

УДК 004. 8

ПРОБЛЕМА РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕШЕНИЙ

И.Б. Сироджа, д-р техн. наук

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

Изложены проблемы, связанные с актуальными технологическими аспектами и методологией создания интеллектуальных систем, ориентированных на знания (ИСОЗ), в свете информационных технологий и программного инструментария для их разработки. Рассмотрены преимущества использования квантовых моделей и методов инженерии знаний для создания интеллектуальных систем поддержки принятия технологических решений в условиях неопределённости. Разработана методология создания интеллектуальной информационной технологии поддержки принятия решений технолога в машиностроении на базе использования метода вероятных алгоритмических квантов знаний (ВАКЗ-метод).

* * *

Викладено проблеми, пов'язані з актуальними технологічними аспектами і методологією створення інтелектуальних систем, орієнтованих на знання (ІСОЗ), в межах інформаційних технологій та програмного інструментарію для їх розробки. Розглянуто переваги застосування квантових моделей і методів інженерії знань для створення інтелектуальних систем підтримки прийняття технологічних рішень в умовах невизначеності. Розроблено методологію створення ефективної інтелектуальної інформаційної технології підтримки прийняття рішень технолога в машинобудуванні, що ґрунтується на використанні методу імовірних алгоритмічних квантів знань (ІАКЗ-метод).

* * *

Problems concerning to actual technological aspects and methodology of making intellectual systems oriented to knowledge (ISOK) are considered through the information technologies and program source for its development. Advantages of quantum models and methods of engineering knowledge used for creating intelligent system of making technological decisions in uncertain conditions are concerned. Effective information technology of making technological decisions in machine building, based on using the method of probable algorithmic quantum of knowledge (PAQK-method) is proposed.

Введение

Современная глобальная информатизация общества привела к проблемам непосредственного использования и переработки знаний как информационного ресурса [1–9]. Последний стал основным ресурсом человечества, главной ценностью современной цивилизации. Новым мощным средством использования и превращения знаний в информационный ресурс оказались стремительно развивающиеся информационные технологии (ИТ). Установлено [2,3,8], что эффективность информационных технологий определяется интеллектуальным совершенством компьютеров, степенью их включения в процессы мыслительной деятельности человека. Она возрастает с переходом от машинной обработки данных к обработке знаний [2,3,5–8]. Существует проблема создания эффективных интеллектуальных

ИТ (ИИТ) третьего и последующих поколений (с обучением) на основе использования баз знаний и современных экспертных систем (ЭС), где человек с его творческими возможностями органически включен в компьютеризованную систему использования, переработки и накопления информационного ресурса [1-9].

Цель этой статьи состоит в рассмотрении технологических и методологических аспектов создания промышленных ИСОЗ в рамках программного инструментария для их разработки. В качестве примера будут аргументированно изложены теоретические и конструктивные основы построения ИИТ для поддержки принятия решений технолога в машиностроении на базе использования предложенных автором квантовых средств инженерии знаний, в частности метода вероятных алгоритмических квантов знаний (ВАКЗ-метод) [7]. В связи с этим предложе-

ны архитектура и функциональная схема интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) «КВАНТ+» для технологической подготовки производства машиностроительных изделий с выполнением механообработки, аргонодуговой наплавки, листовой и объемной штамповки и компьютерной генерации соответствующей технологической документации.

Прототипная разработка ИСППР «КВАНТ+» выполняется под руководством автора на кафедре №603 – программного обеспечения компьютерных систем (ПОКС) Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» в рамках госбюджетной темы «Методологические основы синтеза перспективных конструкций летательных аппаратов на базе современных технологий и материалов» Министерства образования и науки Украины. Тема выполняется совместно коллективами ряда кафедр под научным руководством ректора университета профессора В.С. Кривцова. В основе разработки лежит CAPE–концепция (Concurrent Art-to-Product Environment), суть которой состоит в построении единой электронной среды создания изделия от идеи до реализации путем интеграции автоматизированных систем проектирования (САПР), технологической подготовки производства (АСТПП) и управления (АСУ) с использованием знаниеориентированных информационных технологий.

Благодаря единой информационной среде, системности, модульности и гибкости интегрирование указанных систем в единую САПР / АСТПП / АСУ / ИСППР – систему позволит принципиально изменить технологию проектирования и производства изделий, существенно сократить сроки их изготовления, снизить затраты на весь жизненный цикл изделий, повысить их качество и обеспечить жизнеспособность предприятия в условиях жесткой рыночной конкуренции. Это достигается путем повышения точности изготовления изделий и обеспече-

ния взаимозаменяемости процессов, возможности создавать оснастку до полного окончания проектирования, исключения промежуточных носителей геометрии и ручной доводки, а также использования средств искусственной интеллектуализации процесса принятия решений. Особая роль здесь отводится ИИТ, призванным помогать конструктору и технологу принимать решения в условиях многокритериальности выбора и различных неопределенностей. Последние обусловлены неполнотой и нечеткостью данных, преобладанием качественных характеристик производственных ситуаций, недостаточной логической и вероятностной определенностью последствий принимаемых решений и другими факторами. Подобные условия приводят к проблемам, которые, по определению Г.Саймона [3], называются слабоструктурированными либо плохо формализуемыми. В решении таких проблем особую важность имеет человеческая интуиция. Рассматриваемая в данной работе задача автоматизации проектирования технологических процессов является типичным примером плохо формализованной проблемы принятия технологических решений, где не известны надёжные количественные модели и закономерности, описывающие связь конкретной производственной ситуации с соответствующим принимаемым решением. В таких случаях лишь интуиция, опыт и умение технолога как знатока (эксперта) в своей области позволяют найти приемлемое решение. Догадки знающего технолога, основанные на его прошлом опыте, на «чутье», на явных и неявных знаниях, позволяют ему эффективно решать плохо формализованные задачи. Именно этот факт привел к цели: запечатлеть и реализовать умение опытных технологов вместе с достижениями науки в искусственной базе знаний с возможностью передать это умение компьютеру и менее опытным пользователям-технологам. Иными словами, задача заключается в разработке ИСППР «КВАНТ+» как интеллектуальной ИТ для автоматизации принятия технологи-

ческих решений путем имитации умений технолога в рамках создания указанной интегрированной компьютерной САПР / АСТПП / АСУ / ИСППР – системы.

1. Формулирование проблемы

Рассматриваемая в работе проблема носит комплексный характер и состоит из ряда проблем, связанных с разработкой методологии создания и моделей жизненного цикла ИСОЗ. В настоящее время ИСОЗ выходят на уровень промышленных разработок, поэтому технологические аспекты создания интеллектуальных систем (ИС) для принятия технологических решений становятся жизненно важными. Именно создание и внедрение ИС, общение с промышленными базами данных, систем машинного перевода нового поколения, автоматического синтеза программ и особенно экспертных систем (ЭС), по существу, и выдвинули на передний план три основные проблемы технологической поддержки разработок в области ИСОЗ для поддержки принятия производственных решений: 1) методологии создания и модели жизненного цикла; 2) промышленные технологии программирования; 3) инструментальные средства. В связи с этим требуется решить соответствующие задачи раскрытия сущностей указанных проблем и их логической связи с целью промышленного создания ИСОЗ.

Следующая четвертая проблема, которая рассматривается в работе, состоит в решении конкретной совокупности наукоёмких, взаимосвязанных научно-технических задач:

- синтез методики интеллектуальной поддержки принятия технологических решений (ИППТР) в конкретной предметной области;
- построение новых квантовых моделей представления знаний и методов алгоритмического манипулирования ими;
- создание способов приобретения и извлече-

ния технологических знаний;

- синтез алгоритмов обучения базы квантов знаний (БкЗ) на таблицах эмпирических данных (ТЭД) и сценарных примерах обучающих знаний (СПОЗ), а также логического причинно-следственного вывода принимаемых производственных решений посредством БкЗ;

- разработка архитектуры, функциональной схемы ИСППР «КВАНТ +» и соответствующего программного обеспечения.

При этом синтезируемая методика ИППТР должна быть обоснована содержанием общими правилами проектирования основных этапов технологических процессов-аналогов, типовых, групповых, индивидуальных технологических процессов конкретного производства, а также результатами экспертного анализа производства с учётом отечественного и зарубежного опыта. Собственно разработка методики ИППТР базируется на результатах изучения правил и закономерностей организации технологических процессов, а также на выявлении факторов и параметров, от которых существенно зависят интенсификация производства и повышение качества изделий. Синтез методики ИППТР осуществим, соблюдая следующие принципы:

- эвристической декомпозиции технологических задач на формализованные и плохо формализованные с выделением сценариев творческих действий технолога;

- обучения синтезируемой базы квантов знаний (БкЗ) на сценарных примерах технологических ситуаций и (или) таблицах эмпирических данных (ТЭД);

- алгоритмической имитации причинно-следственного вывода решений технолога посредством предварительно синтезируемой БкЗ.

Алгоритмизация способа обучения БкЗ на сценарных примерах обучающих знаний (СПОЗ) и процессов принятия технологических решений выпол-

няється согласно методике ИППТР средствами инженерии знаний ВАКЗ–метода [7].

Таким образом, задача сводится по существу к разработке системы моделей квантов знаний, алгоритмов и соответствующего программного обеспечения (ПО) для ПЭВМ в целях реализации интеллектуальной поддержки принятия технологических решений посредством «КВАНТ+». Разработка ПО ИСППР «КВАНТ+» осуществляется путем реализации синтезированных алгоритмов на ПЭВМ средствами объектно-ориентированного программирования.

Промышленная технология создания ПО ИСППР «КВАНТ+» состоит из трёх фаз (технологий): проектирование, реализация и внедрение и зависит от эффективности использования существующих технологических знаний. При этом учитывается тот факт, что эффективность машиностроительного производства определяется в основном качеством и оперативностью принятия решений в процессах технологической подготовки и управления производством, что непосредственно зависит от эффективности использования технологических знаний. Развитие производства и технологической науки привело и приводит к накоплению значительного объема знаний (информационного ресурса), сосредоточенных в обширной литературе, проектах и технической документации. Однако эффективность использования этих знаний в традиционных автоматизированных системах технологической подготовки производства (ТПП) крайне низкая из-за несовершенства современных форм представления, хранения и обработки знаний средствами компьютерной техники. Поэтому наша задача в общем сводится к разработке обоснованной методики знаниеориентированной поддержки принятия технологических решений с соответствующей алгоритмизацией, а также к созданию программного обеспечения (ПО) новой информационной технологии в виде ИСППР «КВАНТ+» на базе использования теоретических

положений ВАКЗ-метода [7] и результатов экспертного анализа конкретной предметной машиностроительной области.

2. Методологии создания и модели жизненного цикла ИСОЗ

Современное состояние методов создания ИСОЗ характеризуется пока отсутствием научно обоснованной методологии разработки таких ИС. Имеются лишь единичные примеры методов и инструментальных систем, которые поддерживают некоторую провозглашённую технологию разработки ПО и опираются на достаточно развитые системы представления знаний. К основным этапам поддержки жизненного цикла ПО ИС относится инженерия требований, тестирование на прототипах и сопровождение. При проектировании ПО должны использоваться принципы сокрытия информации, локализации и модульности. Единственным эффективным способом тестирования ИСОЗ является прототипизация. Приобретение знаний –ключевая задача построения ИСОЗ. Поэтому можно сказать, что сегодняшнее состояние существующих методологий разработки ИСОЗ носит больше описательный характер, чем естественнонаучный.

3. Промышленные технологии программирования ИСОЗ

Создание ПО ИСОЗ имеет как общие моменты с разработкой традиционных систем ПО, так и свою специфику, которая явным образом отражается в соответствующих моделях жизненного цикла ИС.

Уже практически сложилась определённая технология создания экспертных систем, включающая в себя следующие основные этапы: идентификация, концептуализация, формализация, реализация и тестирование[9]. По этой технологии проводят возвраты к предыдущим этапам и принимаемые решения часто пересматривают. Всё это существенно снижает общую эффективность разработки конкретной

системы и позволяет сделать вывод о том, что модель жизненного цикла, соответствующая такой технологии, практически не пригодна для промышленного использования.

Промышленная технология создания ИСОЗ состоит из трёх этапов (технологий): проектирование, реализация и внедрение. Модель жизненного цикла, охватываемая этой технологией, состоит из шести этапов: 1) исследование выполнимости проекта, 2) разработка общей концепции ИСОЗ; 3) разработка и тестирование серии прототипов; 4) разработка и испытание головного образца; 5) разработка и проверка расширенных версий системы; 6) привязка системы к реальной рабочей среде.

Нетрудно видеть, что этапы 1, 2 промышленной технологии соответствуют этапу идентификации, а этапы 3, 4, 5 – этапам концептуализации, формализации, реализации и тестирования. Новым, естественным для промышленной технологии является этап 6. Основной недостаток той и другой технологии состоит в том, что они предлагают в действительности лишь более или менее структурированный набор рекомендаций, к отдельным из которых в лучшем случае привязаны те или иные инструментальные средства. Очевидно, наиболее важным является создание операционных моделей технологий разработки ИСОЗ. Например, модели экспертизы уже разработаны в рамках исследований по приобретению знаний [8]. Сегодня признана сложность процесса приобретения знаний, преодоление которой видится в моделировании экспертизы. В этой области уже предложены такие методики, как онтологический анализ, концептуальные графы Sowa, методы обобщённых родовых задач и концептуальное моделирование, например KADS – методология [8]. Более подробно указанные методы изложены в обзорных публикациях, приведенных в [8].

Относительно языков программирования для ИСОЗ в настоящее время характерна концентрация усилий разработчиков в следующих направлениях:

– Разработка систем представления знаний (СПЗ) путём прямого использования широко распространенных языков обработки символьной информации и все чаще языков программирования общего назначения.

– Расширение базисных языков искусственного интеллекта (ИИ) до систем представления знаний посредством специализированных библиотек и пакетов.

– Создание языков представления знаний (ЯПЗ), специально ориентированных на поддержку определённых формализмов, и реализация соответствующих трансляторов с этих языков.

Наблюдается формирование новой стадии исследований в области ИИ, которая характеризуется переходом от экспериментальной проверки идеи и методов к созданию практически значимых инструментов разработки ИСОЗ.

4. Инструментальные средства для создания ИСОЗ

Известно, что необходимым технологическим уровнем систем поддержки разработки прикладных ИСОЗ являются развитые среды автоматизации программирования на базе языков символьной обработки [8,9]. Поэтому следующим этапом в развитии инструментальных средств стала ориентация на среды поддержки разработок ИСОЗ. Примерами подобных сред служит подавляющее большинство инструментальных пакетов и систем-оболочек для создания экспертных систем типа EXSYS, GURU и др. [8,9]. Несколько выше уровнем функциональных возможностей являются системы ART, KEE, Knowledge Craft. В классе самых мощных и развитых систем примером является среда G2[CATALYST, 1993] [8,9]. Все эти системы представляют собой интегрированные среды поддержки разработки интеллектуальных (в первую очередь, экспертных) систем; для них характерен не разрозненный, а тщательно сбалансированный отбор и объединение полезных бло-

ков, что позволило сделать переход от автоматизации программирования ИС к технологическим системам поддержки проектирования с начала ЭС, а затем и других ИСОЗ.

Одной из методологий, ориентированной на интегрированные средства поддержки разработки ИСОЗ, считается KADS (Knowledge Acquisition and Documentation Structuring) [8], в основе которой лежит понятие интерпретационной модели, позволяющей процессы извлечения, структурирования и формализации знаний рассматривать как «интерпретацию» лингвистических знаний в другие представления и структуры. В дальнейшем эта тенденция стала проявляться всё более явно и перешла к инструментальным системам нового поколения, основное отличие которых от прежних состоит в том, что они опираются на знания о технологии проектирования, реализации и сопровождения интеллектуальных систем. В настоящее время примерами таких инструментальных систем являются WorkBench–системы [8]. Системы типа WorkBench – это интегрированные инструментальные системы, поддерживающие весь цикл создания и ведения программ. Важно отметить, что уже имеются положительные примеры WorkBench –инструментария, ориентированного на весь жизненный цикл создания ПО ИСОЗ.

5. Синтез методики принятия технологических решений

В основу синтеза методики ИППТР положим использование знаний о традиционных методах проектирования технологических процессов и эвристических суждений, базирующихся на интуиции и опыте технолога с использованием справочных данных и нормативных материалов. По существу методика носит характер правил и рекомендаций со сложными логическими взаимосвязями действий технолога на всех этапах его работы, связанных с поиском информации, стандартными расчетами, творческими

логическими многоступенчатыми рассуждениями и принятием решений с машинной генерацией технологической документации.

Синтез методики ИППТР является сложным, трудоемким творческим процессом выработки правил, рекомендаций и действий по организации типовых, групповых, единичных технологических процессов и операций-аналогов, а также индивидуального проектирования, которое осуществляется при отсутствии типового или группового либо технологического процесса-аналога. Особую трудность при этом составляют творческие действия технолога: представление детали как комплекса взаимосвязанных элементов и поверхностей, определение технологических процессов обработки каждой поверхности, а затем формирование на их основе операций с указанием их очередности и соблюдением стандартов Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

При формировании технологических операций и их последовательности на различных этапах необходимо учесть влияние большого числа факторов, например технологические возможности применяемого оборудования и оснастки, форма и размеры детали, величина партии выпускаемых деталей, традиции завода, особенности цеха и т.п. Это вызывает разделение синтеза технологического маршрута на ряд задач, дифференцированно учитывающих указанные факторы. Иными словами, для реализации синтеза методики ИППТР предлагаем выполнять следующие действия:

- провести направленный экспертный анализ данной предметной области, связанный с целью технологической подготовки к выполнению конкретного производственного задания (штамповка, механообработка и т.п.);
- по результатам проведенного анализа сформировать входную информацию относительно ТПП (конструкторская документация на изделие: чертежи, технические условия, плановое задание на изго-

товление), необходимые целевые установки, критерии и составить (описать) полный сценарий действий технолога (ПСДТ), необходимых для выполнения данного производственного задания;

- согласно 1-му принципу синтеза методики с учётом целевых установок выполнить эвристическую декомпозицию ПСДТ на predetermined (формализуемые) и творческие (плохо формализуемые) действия (последние относятся к ситуациям, когда требуется принимать технологические решения в условиях неопределённости);

- в predetermined ситуациях осуществить традиционную алгоритмизацию действий технолога, а в творческих ситуациях выделить предметные подбласти и сформулировать соответствующие частные задачи знаниеориентированной поддержки принятия технологических решений в рамках идеологии РАКЗ-методов инженерии знаний [6,7] с соблюдением 2-го и 3-го принципов синтеза методики ИППТР;

- каждая частная задача решается по методике ВАКЗ-метода [7]: сначала выбирают посыльные (входные) и заключительные (целевые) ситуации, затем с помощью экспертов формируют соответствующие СПОЗ, по которым обучают логическую сеть, например, вероятных рассуждений (ЛСВР), и после автоматического квантования с оптимизацией получают v -квантовую сеть вывода решений (v -КСВР), используемую одновременно в качестве частной БкЗ и механизма вывода;

- сформировать секционированную БкЗ путём объединения всех частных БкЗ для излагаемой ниже общей методики решения поставленной задачи поддержки принятия технологических решений при выполнении производственного задания.

6. Общая методология решения 4-й комплексной проблемы

Созданная автором общая методология квантового моделирования и алгоритмизации знаниеори-

ентированного принятия решений в условиях неопределённости [6,7] базируется на построении введенного обобщенного класса $M = \{M_t, M_\pi, M_v\}$ различных РАКЗ-моделей

(t РАКЗ, π РАКЗ, v РАКЗ), удовлетворяющих специфическим ограничениям в подклассах: M_t – точных tk -знаний, M_π – приближенных πk -знаний и M_v – вероятностных vk -знаний. В отличие от существующих подходов появилась возможность создания эффективных РАКЗ-моделей и РАКЗ-методов представления и компьютерного манипулирования квантами знаний (k -знаниями) в строго формализованном классе M алгоритмических квантовых структур разноуровневой сложности. Общность методики обусловлена общим принципом автоматического векторно-матричного квантования различных уровней информации с доменным представлением характеристик объектов принятия решений (ОПР), единой структурой пространства РАКЗ-моделей, показанного на рис. 1, единым их аналитическим конечно-предикатным представлением, а также общей индуктивно-дедуктивной логической схемой вывода искомых решений.

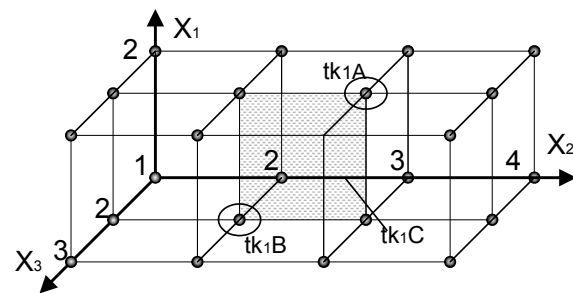


Рис.1. Квантовое пространство t РАКЗ-моделей $2 \times 4 \times 3$ -размерности для трёх признаков X_1, X_2, X_3 ОПР

Общая индуктивно-дедуктивная логическая схема причинно-следственного вывода искомых решений иллюстрируется на рис.2.

Квант знаний 1-го уровня представляет собой осмысленную, поименованную структуру данных в виде конечного вектора, домены которого разделены двоеточием «:» и отвечают разнотипным призна-

кам ОПР, а компоненты доменов – значениям признаков так, что *i*-я компонента *j*-го домена должна содержать «1», если наблюдается *i*-е значение *j*-го признака, иначе *i*-я компонента равна «0».

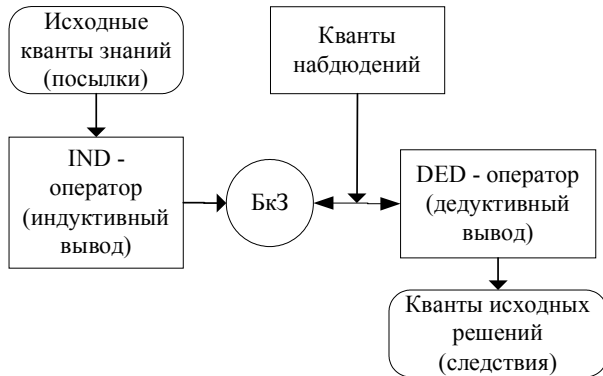


Рис.2. Общая схема причинно-следственного вывода решений

Согласно семантике кванта, т.е. содержанию описанной им технологической ситуации, его домены логически связаны конъюнкцией (символ «:»), а соответствующие компоненты в домене – дизъюнкцией (символ «,»). Если каждый домен кванта 1-го уровня содержит строго по одной «1», то он называется элементным, в противном случае – интервальным векторным квантом.

Например, точкам А и В пространства tPAK3-моделей на рис.1 соответствуют точные (обведенные кругами) элементные векторные кванты 1-го уровня с указанными символьными семантическими кодами tk1A и tk1B и именами А и В соответственно:

$$tk_1A = \left[\begin{array}{c} \overbrace{01}^{x_1} : \overbrace{0010}^{x_2} : \overbrace{010}^{x_3} \end{array} \right], \quad (1)$$

$$tk_1B = [10 : 0100 : 010]. \quad (2)$$

Заштрихованному интервалу С отвечает точный интервальный векторный квант 1-го уровня tk1C с именем С:

$$tk_1C = \left[\begin{array}{c} \overbrace{11}^{x_1} : \overbrace{0110}^{x_2} : \overbrace{010}^{x_3} \end{array} \right], \quad (3)$$

который можно представить матричным вероятным квантом (*v*-квантом) 2-го уровня vk2C с четырьмя элементными векторными *v*-квантами 1-го уровня в пространстве vPAK3-моделей

$$vk_2C = \begin{bmatrix} \overbrace{[0,1|p_2^1 : 0,0,1|p_3^2,0 : 0,1|p_2^3,0]}^{x_1} \\ \overbrace{[1|p_1^1,0 : 0,0,1|p_3^2,0 : 0,1|p_2^3,0]}^{x_2} \\ \overbrace{[0,1|p_2^1 : 0,1|p_2^2,0,0 : 0,1|p_2^3,0]}^{x_3} \\ \overbrace{[1|p_1^1,0 : 0,1|p_2^2,0,0 : 0,1|p_2^3,0]}^{x_3} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где символика « $|p_i^j$ » означает вероятность *i*-го значения *j*-го признака технологического ОПР.

На основе использования алгебраических формализмов вида (1) – (4) поставлены и решены базовые задачи квантовой формализации знаний: (At-, Ал-, Av-задачи), а также выполнена алгоритмизация построения БкЗ в режиме обучения и вывода по схеме рис.2 идентификационных (В-задача) и прогнозных (С-задача) решений соответственно для tk-знаний, tk-знаний и vk-знаний [7]. Принятие приближенных идентификационных (Вл-задача) и прогнозных решений (Сл-задача), а также вероятных идентификационных (Вv-задача) и прогнозных решений (Сv-задача) осуществляется с помощью π -квантовых сетей вывода решений (π -КСВР) и *v*-квантовых сетей вывода решений (*v*-КСВР) соответственно, которые обучаются на СПОЗ. В работах [6,7] даны строгие определения π -КСВР, *v*-КСВР, СПОЗ и обоснованы методы их построения соответствующими IND – и DED – операторами с применением предложенных алгоритмов обучения (АЛО-БУЧ), автоматического квантования (АЛАКВА), оптимизации (АЛОПТ) и управления (АЛУПР).

На базе использования ПЭВМ средней мощности, предложенной квантовой методологии принятия решений с помощью БкЗ, средств объектно-ориентированной среды Borland Pascal 7.0 и Delphi 5.0 на кафедре №603–ПОКС в ХАИ уже созданы

интерактивные программные комплексы (ИПК) «П-КВАНТ», «V-КВАНТ», которые внедрены в учебный процесс ХАИ и ряда университетов Украины, а также в авиационное производство «АВИАНТ» и АНТК «АНТОНОВ» (г. Киев). На основе совершенствования предыдущего опыта, развёрнуты работы по созданию ИСППР, ориентированной на автоматизацию технологической подготовки аэрокосмического производства. Разработан исследовательский прототип ИПК «КВАНТ+», архитектура и функциональная схема которого отражены на рис.3. Особенностью архитектуры является наличие секционированной БкЗ для принятия решений при штамповке (листовой и объемной), механообработке, наплавке, а также системы мониторинга производства, включающей в себя динамическую экспертную систему (ДЭС) с интеллектуальным агентом, которые обеспечивают поддержку принятия технологических решений в режиме реального времени.

Секционированная БкЗ допускает расширение путем добавления новых секций в зависимости от увеличения объема частных задач технологической подготовки производства благодаря наличию подсистем обучения и дообучения на знаниях. Интеллектуальный агент режима реального времени (РВ) выполняет функции, которые делегирует ему ДЭС в целях принятия технологических решений в динамических ситуациях конкретного производства.

Система мониторинга производства имеет собственную базу данных (БД), которая посредством специального интерфейса взаимодействует с производственной БЗ ДЭС при динамическом формировании решений.

Схема интеграции прототипа ИСППР «КВАНТ+» с САД/САМ-системами и ДЭС при технологической подготовке машиностроительного производства показана на рис.4. Указанная интеграция состоит в организации взаимоувязанных процессов сбора, приобретения, извлечения необходимой информации (знаний), ее хранения и переработ-

ки на соответствующих пяти уровнях, включая процесс принятия технологических решений с участием интеллектуального агента и автоматической генерацией выходных технических документов.

Заклучение

Резюмируя изложенное выше, констатируем, что комплексная проблема разработки ИСОЗ для поддержки принятия производственных решений в настоящее время не решена и находится на стадии развития в направлении разработки эффективных методологий, создания и моделирования жизненного цикла ИСОЗ промышленной технологией их разработки, совершенствование языков программирования и инструментальных средств типа WorkBench–систем, ориентированных на весь жизненный цикл создания ИСОЗ. Поскольку постоянным фактором разработки ПО ИСОЗ являются изменения в качестве цели технологии разработки ПО принимаются следующие четыре качества ПО:

- Модифицируемость (чтобы отразить в системе отражение требований, исправить ошибки).
- Эффективность (оптимальным образом использовать имеющиеся ресурсы: время и память).
- Надёжность системы ПО (чтобы предотвращать концептуальные ошибки, ошибки проектирования и реализации, ошибки при функционировании).
- Понимаемость (очевидное соответствие принимаемых решений и конкретной проблемной области).

Для достижения указанных целей следует соблюдать принципы: абстракции, сокрытия информации, модульности, локализации, единообразия, полноты и подтверждаемости[8].

Развиваемые в ХАИ ИПК «П-КВАНТ», «V-КВАНТ» и «КВАНТ+» составляют ядро новой информационно-технологии инженерии знаний, которая, в отличие от известной нейросетевой технологии, строится проще путем синтеза логических

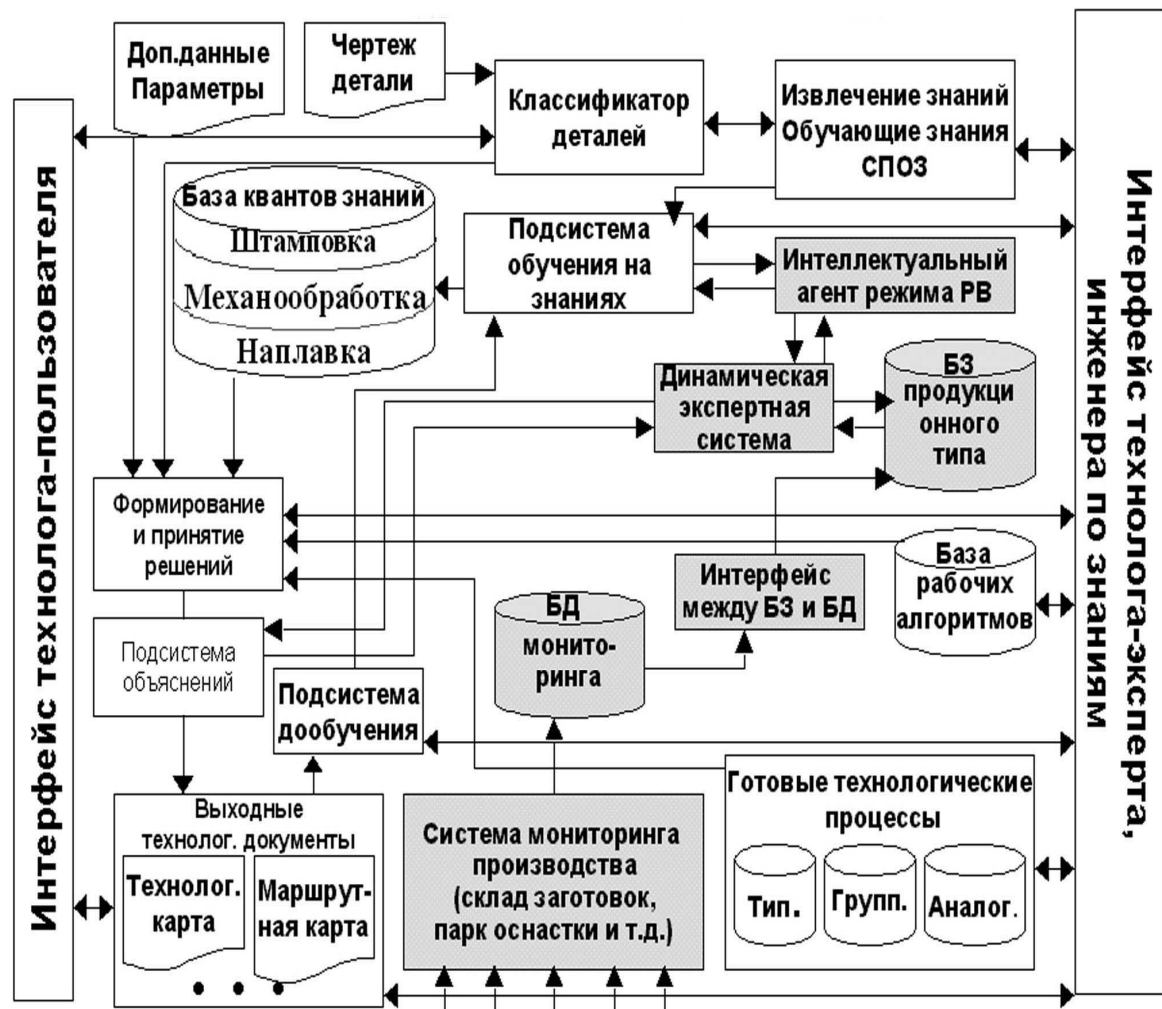


Рис. 3. Функциональная схема интеллектуальной системы поддержки принятия решений «КВАНТ+» для технологической подготовки авиационного производства

сетей нечётких или вероятных рассуждений, способных оперативно обучаться по сценарным примерам производственных ситуаций и трансформироваться в базы квантов знаний с адаптирующимися структурами для эффективного вывода решений в условиях неопределённости. С помощью указанных ИПК при решении ряда тестовых и практических задач получены результаты сравнения с известными аналогами предложенных ПРАКЗ – и vПРАКЗ – моделей, показавшие высокую адекватность и эффективность последних [6,7]. Преимущества ПРАКЗ-метода принятия решений состоят в уменьшении среднего риска на порядок, увеличении скорости процесса обучения в 2,5 раза и сокращении объема памяти БкЗ в 1,5 раза благодаря применению введенных машинных алгебр над квантами знаний.

Литература

1. Саймон Т. Наука об искусственном. – М.: Мир, 1972. – 384 с.
2. Громов Г.Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. М.: Наука. – 1985. – 235 с.
3. Каныгин Ю.М., Калинич Г.И. Основы теоретической информатики. – К.: Наук. думка, 1990. – 230 с.
4. Ларичев О.И., Мошковиц Е.М. Качественные методы принятия решений. – М.: Наука – Физматлит, 1996. – 208 с.
5. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 376 с.
6. Сироджа И.Б., Петренко Т.Ю. Метод разноразмерных алгоритмических квантов знаний для принятия производственных решений при недостат-

ке или нечеткости данных. – К.: Наук. думка, 2000. – 247 с.

7. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. – К.: Наук. думка, 2002. – 490 с.

8. Гаврилова Т.А. Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – С-Петербург: ПИТЕР, 2000. – 382 с.

9. Искусственный интеллект: В 3-х кн. Кн. 2 Модели и методы: Справочник/ Под ред. Д.А. Поспелова. -М. Радио и связь, 1990. 304с.

Поступила в редакцию: 02.04.03

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор Кулик А.С., Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г.Харьков; д-р техн. наук, профессор Путятин Е.П., ХНУРЭ, г. Харьков.

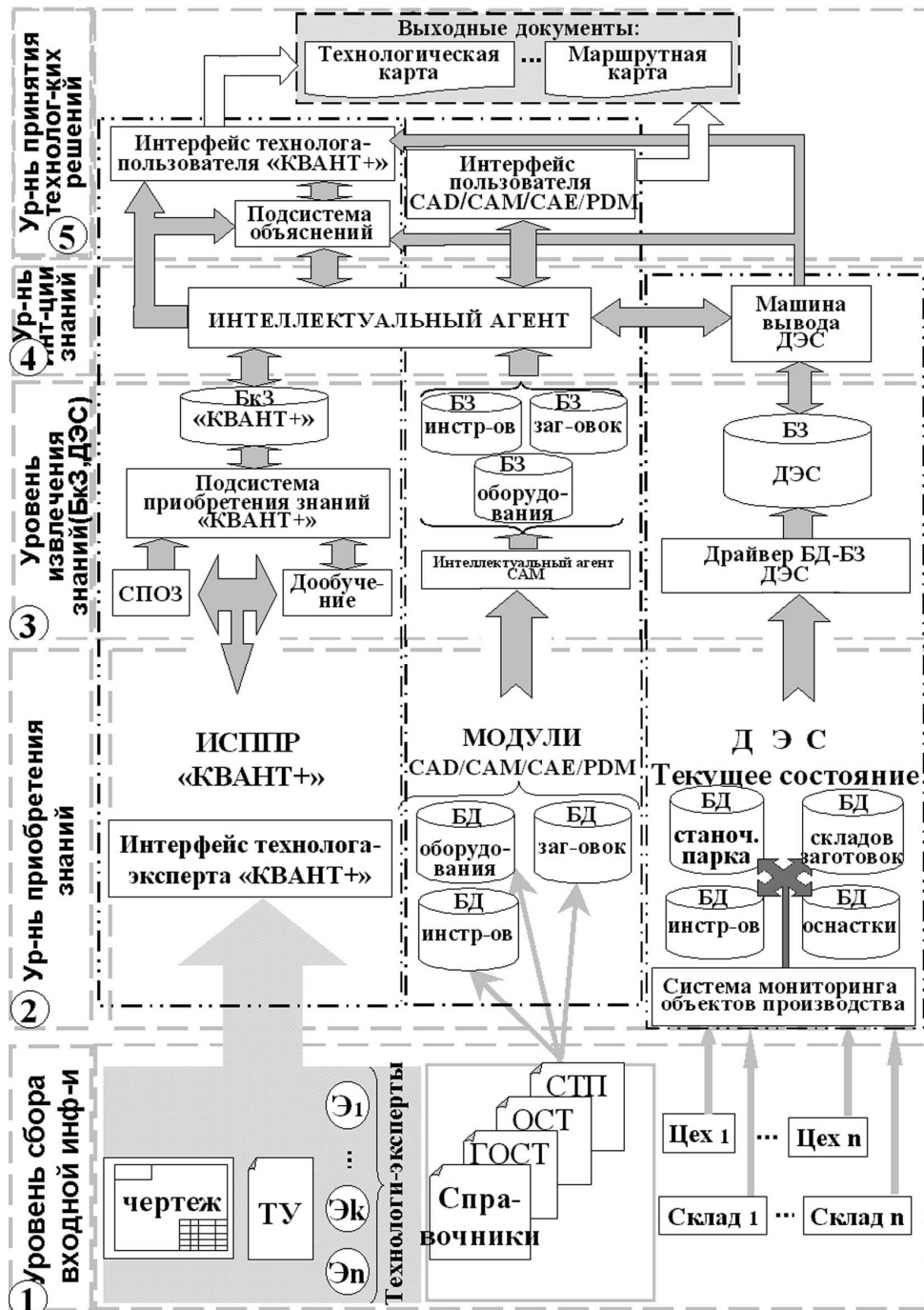


Рис. 4 Схема интеграции ИСППР «КВАНТ+», CAD/CAM и ДЭС для ТПП