

УДК 004.8

Е. П. Киричук

СИНТЕЗ МЕТОДИКИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБЕРЕ ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА

1. Введение

Перед тем как ставить задачу охарактеризуем моделируемый процесс принятия идентификационных и прогнозных решений технологом при выборе оборудования в технологической подготовке производства (ТПП) в условиях неопределенности, а также необходимые в дальнейшем предпосылки.

Выбор оборудования [1] является одним из основных процессов ТПП. Задача выбора оборудования является довольно сложной, т. к. на крупных предприятиях парк только листоштамповочного оборудования составляет более 7000 единиц.

Технолог при выборе оборудования выполняет как рутинную (расчет различных технологических параметров, заполнение технологической документации), так и творческую работу (проектирование технологического процесса (ТП), выбор типа оборудования).

Сложность задачи выбора оборудования обусловлена многокритериальностью выбора, различными видами неопределенностей. Многокритериальность выбора оборудования [2] связана с тем, что, например, для одной листоштамповочной операции можно использовать несколько типов пресов. Технолог должен выбрать наиболее подходящий с точки зрения стоимости заказа, сроков изготовления, типа производства. Неопределенность принятия решений при выборе оборудования обусловлена вероятностным характером данных, преобладанием качественных и разнотипных характеристик производственных ситуаций, таких как стоимость заказа, тип производства, срок выполнения заказа, тип штампа, тип раскроя, толщина материала, закрытая высота штампа; неполнотой и нечеткостью данных, например, данные о текущем состоянии оборудования такие как, занятость, исправность, изношенность оборудования, наличие рабочего соответствующего разряда для работы на оборудовании. Также отсутствуют строго формализованные алгоритмы выбора оборудования; четко не определены критерии и производственные характеристики, влияющие на принимаемое решение; невозможно использовать регулярные методы принятия решений для задачи выбора оборудования.

При разработке ТП по групповому или техпроцессу-аналогу технолог также сталкивается с не-

пределенностями. Он должен решить, как выбрать техпроцесс-аналог, что именно нужно изменить в выбранном техпроцессе, как выполнить изменения.

Решение подобных задач требует использования опыта технолога, его явных и неявных знаний, интуиции.

Очень часто при изготовлении новых деталей технолог не может принять решение при выборе оборудования из-за недостатка опыта. Тогда рабочий сначала изготавливает деталь, а только после этого составляет ТП, что может привести к выбору экономически нецелесообразного способа изготовления детали.

Таким образом, для повышения эффективности принятия решений при выборе оборудования и сокращения сроков ТПП необходимо использовать интеллектуальные СППР [3], способные накапливать и использовать для принятия решений знания опытных технологов для последующего их использования при поддержке решений компьютером [4, 5].

Процесс принятия решений технологом при выборе оборудования всегда целенаправлен на объект принятия решений (ОПР), т.е. технологическую ситуацию, возникающую в ТПП конкретной детали, а именно на ситуацию выбора оборудования для изготовления детали, которую можно описать конечным набором признаков, измеренных в разнотипных шкалах, но допускающих бинарное представление, а именно: тип производства (например, крупносерийное, мелкосерийное), срок заказа, точность изготовления детали, тип операции, марка материала, толщина материала, вид заготовки, стоимость детали, класс детали, тип оборудования. При обработке детали листовой штамповкой необходимо учитывать также следующие параметры: тип штампа, тип раскроя, форму контура детали, расположение отверстий по отношению к краю детали или линии гибки.

В этом наборе содержатся и целевые признаки (тип оборудования, тип операции), значения которых определяют класс исследуемых ОПР. Распознавать класс данного ОПР, означает определить значение целевого классификационного признака по наблюдаемым посыльным характеристикам, опираясь на базу знаний (БЗ). При этом нужно располагать БЗ, представленной системой классификационных закономерностей по выбору оборудования.

Естественный интеллект располагает такой БЗ, что позволяет человеку принимать решения, опираясь на собственную интуицию и БЗ, путем причинно-следственных логических рассуждений от посылок к следствиям. Для моделирования такого процесса средствами искусственного интеллекта будем использовать метод вероятных разноуровневых алгоритмических квантов знаний (ν РАКЗ-метод), разработанный проф. И.Б. Сироджей, который основан на структуризации данных об ОПР и предметной области посредством ν -квантов знаний, допускающих алгебраические преобразования, автоматическое квантование информации, наглядность и структурную оптимизацию процесса принятия решений. Начальное формальное представление моделируемого процесса выбора оборудования в виде логической сети вероятных рассуждений (ЛСВР) трансформируется в ν -квантовую сеть вывода решений (ν -КСВР). Формально ЛСВР отвечает ориентированный граф G , обладающий порядковой функцией. Основу алгоритмизации обучения ЛСВР и ее квантования составляет синтез алгоритма обучения ЛСВР ν АЛОБ_КВАНТ [6, 7].

Роль базы ν -квантов знаний ($B\nu k3$) выполняет неизвестная заранее ν -КСВР, которую необходимо индуктивно восстановить первоначально в виде ЛСВР, а затем в оптимизированной квантовой форме, в режиме обучения на выборочных знаниях в виде сценарных примеров обучающих знаний (СПОЗ) посредством алгоритма ν АЛОБ_КВАНТ, опираясь на которую искусственная система (подобно человеку) могла бы выводить идентификационные и прогнозные решения при выборе оборудования путем многоступенчатых причинно-следственных рассуждений. При этом используется критерий внешнего дополнения для гарантированного обеспечения ν -КСВР требуемыми экстраполяционными свойствами. Правило принятия решений (ППР) в форме ν -КСВР обладает экстраполяционными свойствами в том смысле, что оно оперирует логическими комбинациями признаков ОПР ранга не более r , найденного адекватно объему используемых СПОЗ. Первичной формой обучающих знаний служит таблица эмпирических данных (ТЭД), на основе использования которой и опыта экспертов строится последовательность СПОЗ. Она содержит разнотипные признаки ОПР, факты, закономерности. СПОЗ представляют собой объективные фрагменты сценариев принятия решений в виде высказываний вида:

ЕСЛИ (логическая комбинация посылок e_i),
ТО (следствие C_j), (1)

где $i = 1..k; j = k+1..h$, описываемых пропозициональными формулами в базе $\{\wedge, \vee, \neg, \Rightarrow\}$ с указанием показателей достоверности посылок e_i и импликаций ($\Rightarrow C_j$), т.е. событий (ЕСЛИ..., ТО C_j).

Оригинальность восстановления ν -КСВР при обучении с помощью ν АЛОБ_КВАНТ заключается в использовании свойств порядковой функции графа G , представляющего ЛСВР, и критерия структурной полноты (КСП) сети для итерационного нахождения промежуточных вершин и дуг графа при известных входных и выходных вершинах. При этом КСП определяет условия останова ν АЛОБ_КВАНТ.

Задача принятия решений при выборе оборудования в ТПП относится к задачам принятия решений в условиях следующих ограничений:

1) данные о производственной ситуации выбора оборудования разнотипны (т.е., измерены как в количественных, так и в качественных шкалах), достижимы в неполных объемах из различных источников (эксперты, техническая документация, справочники), носят преимущественно качественный или вероятностный характер;

2) целевые критерии заданы неявно, неизвестно какие, в каком количестве и как выбрать информативные признаки объекта принятия решений (ОПР) относительно целей принятия решений;

3) отсутствуют формализованные алгоритмы принятия решений по выбору типа оборудования, а также средства компьютерной поддержки принятия решений;

4) искомые правила принятия решений (ППР) невозможно определить непосредственно регулярными численными методами, т.к. неизвестны функция цели, класс функций, ограничения, законы распределения, но возможен путь создания средств инженерии вероятных квантов знаний для моделирования и имитации интеллектуальных умений технолога находить решения, опираясь на собственную интуицию и базу знаний.

Совокупность этих ограничений назовем принятием решений в условиях вероятностной неопределенности (λ -неопределенности).

Поэтому для создания интеллектуальной информационно-технологии (ИИТ) и поддержки принятия решений при выборе оборудования будем использовать подкласс $M_\nu \subset M$ вероятностных (ν -квантовых) моделей, т.е. ν РАКЗ-моделей или νk -знаний.

На основании изложенного выше сформулируем общую задачу индуктивного построения ν -КСВР в условиях λ -неопределенности. Известны:

— целевой критерий решаемой идентификационной или прогнозной задачи принятия решений в условиях λ -неопределенности с указанием требуемого уровня качества и надежности их решения;

— количество n и содержание признаков ОПР вместе с m наблюдениями в данной предметной области, представленных в форме выборочной ТЭД $T_0(m, n)$ и соответствующей последовательности СПОЗ вида (1);

— содержание посылочных данных с учетом λ -неопределенности, количество S и смысл иско- мых целевых заключений, а также вид закономер- ностей — функциональная, извлекаемых из ТЭД и СПОЗ для индуктивного построения идентифика- ционной или прогнозной БвкЗ при обучении.

Для построения v-КСВР необходимо иметь на- бор технологических знаний по выбору оборудова- ния, что в свою очередь, требует извлечения знаний, а следовательно, создания методики из- влечения знаний технолога при выборе оборудова- ния в технологической подготовке производства.

2. Синтез методики извлечения знаний для поддержки решений при выборе оборудования в технологической подготовке производства

Одной из основных проблем инженерии зна- ний является процесс извлечения знаний [8, 9].

Учитывая особенности и специфику производ- ства для извлечения знаний по выбору оборудова- ния в технологической подготовке производства необходимо выполнить следующую последователь- ность действий, которые составляют суть предло- женной методики.

На первом этапе инженер по знаниям исполь- зует текстологические методы извлечения знаний, основанные на изучении специальных текстов из учебников, справочников, технологических доку- ментов.

Текстологические методы необходимо исполь- зовать в такой последовательности:

- анализ учебников;
- анализ специальной литературы;
- анализ методик (технологическая докумен- тация).

Эти методы отличаются по степени концентри- рованности специальных знаний. Наиболее прост- ым методом является анализ учебников, в которых логика изложения соответствует логике предмета. Анализ методик затруднен сжатостью изложения и практическим отсутствием комментариев, облег- чающих понимание неспециалистов. Для практи- ческой работы необходимо использовать комбина- цию этих методов.

Для этого сначала необходимо выбрать совмест- но с экспертами базовый список литературы по выбору оборудования, который постепенно введет аналитика в предметную область. После ознако- мления с базовым списком приступать к чтению спе- циальных текстов.

Использование текстологического метода из- влечения знаний позволит инженеру по знаниям выделить и сформулировать плохо формализован- ные и строго формализованные задачи, возникаю- щие при выборе оборудования. Также эксперт по знаниям получит общее представление о предмет- ной области и изучит основные категории и поня-

тия предметной области, что даст ему возможность использовать коммуникативные методы для извле- чения глубинных знаний технологов-экспертов и подготовиться к интервью.

После изучения текстов эксперт по знаниям должен перейти к активным коммуникативным методам. Сначала необходимо использовать инди- видуальные методы, т. к. эксперт по знаниям еще не сформировал общее представление о методике решения выделенных, плохо формализованных за- дач, возникающих при выборе оборудования, и не может оценивать сразу несколько мнений экспер- тов.

Инженер по знаниям должен убрать пробелы, уточнить и собрать знания для последующего их использования при поддержке принятия решений при выборе оборудования. Для этого необходимо использовать интервью, которое является специ- фической формой общения инженера по знаниям и эксперта. Инженер по знаниям задает эксперту серию заранее подготовленных вопросов с целью извлечения знаний о предметной области.

Центральное звено интервью — вопросы. Воп- росы должен готовить инженер по знаниям, уже овладевший ключевым набором знаний.

Необходимо задавать вопросы, различные по функции: основные, зондирующие и контрольные, т. к. часто основные вопросы интервью, направ- ленные на выявление знаний, не срабатывают — эксперт отвечает нечетко. Тогда аналитик исполь- зует зондирующие вопросы, которые направляют рассуждения эксперта в нужную сторону.

Например, если не сработал основной вопрос: «Какие параметры определяют выбор типа оборудо- вания?» — аналитик начинает задавать зондиру- ющие вопросы: «Всегда ли выбор типа оборудова- ния зависит от типа производства? А если нет, как это узнать?»

Контрольные вопросы применяют для провер- ки достоверности и объективности информации, полученной в интервью ранее.

После интервью целесообразно использовать экспертные игры, которые дают возможность мак- симально приблизить технолога к реальной произ- водственной ситуации и обратиться к своим глу- бинным знаниям. С экспертом играет инженер по знаниям, который берет на себя какую-нибудь роль в моделируемой ситуации.

Игра «учитель и ученик», в которой инженер по знаниям берет на себя роль ученика и на глазах у эксперта выполняет его работу, т. е. осуществляет выбор оборудования, а эксперт поправляет «ошиб- ки» ученика.

Далее эксперта просят написать обоснование для выбора типа оборудования. Нужно накопить несколько таких обоснований от разных экспер-

тов, а через некоторое время эксперту зачитать только обоснование и попросить принять решение. Как правило, этого он сделать не может, т. е. обоснование было неполным. Эксперт пополняет обоснование, тем самым выявляются скрытые (для самого эксперта) пласты знаний. Затем эксперт играет роль экспертной системы, а инженер по знаниям – роль пользователя. Разыгрывается ситуация консультации. Первые вопросы эксперта выявляют наиболее значимые понятия, самые важные аспекты проблемы выбора оборудования в ТПП.

Заключительный этап извлечения знаний – использование группового коммуникативного метода круглого стола, который предусматривает обсуждение какой-либо проблемы выбора оборудования, в котором принимают участие несколько экспертов с равными правами. Вначале участники высказываются в определенном порядке, а затем переходят к живой дискуссии.

Задача дискуссии – коллективно, с разных точек зрения исследовать спорные гипотезы о выборе оборудования. Для остроты на круглый стол приглашают представителей разных поколений, это уменьшает опасность получения односторонних знаний.

Задачу для обсуждения должен ставить инженер по знаниям, исходя из собранного ранее материала. Необходимо убедиться, что все эксперты правильно понимают задачу.

Таким образом, для извлечения знаний технолога при выборе оборудования целесообразно использовать методику, концептуальная структура которой представлена на рис. 1.

Процесс извлечения знаний итерационный. Поэтому при создании моделей знаниеориентированной поддержки принятия решений при выборе оборудования может возникнуть необходимость вернуться на какой-либо из этапов извлечения знаний, для дообучения или переобучения БЗ.

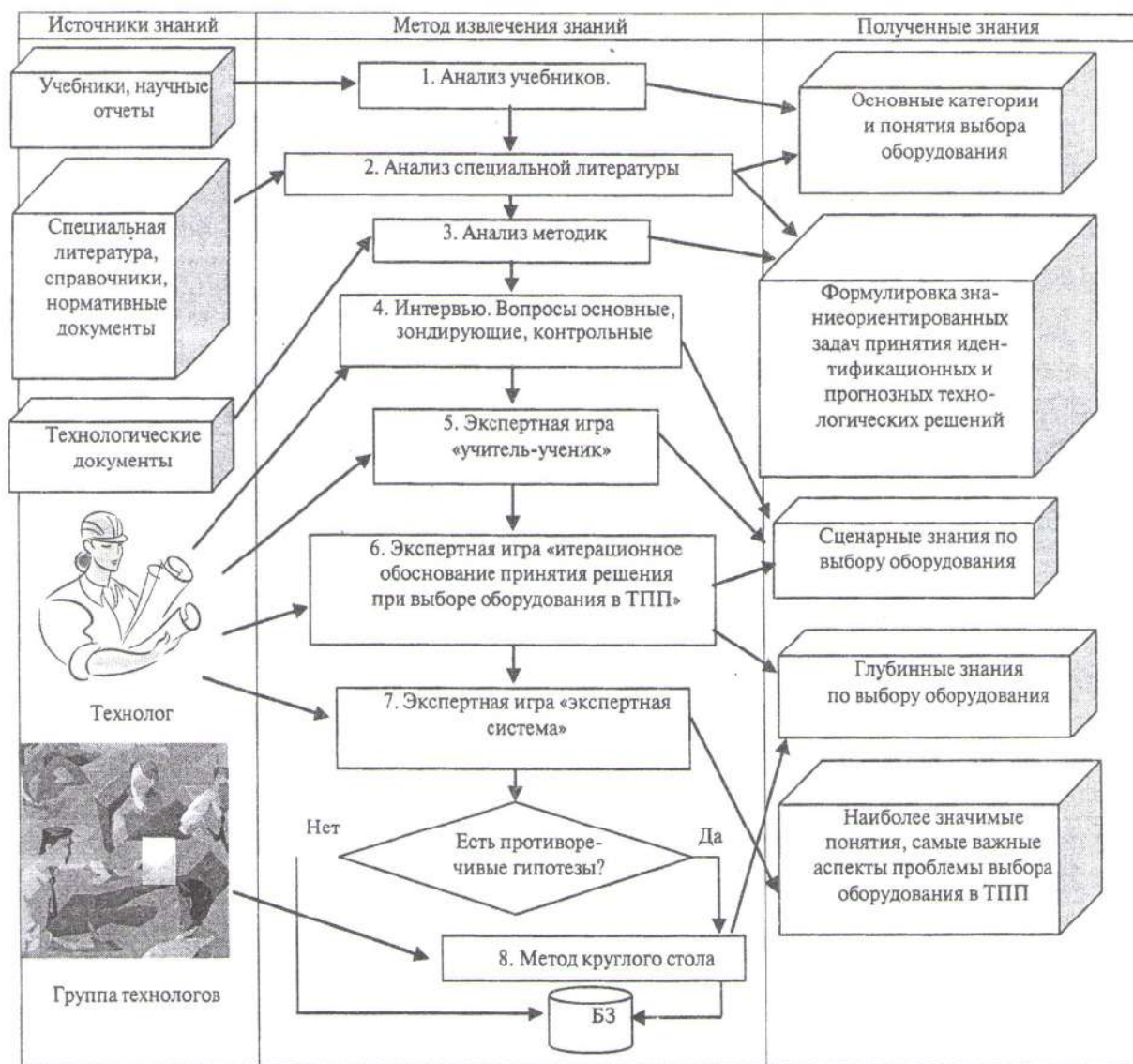


Рис. 1. Концептуальная структура методики извлечения технологических знаний по выбору оборудования в ТПП

3. Заключение

Таким образом, синтезирована методика извлечения, структурирования и обработки специальных знаний и метазнаний по выбору оборудования в ТПП средствами vРАКЗ-метода для создания интеллектуальной СППР.

Использование предложенной методики извлечения знаний позволяет извлекать технологические знания и создавать БЗ, которые обладают экстраполяционными свойствами и обеспечивают высокое качество принимаемых решений.

Список литературы: 1. Киричук Е.П. Методика выбора оборудования для листовой штамповки. // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – Вып. 2. 2004. – С. 75–79. 2. Гордиенко Л.А., Киричук Е.П. Проблема интеллектуальной поддержки принятия технологических решений в листовой штамповке. // Авиационно-космическая техника и технология. – Вып. 3. 2004. – С. 83–89. 3. Киричук Е.П., Сироджа И.Б. Интеллектуальная систе-

ма поддержки принятия технологических решений при выборе оборудования в технологической подготовке авиационного производства // Бионика интеллекта. – № 1 (61). 2004. – С. 56–61. 4. Сироджа И.Б. Проблема разработки интеллектуальных систем поддержки принятия производственных решений. // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – № 2. 2003. – С. 36–47. 5. Сироджа И.Б. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных и компьютерных систем. Ч. I. – Учеб. пособие. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1992. – 101 с. 6. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. – К.: Наукова думка, 2002. – 490 с. 7. Сироджа И.Б., Петренко Т.Ю. Метод разноразмерных алгоритмических квантов знаний для принятия производственных решений при недостатке или нечетких данных. – К.: Наукова думка, 2000. – 247 с. 8. Осуга С. Обработка знаний: Пер. с япон. – М.: Мир, 1989. – 293 с. 9. Приобретение знаний: Пер. с япон. // Под ред. С. Осуга, Ю. Саэки. – М.: Мир, 1990. – 310 с.

Поступила в редколлегию 18.11.2005