

Характеристика Экспертной системы поддержки принятия решений в кризисных ситуациях

**Профессор кафедры Государственного
управления и национальной безопасности
Дипломатической академии МИД России
доктор технических наук профессор
КРЕТОВ В.С.**

План лекции

1. **Актуальность разработки**
2. **Требования к ЭС ПРКС**
3. **Назначение ЭС ПРКС**
4. **Перечень функций ЭС ПРКС**
5. **Концепция автоматической классификации КС**
6. **Достоинства ЭС ПРКС**
7. **Примеры экранных форм ЭС ПРКС**
8. **Области возможного использования ЭС ПРКС**

1. Актуальность разработки

Сначала уточним определение понятия «кризисная ситуация».

Кризисная ситуация – обстоятельства чрезвычайного, в том числе террористического характера, определенные федеральным законодательством [1].

К таким обстоятельствам относятся:

- **попытки насильственного изменения конституционного строя Российской Федерации, захвата или присвоения власти, блокирование или захват особо важных объектов или отдельных местностей, подготовка и деятельность незаконных вооруженных формирований, межнациональные, меконфессиональные и религиозные конфликты, сопровождающиеся насильственными действиями, создающие непосредственную угрозу жизни и безопасности граждан, нормальной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления;**
- **чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера, чрезвычайные экологические ситуации, в том числе эпидемии и эпизоотии, возникшие в результате аварий, опасных природных явлений, катастроф, стихийных и других бедствий, повлекшие (или**

могущие повлечь) человеческие жертвы, нанесение ущерба здоровью людей и окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности населения и требующие проведения масштабных аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Кризисные ситуации, в зависимости от территории их распространения подразделяются на [1]:

- локальные (в пределах объекта производственного или социального назначения);
- муниципальные (в пределах муниципального образования);
- межмуниципальные (в пределах 2-х и более муниципальных образований);
- региональные;
- федеральные;
- трансграничные.

Теперь определим две приоритетные предметные области на которые была ориентирована разработка ЭС ПРКС и которые определили специфические требования, предъявленные к системе.

Первая предметная область - принятие решений в Ситуационно-кризисном центре (СКЦ) в МИД России по физической защите персонала российских загранпредставительств в случае наступления кризисных ситуаций в стране пребывания РЗУ.

Актуальность проблемы особенно возросла после убийства террористами четырех сотрудников Посольства РФ в Ираке в 2005 г.

Основными задачами МИД России в области защиты персонала и объектов РЗУ в кризисных ситуациях являются:

- обеспечение гарантированной безопасности и условий нормальной жизнедеятельности персонала РЗУ при угрозе кризисных ситуаций;**
- планирование и осуществление мероприятий по защите работников и объектов МИД России в кризисных ситуациях с учетом международных, экономических, природных и иных особенностей и степени опасности возникновения кризисных ситуаций;**
- взаимодействие с другими федеральными органами исполнительной власти по организации и осуществлению комплексной защиты персонала РЗУ при возникновении кризисных ситуаций и минимизации их последствий.**

При этом основополагающим является принцип приоритета безопасности жизни и здоровья персонала сотрудников и членов их семей.

Реализация этих задач определяет роль и место СКЦ МИД России в обеспечении безопасности персонала РЗУ в кризисных ситуациях:

1) СКЦ позволяет не только проанализировать статическую картину развивающейся кризисной ситуации, но выявить тенденции ее развития

с возможностью оценки достоверности прогноза. Это позволит лицу, принимающему решение (ЛПР) понять направления развития КС и определить, какие мероприятия необходимо осуществить для обеспечения безопасности персонала РЗУ;

2) СКЦ помогает ЛПР выбрать рациональное управленческое решение, дать рекомендации по выбору одного из многих вариантов преодоления КС, имея в виду минимизацию опасности для жизни и здоровья персонала РЗУ. Здесь используются алгоритмы поиска наилучшего решения для определенного набора условий;

3) СКЦ дает возможность проводить оценку рисков, оценивая шансы реализации прогноза развития КС;

4) СКЦ предоставляет ЛПР информацию о кризисной ситуации в реальном масштабе времени. Это обусловлено необходимостью принятия своевременных решений в условиях КС;

5) СКЦ обеспечивает высокоскоростной доступ ЛПР ко всем информационным ресурсам из любого места его нахождения (из рабочего кабинета, автомобиля, из другого города и т.п.).

Центральным элементом СКЦ является система поддержки принятия решений (СППР).

Вторая предметная область - принятие решений в Международном ситуационном центре мониторинга последствий агрессивных воздействий на окружающую среду.

В 21-ом веке человечество серьезно озаботилось вредоносным антропогенным воздействием на окружающую среду, вызванным кризисными ситуациями (КС), которые могут возникнуть как случайно в результате непреднамеренных действий, техногенных и природных катастроф, так и в результате злого умысла (например, теракта). Количество и масштабность преднамеренных угроз окружающей среде со стороны террористов неуклонно растет, а многие производственные сооружения и объекты инфраструктуры являются весьма уязвимыми: **системы водоснабжения, сельскохозяйственные угодья, склады с химическими удобрениями, сельскохозяйственные культуры и фермерские хозяйства, городская инфраструктура, промышленные предприятия [2].**

Недавние примеры непреднамеренного загрязнения жизненно важных ресурсов продемонстрировали, какое это может иметь воздействие на потребителей. Если предположить, что катастрофа, подобная Чернобыльской аварии могла быть вызвана преднамеренными действиями, то можно представить ущерб, наносимый подобными КС окружающей среде.

КС крупного масштаба (федеральные или трансграничные) наносят окружающей среде ущерб, который редко ограничивается пределами одной страны.

Для противостояния подобным угрозам требуется консолидация усилий ряда государств, что вызвало настоятельную необходимость создания международного ситуационного центра (МСЦ) анализа последствий агрессивных воздействий на окружающую среду.

МСЦ как контрмера против экотерроризма создается по проекту SITCEN в рамках Программы НАТО «Наука ради мира и безопасности». Основными исполнителями проекта определены Университет Пармы - Consortium for Environmental Sciences (Италия) и Академия геополитических проблем (Российская Федерация). Прототип МСЦ поручено создать Российской академии государственной службы при Президенте РФ.

Центральным элементом МСЦ также является система поддержки принятия решений (СППР), которая получила название «Экспертная система поддержки принятия решений» (ЭС ПРКС).

2. Требования к ЭС ПРКС

В настоящее время нет общепринятого определения СППР потому, что конструкция СППР существенно зависит от вида задач, для решения которых она разрабатывается, от доступных данных, информации и знаний, а также от пользователей системы.

Под СППР мы будем понимать интерактивную автоматизированную систему, которая помогает пользователю (ЛПР) использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений. СППР должна обладать возможностью работать с интерактивными запросами с достаточно простым для изучения языком запросов.

Согласно Д. Пауэру [3], СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

- 1) СППР использует и данные и модели;
- 2) СППР предназначены для помощи ЛПР в принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;
- 3) СППР поддерживают, а не заменяют, выработку решений менеджерами;
- 4) цель использования СППР – повышение эффективности принимаемых решений.

Д.Пауэр также предложил список характеристик идеальной СППР (которая имеет мало общих элементов с определением, приведенным выше):

Идеальная СППР:

- оперирует со слабоструктурированными решениями;
- предназначена для ЛПР различного уровня;
- может быть адаптирована для группового и индивидуального использования;
- поддерживает как взаимосвязанные, так и последовательные решения;
- поддерживает 3 фазы процесса решения: интеллектуальную часть, проектирование и выбор;
- поддерживает разнообразные стили и методы решения, что может быть полезно при решении задачи группой ЛПР;
- является гибкой и адаптируется к изменениям как организации, так и ее окружения;
- проста в использовании и модификации;
- улучшает эффективность процесса принятия решений;
- позволяет человеку управлять процессом принятия решений с помощью компьютера, а не наоборот;
- поддерживает эволюционное использование и легко адаптируется к изменяющимся требованиям;

- может быть легко построена, если может быть сформулирована логика конструкции СППР;
- поддерживает моделирование;
- позволяет использовать знания.

Учет особенностей принятия решений в СКЦ МИД России и МСЦ позволил сформулировать следующие требования к ЭС ПРКС [4.5]:

- 1) работа в условиях **жесткого лимита времени**, отведенного на оценку обстановки и принятие решений в КС;
- 2) **высокие требования к качеству** принимаемых с использованием СППР решений;
- 3) **удобство взаимодействия с СППР с пользователями, не имеющими специальной подготовки в области информационных технологий**;
- 4) работа с **неполной, слабоформализованной и нечеткой исходной информации о КС**;
- 5) **возможность накопления знаний об имевших место КС с целью использования при принятии решений имеющегося опыта разрешения кризисных ситуаций**;
- 6) **удобство работы с большими массивами данных**;
- 7) **возможность консолидировать разнородную информацию о КС, хранящуюся в различных форматах и организовать высокоскоростной доступ к ней.**

Существующие подходы к созданию СППР не в полной мере соответствуют вышеуказанным специфическим условиям принятия решений в КС и предъявляемым требованиям к СППР, что не позволяют использовать здесь известные подходы.

Это вызвало настоятельную необходимость разработки новой СППР, отвечающей всем перечисленным выше требованиям.

3. Назначение ЭС ПРКС

Экспертная система поддержки принятия решений в кризисных ситуациях (ЭС ПРКС) предназначена для поддержки принятия управленческих решений в условиях кризисной ситуации, вызванной природными, техногенными и другими факторами. Работа ЭС ПРКС основана на автоматической классификации текущей кризисной ситуации в условиях неполной и нечёткой входной информации и формировании рекомендаций по преодолению кризисной ситуации на основании действующих нормативных документов в соответствии с распознанным классом текущей кризисной ситуации.

4. Перечень функций ЭС ПРКС

Экспертная система поддержки принятия решений обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- 1) **ввод данных о прецедентах кризисных ситуаций** из различных источников (поддерживаются все основные современные форматы; допускается ввод нечеткой информации, для чего предусмотрены специальные элементы управления);
- 2) **автоматизированное (с участием эксперта) формирование правил классификации** по обучающей матрице, составленной из описанных по схеме «признак-значение» прецедентов кризисных ситуаций;
- 3) **формирование баз знаний** в заданной предметной области - позволяет накапливать знания и обеспечивать удобный доступ к ним;
- 4) **представление накопленных знаний и сформированных системой правил классификации на естественном языке;**
- 5) **автоматическая классификация текущей кризисной ситуации;**
- 6) **формирование рекомендаций по преодолению кризисной ситуации** на основании действующих нормативных документов в соответствии с распознанным классом текущей кризисной ситуации (возможно с учетом управленческих решений, принятых в уже имевших место кризисных ситуациях);
- 7) **проведение аналитических исследований** и наглядная графическая репрезентация их результатов встроенными средствами.

5. Концепция автоматической классификации КС

Прикладная информационная технология принятия решений - совокупность программного изделия ЭС ПРКС (Экспертная система поддержки принятия решений в кризисных ситуациях) и методического аппарата, позволяющего достичь поставленной цели - сформировать управленческие решения в условиях кризисной ситуации (КС), вызванной природными, техногенными и другими факторами. Основой прикладной информационной технологии является **автоматическая классификация кризисных ситуаций**, которым в соответствие ставится управленческое решение, зафиксированное в нормативных документов.

Разработанный метод автоматической классификации КС предполагает, что сначала на обучающих примерах (прецедентах имевших место ситуаций) автоматически формируются правила классификации ситуаций, а затем эти правила используются для классификации текущих кризисных ситуаций.

Метод автоматической классификации кризисных ситуаций для РЗУ основан на идеях Ханта Э., предложившего для описания объектов схему "признак-значение" [6]. Описываемые по этой схеме объекты представляются матрицей, строки которой соответствуют объектам, а столбцы – набору признаков (атрибутов), характеризующих объект.

Под объектом здесь и далее понимается кортеж значений признаков, однозначно характеризующих тот или иной предмет (явление). Подобная схема описания имеет универсальный характер и была использована для диагностики неисправностей электронных вычислительных машин [7]. Решение задачи классификации КС вокруг российских загранучреждений (РЗУ) потребовало учитывать недостоверность информации о КС, поступающей на начальном этапе развития КС , в основном из средств массовой информации (СМИ), для чего был использован аппарат нечеткой логики [8].

Пример матрицы описания кризисных ситуаций по схеме "признак-значение" при классическом подходе приведен в таблице 1.

Табл. 1. Матрица описания КС

№ объекта \ Признаки	Количество пострадавших (x)	Характер КС	Площадь территории КС (y)	Существует тенденция к увеличению площади КС?
1	2	3	4	5
1.	$x \leq 10$	политический	$y \leq 10$	нет
2.	$x \leq 10$	политический	$y \leq 10$	да
3.	$10 < x \leq 25$	политический	$y \leq 10$	нет
4.	$x > 25$	политический	$y \leq 10$	нет
5.	$x > 25$	природный	$y > 10$	нет
6.	$x > 25$	природный	$y > 10$	да
7.	$10 < x \leq 25$	природный	$y > 10$	да
8.	$x \leq 10$	экономический	$y \leq 10$	нет
9.	$x \leq 10$	природный	$y > 10$	нет
10.	$x > 25$	экономический	$y > 10$	нет
11.	$x \leq 10$	экономический	$y > 10$	нет
12.	$10 < x \leq 25$	экономический	$y \leq 10$	да
13.	$10 < x \leq 25$	политический	$y > 10$	нет
14.	$x > 25$	экономический	$y \leq 10$	да

Последовательность действий при решении задачи формирования правил классификации КС такова.

1-ый этап. Классификация известных КС. Эксперты классифицируют кризисные ситуации, информация о которых уже имеется. При этом строится обучающая матрица (табл.2), в которой каждая строка описания объекта дополняется номером присвоенного экспертом класса объекта.

2-ой этап. Формирование правил классификации.

3-ий этап. Классификация новых объектов. Производится анализ применимости сформированных на 2-ом этапе правил классификации. Если правила классификации верны, то они используются для классификации новых объектов. В случае если сформированные правила классификации оказываются неприменимыми для классификации новых объектов, описание нового объекта добавляется в обучающую матрицу и снова производится формирование правил классификации.

При формировании обучающей матрицы эксперт относит ту или иную КС к определенному классу. Для приведенного выше примера матрицы описания кризисных ситуаций (табл. 1) обучающая матрица имеет следующий вид (табл. 2).

Алгоритм построения правил классификации позволяет выявить общие признаки в описаниях предъявляемых системе отклассифицированных экспертами объектов одного класса для построения дерева решений, используемого в дальнейшем для автоматической классификации новых объектов.

построения дерева решений, используемого в дальнейшем для автоматической классификации новых объектов.

Табл. 2. Обучающая матрица

Признаки № объекта	Количество пострадавших (x)	Характер КС	Площадь территории и КС (y)	Существует тенденция к увеличению площади КС?	Класс КС
1	2	3	4	5	6
1.	$x \leq 10$	политический	$y \leq 10$	нет	I
2.	$x \leq 10$	политический	$y \leq 10$	да	I
3.	$10 < x \leq 25$	политический	$y \leq 10$	нет	II
4.	$x > 25$	политический	$y \leq 10$	нет	II
5.	$x > 25$	природный	$y > 10$	нет	II
6.	$x > 25$	природный	$y > 10$	да	I
7.	$10 < x \leq 25$	природный	$y > 10$	да	II
8.	$x \leq 10$	экономический	$y \leq 10$	нет	I
9.	$x \leq 10$	природный	$y > 10$	нет	II
10.	$x > 25$	экономический	$y > 10$	нет	II
11.	$x \leq 10$	экономический	$y > 10$	нет	II
12.	$10 < x \leq 25$	экономический	$y \leq 10$	да	II
13.	$10 < x \leq 25$	политический	$y > 10$	нет	II
14.	$x > 25$	экономический	$y \leq 10$	да	I

Основной процедурой построения дерева решений является так называемая целостная стратегия, предложенная Брунером Дж.[9], где все описания объектов, относящихся к одному классу, содержат множества определенных значений признаков.

Реализация целостной стратегии включает следующие этапы:

1) выбор в качестве первой проверочной гипотезы (фокуса) множества всех признаков и значений, содержащихся в первом объекте определенного класса;

2) сравнение фокуса с множеством значений признаков, соответствующих следующему объекту данного класса, и определение нового значения фокуса, равного пересечению его прежнего значения со значениями соответствующих признаков этого объекта. Данную операцию последовательно повторяют для каждого объекта данного класса до тех пор, пока их множество в обучающей матрице не будет исчерпано;

3) сравнение полученного фокуса с описанием каждого объекта, не принадлежащего к данному классу. Если хотя бы в одном из описаний таких объектов содержатся все элементы фокуса, то допущение о конъюнктивном характере результата неправильно и в данном случае целостная стратегия неприменима.

Если фокус получить удалось, то он может быть использован в качестве критерия принадлежности объекта к определенному классу.

В том случае, если фокус получить не удалось, используется другая эвристическая процедура (частотная стратегия), где в качестве критерия для узла дерева берется значение признака, частота появления которого в описаниях объектов определенного класса максимальна.

Применение данной процедуры позволяет разбить обучающую матрицу на две подвыборки: первую, содержащую все объекты с только что выбранными параметрами (значениями признаков объектов), и вторую, состоящую из остальных объектов. На каждой из этих подвыборок решаются две новые задачи формирования понятий, начиная с попытки применения описанных выше процедур.

Для приведенного выше примера (табл. 2) дерево решений невозможно построить только с применением целостной стратегии. При использовании частотной стратегии оно будет выглядеть следующим образом (рис. 1):

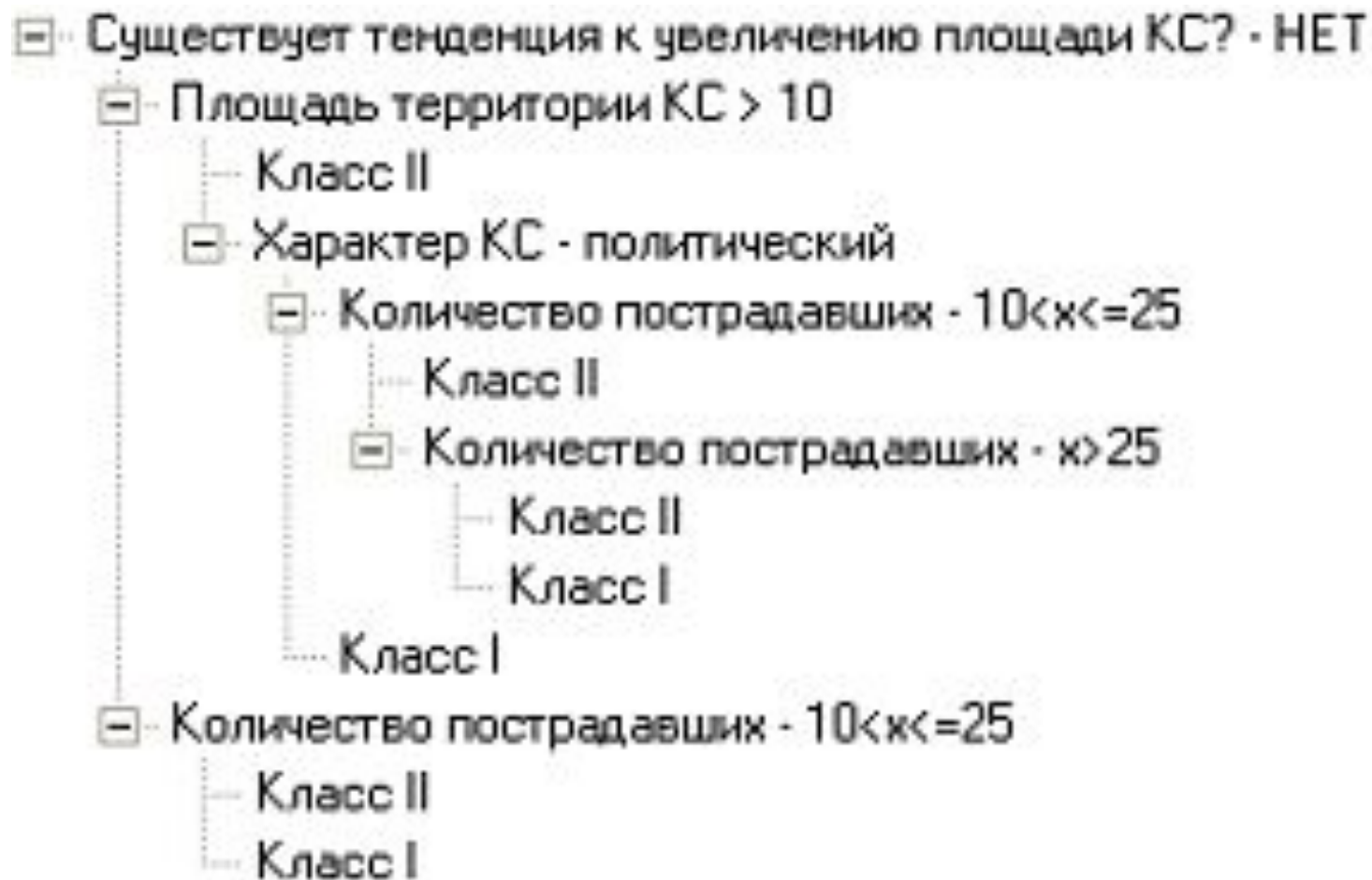


Рис. 1. Дерево решений (использовалась частотная стратегия)

Использование нечетких переменных существенно повышает гибкость программы классификации и позволяет реализовать функциональность, необходимую для оперирования такими сущностями как кризисные ситуации.

Каждому значению признака объекта ставится в соответствие нечеткая переменная, способная отразить степень уверенности эксперта в значении какого-либо признака (см. Табл.3).

Дерево решений, построенное по обучающей матрице (Табл. 3), будет соответствовать дереву решений (Рис. 2).

Введение в метод Ханта нечетких переменных позволяет не только описывать нечеткие характеристики кризисных ситуаций, но и проводить нечеткий логический вывод после построения классификационных правил по полученному дереву решений.

Табл. 3. Обучающая матрица с нечеткими переменными

Признаки объекта	Количество пострадавших (x)	Характер КС	Площадь территории КС (y)	Существует тенденция к увеличению площади КС?	Класс КС
1	2	3	4	5	6
1.	$x \leq 10$ $\mu = 0,24$	политический $\mu = 0,3$	$y \leq 10$ $\mu = 0,42$	нет $\mu = 0,13$	I
2.	$x \leq 10$ $\mu = 0,66$	политический $\mu = 0,9$	$y \leq 10$ $\mu = 0,2$	да $\mu = 0,54$	I
3.	$10 < x \leq 25$ $\mu = 0,74$	политический $\mu = 0,32$	$y \leq 10$ $\mu = 0,06$	нет $\mu = 0,23$	II
4.	$x > 25$ $\mu = 0,54$	политический $\mu = 1$	$y \leq 10$ $\mu = 0,1$	нет $\mu = 0,51$	II
5.	$x > 25$ $\mu = 0,21$	природный $\mu = 0,42$	$y > 10$ $\mu = 0,33$	нет $\mu = 0,62$	II
6.	$x > 25$ $\mu = 0,57$	природный $\mu = 0,63$	$y > 10$ $\mu = 0,23$	да $\mu = 0,64$	I
7.	$10 < x \leq 25$ $\mu = 0,96$	природный $\mu = 0,15$	$y > 10$ $\mu = 0,64$	да $\mu = 0,53$	II
8.	$x \leq 10$ $\mu = 0,23$	экономический $\mu = 0,63$	$y \leq 10$ $\mu = 0,34$	нет $\mu = 0,23$	I
9.	$x \leq 10$ $\mu = 1$	природный $\mu = 26$	$y > 10$ $\mu = 0,61$	нет $\mu = 0,43$	II
10.	$x > 25$ $\mu = 0,3$	экономический $\mu = 0,72$	$y > 10$ $\mu = 0,62$	нет $\mu = 0,32$	II
11.	$x \leq 10$ $\mu = 0,36$	экономический $\mu = 0,43$	$y > 10$ $\mu = 0,23$	нет $\mu = 0,35$	II
12.	$10 < x \leq 25$ $\mu = 0,23$	экономический $\mu = 0,3$	$y \leq 10$ $\mu = 0,52$	да $\mu = 0,21$	II
13.	$10 < x \leq 25$ $\mu = 0,61$	политический $\mu = 1$	$y > 10$ $\mu = 0,32$	нет $\mu = 0,67$	II
14.	$x > 25$ $\mu = 0,86$	экономический $\mu = 0,71$	$y \leq 10$ $\mu = 0,88$	да $\mu = 0,72$	I

Метод обхода дерева решений при автоматизированной классификации новых объектов сводится к следующим этапам:

- 1) формируется строка значений параметров, характеризующих новый объект, например:

*Количество_пострадавших*x<=10 & Характер_КС*природный &
Площадь_территории_КС*y<=10 &
Существует_тенденция_к_увеличению_территории_КС *да;*

- 2) сформированное автоматически дерево решений записано в виде матрицы B , количество строк которой равно количеству листьев в дереве решений. Для примера (Рис.2) матрица B будет выглядеть так (Табл. 4);

- 3) анализируется входение элементов матрицы B в строку, заданную на первом этапе. Значение «истина» подтвердит принадлежность объекта к определенному классу. Класс можно определить, выделив из B_i подстроку, соответствующую листу. В строку, заданную на первом этапе, входит подстрока, соответствующая 4-ому элементу матрицы B , следовательно, КС относится к Классу I.

Табл. 4. Дерево решений

Номер элемента матрицы В	Элементы матрицы В
1	<i>Класс*I & Существует_тенденция_к_увеличению_территории_КС*да & Количество_пострадавших*x>25</i>
2	<i>Класс*II & Существует_тенденция_к_увеличению_территории_КС*нет & Количество_пострадавших*x>25</i>
3	<i>Класс*II & Количество_пострадавших*10<x<=25</i>
4	<i>Класс*I & Площадь_территории_КС*y<=10 & Количество_пострадавших*x<=10</i>
5	<i>Класс*II & Площадь_территории_КС*y>10 & Количество_пострадавших*x<=10</i>

6. Достоинства ЭС ПРКС

1. Возможность автоматизированного обучения с использованием отклассифицированной экспертом обучающей матрицы прецедентов кризисных ситуаций и *автоматической классификации* текущей кризисной ситуации с использованием ранее сформированных системой правил классификации.

2. Возможность работы со слабо формализованной *нечеткой информацией*. Для описания большинства объектов реального мира и тем более для описания кризисных ситуаций стандартные средства (такие, как реляционные таблицы) непригодны, т.к. вносят существенную погрешность в точность расчетов. В этой связи в ЭС ПРКС используется объектная модель базы знаний, реализован математический аппарат нечеткой логики и созданы элементы управления для работы с такими данными - движки, позволяющие пользователю задать уровень достоверности значений признаков в описании кризисных ситуаций.

3. Удобство работы с *большими массивами данных* (до 1000 прецедентов кризисных ситуаций, до 20 признаков и до 40 значений признаков описания КС по схеме «признак-значение» - (в *разрабатываемой версии системы*) в базе знаний обеспечивается с помощью перемещаемой пользователем адаптивной панели инструментов.

4. Пользовательский интерфейс спроектирован с учетом требований к отображению большого объема информации без потери информативности и к понижению информационного «шума», для чего реализованы «полупрозрачные» экранные формы и подкрашивание элементов обучающей матрицы с разным уровнем достоверности в разные цвета с целью концентрации внимания пользователя на решаемой проблеме. Удобство взаимодействия с ЭС ПРКС обеспечивается также другими элементами «дружественного» интерфейса (выпадающие меню, графическая репрезентация результатов расчетов - диаграммы, деревья решений в графической форме, представление деревьев решений на естественном языке, выдача различных справок пользователю).

5. Возможность реализации в двух схемах компоновки: «клиент-сервер» и «desktop»; в первом варианте на сервере размещается база знаний, а на клиентах – пользовательский инструментарий, во втором варианте вся экспертная система размещается на одном компьютере.

6. Отсутствие зависимости от выбранной СУБД.

7. Возможность проведения анализа статистических показателей качества дерева решений встроенными средствами, позволяющего определить, в каком направлении следует повышать качество базы знаний, о кризисных ситуациях какого класса в обучающей выборке меньше всего знаний, какие атрибуты наиболее характерны для того или иного класса кризисных ситуаций и т.п. Все эти возможности позволяют выявлять дополнительные закономерности в базе знаний.

8. Возможность проведения мониторинга производительности аппаратной платформы ЭС ПРКС стандартными встроенными средствами, позволяющего отслеживать до 500 параметров (от % загрузки процессора до интенсивности сетевого взаимодействия) с целью проведения более тонкой настройки компонентов искусственного интеллекта ЭС ПРКС. При этом у пользователя есть возможность приостанавливать on-line мониторинг, возобновлять его, регулировать параметры отображения результатов мониторинга (толщина линий графиков, количество графиков на экране, частота обновления графиков).

Выделенный красным контуром специальный элемент управления («движок») запускается щелчком правой кнопки манипулятора «мышь» на соответствующем элементе строки обучающей матрицы.

С помощью «движков» можно отредактировать уровни достоверности значений признаков описания прецедентов КС, помещенных в обучающую матрицу. Теперь при включенном режиме окраски каждый элемент строки обучающей матрицы будет окрашен в соответствии с уровнем достоверности значения данного признака (**красный цвет – достоверность [0..33]; желтый цвет – достоверность [34..66]; зеленый цвет – достоверность [67..100]**).

Для ввода новой классификации прецедента КС, помещенного в обучающую матрицу, нужно правой кнопкой манипулятора «мышь» выделить нужный элемент обучающей матрицы и с помощью «выпадающих» меню установить требуемый класс прецедента КС.

7.3. Построенное автоматически дерево решений

Автоматизированный рабочий лист Эксперт

Файл Действие Объект Анализ данных Настройка Помощь

Действие [Иконки]

Обновлять дерево решений

Дерево решений

- ТипПромышленные транспортные средства
 - МасштабГлобальный
 - ТехнологияБезопасный
 - ПрисоединениеГрузовые автомобили
 - Класс 3
 - ПрисоединениеГидравлические машины
 - Класс 1
 - ТехнологияДвухрядный
 - ПрисоединениеВращающееся оборудование (валы, ступицы)
 - Класс 3
 - ПрисоединениеНавесы и электроэнергетические системы
 - Класс 2
 - ПрисоединениеГидравлические машины
 - Класс 3
 - МасштабЛокальный
 - Класс 2
 - МасштабНациональный
 - ПрисоединениеНавесы с выбором PWD
 - Класс 1
 - ПрисоединениеНавесы с выбором CVT
 - Класс 3
 - МасштабГлобальный
 - Класс 1
 - ТипСпециальные машины
 - Класс 1

Классификация

Номер объекта	Класс объекта
0	0
1	0
2	0
3	1
4	1
5	0
6	0
7	0
8	1
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	1
15	1
16	0
17	0
18	0
19	1
20	0

Классифицировать объект

Тип Масштаб Технология Присоединение Экземпляр Место

Обновить класс объекта

Показать программу

7.4. Обучающая выборка и сгенерированные правила классификации в виде продукций

Автоматизированное рабочее место Эксперта

Файл Действия Общие Анализ данных Настройка Помощь

Действия Вид Настройка Общие

Правила в продукционном виде

обучающая выборка	сгенерированные классификационные правила
<p>Далее следует обучающая выборка в продукционном виде:</p> <ol style="list-style-type: none">1. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=1 И Происхождение=1 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=32. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=1 И Темп=1 И Происхождение=2 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=23. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=1 И Темп=2 И Происхождение=3 И Экология=1 И Место=1 ТО Класс=24. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=3 И Темп=2 И Происхождение=4 И Экология=3 И Место=1 ТО Класс=15. ЕСЛИ Тип=4 И Масштаб=4 И Темп=1 И Происхождение=4 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=16. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=3 И Темп=2 И Происхождение=3 И Экология=4 И Место=2 ТО Класс=37. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=2 И Происхождение=5 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=38. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=2 И Происхождение=6 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=29. ЕСЛИ Тип=4 И Масштаб=4 И Темп=1 И Происхождение=4 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=110. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=2 И Происхождение=7 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=311. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=2 И Происхождение=7 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=312. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=1 И Темп=2 И Происхождение=3 И Экология=4 И Место=2 ТО Класс=213. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=1 И Темп=2 И Происхождение=3 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=214. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=3 И Темп=2 И Происхождение=3 И Экология=1 И Место=1 ТО Класс=315. ЕСЛИ Тип=4 И Масштаб=4 И Темп=1 И Происхождение=4 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=116. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=1 И Происхождение=7 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=117. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=2 И Происхождение=7 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=318. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=2 И Темп=2 И Происхождение=7 И Экология=4 И Место=1 ТО Класс=319. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=1 И Темп=2 И Происхождение=2 И Экология=3 И Место=1 ТО Класс=220. ЕСЛИ Тип=3 И Масштаб=4 И Темп=2 И Происхождение=4 И Экология=4 И Место=2 ТО Класс=1	<p>Далее следуют сгенерированные правила в продукционном виде:</p> <ol style="list-style-type: none">1. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Региональный И Темп=Внезапный И Происхождение=Транспортные аварии ТО Класс= 32. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Региональный И Темп=Внезапный И Происхождение=Гидродинамические аварии ТО Класс= 13. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Региональный И Темп=Умеренный И Происхождение=Внезапное обрушение зданий, сооружений ТО Класс= 34. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Региональный И Темп=Умеренный И Происхождение=Аварии на электроэнергетических системах ТО Класс= 25. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Региональный И Темп=Умеренный И Происхождение=Гидродинамические аварии ТО Класс= 36. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Локальный ТО Класс= 27. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Национальный И Происхождение=Аварии с выбросом РАВ ТО Класс= 18. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Национальный И Происхождение=Аварии с выбросом ХОВ ТО Класс= 39. ЕСЛИ Тип=Производственная/транспортная катастрофа И Масштаб=Глобальный ТО Класс= 110. ЕСЛИ Тип=Стихийное бедствие ТО Класс= 111. ЕСЛИ Тип=Стихийное бедствие ТО Класс= 1

Справка

Пуск Планировщик Ангары Планировщик Истры Автоматизированно... Безымянный. bmp - P... 6 Microsoft Office ... EN 14:59

7.5. Автоматическая классификация текущей КС

После того, как дерево решений построено, у пользователя появляется возможность проводить классификацию текущей КС в автоматическом режиме с использованием этого дерева решений. Для этого необходимо с помощью «выпадающих меню» ввести описание текущей КС – заполнить поля ввода значений признаков текущей КС, расположенные в нижней части экранной формы, а затем ввести уровни достоверности каждого значения признака с помощью специальных элементов управления («движков»).

Теперь при включенном режиме окраски каждый элемент строки описания текущей ситуации будет окрашен в соответствии с уровнем достоверности значения данного признака (**красный цвет – достоверность [0..33]; желтый цвет – достоверность [34..66]; зеленый цвет – достоверность [67..100]**).

7.5.1. Ввод описания текущей КС- стр.1

Автоматизированное рабочее место Эксперта

Файл Действия Общие Анализ данных Настройка Помощь

Действия Вид Настройка Общие

Отображать дерево решений

Дерево решений

- Тип=Производственная/транспортная катастрофа
 - Масштаб=Региональный
 - Темп=Внезапный
 - Происхождение=Транспортные аварии
 - Класс: 3
 - Происхождение=Гидродинамические аварии
 - Класс: 1
 - Темп=Умеренный
 - Происхождение=Внезапное обрушение зданий, сооружений
 - Класс: 3
 - Происхождение=Аварии на электроэнергетических системах
 - Класс: 2
 - Происхождение=Гидродинамические аварии
 - Класс: 3
 - Масштаб=Локальный
 - Класс: 2
 - Масштаб=Национальный
 - Происхождение=Аварии с выбросом РАВ
 - Класс: 1
 - Происхождение=Аварии с выбросом ХОВ
 - Класс: 3
 - Масштаб=Глобальный
 - Класс: 1
- Тип=Стихийное бедствие
 - Класс: 1

Классификация

Номер объекта	Класс объекта
0	3
1	2
2	2
3	1
4	1
5	3
6	3
7	2
8	1
9	3
10	3
11	2
12	2
13	3
14	1
15	1
16	3
17	3
18	2
19	1

Классифицировать объект

Тип Масштаб Темп Экология Место

Определить класс объекта

Получить продукции

Транспортные аварии
Пожары, взрывы, угрозы
Аварии с выбросом ХОВ
Аварии с выбросом РАВ
Внезапное обрушение зданий, сооружений
Аварии на электроэнергетических системах
Гидродинамические аварии

пуск

Планировщик Истра

Планировщик Ангара

Автоматизированно...

47

EN

19:36

7.5.1. Ввод описания текущей КС- стр.2

Автоматизированное рабочее место Эскарта

Файл Действие Объект Анализ данных Настройка Помощь

Действие [Иконки]

Оформить данные объектов

Дорожно-резиновый Классификация

ТипПрисоединениеПрисоединение к объекту

- МасштабРегистрационный
 - ТипБезопасный
 - ПрисоединениеТранспортные аварии
 - Класс 2
 - ПрисоединениеГидротехнические аварии
 - Класс 1
 - ТипФизический
 - ПрисоединениеБезопасное оборудование зданий, сооружений
 - Класс 3
 - ПрисоединениеБарьеры на электроэнергетических системах
 - Класс 2
 - ПрисоединениеГидротехнические аварии
 - Класс 3
 - МасштабПолный
 - Класс 2
 - МасштабНациональный
 - ПрисоединениеБарьеры с выбором ПИД
 - Класс 1
 - ПрисоединениеБарьеры с выбором ЧДБ
 - Класс 3
 - МасштабГлобальный
 - Класс 1
- ТипСпециальное оборудование
 - Класс 1

Номер объекта	Класс объекта
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	

Классифицировать объект

Тип Масштаб Тип Присоединение Экспорт Место

Присоединение Регистрация Безопасный Транспортная авар

Сформировать класс объекта Подтвердить изменение

ПУСК [Иконки]

7.5.1. Ввод описания текущей КС- стр.3

Автоматизированный рабочий лист 3. Эксперт

Файл Действия Общие Анализ данных Настройка Помощь

Действие [Иконки]

Обновить дерево объектов

Дерево решений

- Тип Производственный/Транспортная категория
 - Масштаб Региональный
 - Типификация
 - Производственный/Транспортный объект - Класс 3
 - Производственный/Административный объект - Класс 1
 - Тип Инженерный
 - Производственный/Базисное оборудование зданий, сооружений - Класс 3
 - Производственный/Базис на электроэнергетические системы - Класс 2
 - Производственный/Административные здания - Класс 3
 - Масштаб Национальный - Класс 2
 - Масштаб Международный
 - Производственный/Базис с выбросом CO2 - Класс 1
 - Производственный/Базис с выбросом CO2 - Класс 3
 - Масштаб Глобальный - Класс 1
 - Тип Специализированный - Класс 1

Классификация

Плюс объекта	Класс объекта
0	3
1	3
2	3
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	3
9	3
10	3
11	3
12	3
13	3
14	3
15	3
16	3
17	3
18	3
19	3

Классифицировать объект

Тип Масштаб Тип Производственный Специализированный Макс

65 100 7 56 48 42

Определить

7.5.1. Ввод описания текущей КС- стр.3

7.5.1. Ввод описания текущей КС- стр.4

Автоматизированное рабочее место ЭС-Мерс

Файл Действия Общие Анализ данных Настройка Помощь

Действия Имя Настройка Общие

Создать класс объекта

Дерево решений

Классификация

Класс объекта	Класс объекта
0	0
1	2
2	4
3	1
4	1
5	3
6	3
7	4
8	1
9	3
10	3
11	3
12	1
13	3
14	1
15	1
16	3
17	3
18	2
19	1

Классифицировать объект

Тип Масштаб Тип Прокладочная Эксплуатация Материал

Создать класс объекта

Получить программу

7.5.2. Результат классификации текущей КС

Автоматизированное рабочее место Эксперта

Файл Действия Общие Анализ данных Настройка Помощь

Действия Вид Настройка Общие

Отображать дерево решений

Дерево решений

- Тип=Производственная/транспортная катастрофа
 - Масштаб=Региональный
 - Темп=Внезапный
 - Происхождение=Транспортные аварии
 - Класс: 3
 - Происхождение=Гидродинамические аварии
 - Темп=Умеренный
 - Масштаб=Локальный
 - Масштаб=Национальный
 - Масштаб=Глобальный
 - Тип=Стихийное бедствие

Классификация

Номер объекта	Класс объекта
0	3
1	2
2	2
3	1
4	1
5	3
6	3
7	2
8	1
9	3
10	3
11	2
12	2
13	3

Класс: 3
Необходимо применить стратегию 'Класс: 3'. Достоверность = 0,94

OK

Классифицировать объект

Тип: Производственная/ Региональный Масштаб: Внезапный Темп: Происхождение: Транспортные авар

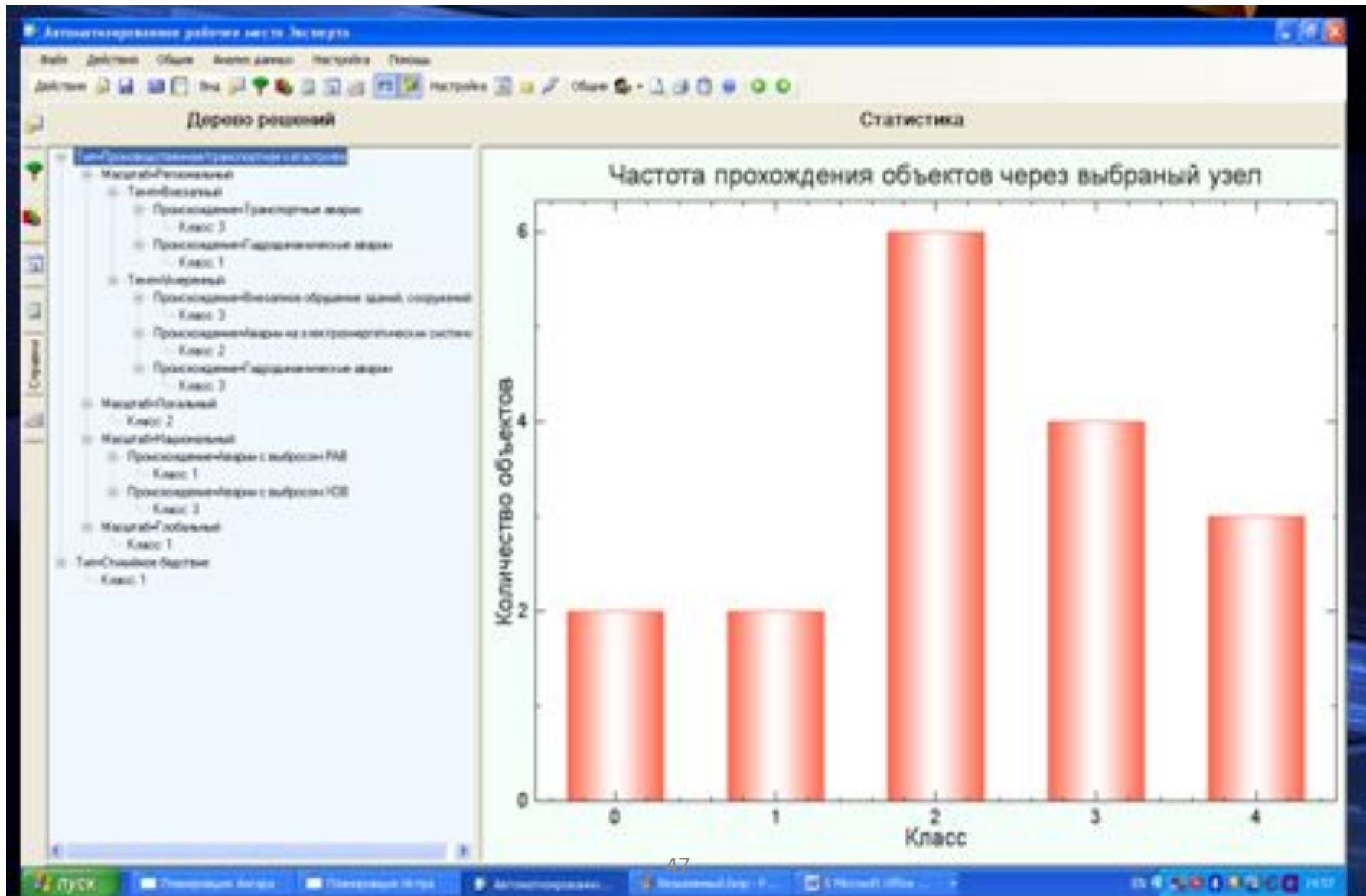
Определить класс объекта

Получить продукции

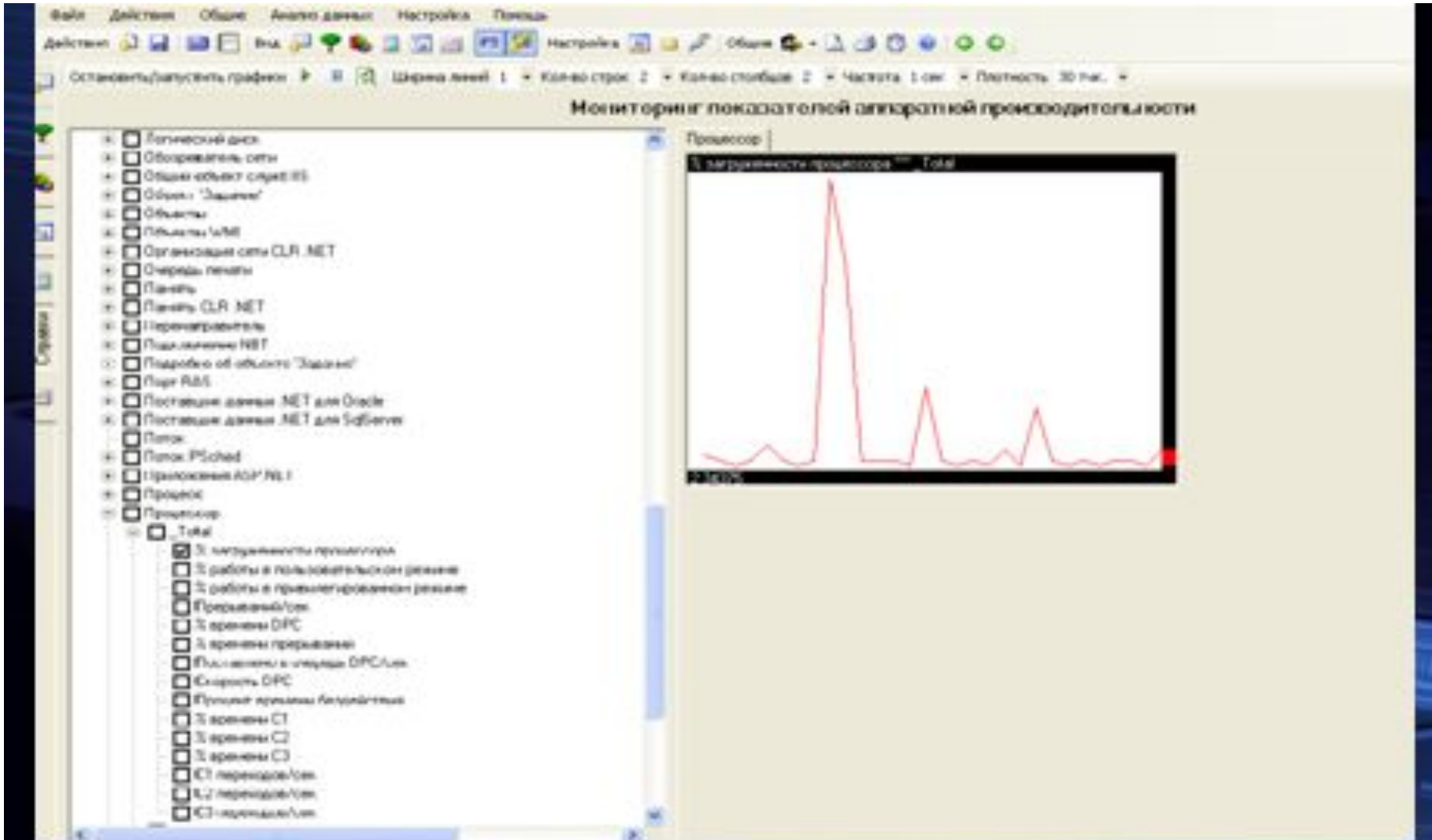
47

13:04

7.6. Анализ статистических показателей качества дерева решений



7.7. Мониторинг производительности аппаратной платформы ЭС ПРКС



7.8 Выдача справок

Классификация ЧС

- К локальной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

Ликвидация локальной чрезвычайной ситуации осуществляется силами и средствами организации. При недостаточности собственных сил и средств для ликвидации локальной чрезвычайной ситуации соответствующие комиссии по чрезвычайным ситуациям могут обращаться за помощью к вышестоящим комиссиям по чрезвычайным ситуациям...

- К местной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 1 тыс., но не более 5 тыс. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения

чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

Ликвидация местной чрезвычайной ситуации осуществляется силами и средствами органов местного самоуправления. При недостаточности собственных сил и средств для ликвидации местной чрезвычайной ситуации соответствующие комиссии по чрезвычайным ситуациям могут обращаться за помощью к вышестоящим комиссиям по чрезвычайным ситуациям.

- К территориальной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн. минимальных размеров оплаты труда на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы субъекта Российской Федерации.

Ликвидация территориальной чрезвычайной ситуации осуществляется силами и средствами органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации. При недостаточности собственных сил и средств для ликвидации территориальной чрезвычайной ситуации соответствующие комиссии по чрезвычайным ситуациям могут обращаться за помощью к вышестоящим комиссиям по чрезвычайным ситуациям.....

8. Области возможного использования ЭС ПРКС

Кроме использования ЭС ПРКС в Ситуационно-кризисном центре МИД России и в Международном ситуационном центре мониторинга последствий агрессивных воздействий на окружающую среду можно назвать следующие области возможного использования ЭС ПРКС:

- 1) **определение степени опасности КС** для оповещения органов государственной власти, населения и производственного персонала;
- 2) **формирование стратегии, выбор сил и средств для ликвидации последствий техногенной катастрофы** (загрязнение окружающей среды, повреждение коммуникаций – водо-, тепло-, электро- и газоснабжения, выброс ядовитых и биологически опасных веществ в атмосферу и т.д.);
- 3) **формирование стратегии, выбор сил и средств для ликвидации последствий природной катастрофы** (землетрясение, наводнение, смерч, лесные пожары, сход снежных лавин и т.д.);
- 4) **управление реактором АЭС в критических режимах;**
- 5) **обучение персонала ситуационных и кризисных центров действиям в КС;**
- 6) **принятие решения о выдаче кредита в банке** на основе автоматического анализа различных характеристик потенциального заемщика;
- 7) **автоматизация диагноза заболевания** по результатам проведенного обследования с учетом неформализуемых данных обследования в интересах выбора стратегии лечения.

Литература

1. **Федеральный закон № 3 от 30.05.2007г. «О чрезвычайном положении».**
2. **Нельсон Мармироли, Владимир Кривилев, Елена Маестри, Марта Мармироли.** Международный ситуационный центр как контрмера против экотерроризма // Ситуационные центры и современные информационно – аналитические технологии поддержки принятия решений: Материалы научно-практической конференции, состоявшейся в РАГС 7-9 апреля 2008 года./ Под общ. ред. А.Н. Данчула. М.,2009.
3. **Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>, 2003/**
4. **Кретов В.С., Лебедев И.С.** Система поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях на потенциально опасных и критически важных объектах // Ситуационные центры и современные информационно-аналитические технологии поддержки принятия решений. Материалы научно-практической конференции, состоявшейся в РАГС 7-9 апреля 2008 г. / Под общ. ред. А.Н. Данчула.-М.: Изд-во РАГС, 2009.
5. **Кретов В.С., Лебедев И.С., Котов М.Н.** Принципы построения и функциональные возможности двух новых информационно-аналитических систем для ситуационных центров// Журнал «Системы высокой доступности» № 6, 2007 г.
6. **Хант Э., Марин Дж., Стоун Ф.** Моделирование процесса формирования понятий на вычислительной машине. -М.: Мир, 1970

7. **Кретов В.С.** Диагностика состояния сложных комплексов // Алгоритмы анализа надежности ЭВМ и синтез диагностических тестов. Научно-технический сборник. -М.: Военная инженерная академия им. Ф.Э.Дзержинского, 1975
8. **Заде Л.** Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976
9. **Брунер Дж.** Психология познания /Пер. с англ. под ред. А.Р. Лурия. - М.: Прогресс, 1977