

сов оперативно, без остановки предприятия, осуществить переход на выпуск новых типов домов исходя из динамики изменения спроса потребителей и обеспечить снижение себестоимости деревянных элементов на 15...20 % и расхода энергии на содержание жилища на 10...20 %.

При выполнении этих программ и проектов широко использовались различные формы и методы, привлекались для совместной работы различные государственные организации и предприятия, создавались временные научно-технические коллективы из числа крупных ученых и высококвалифицированных специалистов в области малоэтажного домостроения.

Коллегия Министерства одобрила работу МП «Дом» и рекомендовала рассмотреть вопрос рационального использования научно-технического потенциала МП «Дом» в работах по выполнению заданий программ и важнейших проектов лесопромышленного и строительного комплексов, а также шире привлекать для финансирования разработки проектов внебюджетные средства с дальнейшим повышением доли этих средств в общем объеме затрат.

Поступила 20 июня 1996 г.

УДК 62-529

В.М. ПАЯНСКИЙ-ГВОЗДЕВ, В.И. ОНЕГИН, Л.М. СОСНА

С.-Петербургская лесотехническая академия

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Рассмотрены основные вопросы организации информационного обеспечения для принятия проектных, технологических и управленческих решений в задачах технологического мониторинга обработки древесины; показана возможность структурирования данных и знаний в предметной области процессов деревообработки; предложены программное обеспечение и средства автоматизации поддержки решений в задачах идентификации.

Basic questions on organizing the informational provision for project, technological and management decision making in problems of technological monitoring in wood working have been considered. The possibility of data and knowledge structuring in the application range of wood working processes is shown. Software provision and automation facilities are offered for decisions support in identification tasks.

В современных условиях степень автоматизации процессов переработки информации играет не последнюю роль при определении эффективности вложений в развитие производства. Сегодня уже очевидно, что наиболее преуспевающими в деловом мире в ближайшее время будут те предприятия и фирмы, которые быстрее своих конкурентов не только накапливают информацию, но и включают ее в производственный процесс для принятия решений после тщательного и оперативного анализа.

Информатизация и интеграция функций поддержки управленческих, проектных и технологических решений в деревообработке должна осуществляться с учетом единых общесистемных позиций, основу которых составляют формализованные математические модели, адекватные объектам и соответствующим процессам (управления, проектирования, технологическим); алгоритмы и программы принятия оптимальных решений, реализуемые с использованием диалоговых режимов взаимодействия; единый информационный фонд; многовариантные методы принятия решений и интерактивной машинной графики и созданные на их основе методы прогнозирования состояния объектов и процессов.

Как видно из перечисленных условий, объединяющей составляющей процессов технологического мониторинга (ТМ) является информационный фонд (ИФ), который включает в себя данные и знания, необходимые для принятия решения в задачах ТМ деревообработки. Информационные элементы ИФ содержат данные о комплектующих деталях, узлах, материалах и их свойствах, технологической оснастке и оборудовании, технологических процессах и режимах, типовых проектных решениях, текущем состоянии выполняемых проектов, сведения из ГОСТов и технических условий, описания типовых проектных процедур и др.

Свойства информационных элементов фонда обуславливают средства и методы их представления. В частности, учет наиболее существенного признака классификации данных – частоты изменения информации – позволил условно разделить множество информационных элементов фонда на три группы: постоянные, условно-постоянные, переменные.

В постоянной части ИФ объединены данные и знания, которые не меняют своих количественных и качественных значений для множества однотипных объектов и процессов в течение длительного времени

эксплуатации фонда. К постоянной информации относятся требования стандартов, руководящих материалов, технологических инструкций, режимов и других нормативных документов.

Условно-постоянная информация в принятии решения определяет динамические характеристики непосредственно как объектов технологии (производимой продукции), так и объектов технологического мониторинга (технологических процессов). Как правило, эта информация полностью описывает объект на начальном подготовительном этапе. Объемы исходных данных могут быть значительными. Поэтому при вводе условно-постоянной информации в ЭВМ предусматриваются автоматизированные средства контроля данных на полноту и непротиворечивость.

Переменная информация – это прежде всего данные, которые меняются при переходе от одной процедуры принятия решений к другой. Например, при проверке оцениваемого варианта технологического процесса технологом устанавливается тип оборудования, метод выполнения технологической операции и другие параметры, которые при подсчете альтернативного варианта могут менять свои значения. В этой ситуации принимающий решение технолог несет ответственность за корректность вводимой информации. Переменная информация имеет небольшой объем и представляет собой управляемые параметры, с помощью которых пользователь планирует и направляет процесс принятия решения.

Базовые функции системы экспертной поддержки технологического мониторинга (СЭП ТМ) [2] сводятся к совокупности действий, направленных на достижение частной цели получения решения задач. Эти действия представляют собой специфицированную последовательность операций и процедур, выполняемых отдельными компонентами системы. В то же время большая часть задач по оперативному управлению технологическими процессами производства изделий из древесины (начиная от представления исходных данных и формализации модели технологической системы и заканчивая выработкой управляющих воздействий) непосредственно связана с интеллектуальной деятельностью человека, а их решение базируется на интуиции, опыте, образном мышлении специалиста. Поэтому перспективным путем решения слабо-структурированных и трудноформализуемых задач в системах поддержки решений является обеспечение кооперативного взаимодействия пользователя-технолога и системы при получении конкретных решений. Информационные характеристики некоторых из этих видов деятельности могут быть агрегированы в информационную подсистему, или, наоборот, информационные требования по одному виду деятельности могут быть распределены по нескольким информационным подсистемам.

Узловые вопросы в проектировании и создании информационного фонда: выделение элементарных информационных объектов в экспертных задачах технологического мониторинга; типизация информационных элементов с позиций функционирования СЭП ТМ; разработка глобального (системного) и локального (пользовательского) приме-

ния информационных элементов технологии деревообработки при формировании управленческих, проектных и технологических решений. Решение перечисленных вопросов целесообразно рассматривать не только с позиций структуризации знаний предметной области, но и с учетом декомпозиции задач технологического мониторинга и построения моделей решения выделенных подзадач. Необходимость уточнения моделей взаимодействия СЭП ТМ на разных уровнях иерархии (интерфейс системы с внешней средой, внутреннее взаимодействие блоков и модулей системы и др.) диктуется ведущими концепциями, на которые опирается эксперт при решении весьма специфических задач технологического мониторинга процессов деревообработки. В частности, здесь решается задача группирования используемых знаний по признаку отношений между понятиями.

В процессе структуризации знаний и данных предметной области технологии деревообработки, с одной стороны, множество видов отношений между информационными элементами и объектами необходимо объединить в группы (порядковые, классификации, признаковые и др. [4]), с другой – выяснение обобщенных причин возникновения необходимости экспертной идентификации и комплексного объединения физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств объектов технологии деревообработки позволяет структурировать знания и данные в следующих задачах технологического мониторинга: наблюдение, слежение, интерпретация, идентификация, диагностика и прогнозирование.

На принятие решений в технологическом мониторинге процессов деревообработки оказывают существенное влияние результаты идентификации объекта среди некоторого однородного множества объектов. При этом под идентификацией объекта понимается определение его характеристик с целью установить принадлежность объекта некоторому классу по кодовому обозначению. Объектами идентификации могут выступать любые технологические объекты (сырье, материалы, изделия, оборудование, процессы и др.). Для принятия экспертных решений в задачах идентификации в СЭП ТМ выделена самостоятельная система автоматизированной идентификации древесины (САИД) [3], которая обладает, с одной стороны, свойствами типовых информационно-поисковых систем, с другой – характеризуется наличием интеллектуального интерфейса. В целом САИД обеспечивает простоту первоначального кодирования и ввода новой информации в систему; замены и корректировки информации; формулирования запроса и проведения поиска; возможность работы пользователя-новичка с системой при его минимальной предварительной подготовке; приспособления системы к меняющейся структуре и содержанию информационного фонда; пополнения фонда любой имеющейся информацией по требованию пользователя; комплектность хранилищ информации в ЭВМ, информационных фондов подразделений; одного технолога или группы технологов; оперативность предварительной экспертизы вводимой информации на новизну; адресного и тематического поиска; выдачи информации в виде,

позволяющем ее непосредственное восприятие пользователем; идентификацию пород древесины по одному признаку или свойству, по любой совокупности или комбинации признаков и свойств, по набору параметров обработки породы древесины; взаимодействие с системами других уровней, с отраслевыми поисковыми системами через сетевую организацию связей.

Манипулирование знаниями, в том числе и в решении задач идентификации, обеспечивается наличием у системы способности представлять (хранить, отображать и управлять) основные взаимосвязи между информационными объектами предметной области. Успешное функционирование ИФ при этом гарантируется адекватностью информационного отображения в фонде соответствующей предметной области, составляющих ее объектов (или процессов), их свойств и взаимоотношений. Поэтому моделирование знаний технолога деревообрабатывающего производства, погруженных в информационную среду СЭП ТМ, должно основываться на принципах классического представления знаний. Так, в частности, некоторые из принципов построения схем представления знаний могут быть использованы и для представления данных, причем семантика информации принимается во внимание в большей степени, чем это могут сделать классические модели данных.

Среди этих принципов необходимо отметить заимствованные из искусственного интеллекта механизмы абстракции: классификация (ЕСТЬ ЭКЗЕМПЛЯР ТОГО-ТО); агрегация (ЕСТЬ ЧАСТЬ ЧЕГО-ТО); обобщение (ЕСТЬ ЧАСТЬ ОБЩЕГО); разбиение (ИМЕТЬ ОТНОШЕНИЕ К).

Изложенный подход обеспечивает разработку информационного фонда для идентификации свойств древесины со следующей блочно-модульной структурой экспертных знаний: признаки анатомического строения; физико-механические свойства; технологические и эксплуатационные свойства; режимы механической обработки; режимы облицовывания строганым шпоном; режимы отделки лакокрасочными материалами; режимы изготовления строганого шпона. Эффективному решению задач идентификации способствует характеристика каждой породы древесины, включающая интегрированный комплекс экспертных знаний об областях рационального использования и требованиях, предъявляемых к поставляемому материалу, что в итоге безусловно влияет на оперативное принятие решений технологом-экспертом.

В разработанной структуре информационного фонда группы параметров («наименование и значение анатомического признака», «наименование физико-механических свойств») и их значения составляют фактографическую основу базы данных (БД) СЭП ТМ. Поскольку каждая порода древесины представляет собой отдельную запись в реляционной БД, то структура ее повторяет принятый в системе блочно-модульный подход к структуризации знаний эксперта об объекте идентификации. Правила группирования признаков; соотнесение совокупно-

сти анатомических признаков технологическому или физико-механическому свойству, правила установления отношений между группами признаков однородных пород послужили основой формирования БД системы.

Связи в САИД отображаются таблицей известным образом: колонки, соответствующие идентификаторам связанных объектов, плюс колонки, представляющие зависимые атрибуты взаимодействия. На концептуальном уровне объект представляется в связи с набором своих идентифицирующих атрибутов. Таким образом, схема таблицы, отображающей связь, содержит объединенный набор идентифицирующих колонок вовлеченных таблиц-объектов. На уровне схемы БД в целях экономии, однако, соблюдается требование ссылки на вовлеченные объекты посредством одноатрибутивных внешних ключей для такой таблицы. Идентификатор таблицы БД формируется из ключей вовлеченных в связь объектов.

Типичным представителем связей подобного класса в структуре информационного фонда будут отношения типа «признак-пояснение». В рассматриваемом случае каждый признак связан с одним (или группой) терминологическим разъяснением, который хранится в отдельной таблице. Кроме базовых терминов, с конкретным признаком может быть связан и дополнительный уровень пояснений, хранимый в самостоятельной таблице.

Другой вариант глобальной структуры отношений «свойства-признаки» реализован в связи типа «многие ко многим». Здесь с каждым технологическим свойством связано множество характерных для него анатомических признаков и, наоборот, с каждым признаком — множество сопутствующих свойств. Поскольку соответствие между свойствами и признаками ни в одну сторону не является однозначным (функциональным), оно отображается самостоятельной таблицей, в которой каждое элементарное свойство представлено отдельной строкой, ссылающейся на конкретные признаки.

По типу связей «многие к одному», построены однотипные структуры данных, описывающих режимы обработки: фрезерование, фугование, поперечное пиление, продольное пиление. Здесь связывающим атрибутом выступает «номер группы твердости». При этом за одной группой постоянно закреплены связанные параметры режимов.

Знания эксперта-технолога о специфических особенностях конкретного технологического процесса могут быть представлены в основном в двух формах. Одна из них является классической моделью представления знаний в виде правил [1], а вторая — в виде многосвязных информационных элементов. Для рассматриваемой предметной области характерно наличие достаточно больших и разнородных текстовых блоков, каждый из которых выступает как отдельный информационный элемент и завязан с породой древесины отношениями двух типов: «один к одному» и «один ко многим».

К первому типу связей относится представление породы древесины в виде ее полного анатомического описания, которое позволяет специалисту подтвердить на основе выявленной группы анатомических признаков предположение о принадлежности найденного образца конкретной породе. Это описание имеет различный информационный объем для разных пород древесины и в отдельных случаях может быть значительным. Чаще всего это текстовая информация, необходимая для окончательного отбора породы древесины в процессе идентификации. В этом случае нельзя использовать классическую табличную структуру, поскольку выделяемый информационный модуль должен быть не только переменной величиной, но и может включать ссылки на информационные элементы других уровней подчиненности. Здесь наиболее пригодной является гипертекстовая структура построения информационного фонда.

Второй тип связей встречается прежде всего при описании структуры данных и знаний о типовых технологических процессах, а также рекомендаций по применению технологических режимов.

Выявленные закономерности представления, хранения и использования информационных элементов, необходимых для решения выделенных задач технологического мониторинга, позволили структурировать знания эксперта-технолога на нижнем уровне иерархии обработки информации. Установленные межгрупповые и внутригрупповые связи в локальном построении информационных структур обеспечили их интеграцию в объединенном информационном фонде и кодирование описаний признаков и свойств отдельных пород древесины.

Важными условиями в реализации ИФ являются принятие решений в реальном времени и высокоуровневый пользовательский интерфейс. Эти требования определяют форматы внутреннего хранения и внешнего предъявления знаний. Быстрота реакции системы обусловлена оперативностью деятельности специалиста, что характерно для технологического мониторинга процессов деревообработки, где ответные действия системы на принятие решения пользователем не должны задерживаться. С другой стороны, дружественный по отношению к пользователю интерфейс становится классическим требованием к созданию и применению информационного интерфейса системы, поскольку существенно облегчает работу технологов и обеспечивает привлечение их интереса к эксплуатации системы. Перечисленные требования являются обобщением для класса интеллектуальных СЭИ ТМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Онегин В.И., Паянский-Гвоздев В.М., Сосна Л.М. Экспертные задачи принятия решений в технологии деревообработки // Лесн. журн. - 1994. - № 3. - С. 33 - 40. - (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Паянский-Гвоздев В.М., Онегин В.И. Принятие экспертных решений в технологическом мониторинге процессов деревообработки // Деревообработка в