

Разработка квантовой модели поддержки принятия решений технолога при выборе типа оборудования для резки листа на полосы как ядра интеллектуальной информационной технологии

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

1. Актуальность и анализ проблемы, постановка задачи

Без качественной и своевременной технологической подготовки производства (ТПП) в современных экономических условиях не может успешно работать ни одно предприятие. Сроки разработки документации, несколько лет назад считавшиеся приемлемыми, сегодня не устраивают ни руководителей, ни самих технологов. Не последнюю роль в этом играет конкуренция между предприятиями. Задержка в исполнении заказов приводит к экономическим потерям и существенно влияет на положение предприятия на рынке. Уровень автоматизации ТПП большинства отечественных предприятий можно квалифицировать как низкий. В конечном счете все определяют идеи, опыт, организация, кадры и умение работать на рынке.

Обзор и анализ существующих систем поддержки принятия решений (СППР) [1] показал, что наряду с их достоинствами, такими, как возможность интеграции с различными САПР, наличие справочных баз данных (БД), генерация технологических документов, управление созданием изделия на базе единого информационного пространства предприятия, существуют определенные недостатки. Это высокая цена, отсутствие интеллектуальной поддержки принятия технологических решений, необходимость изменения сложившихся правил организации работы предприятия, сложность и необходимость серьезной подготовки персонала; системы являются пассивным информационным ресурсом, не решены следующие вопросы: когда технолог нуждается в поддержке принятия решений, откуда и как извлечь знания, как оценить качество базы знаний (БЗ). Таким образом, в настоящее время отсутствуют системы, способные поддержать принятие решений технолога при выборе оборудования в ТПП.

При выборе моделей и методов представления и манипулирования знаниями необходимо учитывать особенности предметной области и условия вероятностной неопределенности (λ -неопределенности) производственных ситуаций. Метод вероятных разноуровневых алгоритмических квантов знаний (v -РАКЗ-метод), разработанный проф. И.Б. Сироджей [2, 3], дает строгое определение понятия «знания», позволяет оперировать данными и закономерностями, которые носят вероятностный характер. Вероятность событий задается коэффициентом уверенности, который будем называть показателем достоверности (ПД) события. Он определяется по статистическим данным или субъективно устанавливается экспертом-технологом.

Представление знаний в векторно-матричной, аналитической, множественной формах дает возможность использовать все средства математики для анализа и синтеза v РАКЗ-моделей поддержки принятия решений.

Поэтому для представления и манипулирования знаниями был выбран vPAK3-метод, разработанный проф. Сироджей И.Б., который усовершенствован исходя из особенностей принятия решений при выборе оборудования в ТПП [4]. На основе использования усовершенствованного vPAK3-метода была создана интеллектуальная система поддержки принятия решений при выборе оборудования в технологической подготовке производства [5].

Таким образом, необходимо, используя разработанную методику выбора оборудования [6], синтезировать v-квантовую модель поддержки принятия решений на примере выбора типа оборудования для резки листа на полосы, которая будет являться ядром разработанной интеллектуальной информационной технологии.

2. Синтез квантовой модели поддержки принятия решений при выборе оборудования как ядра интеллектуальной информационной технологии

Для выбора типа оборудования для резки листа на полосы заданы следующие исходные данные: содержание признаков для выбора типа оборудования при резке листа на полосы:

- e1 – ширина реза до 1500 мм;
- e2 – ширина реза до 3000 мм;
- e3 – ширина реза до 4500 мм;
- e4 – толщина материала до 4 мм;
- e5 – толщина материала до 30 мм;
- e6 – толщина материала до 42 мм;
- e7 – точность высокая;
- e8 – точность низкая;

их показатели достоверности (ПД): $p(e1)=0$, $p(e2)=0$, $p(e3)=1$, $p(e4)=0$, $p(e5)=0$, $p(e6)=1$, $p(e7)=0$, $p(e8)=1$, а также содержание целевых заключений:

- C9 – гильотинные ножницы с параллельными ножами;
- C10 – гильотинные ножницы с наклонными ножами;
- C11 – парнодисковые ножницы с параллельными ножами;
- C12 – вибрационные ножницы;
- C13 – многодисковые ножницы с параллельными осями;

C14 – пресс-ножницы с неизвестными их ПД $p(C9)$, $p(C10)$, $p(C11)$, $p(C12)$, $p(C13)$, $p(C14)$.

Необходимо синтезировать vPAK3-модель поддержки принятия решений при выборе типа оборудования для резки листа на полосы.

На основании выделенных признаков $e1, \dots, e8$ технологи-эксперты формируют сценарные примеры обучающих знаний (СПОЗ) из области выбора типа оборудования для резки листа на полосы:

1. $(e1|0 \wedge e5|0 \wedge e8|1) \rightarrow C9|\emptyset; p((e1 \wedge e5 \wedge e8) \rightarrow C9) = 0.95$,
2. $(e3|1 \wedge e6|1 \wedge e8|1) \rightarrow C10|\emptyset; p((e3 \wedge e6 \wedge e8) \rightarrow C10) = 0.95$,
3. $(e2|0 \wedge e5|0 \wedge e7|0) \rightarrow C11|\emptyset; p((e2 \wedge e5 \wedge e7) \rightarrow C11) = 0.8$,
4. $(e1|0 \wedge e4|0 \wedge e7|0) \rightarrow C12|\emptyset; p((e1 \wedge e4 \wedge e7) \rightarrow C12) = 0.85$,
5. $(e2|0 \wedge e4|0 \wedge e7|0) \rightarrow C13|\emptyset; p((e2 \wedge e4 \wedge e7) \rightarrow C13) = 0.9$,

$$6. (e_2|1 \wedge e_5|0 \wedge e_8|1) \rightarrow C_{14}|\emptyset; p((e_2 \wedge e_5 \wedge e_8) \rightarrow C_{14}) = 0.8.$$

Введем логические переменные, отвечающие событиям-импликациям:

$$1. p((e_1|0 \wedge e_5|0 \wedge e_8|1) \rightarrow C_9) = p(\beta_9) = 0.95,$$

$$2. p((e_3|1 \wedge e_6|1 \wedge e_8|1) \rightarrow C_{10}) = p(\beta_{10}) = 0.95,$$

$$3. p((e_2|0 \wedge e_5|0 \wedge e_7|0) \rightarrow C_{11}) = p(\beta_{11}) = 0.8,$$

(2)

$$4. p((e_1|0 \wedge e_4|0 \wedge e_7|0) \rightarrow C_{12}) = p(\beta_{12}) = 0.85,$$

$$5. p((e_2|0 \wedge e_4|0 \wedge e_7|0) \rightarrow C_{13}) = p(\beta_{13}) = 0.9,$$

$$6. p((e_2|1 \wedge e_5|0 \wedge e_8|1) \rightarrow C_{14}) = p(\beta_{14}) = 0.8.$$

Далее строим логическую сеть вероятных рассуждений (ЛСВР) в виде графа $G(E, \Gamma)$, представленного на рис. 1, а затем получаем избыточную v -квантовую сеть вывода решений $G_{vk}(E_{vk}, \Gamma_{vk})=v$ -КСВР, представленную на рис. 2.

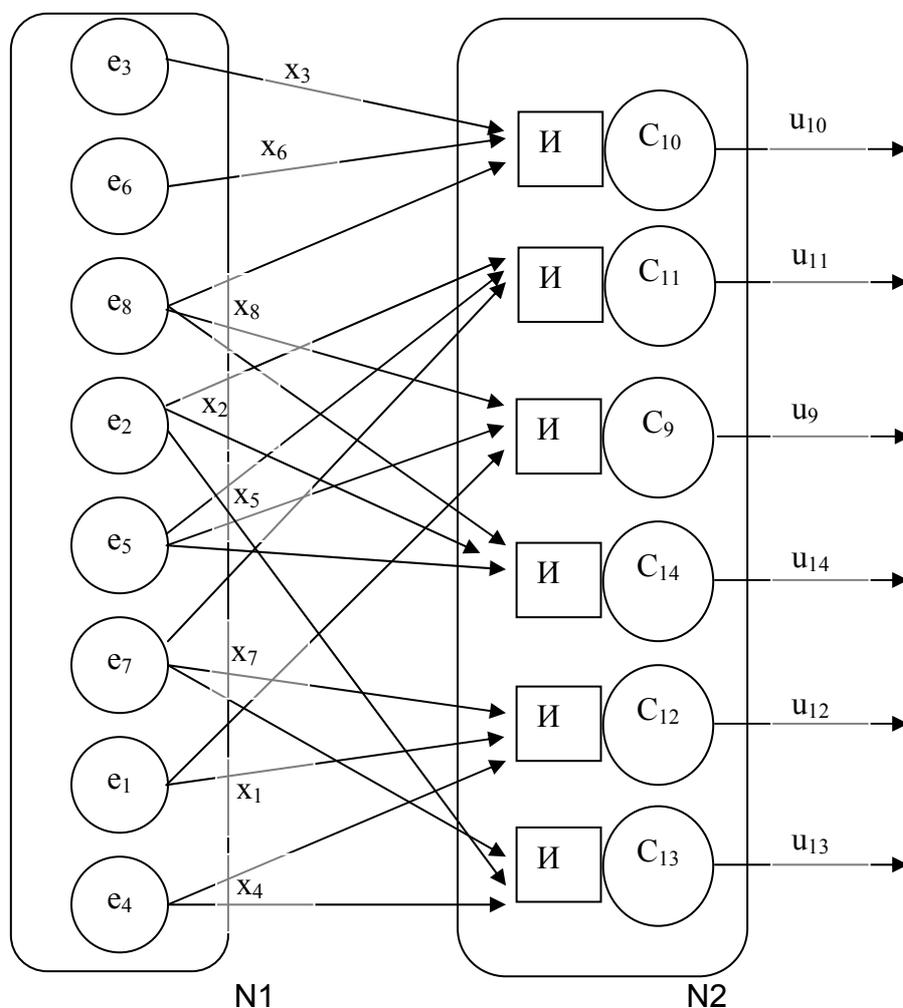


Рис. 1. Логическая сеть вероятных рассуждений ЛСВР= $G(E, \Gamma)$

Содержание входных v -квантов 0-го уровня описывается единообразно в виде $e_i | p(e_i)$, а все остальные v -кванты сети имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}
 vk_1C9 &= [e1|0,0,\emptyset : e5|0,0,\emptyset : e8|1,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.95); A(C9)|p(C9)], \\
 vk_1C10 &= [e3|1,0,\emptyset : e6|1,0,\emptyset : e8|1,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.95); A(C10)|p(C10)], \\
 vk_1C11 &= [e2|0,0,\emptyset : e5|0,0,\emptyset : e7|0,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.8); A(C11)|p(C11)], \\
 vk_1C12 &= [e1|0,0,\emptyset : e4|0,0,\emptyset : e7|0,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.85); A(C12)|p(C12)], \\
 vk_1C13 &= [e2|0,0,\emptyset : e4|0,0,\emptyset : e7|0,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.9); A(C13)|p(C13)], \\
 vk_1C14 &= [e2|0,0,\emptyset : e5|0,0,\emptyset : e8|1,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.8); A(C14)|p(C14)].
 \end{aligned} \tag{3}$$

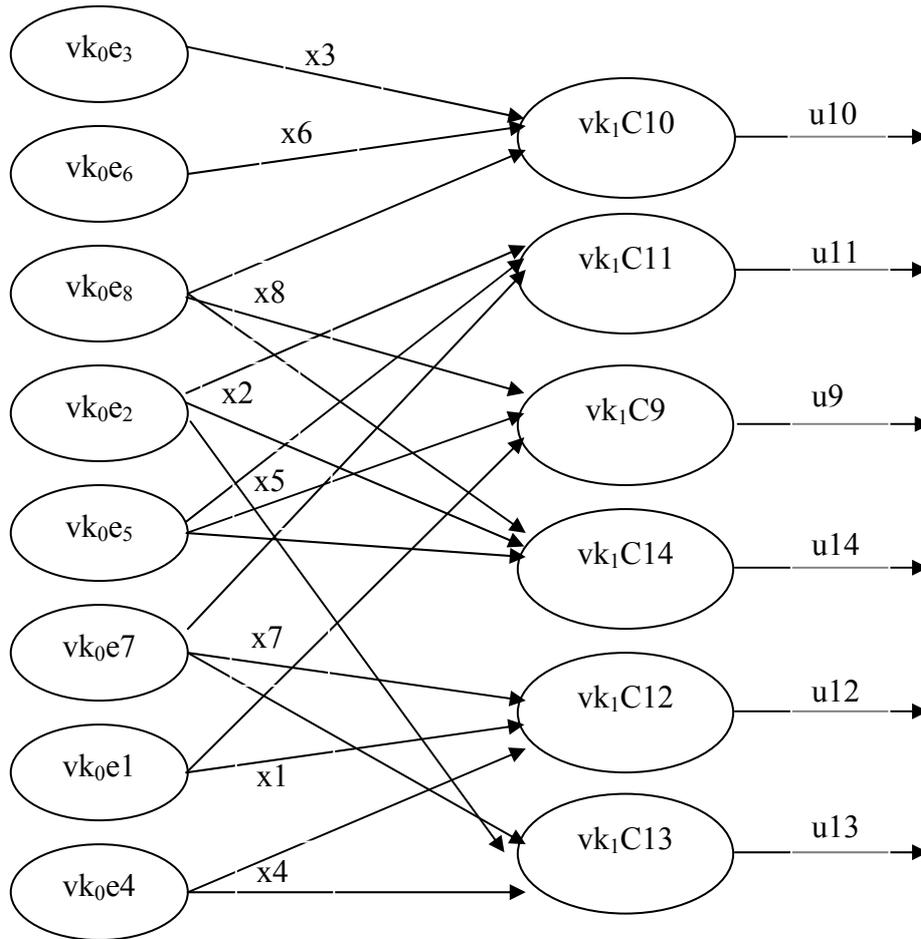


Рис. 2. Избыточная v -КСВР(ТОРЛ) $=G_{vk}(E_{vk}, \Gamma_{vk})$

Далее получаем безизбыточный квантовый граф $G_{opt}(E_{opt}, \Gamma_{opt})$, отвечающий оптимальной v -КСВР.

В заданном графе избыточных квантов не оказалось, в связи с чем, v -кванты относительно внутренних переменных сети u_j и x_i имеют вид:

$$\begin{aligned}
 vk_1u9 &= [x1|0,0,\emptyset : x5|0,0,\emptyset : x8|1,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.95); A(u9)|p(u9)], \\
 vk_1u10 &= [x3|1,0,\emptyset : x6|1,0,\emptyset : x8|1,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.95); A(u10)|p(u10)], \\
 vk_1u11 &= [x2|0,0,\emptyset : x5|0,0,\emptyset : x7|0,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.8); A(u11)|p(u11)], \\
 vk_1u12 &= [x1|0,0,\emptyset : x4|0,0,\emptyset : x7|0,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.85); A(u12)|p(u12)],
 \end{aligned} \tag{4}$$

$vk_1u13 = [x2|0,0,\emptyset : x4|0,0,\emptyset : x7|0,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.9); A(u13)|p(u13)],$

$vk_1u14 = [x2|0,0,\emptyset : x5|0,0,\emptyset : x8|1,0,\emptyset : \emptyset : (\rightarrow 0.8); A(u14)|p(u14)].$

Оптимальная v -КСВР= $G_{vk}(E_{vk}, \Gamma_{vk})$ представлена на рис. 3.

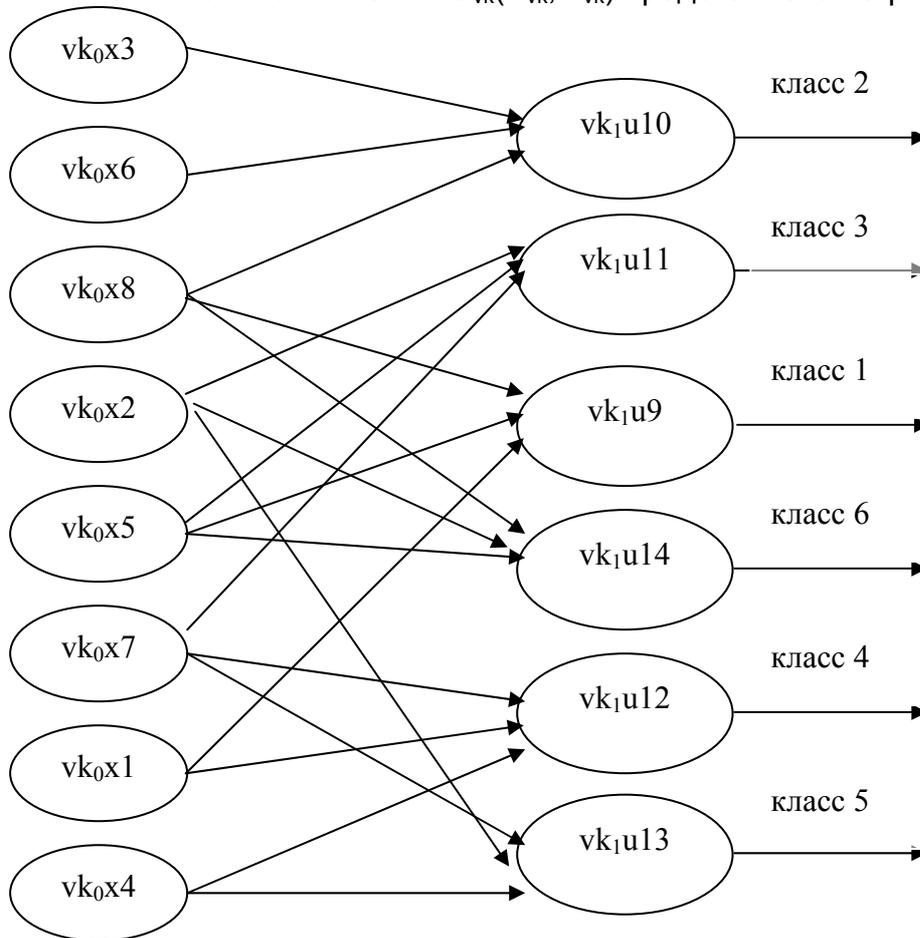


Рис. 3. Безызбыточный квантовый граф $G_{\text{опт}}$, отвечающий оптимальной v -КСВР

Полученная v -КСВР является v РАКЗ-моделью поддержки принятия решений при выборе типа оборудования для резки листа на полосы.

Реализуем процесс вывода целевых решений и вычисления вероятностных оценок ПД принимаемых целевых заключений в v -квантах. Для этого используем исходные вероятностные данные и обученную v -КСВР.

Результатом вывода с помощью v -КСВР являются vk -знания $vk_2Y_{\text{ТОРЛ}}$ в виде матричного v -кванта второго уровня ($s=2$):

$$vk_2R_{\text{ТОРЛ}} = \begin{bmatrix} vk_1u9 \\ vk_1u10 \\ vk_1u11 \\ vk_1u12 \\ vk_1u13 \\ vk_1u14 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

v -кванты строки которого определены в выражениях (4).

Получаем вероятностные оценки ПД целевых v -квантов:

$p(C9)=0\cdot0\cdot1\cdot0,95=0$ (риск 100 %);

$p(C10)=1\cdot1\cdot1\cdot0,95=0,95$ (риск 5 %);

$p(C11)=0\cdot0\cdot0\cdot0,8=0$ (риск 100 %);

$p(C12)=0\cdot0\cdot0\cdot0,85=0$ (риск 100 %);

$p(C13)=0\cdot0\cdot0\cdot0,9=0$ (риск 100 %);

$p(C14)=0\cdot0\cdot1\cdot0,8=0$ (риск 100 %).

а также символично-текстовое представление принимаемого решения при выборе типа оборудования для резки листа на полосы: « для резки листа на полосы необходимо выбрать гильотинные ножницы с наклонными ножами», т.к. $p(C10)$ максимально.

3. Выводы

Таким образом, в статье описано решение научно-технической задачи разработки знаниеориентированной v -квантовой модели для поддержки принятия решений при выборе оборудования в ТПП на основе использования средств инженерии вероятных квантов знаний.

Полученные научные и практические результаты позволяют решить задачу сохранения знаний ведущих специалистов предприятий с целью последующего их использования молодыми или неопытными технологами, существенно сократить сроки ТПП, уменьшить риск принятия ошибочного решения. Созданная v РАКЗ-модель как ядро интеллектуальной информационной технологии может быть использована для компьютерной поддержки решений технолога по выбору типа оборудования для резки листа на полосы в условиях вероятностной неопределенности производственных ситуаций.

Список литературы

1. Гордиенко Л.А., Киричук Е.П. Проблема интеллектуальной поддержки принятия технологических решений в листовой штамповке // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2004. – Вып. 3(11). – С. 83 – 89.
2. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. – К.: Наук. думка, 2002. – 490 с.
3. Сироджа И.Б., Петренко Т.Ю. Метод разноуровневых алгоритмических квантов знаний для принятия производственных решений при недостатке или нечетких данных. – К.: Наук. думка, 2000. – 247 с.
4. Киричук Е.П. Развитие v РАКЗ-метода принятия решений при выборе оборудования в ТПВ в условиях неопределенности // *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. – Х.: НАКУ "ХАИ". – 2004. – Вып. 25. – С. 100 – 104.
5. Киричук Е.П., Сироджа И.Б. Интеллектуальная система поддержки принятия технологических решений при выборе оборудования в технологической подготовке авиационного производства // *Бионика интеллекта*. – 2004. – №1(61). – С. 56 – 61.
6. Киричук Е.П. Методика выбора оборудования для листовой штамповки // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. – 2004. – Вып. 2(6). – С. 75 – 79.