

УДК 004.8

Е.П. Киричук, И.Б. Сироджа

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ОБОРУДОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ АВИАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Введение

На современном этапе технологическая подготовка производства (ТПП) характеризуется как процесс крупномасштабный, плохо формализованный, сложный с точки зрения автоматизации.

Без качественной и своевременной технологической подготовки производства 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 возросшая конкуренция между предприятиями. Задержка в исполнении заказов приводит к экономическим потерям и существенно влияет на положение предприятия на рынке.

При ТПП одной из основных задач, которая характеризуется значительной сложностью из-за большого парка оборудования, многовариантностью выбора, высокой степенью неопределенности, что усложняет процесс принятия решений технологом, является выбор оборудования.

При выборе оборудования технолог должен решать плохо формализованные задачи, к которым относятся, например, задачи выбора типа оборудования для различных технологических операций. В таких случаях лишь интуиция, опыт и умения технолога, как эксперта в своей области, позволяют найти приемлемое решение.

Эти факты привели к потребности сохранить умение опытных технологов в базе знаний (БЗ) для использования менее опытными технологами [1].

Таким образом, разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений (ИСППР) [2] при выборе оборудования в ТПП является актуальной задачей.

1. Постановка задачи

Цеховой технолог должен создать технологическую карту (ТК) на изготовление детали, в которой описывается технологический процесс (ТП) с указанием необходимого оборудования, по следующим исходным данным, полученным от главного технолога: чертёж детали, серийность производства, марка материала, толщина материала, срок выполнения заказа, точность изготовления детали.

Для решения поставленной задачи технолог решает как формализованные, так и неформализо-

ванные задачи принятия решений. Поэтому для обеспечения интеллектуальной поддержки принятия решений технологом по выбору оборудования необходимо создать ИСППР, позволяющую:

- создавать и использовать БЗ для накопления и использования знаний по выбору оборудования;
- выполнять технологические расчеты;
- автоматически генерировать технологическую документацию;
- предоставлять данные о текущем состоянии парка оборудования.

2. Решение задачи

Авторами создан исследовательский прототип «КВАНТ_ВО», как ядро интеллектуальной информационной технологии в инженерии квантов знаний, с целью обеспечения возможности аккумулировать и накапливать опыт специалистов технологов в идентификации производственных ситуаций по выбору оборудования.

В качестве теоретической базы для представления и манипулирования знаниями используется vPAK3 метод, созданный проф. Сироджей И.Б. [3–5]. Методика выбора оборудования для реализации ИСППР описана в работе [6]. ИСППР представляет собой исследовательский прототип интерактивного программного комплекса (ИПК) «КВАНТ_ВО», являющегося подсистемой ИПК «КВАНТ+» [1, 2], содержащего следующие подсистемы: подсистема управления проектом, подсистема выбора оснастки для листовой штамповки, подсистема мониторинга текущего состояния производства, подсистема механообработки, подсистема наплавки, подсистема горячей объемной штамповки.

ИСППР помогает технологу принимать решения в условиях многокритериальности выбора и различных неопределенностей. Последние обусловлены неполнотой и нечеткостью данных, преобладанием качественных характеристик производственных ситуаций, заранее неизвестным правилом принятия решений, отсутствием четкой определенности критериев или признаков, которые влияют на принимаемое решение. Подобные условия приводят к проблемам, в решении которых особую важность имеет человеческая интуиция.

Рассматриваемая задача принятия решений при выборе оборудования в ТПП является типичным

10. Модуль дообучения, переобучения (модуль производит дообучение или переобучение БЗ, используя дополнительные обучающие примеры под управлением алгоритма vАЛПР).

11. В БД оборудования хранится информация о технологических параметрах оборудования, а также информация от системы мониторинга о его наличии, исправности, занятости, наличии соответствующего рабочего.

12. БЗ формируется на основе v-КСВР и одновременно является механизмом вывода решений.

В режиме обучения необходимо задать СПОЗ и перечень целевых заключений. Машина автоматически создаст ЛСВР. В случае необходимости в диалоговом режиме машина будет сообщать о недостающей информации для завершения обучения или об ошибках в СПОЗ (например наличие циклов в рассуждениях). После этого автоматически осуществляется преобразование ЛСВР в v-КСВР, оптимизация сети.

По запросу технолога-пользователя машина будет осуществлять поддержку принятия решений посредством расчета показателя достоверности (ПД) целевых заключений и объяснения принятых решений. Целевое заключение с максимальным ПД является решением. Если все ПД ниже 0,5, необходимо выполнить дообучение БЗ, добавив новые СПОЗ. Если решения, принятые машиной, не удовлетворяют технолога, необходимо осуществить переобучение БЗ, создав новую порцию СПОЗ или изменив старую.

От подсистемы «Управление проектом» поступает следующая информация: чертеж детали, серийность производства, срок заказа, тип материала, толщина материала, точность.

Подсистема «Мониторинг» поставляет информацию в БД оборудования в фоновом режиме посредством интеллектуальных агентов следующего содержания: наличие, исправность, занятость оборудования, наличие рабочего соответствующего разряда для обслуживания оборудования.

В режиме поддержки принятия решений технолога по выбору оборудования сначала система помогает технологу определить последовательность и наименование необходимых операций для выполнения заданной детали, используя имеющуюся обученную заранее БЗ. После этого для выбранных операций рассчитываются работа и усилия. Для каждой операции технологического процесса система предлагает технологу необходимый тип оборудования, благодаря выводу из БЗ. Затем из БД машина выбирает оборудование, которое соответствует по технологическим параметрам и по информации от системы мониторинга.

Рассмотрим на примере последовательность работы при проектировании техпроцесса листовой штамповки детали.

Постановка задачи – спроектировать технологический процесс изготовления детали и выбрать оборудование для каждого этапа технологического процесса с учетом состояния оборудования в цеху.

Исходные данные для выбора оборудования:

1. Данные, полученные из отдела главного технолога («Управление проектом»):

- толщина материала – 1 мм;
- заказ - несрочный (ПД 0,85);
- изменение формы детали – формовка.

2. Данные, полученные от подсистемы выбора оснастки для листовой штамповки:

- исходный материал – лист;
- тип штампа – совмещенный;
- раскрой – встречный;
- длина контура детали – 2600 мм;
- площадь детали – 420 000 мм²;
- сопротивление срезу $\sigma_{ср} = 36 \text{ кГ/мм}^2$.

3. Данные, полученные от подсистемы мониторинга состояния производства:

- наличие пресса – есть, нет;
- исправность пресса – исправен, неисправен;
- занятость пресса – занят, свободен;
- наличие рабочего – есть, нет.

Сначала технолог выполняет проектирование технологического процесса. Система запрашивает и предоставляет технологу исходные данные (рис. 2), а затем предлагает решение в виде последовательности операций технологического процесса (рис. 3).

Проектирование технологического процесса

толщина материала	0,2
форма контура детали	простая ПД 1
исходный материал	лист
резка на штучные заготовки	нет
тип штампа	простой
раскрой	прямой
заказ	несрочный ПД 0,85
Изакр.шт.	300
изменение формы	формовка

Далее Отмена

Рис. 2. Входные данные для выбора оборудования

Если ПД выполнения операции высокий (равен 1 или соответствует допустимому уровню риска в данной предметной области), значит эту операцию необходимо выполнять. В данном случае необходимо выполнить резку листа на полосы и

формовку. Технолог может получить объяснение принятого решения. Он подтверждает выбранный машиной вариант технологического процесса (ТП) и может начать выбор оборудования для каждого этапа ТП.

Проектирование технологического процесса

признаки	№	ПД
резка листа на полосы	1	1
резка полосы на шпунтные заготовки	2	0
чистовая вырубка, пробивка	3	0
вырубка, пробивка	4	0
зачистка	5	0
гибка	6	0
вытяжка	7	0
формовка	8	1

Продолжить Выход

Рис. 3. Результат проектирования ТП

Для выбора типа оборудования необходимо нажать кнопку «Начать» напротив соответствующего этапа ТП. Результат выбора оборудования для резки листа на полосы представлен на рис. 4.

Можно выбрать гильотинные ножницы или дисковые ножницы с параллельными осями. Результат выбора оборудования для формовки представлен на рис. 5.

Резка листа на полосы

признаки	№	ПД
дисковые ножницы с параллельными осями	1	1
гильотинные ножницы	2	1

Рис. 4. Выбор оборудования для резки листа на полосы

Формовка

признаки	№	ПД
ПП простого действия	1	1
ПП двойного действия	2	0

Рис. 5. Выбор типа оборудования для формовки

Система предлагает выбрать гидравлический пресс простого действия, так как выполняется операция «формовка».

Далее технолог необходимо выбрать пресс с учетом его параметров и данных от системы мониторинга. Для этого необходимо рассчитать работу, усилие. Система предоставляет технологю необходимую информацию из БД оборудования, в которую интеллектуальный агент уже поставил сведения от системы мониторинга (рис. 6).

Эти сведения вводят мастера участков цеха при помощи PALM-компьютера, а интеллектуальный агент обеспечивает их доставку в БД.

После завершения выбора оборудования для всех этапов ТП автоматически генерируется технологическая карта, представленная на рис. 7.

Выбор гидравлического пресса простого действия

модель ПЗ1 Принимаю

модель	наличие	исправен	занят	работчий
ПЗ1	есть	да	нет	есть
ПЗ4	есть	да	нет	есть

Рис. 6. Выбор гидравлического пресса простого действия для формовки

Технолог может редактировать карту, созданную машиной.

В автоматически сгенерированной технологической карте содержится следующая информация:

1. Расчетная информация:
 - вес отходов;
 - % отходов;
 - усилие.
2. Информация, полученная с использованием БЗ:
 - тип раскроя;
 - технологический процесс;
 - тип штампа;
 - оборудование для выполнения операций.

В качестве инструментального средства для разработки ИПК «Квант_ВО» было выбрано Delphi 7.0. Выбор мотивируется тем, что указанная версия включает в себя простую и удобную диалоговую оболочку, позволяющую эффективно отлаживать программы на уровне исходных текстов и оптимизировать их, повышая производительность. Кроме того, это средство позволило применить при разработке ИПК прогрессивный объектно-ориентированный подход к программированию, позволяющий повысить производительность и сократить затраты на сопровождение программного обеспечения.

Исходные данные поступают для обработки в виде следующих текстовых файлов:

- *_rules – хранит СПОЗ в виде логических высказываний, где имена логических переменных являются их порядковым номером, логическое «и» - «*», логическое «или» - «+», логическое следствие -- «=>». Через точку с запятой указывается ПД заданной импликации. Каждая строка заканчивается точкой с запятой;
- *_goals – хранит порядковые номера целевых признаков;
- *_semant – хранит семантику признаков ОПР. Сначала указывается номер признака, а через де-



Microsoft Excel - TehCardp1														
Технологическая карта холодной штамповки														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	Технологическая карта холодной штамповки					Лист №	1	Изменения в технологической карте			Деталь №			
2	Марка материала	Размер заготовки и допуск, мм	вес детали, кг	вес заготовки на 1 деталь, кг	вес отходов на 1 деталь, кг	% отходов	№	дата	подпись	наименование изделия				
3	Ст2	700 x 1200	1,2	1,28	0,08	6,67%				Настил для пола				
4	Эскиз детали					Эскиз раскрой					тип изделия			
5											Количество деталей на 1 изделие			
6											1			
7											Количество деталей на годовую программу			
8											100			
9														
10	№ операции	Наименование операции	Операционные эскизы и размеры	оборудование			тип станка, инструмент	норма времени на 1 деталь, мин	производительность, шт/ч	количество и нагрузка оборудования	разряд рабочих	количество рабочих	расход на деталь, грн	примечание
11				расчетное усилие	наименование и характеристики	№								
12	1	резка листа на полосы	3,29513	дисковые ножницы с перьями-зьями										
13	2	формовка		ПЗ1										
14														
15														

Рис. 7. Технологическая карта

фис – его семантическое значение. В конце строки – точка с запятой;

– *_rd – хранит ПД входных признаков. Сначала указывается номер признака, а через дефис – его ПД. В конце строки – точка с запятой.

Наличие указанных четырех файлов обязательно для обеспечения работы ИПК «Квант_ВО» в режиме поддержки принятия решений. В режиме обучения машина в диалоговом режиме помогает пользователю создать все необходимые файлы.

В режиме поддержки принятия решений машина в диалоговом режиме предлагает технологические решения, основанные на выводе из БЗ, которые он может принять или изменить, выполняет необходимые расчеты, генерирует автоматически технологические документы. Но окончательное решение по выбору оборудованию принимает технолог, а не компьютер.

В режиме обучения «КВАНТ_ВО» обеспечивает построение БЗ на основании СПОЗ для последующей поддержки принятия технологических решений.

3. Заключение

Созданная, с использованием vРАКЗ метода для представления знаний, ИСППР «КВАНТ_ВО» позволит сократить сроки ТПП, снизить затраты, повысить качество принимаемых решений по выбо-

ру оборудования и обеспечить жизнеспособность предприятия в условиях рыночной конкуренции. Это достигается путем использования средств искусственной интеллектуализации процесса принятия решения при выборе оборудования.

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. С. 83–89. 2. Шостак И.В. / И.В.Шостак, Л.А. Гордиенко, Е.П. Киричук, А.С. Топал. Проблемы разработки мультиагентной интеллектуальной интегрированной системы поддержки принятия решений в авиационном производстве // *Авиационно-космическая техника и технология*. 2003. Вып. 8. С. 14–22. 3. Сироджа И.Б. Квантовые модели и методы искусственного интеллекта для принятия решений и управления. К.: Наукова думка, 2002. 490 с. 4. 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. 5. Киричук Е.П. V-квантовые модели, методы и алгоритмы поддержки принятия решений при выборе листоштаповочного оборудования // *Міжнародна наук.-техн. конф. "Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні": Тези доповідей*. Харків "ХАІ", 2003. С. 262. 6. Киричук Е.П. Методика выбора оборудования для листовой штамповки // *Радиоэлектронные и компьютерные системы*. 2004. Вып. 2. С. 75–79.

Поступила в редколлегию 23.11.2004