

УДК 519.81; 504.05:62/69

О. А. НЕСТЕРЕНКО

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПРОТОТИПА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Основная причина неуклонно возрастающего уровня загрязнения окружающей среды заключается в существующем противоречии между постоянным ростом производства во всех областях хозяйства и медленным внедрением новых прогрессивных технологий. Сравнительно новая научная дисциплина, промышленная экология, изучает взаимодействие общества с природной средой в процессе общественного производства. Специалисты в этой области считают, что правильно организованная деятельность промышленного предприятия, в том числе успешно выбранное и внедренное очистное сооружение или природоохранное мероприятие, позволит решить проблему гармонического взаимодействия промышленности и природы. В этом направлении является эффективным использование интеллектуальной технологии экспертной оценки и поддержки принятия решений с целью ее применения при разработке систем прогнозирования критических ситуаций, уменьшения затрат, связанных с ликвидацией их последствий. Проведенный анализ существующих в современном обществе условий, требующих решения новых сложных проблем управления техническими системами при дефиците времени, специалистов и повышении ответственности руководителей за принятие эффективных решений, свидетельствует о необходимости создания соответствующих методов и интеллектуальных средств. Для создания средств помощи руководителям различных уровней и решения современных проблем управления необходима проработка следующих вопросов:

- системный анализ и концептуальное моделирование ситуаций и проблемных областей;
- решение неформализованных задач в слабоформализованных проблемных областях;
- разносторонняя обработка, анализ и классификация больших объемов разноплановой информации;
- учет объективных текстологических знаний и субъективных предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР).

Руководители, принимающие решения в области промышленной экологии, сталкиваются со сложным выбором: необходимостью учета множе-

ства разнородных факторов, с рассмотрением сотен альтернативных вариантов, для оценки которых необходимы знания многих специалистов. Здесь, естественно, возникает вопрос о применении для решения таких проблем экспертных систем (ЭС), так как, если проблема может быть полностью структурирована и есть возможность получить алгоритм ее решения, поддержка решения не нужна. Но проблемная область, связанная с экологией, является слабоструктурированной, как и большинство естественно образовавшихся областей. Проблема выбора природоохранных мероприятий обладает некоторой неопределенностью относительно состава элементов, необходимых для успешного решения, и связей между ними. Именно для решения таких проблем, обладающих некоторой структурой, но требующих суждений и предпочтений человека, наиболее эффективно создание систем поддержки принятия решений (СППР) [1]. СППР является мощным средством решения такого рода проблем, однако такие системы только помогают пользователю принять решения, но не могут заменить творчески мыслящего руководителя. Конечно, СППР позволит всесторонне проанализировать предложенные варианты и найти наилучшее или допустимое решение, учитывая предпочтения и возможности лица, принимающего решение. Но вот вопросы применения СППР на этапе предварительного анализа и структуризации проблемы одного из принципиально важных этапов подготовки и принятия решений, наименее разработаны. В направлении повышения качества и сокращения времени принятия решений при управлении промышленными комплексами и системами возникло новое научное направление — интеллектуальные СППР.

Важность эффективной структуризации и эффективного анализа проблемной области отмечается в работах по созданию любых интеллектуальных систем [2]. Было обнаружено, что использование на начальных этапах разработки таких систем принципов системного анализа, в частности целевого принципа, позволяет значительно сократить время выполнения этих этапов. Согласно [3], сущность целевого принципа заключается в том, что анализ любого процесса принятия решения должен начинаться с выявления и четкой формулировки целей. Под целью предлагается понимать желаемый результат деятельности, желаемое состояние объекта управления. При разработке системы цель определялась одним из наиболее распространенных способов: на основе рассмотрения системы более высокого уровня. Объектом исследования в промышленной экологии являются системы, образовавшиеся в результате взаимодействия конкретного производства с окружающей его природной средой. Именно такая система и является системой более высокого уровня по отношению к промышленному предприятию, а согласно задачам промышленной экологии генеральной целью при управлении такими системами является достижение гармониче-

ского взаимодействия промышленного предприятия и окружающей его природной среды. Исходя из генеральной цели системы высшего уровня можно выделить цель разрабатываемой системы: это уменьшение отрицательного влияния промышленного предприятия на природную среду путем помощи руководителю в процессе выбора для внедрения природоохранного мероприятия.

Большую степень упрощения описания такого сложного объекта, как промышленное предприятие, позволяет достигнуть также применение принципа иерархичности [3], который предполагает существование естественной иерархической структуры сложного объекта, которая вскрывается путем декомпозиции этого объекта. Декомпозиция промышленного предприятия на цеха (или производственные процессы), а далее на производственные агрегаты, которые собственно и образуют на своем выходе вредные промышленные отходы, является наиболее плодотворной. Подобная декомпозиция сложного объекта позволила получить также путем декомпозиции целей следующее дерево целей:

- уменьшение отрицательного влияния всего комплекса выбросов промышленного предприятия на состояние природной среды;
- уменьшение влияния комплекса выбросов отдельного цеха;
- уменьшение влияния комплекса выбросов отдельно взятого агрегата;
- уменьшение вредного влияния отдельно взятого выброса конкретного агрегата на состояние окружающей среды.

Выявленное дерево целей позволило определить необходимый подход к построению СППР. Был применен подход, который и по мнению Петровского [1], является наиболее приемлемым при построении систем класса СППР, — это прототипирование систем. Декомпозиция целей при таком подходе сыграла свою положительную роль. Прототип СППР создавался для самого нижнего уровня дерева целей. Пути наращивания возможностей системы в процессе прототипирования при таком подходе очевидны — это движение вверх по иерархии дерева целей. Таким образом, ближайший уровень прототипа — реализация в системе возможности подбора очистных устройств для очистки всего комплекса выбросов отдельно взятого агрегата. Созданный прототип СППР в области промышленной экологии поддерживает выполнение следующих функций:

- приобретение и предоставление экспертной информации о текущем состоянии окружающей среды, составе и характеристиках выбросов, структурных особенностях промышленного предприятия, основных характеристиках очистных сооружений;

- анализ взаимосвязи промышленного объекта с окружающей средой и предоставление экспертных выводов о необходимости применения очистных устройств;
- подбор в зависимости от специфики производственного процесса и ряда других факторов соответствующих природоохранных мероприятий;
- многокритериальная оценка качества вариантов решения;
- предоставление аналитической помощи ЛПР в процессе выбора наиболее оптимального с его точки зрения природоохранного мероприятия.

При разработке СППР в направлении их сближения с экспертными системами существует острая необходимость перенести некоторые из концепций ЭС в сферу СППР. Одна из таких концепций — реализация возможности приобретения системой знаний, что ставит систему на ступень выше тех СППР, в которых не предусмотрено формирование описания проблемы средствами самой системы. Эффективная эксплуатация такой интеллектуальной СППР в немалой степени зависит от мощности разработанной базы знаний, в основу которой должна быть положена концептуальная модель проблемной области. Когда задача изначально не структурирована, как в случае с областью промышленной экологии, ее структура должна быть выявлена в таком виде, чтобы она была понятна ЛПР во взаимосвязи ее основных элементов. Особые трудности здесь возникают, прежде всего, из-за того, что анализ проблемы представляет собой творческий процесс, плохо поддающийся формализации. Поэтому особенно необходимо в практике разработки баз знаний для СППР использование новых, системологических когнитивных методов концептуального моделирования неформализованных проблемных областей; методов, которые уже нашли свое эффективное применение в разработках ЭС. В процессе работы над системой был проведен концептуальный анализ проблемной области и определены основные компоненты, необходимые при выборе природоохранных мероприятий. Таким образом, база знаний прототипа содержит следующую информацию:

- описание иерархии промышленного предприятия в виде структуры типа: предприятие — производственный процесс (цех) — промышленный агрегат (устройство);
- описание текущего состояния окружающей среды, включающее информацию об основных сферах: гидросфера (водные объекты, в которые предприятие сбрасывает сточные воды); атмосфера (воздушный бассейн над территорией предприятия); литосфера (земельные площади, служащие местом хранения твердых отходов);

- описание состава выбросов загрязняющих агрегатов, включающее список вредных веществ со следующими их характеристиками: сравнительная степень опасности загрязнителя, масштаб его распространения, возможность его переноса и стойкость, предельно допустимая концентрация и интенсивность его выброса;
- описание очистных устройств и природоохранных мероприятий с учетом следующих их характеристик: тип работы устройства, производительность, область применения (перечень очищаемых загрязнителей и степень их очистки), экономические и технологические характеристики устройства.

В ходе анализа проблемной области было обнаружено, что не существует какой-либо надежной количественной модели (другими словами, объективной модели), связывающей те критерии, которые необходимо учитывать в процессе выбора. Было определено, что здесь наиболее успешно может использоваться субъективная модель принятия решений, которая поможет установить эти связи, исходя из некоторой субъективной информации, а именно: предпочтений самого пользователя. Для реализации таких возможностей был выбран диалоговый метод замкнутых процедур у опорных ситуаций (ЗАПРОС) построения квазипорядка на множестве многокритериальных альтернатив [4], который удовлетворяет всем требованиям корректного и научно-обоснованного метода для решения, так называемых, проблем уникального выбора, к которым относится проблема выбора очистного устройства. Ведь именно здесь проявляется уникальность и неповторимость ситуации выбора, наличие совокупности разнородных факторов, которые следует принимать во внимание, сложный для оценки характер рассматриваемых альтернатив.

В этом случае пользователь не имеет целостного представления о варианте решения. СППР должна помочь ЛПР определить состав параметров (критериев), характеризующих его отношение к рассматриваемой проблеме. С этой целью в системе посредством реализации базы моделей (БМ) предусмотрена оценка качества альтернатив природоохранных мероприятий по экономическим, эксплуатационно-технологическим и экологическим критериям. БМ, согласно структуре СППР, предложенной Петровским, должна содержать набор разнообразных моделей, к которым могут привести анализ и структуризация задачи принятия решения. При разработке прототипа в систему была заложена возможность моделировать ситуации выброса в водные объекты загрязнителей определенной концентрации и определять необходимость применения очистных устройств, исходя из установленных предельно допустимых концентраций на данный вид загрязнителя. С этой целью в систему заложена модель распространения вредных

веществ в водных объектах, расположенных на равнинных территориях [5]. Эта модель позволяет учесть фоновую концентрацию вредных веществ в водотоке, способ спуска сточных вод, скорость течения реки и другие характеристики водного объекта. Исходя из необходимости многокритериальной оценки качества очистных устройств в базу моделей прототипа были заложены следующие объективные и субъективные модели:

- объективная модель оценки экологической эффективности природоохранного мероприятия (или модель оценки остаточного ущерба окружающей среде). В основу этой модели была положена система оценки состояния окружающей среды Бателле [6], основанная на проведении комплексного анализа различных сред;
- модель оценки эксплуатационно-технологической эффективности очистного устройства. Она является субъективной моделью и позволяет учитывать предпочтения пользователя по следующим характеристикам: потребность при эксплуатации устройства в обслуживающем персонале, свободных площадях, возможность переноса очистного устройства, надежность, легкость монтажа, легкость в управлении и др.;
- различного рода экономические модели, позволяющие учитывать прямые и косвенные затраты на приобретение очистного устройства, затраты на его установку (монтаж).

Полученные в процессе создания данного прототипа практические и теоретические результаты являются лишь небольшим шагом по пути устранения той реальной угрозы глобального экологического кризиса, перед которым оказалось наше общество на современном этапе развития. Необходимо отметить, что автоматизация экспертной обработки и процесса принятия решений по вопросам устранения критических ситуаций посредством применения ЭС и СППР, основанных на современных интеллектуальных технологиях, может стать одним из направлений в решении экологических проблем общества.

Список литературы: 1. Петровский А. Б., Стернин М. Ю., Моргов В. К. Системы поддержки принятия решений. Препринт. М.: ВНИИСИ, 1987. 42 с. 2. Проектирование банков естественноязыковых знаний / Е. А. Соловьева, М. Ф. Бондаренко, С. И. Маторин, П. Ф. Павлов: Учеб. пособие. / К.: УМК ВО, 1992. 136 с. 3. Полищук Ю. М., Хон В. Б. Теория автоматизированных банков информации: Учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизированные системы обработки информации и упр." М.: Высш. шк., 1989. 184 с. 4. Мошковиц Е. М. Диалоговая система ЗАПРОС (построение упорядочения многокритериальных альтернатив на основе предпочтений лица, принимающего решения) // Человеко-машинные процедуры принятия решений. М.: ВНИИСИ. 1988. N 11. С. 13—21. 5. Вторжение в природную среду. Оценка воздействия (основные положения и методы) / Под ред. А. Ю. Ретегема. М.: Прогресс, 1983. 191 с. 6. П. Бертокс, Д. Радд. Стратегия защиты окружающей Среды от загрязнений / Пер. с англ. под ред. Я. Б. Черткова. М.: Мир. 1980. 606 с.

Поступила в редколлегию 05.11.97