

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

The article deals with the use of expert systems in studying printing technologies. The students are supposed to function as cognizance engineers and subject experts.

Экспертная система (ЭС) – это основанная на знаниях компьютерная система, соответствующая навыку эксперта в определенной области, которая выдает разумный совет на основе анализа имеющейся и запрашиваемой информации, т. е. она моделирует процесс выбора решения человеком-экспертом [1].

В основе такой системы – большой запас знаний о конкретной предметной области, которые предоставляет группа квалифицированных экспертов. Чаще всего эти знания представлены в виде логических правил в формате «ЕСЛИ ... ТО ...». Такие правила часто называют продукциями, а соответствующие системы – продукционными. Нужная исходная информация запрашивается в ходе диалога с пользователем на естественном для человека языке, результатом работы является разумный совет, по требованию система может объяснить свои рассуждения.

С точки зрения разработчика, ЭС – это раздел информатики по разработке методов моделирования и воспроизведения с помощью ЭВМ отдельных функций творческой деятельности человека в процессе принятия решений.

Экспертные системы используются в самых разных областях, когда задачу трудно описать на формальном языке для математического моделирования. Существует несколько тысяч ЭС, применяемых в медицине, военном деле, математике, автоматизированном проектировании сложных систем, диагностике технических объектов и др. [2].

При обучении школьников и студентов используются специальные обучающие экспертные системы. Но в данном случае речь идет о том, чтобы студенты выступали не в качестве пользователей ЭС, а в качестве их проектировщиков, которые организуют знания и решают, как они будут представлены в системе. Таких людей принято называть инженерами знаний. Кроме того, способные студенты могут выступать и в качестве предметных экспертов.

Для студентов специальности «Технология полиграфических производств» сферой экспертизы ЭС является полиграфия. Проектирование технологии производства печатной продукции можно рассматривать как процесс принятия решений. Существует множество способов изготовления полиграфической продукции, различающихся вариантами трех основных стадий процесса: допечатное производство, печать, брошюровочно-переплетное производство. Каждая

из этих стадий является многовариантной, для каждого вида продукции могут использоваться различные сочетания применяемых материалов и технологических операций, выполняемых на разном оборудовании. При проектировании для всех трех стадий полиграфического процесса должны быть сформированы технологические цепочки изготовления продукции. Это означает, что необходимо принять массу взаимосвязанных решений, многие из которых основаны на практическом опыте.

Экспертные системы можно рассматривать как информационные модели процесса принятия решений. Творческое, продуктивное мышление называют эвристической деятельностью. Основу эвристических методов составляют логические приемы и методические правила, способствующие обнаружению ранее неизвестного. Еще со времен Древней Греции существует система обучения путем наводящих вопросов, которая носит название эвристика, такой основанный на диалогах метод обучения с успехом используется для развития у учеников навыков активного поиска решений. Можно сказать, что экспертные системы используют эвристический поиск в ограниченной области. Для нее знания о конкретном производстве (например, полиграфическом) должны быть представлены в виде набора логически связанных фактов. Работа по такой организации знаний учит студентов анализировать и систематизировать новую информацию и прививает навыки точного логического мышления.

Еще одной отличительной чертой интеллектуальных программных систем, которая является предпосылкой для использования их в учебном процессе, является возможность их легкой модернизации. Имея готовую программную оболочку можно настроить ее на определенную предметную область, для этого не понадобятся навыки программирования и знания специальных языков.

В настоящее время экспертные системы, которые обычно относят к системам искусственного интеллекта, являются одной из ведущих информационных технологий. В отличие от традиционных программ, интеллектуальные программы работают с символьными, а не цифровыми данными и предлагают некоторое удовлетворительное в конкретной ситуации решение (не обязательно оптимальное в традиционном понимании). Традиционная программа исполь-

зует алгоритмический подход с точным заданием пути движения к конечной цели, а экспертная система базируется на эвристическом методе поиска решения, при котором последовательность шагов определена неявно.

Основным характеристикам ЭС и особенностям работы с системами, основанными на знаниях, посвящен один из разделов дисциплины «Моделирование технологических процессов полиграфического производства». Основными компонентами любой экспертной системы являются:

- база знаний, где знания представлены в понятном символьном виде;
- специальная программа логического вывода, называемая машина вывода;
- интерфейс пользователя для комментирования работы программы и организации диалога по вводу дополнительных данных.

С работой диалоговой системы принятия решений студенты знакомятся на лабораторных работах по названной выше учебной дисциплине [3]. Далее изучаются принципы разработки базы знаний, то есть представления знаний в требуемом виде, и приобретаются навыки создания базы знаний для ЭС по выбору полиграфической технологии.

База знаний — это семантическая модель для представления знаний в виде фактов и логических правил. В соответствии с этим база знаний условно может быть разделена на две части. Первая часть включает перечень фактов, то есть конкретных значений, которые справедливы в определенный момент времени. Например, такие параметры техпроцесса как формат, объем, цветность издания, конструктивные особенности и др.

Вторая часть базы знаний состоит из правил вывода. Эти логические правила (продукции), имеют формат: *ЕСЛИ предпосылки – ТО заключение.*

Здесь используются конкретные разрешенные значения для получения некоторых выводов. Предпосылок (исходных фактов) может быть несколько, тогда их связывает логическая операция «И». Таким образом, более подробно можно представить правило в виде:

правило N: ЕСЛИ  
*параметр<sub>k</sub>* = значение *k<sub>i</sub>* И  
*параметр<sub>t</sub>* = значение *t<sub>j</sub>*  
 ТО *результат* = ... .

Результат одного правила может выступать в качестве предпосылки для другого. В конце концов в базе знаний найдутся правила, у которых заключение является окончательным результатом консультации.

Студенту предоставляется программная оболочка (машина вывода) и предлагается фрагмент технологической схемы изготовления

полиграфической продукции. В такой схеме присутствуют альтернативные операции, выбор которых зависит от некоторых фактов.

Схему следует проанализировать, если нужно – дополнить, разработать соответствующий фрагмент базы знаний, а затем проверить его в работе.

На следующем рисунке представлен простой фрагмент такой технологической схемы.



Рисунок. Фрагмент схемы допечатной подготовки иллюстрированного издания

Приведем соответствующие разрешенные значения и вопросы из первой части базы знаний и логические правила из ее второй части. Здесь результатом является фрагмент технологии допечатной подготовки иллюстрированного издания.

РАЗРЕШЕН. ЗНАЧЕНИЯ (красочность) = одноцветная, многоцветная.

РАЗРЕШЕН. ЗНАЧЕНИЯ (иллюстрации) = полутоновые, штриховые.

ВОПРОС (красочность) = Какова красочность продукции?

ВОПРОС (иллюстрации) = Какие используются иллюстрации?

правило 6: ЕСЛИ  
 красочность = многоцветная  
 ТО технология = цветоделение – вывод цветоделенных фотоформ на ФНА – изготовление печатных форм.

правило 7: ЕСЛИ  
 красочность = одноцветная И  
 иллюстрации = штриховые

ТО технология = вывод фотоформ на лазерном принтере.

правило 8: ЕСЛИ

красочность = однокрасочная И  
иллюстрации = полутоновые

ТО технология = вывод фотоформ на ФНА –  
изготовление печатных форм.

...

Разумеется задания для лабораторных работ содержат более сложные схемы. На таких учебных занятиях студент учится логически организовывать информацию и систематизирует свои знания полиграфической технологии.

Тем, кто может и хочет выполнять самостоятельный анализ производственных процессов, предлагается продолжить работу с ЭС в ходе курсового проектирования [4]. Конкретная тематика чаще всего связана с определенным полиграфическим предприятием, где проходила летняя практика. В ходе такой работы требуется проанализировать технологии изготовления продукции типографии с учетом имеющегося оборудования, возможностей предприятия и перспектив его развития и реконструкции.

Следует заметить, что вариант такой реконструкции разрабатывается параллельно в рамках выполнения курсового проекта по дисциплине «Проектирование технологических процессов полиграфического производства».

Здесь студент выступает как эксперт, он сам составляет технологические схемы, определяет условия использования того или иного технологического варианта, а затем создает соответствующую базу знаний ЭС. Теперь экспертная система в результате работы должна не только предлагать технологию производства продукции рассматриваемого предприятия, но и соответствующее оборудование. Технические характеристики конкретных марок оборудования записываются в подключаемую к системе базу данных и по запросу выводятся на экран компьютера или на принтер.

Выполненная на хорошем уровне курсовая может в дальнейшем служить основой для экспериментальной части дипломного проекта.

Студенты творчески мыслящие, способные на активный поиск информации, привлекаются к научно-исследовательской работе, в том числе и связанной с разработкой ЭС.

В этом случае они выступают и в качестве эксперта в области полиграфии, и в качестве инженера знаний. Проблемной областью для

ЭС является уже не конкретное предприятие, а определенный вид продукции.

Например, требуется разработать систему, посвященную изготовлению журнальных изданий или выпуску этикетки, или листовой рекламной продукции.

В ходе такой работы следует рассмотреть опыт как отечественных, так и зарубежных предприятий по выпуску аналогичной продукции, проанализировать свойства используемых материалов и характеристики оборудования. Это требует обобщения знаний, полученных при изучении специальных дисциплин, поиска и анализа новой информации из различных источников (научно-техническая литература, Интернет, материалы специализированных выставок и др.). Такие созданные студентами системы содержат сотни логических правил.

Кроме того, разработка обширной базы знаний требует также кропотливой и аккуратной работы по записи и отладке соответствующих файлов.

Работа с экспертными системами очень полезна в учебных целях при подготовке конкретных специалистов, в том числе и будущих технологов полиграфического производства. Разработка «своей» ЭС учит активно пополнять знания, анализировать и структурировать их, находить причинно-следственные связи, учитывать разнообразные факторы, влияющие на принятие решения по выбору технологии.

### Литература

1. Брукинг, А. Экспертные системы. Принципы работы и примеры: пер. с англ. / А. Брукинг [и др.]; под ред. Р. Форсайта. – М.: Радио и связь, 1987. – 224 с.

2. Черноуцкий, И. Г. Методы оптимизации и принятия решений: учеб. пособие / И. Г. Черноуцкий. – СПб.: Лань, 2001. – 384 с.

3. Моделирование технологических процессов полиграфического производства: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальности 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» / сост. Т. А. Долгова, Т. В. Анкуд. – Минск: БГТУ, 2005. – 58 с.

4. Моделирование технологических процессов полиграфического производства: метод. указания к курсовой работе по одноименному курсу для студентов специальности 1-47 02 01 «Технология полиграфических производств» / сост. М. И. Кулак, Т. А. Долгова. – Минск: БГТУ, 2003. – 34 с.