©Т.В. Гавриленко, сайт http://road-project.okis.ru

Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2009. - Отдельный выпуск 18.- С. 210-214.

УДК 681.3.07

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО НАБЛЮДЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Адмаев О.В., Гавриленко Т.В.

(Сибирский федеральный университет, Красноярск)

Экспертные системы (ЭС) применяются в различных областях человеческой деятельности. В настоящее время ведутся разработки ЭС для многих приложений: принятие решений в критических ситуациях, охрана окружающей среды, образование, планирование и распределение ресурсов, системы организационного управления и др.

Важным свойством ЭС является возможность их применения для обучения персонала. ЭС могут быть разработаны с расчетом на процесс обучения, т.к. они уже содержат необходимые знания и способны объяснить процесс своего рассуждения. Кроме того, должны быть включены знания о методах обучения и возможном поведении пользователя.

Реальные ЭС содержат большое количество дополнительных блоков, специфичных для каждой предметной области. Главным структурным отличием ЭС от всех других типов программ является наличие базы знаний и, как следствие, способность к обучению и самообучению. Ее конкретный вид зависит от избранной модели представления. Она предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

ЭС работает в двух режимах: приобретение знаний и решение задач (называемом также режимом консультации или режимом использования экспертной системы). Её функциональная схема показана на рис. 1.

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет эксперт через посредничество инженера знаний. Эксперт описывает предметную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования данными, характерные для данной предметной области.

Экспертная часть исходных данных может быть получена, в частности, в результате соответствующей обработки статистических данных по методике,

изложенной ниже. В качестве элемента базы знаний рассмотрена вероятностная матрица перехода состояний уровня концентрации вредных выбросов в окружающую среду.

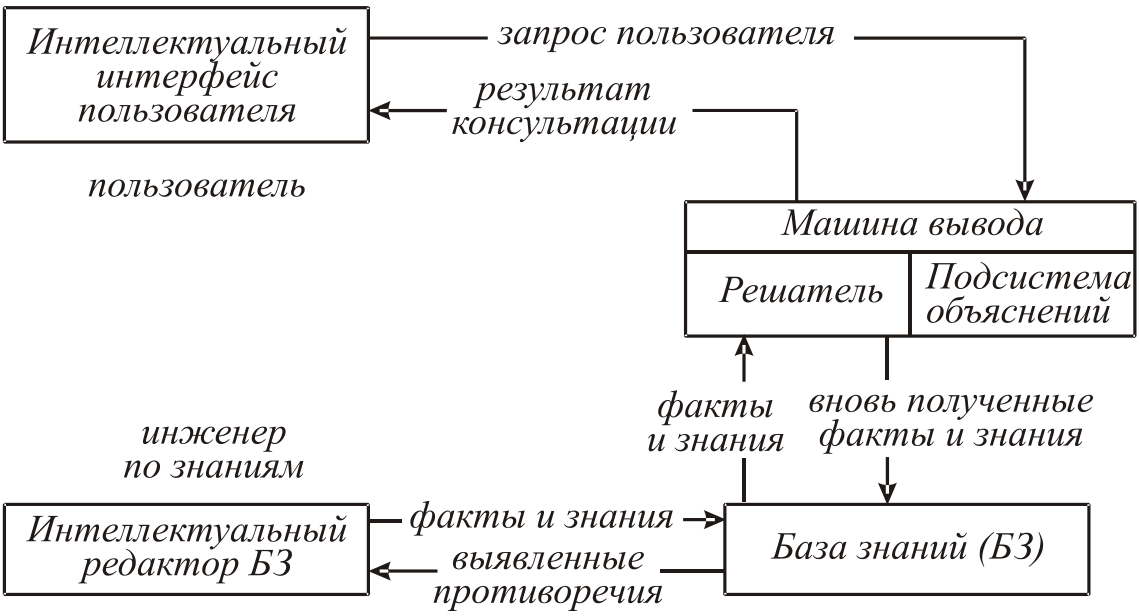

Рисунок 1 – Функциональная схема экспертной системы

В г. Красноярске контроль состояния атмосферного воздуха осуществляется территориальным Центром по мониторингу загрязнения окружающей среды. Наблюдения ведутся в стационарных пунктах, расположенных в разных административных районах города. На рис. 2 приведены данные по диоксиду азота NO_2, измеренные в 2005 и 2006 годах. Он был выбран для анализа экологической безопасности воздушного пространства города, так как является токсичным газом. На организм человека он действует как острый раздражитель. Диоксид азота относится ко второму классу опасности и его максимальная разовая величина ПДК составляет 0,085 мг/м^3 («Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест: ГН 2.1.6.695-98. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 2000») .

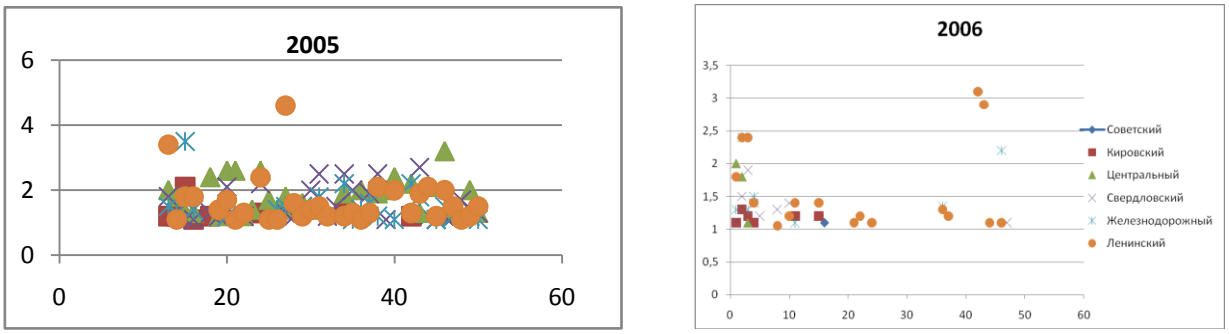

Рисунок 2 – Результаты измерений диоксида азота по районам г. Красноярска

Согласно документу Министерства транспорта РФ «Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги. ОДН 218.5.016-2002» по степени опасности выделяют четыре состояния загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота: при концентрации до 0,085 мг/м^3 – малоопасное (ПДК < 1); свыше 0,085 мг/м^3 – умеренно опасное (1 < ПДК < 3); свыше 0,255 мг/м^3 – опасное (3 < ПДК < 9); свыше 0,765 мг/м^3– чрезвычайно опасное (ПДК > 9).

Будем считать, что атмосферный воздух представляет собой систему $S(t)$, принимающую в момент времени t какое-либо из возможных состояний. Следуя приведенному документу, разобьем совокупность всевозможных состояний системы на дискретные состояния s_i, i=1,…,4. При этом в качестве состояния системы примем событие, заключающееся в том, что в течение недели в городе фиксировались выбросы диоксида азота из интервала значений концентраций i.

Предположим, что случайные переходы системы из одного состояния в другое происходят только в определённые моменты времени t_0, t_1, t_2, …, t_m…, тогда последовательность переходов системы из одного состояния в другое будет представлять собой марковскую цепь. В качестве t_m примем время составления еженедельного отчёта о состоянии атмосферы в городе. Моменты времени t_0, t_1, t_2, … представляют собой шаги процесса: t_0=0, t_1=1, …, t_m=m,… и в нашем случае являются порядковыми номерами недель.

$$\left\| p_{ij}(2005) \right\| = \begin{Vmatrix} 0{,}397 & 0{,}603 & 0 & 0 \\ 0{,}481 & 0{,}502 & 0{,}017 & 0{,}001 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0{,}154 & 0{,}25 & 0{,}269 & 0{,}327 \end{Vmatrix}, \quad \left\| p_{ij}(2006) \right\| = \begin{Vmatrix} 0{,}96 & 0{,}036 & 0{,}004 & 0 \\ 0{,}354 & 0{,}646 & 0 & 0 \\ 0{,}251 & 0{,}265 & 0{,}241 & 0{,}243 \\ 0{,}229 & 0{,}251 & 0{,}251 & 0{,}269 \end{Vmatrix}.$$

Из анализа матриц можно сделать следующие выводы:

1. В 2006 году значение p_{11} близки к 1, что говорит об устойчивом малоопасном состоянии атмосферного воздуха по концентрации диоксида азота вблизи стационарных пунктов наблюдений.

2. Умеренно опасное состояние воздуха в 2006 году было более устойчивым по сравнению с другими годами, т.к. вероятность того, что система останется в умеренно опасном состоянии p_{22}=0,646.

3. Вероятность перехода из опасного состояния в умеренно опасное в 2005 году составила p_{32}=1. Это означает, что опасное состояние (выбросы NO_2 больше 3 ПДК) не длилось больше недели и система возвращалась в умеренно опасное состояние.

4. Вероятности перехода из опасного состояния в 2006 году и чрезвычайно опасного состояния (за весь период исследований) в другие состояния близки к 0,25. Равновероятное наступление событий говорит о том, что они являются редкими, информация об их наступлении практически отсутствует. Чрезвычайно опасного состояния не было зафиксировано ни одного раза, а концентрация диоксида азота, соответствующая опасному состоянию воздуха, была зафиксирована 4 раза (3 раза в 2005 году, 1 раз – в 2006 году).

Элементы экспертной системы:

1. Карты. ГИС-технологии
2. Стандарты, ГОСТы, СНИПы, нормативные документы
3. Технические средства измерения, оборудование
4. Программные продукты
5. Экономические расчеты ущерба