08.93. US. Cl. 356–318.
  12. **Фетисов, В. С.** Пат. РФ на изобр. № 2235310. Бесконтактный поточный мутномер / В. С. Фетисов. Опубл. 2004. Бюл. № 24.
  13. **Фетисов, В. С.** Пат. РФ на изобр. № 2235991. Бесконтактный мутномер / В. С. Фетисов. Опубл. 2004. Бюл. № 25.
  14. **US Patent 4981362.** Particle concentration measuring method and device. Publ. 01.01.91. Int. Cl. G01N 21/00.
  15. **Fetisov, V.** Ratiometric in-line turbidimeters: principle of measurement and variants of realization / V. Fetisov // Proc. of XVII IMEKO World Congr. Dubrovnik, Croatia, 2003. P. 1202–1205.

#### ОБ АВТОРАХ



**Фетисов Владимир Станиславович**, проф., каф. информ.-измерит. техники. Дипл. инж.-электр. (УАИ, 1986). Д-р техн. наук по элем. и устройствам выч. техн. и систем управления (УГАТУ, 2005). Иссл. в обл. измерительных систем.



**Цих Елена Владимировна**, аспирантка той же каф. Дипл. инж. по биотехн. и мед. аппаратам и системам (УГАТУ, 2003). Готовит дис. в обл. средств измерения свойств и состава жидких дисперсных сред.



**Мельничук Ольга Васильевна**, магистрант той же каф. Дипл. бакалавр техн. и технол. по приборостроению (УГАТУ, 2005). Готовит магист. дис. в обл. средств измерения свойств жидких дисперсных сред.

УДК 004.891

Е. Б. СТАРЦЕВА

### ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДУЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Представлены три этапа формирования базы знаний экспертной системы. Предложено реализовать базу знаний по модульному принципу. Модули базы знаний предложено формировать в соответствии с иерархией процессов принятия решений, установленной в процессной модели. *База знаний; экспертная система; модульный принцип; структурный анализ; процессная модель*

Современные информационные управляющие системы строятся на основе интеграции в их структуру элементов интеллектуальных технологий. Средства искусственного интеллекта выполняют функции анализа данных, выявляют отклонения от нормальных режимов функционирования объектов, осуществляют классификацию данных, моделирование ситуаций, поддержку принятия решений. Одним из таких средств искусственного интеллекта являются экспертные системы (ЭС). В настоящее время разработано множество подходов к проектированию экспертных систем, одним из наиболее интересных является модульный принцип построения базы знаний (БЗ) экспертной системы [3]. При таком подходе размер-

ность базы знаний удается существенно уменьшить за счет того, что отдельные модули БЗ содержат только характерную для них экспертную информацию. Деление уже разработанной БЗ на модули — это очень сложная задача, поэтому в данной работе предлагается подход к формированию отдельных модулей базы знаний ЭС на основе системного проекта.

Первым этапом создания экспертной системы (ЭС) является анализ предметной области. Для анализа предметной области в современном мире используются два подхода: структурный и объектный. Объектный подход поддерживается методологией UML и чаще применяется для проектирования баз данных и систем интеллектуального

анализа данных. Структурный же подход используется при построении систем, функционирование которых зависит от сложившейся ситуации, т. е. принятие решений в них основано на знаниях. Одним из направлений развития систем, основанных на знаниях, являются экспертные системы, поэтому в данной работе предлагается для анализа предметной области использовать структурный подход.

Модели, построенные в результате структурного проектирования, являются образным представлением функционирования объекта управления и называются системным проектом. Поскольку любая предметная область описывается некоторым набором документов, информация, содержащаяся в этих документах, и становится основой системного проекта. В свою очередь системный проект является основой проектируемых баз данных и базы знаний.

Для построения системного проекта и проведения структурного анализа предлагается использовать SADT (Structured Analysis and Design Technique — Методология структурного анализа и проектирования) [1]. Эту методологию поддерживает язык IDEF (ICAM DEFinition methodology — методология определения ICAM — Integrated Computer-Aided Manufacturing — Интегрированная программа компьютеризации промышленности). Язык IDEF представляет собой специальную технологию для описания проектов информационно-управляющих систем и имеет несколько пакетов программ, его поддерживающих (рис. 1).

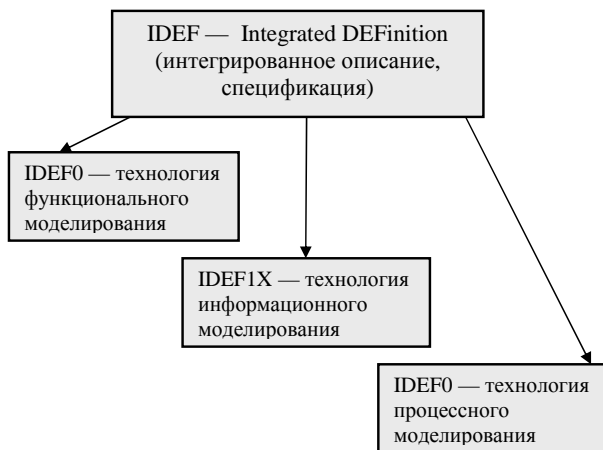


Рис. 1. Семейство IDEF-технологий

В результате системного проектирования получаем комплекс моделей, состоящий из IDEF0, IDEF3 и IDEF1X моделей. При этом информационная модель — IDEF1X является логической структурой базы данных, а функциональная — IDEF0 и процессная — IDEF3 модели становятся основой для проектирования базы знаний. Функциональная модель позволяет определить структуру базы знаний, а диаграммы процессной модели наполнить эту структуру конкретными правилами.

Обычно процессная модель является подмоделью для функциональной модели, так как декомпозировать процесс внутри функциональной модели более логично, чем заранее выделить все процессы и строить на каждый свою процессную модель. Но в таком случае при проектировании структуры базы знаний (БЗ), во-первых, встает задача выделения процессной модели из функциональной, а во-вторых, преобразования процессной модели в модули базы знаний.

На втором этапе проектирования экспертной системы, при разработке структуры базы знаний, предлагается выделить процессы принятия решений из функциональной модели, увязать их в соответствии с иерархией диаграмм и создать из них новую процессную модель, описывающую все процессы принятия решений.

IDEF-методология позволяет расщеплять модель, выделяя, таким образом, подмодели из существующей модели по какому-либо признаку и объединять подмодели для создания новой модели (рис. 2) [2].

В функциональной модели определяются процессы для дальнейшего выделения их в подмодели.

Каждая процессная диаграмма IDEF0 модели со своей декомпозицией выделяется в соответствующую процессную IDEF3-модель.

Создается новая процессная модель, к которой присоединяются выделенные модели в соответствии с правилами иерархической декомпозиции (рис. 3).

Процессная модель отражает причинно-следственную связь принимаемых решений — процедуры принятия решений — и выделяет те места, где пользователю приходится оценивать целый ряд альтернатив принятия решений и на основе своих знаний и опыта принимать решение. Эти процедуры описывают все действия, которые приходится осуществлять лицу, принимающему решение, для выбора одного из возможных решений. Для поддержки принятия именно таких решений используются экспертные системы [3].

Выделение процессов принятия решений позволяет описать набор правил принятия решений внутри каждого процесса. Эти правила должны составить основу интеллектуальной системы поддержки принятия решений — базы знаний.

Обычно ЭС используется для ППР в сложных предметных областях, где правил, описывающих процессы принятия решений, сотни и тысячи. БЗ, содержащая сотни правил принятия решений, сложна в восприятии, редактировании и использовании, вывод на такой БЗ при наличии большого количества правил становится весьма длительным. Поэтому предлагается базу знаний ЭС строить по модульному принципу.

Третьим этапом построения экспертной системы является декомпозиция БЗ на модули, которая производится в соответствии с иерархией процессов принятия решений, установленной в процессной модели.

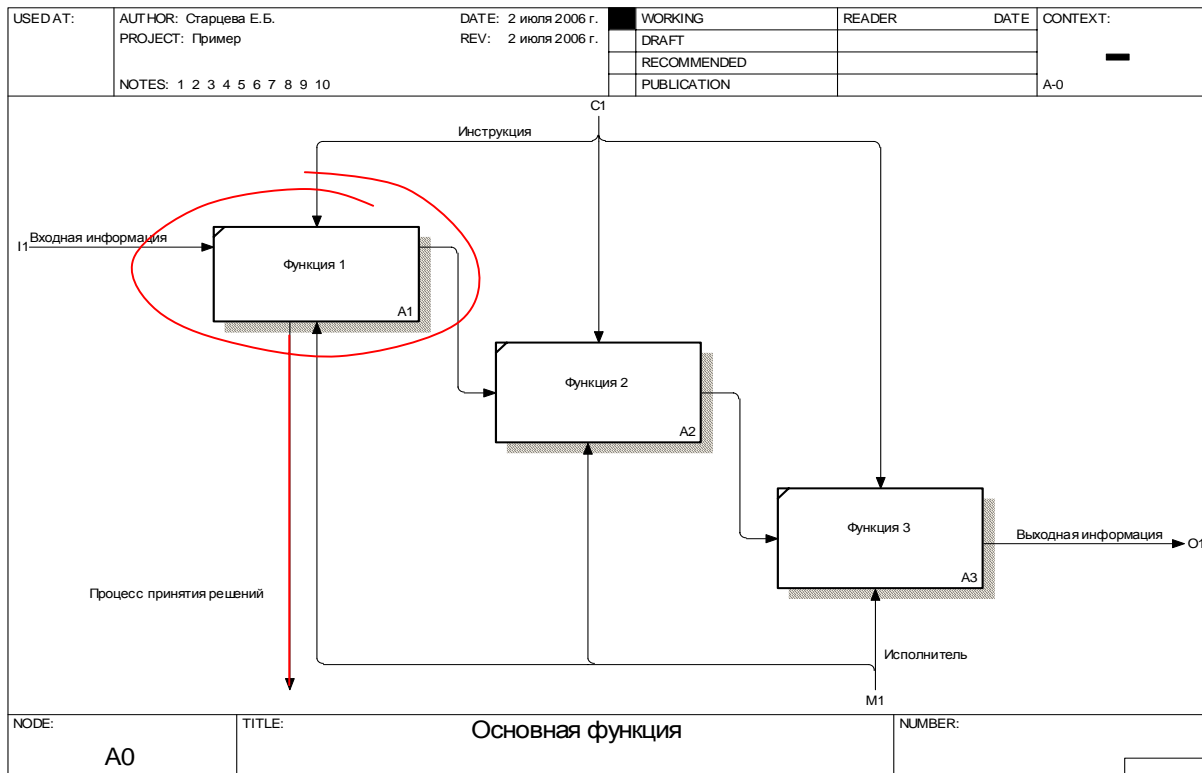


Рис. 2. Пример выделения процессов из функциональной модели в отдельные модели

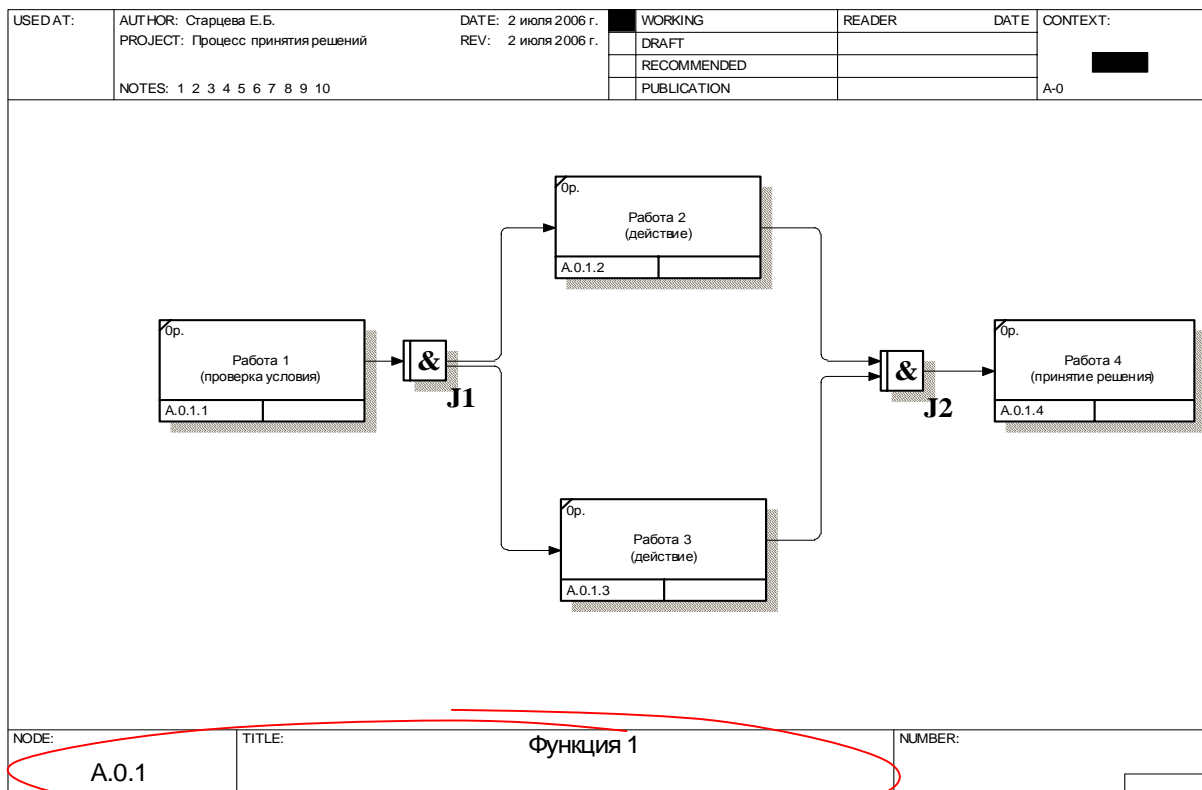


Рис. 3. Правила выделения модели IDEF3 из модели IDEF0

Преимущества модульного принципа построения БЗ в следующем:

- модули обеспечивают средства и методы для сохранения БЗ в отдельно хранимых файлах и использования этих файлов несколькими приложениями;
- разбиение на модули БЗ учитывается машиной вывода в процессе работы;
- модули могут селективно активироваться и деактивироваться, что позволяет исключать из рассмотрения правила неактивных модулей.

Модули БЗ могут быть организованы в иерархию, т. е. модуль может быть модулем верхнего уровня или подчиненным модулем, ассоциированным с отдельным объектом. Уровень вложенности модулей равен уровню вложенности процессной модели принятия решений, на основе которой и построены модули БЗ.

Таким образом, кроме удобства построения и восприятия, модульная БЗ также удобна и в процессе использования, так как позволяет повысить производительность машины логического вывода.

Кроме структуры БЗ, разработанный системный проект позволяет создать иерархическую структуру ролей ответственности с выделением подмодели для каждой роли. Эти подмодели позволяют формировать должностные инструкции для каждого исполнителя.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Куликов, Г. Г.** Автоматизированное проектирование информационно-управляющих систем. Проектирование экспертных систем на основе системного моделирования : монография / Г. Г. Куликов, А. В. Речкалов, Л. Р. Черняховская, А. Н. Набатов, Е. Б. Старцева, Н. О. Никулина. Уфа : Изд. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 1999. 224 с.
2. **Маклаков, С. В.** Моделирование бизнес-процессов с BPwin 4.0 / С. В. Маклаков. М. : ДИАЛОГ-МИ-ФИ, 2002. 224 с.
3. **Старцева, Е. Б.** Поддержка принятия решений на основе моделей электронного производственного документооборота : дис. ... канд. техн. наук / Е. Б. Старцева. Уфа : Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 1997. 252 с.

## ОБ АВТОРЕ



**Старцева Елена Борисовна**, доц., каф. АСУ. Дипл. инж.-системотехн. по АСУ (УАИ, 1992). Канд. тех. наук по АСУ (УГАТУ, 1997). Иссл. в обл. интел. информ. систем, систем искус. интеллекта, систем поддержки принятия решений.

УДК 330

## А. Ф. СТРЕКАЛОВ

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НИОКР

Предлагается результат научной деятельности оценивать стоимостью объектов интеллектуальной собственности, полученных в результате этой научной деятельности. Проведен анализ методов оценки объектов интеллектуальной собственности и предложен подход, позволяющий оценить эффективность НИР и ОКР выполняемых для создания уникальной наукоемкой продукции. *Объекты интеллектуальной собственности; наукоемкость продукции; эффективность НИР и ОКР*

Традиционно в странах с развитой экономикой большая часть прикладных научных исследований ведется и, соответственно, финансируется крупными корпорациями, остальные финансируются государством через разнообразные фонды. В условиях крайне ограниченного финансирования становится особенно важной задача оценки эффективности научных исследований. В нашей стране исторически сложился подход к оценке объема научных исследований исходя из общих затрат на них.

В то же время связь между дополнительными затратами на повышение научно-технического потенциала и получаемыми в итоге результатами не столь уж очевидна.

Решение этой проблемы вместе с вопросом влияния ее на конкурентоспособность имеет несомненный практический интерес.

Процесс построения системы менеджмента конкурентоспособности продукции уникального высокотехнологичного производства не может обойти вопрос об эффективности научной деятельности.

Особенностью организации сложных, наукоемких производств является то, что они представляют собой единый комплекс научного поиска опытно-конструкторских работ, инженерных решений, подготовки опытного производства и, наконец, серийного производства с непосредственным доведением созданной продукции до конкретного потребителя [1, 2].

Для оптимизации инновационной деятельности с целью повышения конкурентоспособности продукции необходимо контролировать эффективность исследований в реальном времени.