

М.Ф. БОНДАРЕНКО, С.И. МАТОРИН,
О.А. НЕСТЕРЕНКО, Е.А. СОЛОВЬЕВА

**СИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
КОНЦЕПТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПРОБЛЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ
НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

В настоящее время значительно повысилась необходимость решения сложных слабоформализованных задач в самых различных областях человеческой деятельности. К таким областям относится, например, обеспечение устойчивого развития общества (sustainable development), которое становится все более проблематичным в связи с усилением воздействия человека на окружающую среду, вызванным возрастанием масштабов и интенсивности хозяйственной деятельности в современных условиях. Одним из конкретных выражений этой проблемы является постоянный рост количества чрезвычайных ситуаций (ЧС), уносящих жизни многих людей и приводящих к колоссальным материальным затратам, а также увеличение их разрушительного эффекта. Например, по данным Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций (МЧС), с 1995 по 1998 год число ЧС техногенного характера увеличилось со 111 до 713, а природного – с 28 до 424. При этом количество погибших в результате ЧС в 1998 году возросло по сравнению с 1997 годом на 11,3%, а количество пострадавших – на 59,5% [1].

Задача предотвращения и ликвидации ЧС связана с анализом слабоструктурированных проблемных областей (ПО), прогнозированием изменения состояния систем в динамических естественных условиях. Таким образом, решение этой актуальной задачи требует привлечения современных системных методов и новых интеллектуальных информационных технологий. Данное обстоятельство приводит к необходимости разработки методов анализа и моделирования сложных систем произвольной, в том числе естественной (первой) природы, относительно которых, как правило, не известны их роль в системе более высокого порядка (надсистеме), функциональное назначение (целевая функция) и, следовательно, их сущностные свойства.

Для решения подобных задач разработан и развивается новый системологический когнитивный подход и инструментарий, основанные на системологии и понятии систем-классов, или внешних систем, позволяющие анализировать функциональные существенные свойства и прогнозировать динамику развития сложных систем произвольной природы [2]. Названные подход и инструментарий уже применены для

решения различных задач. В частности, разработан системологический когнитивный метод концептуального классификационного моделирования произвольных, в том числе слабоструктурированных, ПО для баз знаний, баз данных и систем искусственного интеллекта. Выявлены закономерности когнитивных структур с учетом данных когнитологии, психологии, нейропсихологии, психолингвистики и т.д.

Это позволило исследовать классификацию, в том числе естественную, как особый метод когнитивного моделирования. Построена математическая модель естественной классификации (ЕК) с применением теории категорий; впервые предложены операциональные критерии и формальный критерий ЕК, обобщающий все известные сильные и слабые критерии естественности, задача получения которого была поставлена еще 150 лет назад [3 – 6]. С практической точки зрения это обеспечило создание системологического классификационного анализа, использующего метод концептуального моделирования (КМ) слабоструктурированных ПО на основе ЕК.

КМ на основе ЕК стало возможным не только в результате определения основных закономерностей и критериев ЕК, но также в результате создания нового научного направления – системологии систем-классов [7, 8]. С точки зрения системологии большое значение для КМ имеет развиваемый в рамках так называемого *детерминантного подхода* – детерминантный анализ, основное назначение которого заключается в определении надсистемы исследуемой системы и функционального запроса к системе, т. е. ее целевой функции и причины возникновения [8 – 11]. Если причина возникновения системы в некоторой ПО может быть установлена своими специфическими средствами, то применение детерминантного подхода в интересах КМ предполагает анализ системы с точки зрения определения:

- запроса надсистемы на данную систему с определенной функцией (*внешней детерминанты*);
- потенциально пригодного *исходного материала* для формирования данной системы и выполнения требуемой функции;
- процесса превращения исходного материала для данной системы в систему как субстанцию соответствующей надсистемы, т.е. *становления* данной системы и ее *адаптации* к запросу надсистемы;
- функции данной системы в надсистеме, соответствующей запросу надсистемы (*внутренней детерминанты*).

Результаты подобного анализа обеспечивают получение знаний соответственно о причине и условиях возникновения системы с определенными свойствами, о динамике процесса становления данной системы, а также о следствии ее возникновения и функционирования.

Рассмотрим кратко методологические основания данного подхода. Системология обеспечивает исследование любого объекта как системы с учетом меры его системности. При этом под системой понимается

функциональный объект, функция которого детерминирована потребностями надсистемы, где система имеет определенное место и роль. При этом система рассматривается не просто как объект, но как динамический объект вместе с процессом своего возникновения, становления и функционирования [7, 9]. Причиной возникновения и вполне определенного функционирования системы является потребность надсистемы, ее функциональный запрос, который определяет выбор потенциально пригодного для выполнения требуемой функции исходного материала и становится внешней детерминантой возникающей системы. После принятия в соответствующий узел надсистемы выбранного исходного материала он превращается в субстанцию надсистемы, т.е. становится собственно системой, имеющей требуемую функцию, поддерживающую функционирование надсистемы.

Таким образом, система со своими функциональными свойствами есть следствие наличия функционального запроса надсистемы на систему с определенной функцией, причем в процессе функционирования системы в надсистеме ее функция (текущая внутренняя детерминанта) будет постепенно приближаться к функции (предельной внутренней детерминанте), задаваемой внешней детерминантой, т.е. запросом надсистемы. Степень этого приближения может быть количественно оценена мерой системности [8], характеризующей степень адаптированности системы к запросу надсистемы. Следовательно, при установившемся процессе внутренняя детерминанта системы согласуется с ее внешней детерминантой.

В случае рассогласования внешней (запроса надсистемы) и внутренней (функции системы) детерминант системы возникает ситуация, которая может развиваться следующими путями. Во-первых, данная система может начать эволюционировать и выступить в роли исходного материала, если, например, произошло изменение внешней детерминанты системы и к ней теперь предъявляются новые требования. При этом надсистема должна быть достаточно устойчива для того, чтобы какое-то время выполнять свою функцию без надлежащей поддержки со стороны данной системы [9, 11]. Во-вторых, эта система может оказаться неподходящим исходным материалом (для старого или нового запроса надсистемы) и тогда надсистема будет стремиться избавиться от нее для того, чтобы включить в себя другой потенциально пригодный исходный материал. Если при этом надсистема не в состоянии выполнять свою функцию без поддержки со стороны данной системы, а новый исходный материал или отсутствует в резерве, или не может быть использован из-за недостатка времени, то мы имеем ситуацию, при которой система как непригодный исходный материал устраняется, но вместе с ним разрушается и надсистема. Эта ситуация на практике и представляет собой *чрезвычайную*.

Полученные результаты и многолетний опыт построения классификаций позволили развить и усовершенствовать известные методики КМ, в первую очередь на основе учета закономерностей ЕК и применения методов системологического анализа. Опишем кратко разработанный метод системного классификационного анализа для построения концептуальной классификационной модели (ККМ) на основе ЕК, учитывающий операциональные критерии ЕК и детерминантный подход к анализу ПО:

1. Системологический терминологический анализ ПО.

- Выявление совокупности терминов, обозначающих объекты и процессы данной ПО, т.е. терминов для понятий, описывающих данную ПО (категорных, общих и единичных).

- Анализ выявленной исходной совокупности терминов в целях определения степени ее приближения к терминосистеме по показателям полноты, связности и функциональности СП, соответствующей исходной совокупности терминов:

- анализ наличия родо-видовых определений для всех понятий, соответствующих выделенной совокупности терминов (видовых, родовых понятий и понятий видовых отличий);

- анализ степени взаимосвязанности рассматриваемых понятий;

- выявление в исходной совокупности терминов таких, которые соответствуют понятиям, отражающим функциональные свойства систем данной ПО (с точки зрения выявленных категорных понятий).

- Устранение пересечений, противоречий и пробелов в рассматриваемой совокупности терминов, т.е. ее максимально возможная оптимизация (приближение к терминосистеме).

2. Системологический концептуальный анализ ПО.

- Определение места (роли) данной ПО в более широкой ПО, т.е. надсистемы (или надсистем) данной ПО и соответствующего ей неопределяемого понятия (или понятий) (единственной категории или нескольких категорий с учетом нескольких аспектов рассмотрения данной ПО).

- Определение функциональных свойств систем данной ПО, существенных с точки зрения каждой выделенной надсистемы (категории).

- Обеспечение функциональности рассматриваемой СП, т.е. отражения в определениях всех понятий выявленных функциональных свойств систем данной ПО (в родовом понятии – надсистемы данной системы, в видовом отличии – функционального свойства системы в надсистеме, в видовых понятиях – поддерживающих свойств системы).

- Обеспечение связности СП путем установления иерархических родо-видовых отношений между понятиями данной ПО, отражающих отношения поддержания функциональной способности целого между системами данной ПО.

3. Системологический классификационный анализ ПО.

- Выбор основания построения классификационной модели (схемы) данной ПО (соответствующего выявленному функциональному признаку систем данной ПО с точки зрения определенной надсистемы для данной ПО).

- Обеспечение соответствия родо-видовых отношений между понятиями данной ПО родо-видовым отношениям между их видовыми отличиями в выбранной плоскости классифицирования.

- Построение иерархической классификации систем данной ПО изоморфной классификации их свойств (в данной плоскости классифицирования).

Для примера рассмотрим процесс КМ на основе ЕК в ПО «Чрезвычайная ситуация». Имеющиеся на сегодняшний день классификации ЧС, как и большинство классификаций других ПО, построены без применения не известных ранее системологических методов и критериев ЕК, что не позволяет их использовать не только для выработки рекомендаций при ликвидации последствий ЧС, но и для их анализа и предупреждения. В результате моделирования должна быть построена ККМ ЧС (ЕК ЧС).

ЧС – сложный естественный динамический процесс. Модель или классификация ЧС требуется не только и не столько для сбора статистической информации о ЧС, сколько для оценки обстановки и принятия решений в ходе ее ликвидации. Совершенно очевидно, что для этого необходимы знания о причинах возникновения ЧС, ее последствиях и самом процессе ее развития. Кроме того, знания о причинах и условиях возникновения ЧС необходимы для последующего анализа ЧС в целях предупреждения ее возобновления или повторения. Это требует, чтобы в основу методологии построения классификации ЧС или ККМ ЧС были положены ЕК и детерминантный подход.

Рассмотрим, какая ККМ ЧС может быть получена, если проанализировать ПО ЧС системно, с применением детерминантного подхода, а классификацию строить на основе естественной. С точки зрения детерминантного подхода ЧС представляет собой динамическую систему, имеющую в качестве своей внешней детерминанты (причины) резкое рассогласование детерминант подпроцесса некоторого установившегося процесса в условиях отсутствия необходимого исходного материала, а в качестве своей внутренней детерминанты (следствия) – функцию нарушения данного установившегося процесса.

В качестве понятия-категории выберем понятие «Ситуация», которое в данном случае не будет иметь определения, но будет использоваться для определения понятия ЧС, которое будет вершиной иерархической ККМ. Анализ существующих определений ЧС, особенно определения [12], показывает, что в них в принципе потенциально учитывается необходимая

с точки зрения детерминантного подхода информация о причине, последствиях и процессе развития ЧС. Этот анализ показывает, что:

- ЧС обусловлена *отрицательным влиянием* на природную среду и жизнедеятельность людей, что четко соотносится с разрушительной несогласованностью детерминант некоторого процесса, т. е. причиной (внешней детерминантой) возникновения ЧС.

- ЧС характеризуется резким нарушением *установившегося процесса*, что соответствует информации о роли, функции (следствии, внутренней детерминанте) ЧС в рамках некоторого процесса (надсистемы).

- ЧС требует применения *экстренных мер* для спасения людей и ликвидации ее последствий, что соотносится с информацией о процессе развития (становления) ЧС.

По нашему мнению, ККМ ЧС должна строиться по данным трем основаниям, так как классифицирование именно по этим аспектам обеспечивает приобретение необходимых знаний для анализа и выработки рекомендаций при ликвидации и предупреждении ЧС. Общий вид ККМ ЧС в виде трех дополняющих друг друга классификаций представлен на рис. 1.

При построении классификации ЧС по каждому основанию (по каждому аспекту) необходимо использовать предложенные операциональные критерии ЕК [6] для обеспечения максимальной естественности классификационной схемы в каждой плоскости классифицирования. Это необходимо потому, что любая искусственная классификация собственно знаний о ПО не выражает, это свойственно только ЕК [13]. Естественность классификации определяется, в первую очередь, ее параметричностью (интенциональностью) [14, 15], что соответствует требованию построения ККМ ЧС в виде двух (как минимум) изоморфных классификаций, одна из которых является классификацией объектов, а другая – классификацией свойств этих объектов [5].

Рассмотрим основные вопросы классифицирования ЧС по одному из выбранных оснований. ЕК ЧС по функциональному свойству «Отрицательное влияние», фрагмент которой изображен на рис. 2, представляет собой ККМ ЧС, отражающую причины возникновения ЧС. Для обеспечения естественности данной классификационной схемы ККМ самих ЧС строится на основании классификации отрицательных влияний, способных вызывать ЧС (т.е. причин), как изоморфная последней. При этом первоочередной, наиболее важной информацией для решения практической задачи ликвидации и предупреждения ЧС является информация о том, что представляет собой причина ЧС: зависящий от человека (управляемый человеком) процесс или неуправляемое человеком природное явление. Поэтому возможные отрицательные влияния разделены на два класса – «Стихийные бедствия» и «Человеческий фактор», в соответствии с которыми выделено два класса ЧС – «Природная ЧС» и «Антропогенная ЧС».

Чрезвычайная ситуация:

1. Ситуация, обусловленная *отрицательным влиянием* на природную среду и жизнедеятельность людей

По виду вызвавшего ЧС отрицательного влияния
(причина ЧС = *внешняя детерминанта*)

Катастрофа грузового самолета "Руслан" в декабре 1997 г. под Иркутском

Причина:
отказ трех двигателей самолета, обусловленный заправкой топливом, не соответствующим сезону

2. Ситуация, характеризующаяся резким нарушением *установившегося процесса*

По виду нарушаемого установившегося процесса
(следствие ЧС = *внутренняя детерминанта*)

Следствие:
падение самолета на жилые строения, нарушившее авиационное сообщение с Иркутском и нормальную жизнедеятельность авиагородка

3. Ситуация, требующая применения *экстренных мер* для спасения людей и ликвидации ее последствий

По виду необходимых экстренных мер
(динамика процесса развития ЧС = *становление*)

Процесс развития событий:
разрушение самолета, груза, жилого дома; пожар зданий и разлитого топлива; гибель людей

Рис. 1. Общий вид концептуальной классификационной модели ЧС

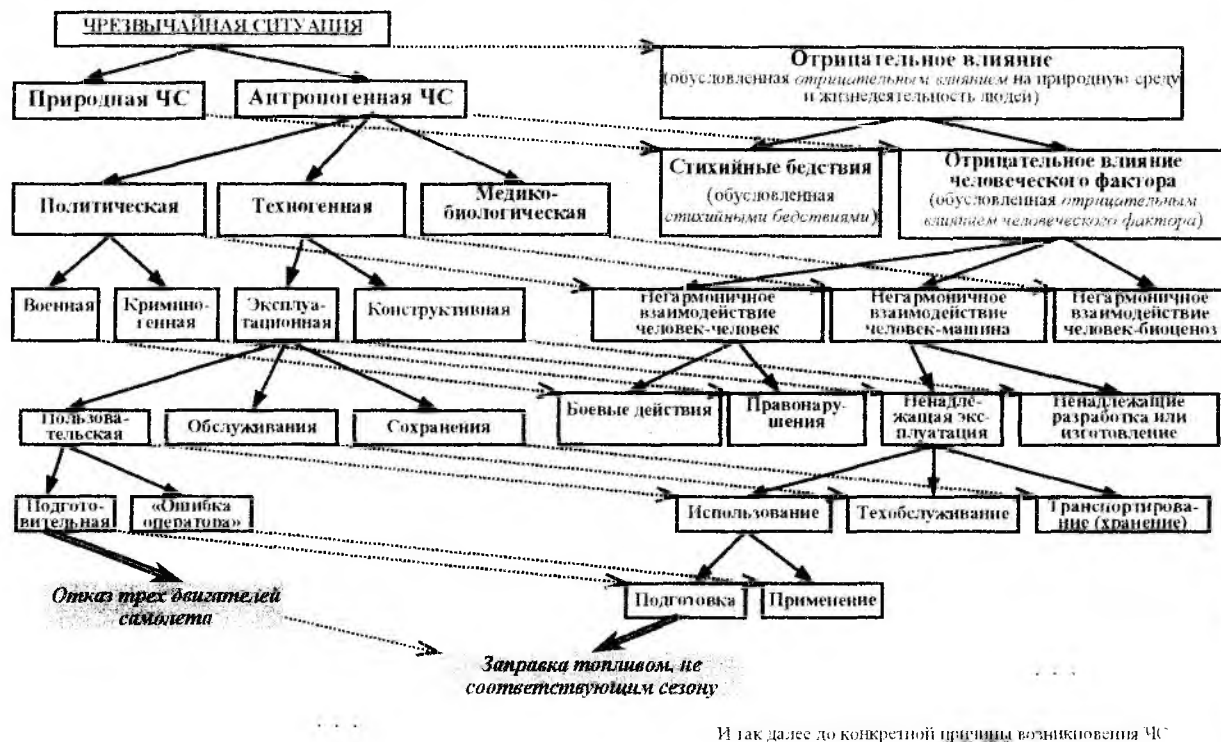


Рис. 2. Фрагмент ЕК ЧС по функциональному свойству «отрицательное влияние» (причине)

Дальнейшее классифицирование осуществляется в рамках этих двух классов по тому же самому основанию с соблюдением операциональных критериев ЕК. Данная классификация включает в себя и детализирует информацию о *характере* ЧС и связанную с ней информацию о *виде* ЧС в соответствии с системно-иерархическим классификатором ЧС (СИКЧС) ИК НАН и о *группе* ЧС в соответствии с временной классификацией ЧС (ВКЧС) МЧС.

ЕК ЧС по функциональному свойству «Установившийся процесс», фрагмент которой изображен на рис. 3, представляет собой ККМ ЧС, отражающую их последствия. Данная классификация включает в себя и детализирует информацию о *классе* и *типе* ЧС и связанную с ней информацию о *виде* ЧС в соответствии с СИКЧС, а также о *типе* и *виде* ЧС в соответствии с ВКЧС.

ЕК ЧС по функциональному свойству «Экстренные меры», фрагмент которой изображен на рис. 4, представляет собой ККМ ЧС, отражающую характер процессов их развития и принимаемых мер по их ликвидации. Данная классификация включает в себя и детализирует неохваченную предыдущими классификациями информацию о *виде* ЧС в соответствии с СИКЧС.

Для получения знаний о конкретной причине возникновения той или иной ЧС, о конкретных ее последствиях, а также о динамике процесса развития конкретной ЧС необходим детерминантный анализ ситуации в конкретной ПО. Рассмотрим преимущества ЕК ЧС на конкретном примере, представленном в табл. 1. Ввиду отсутствия официальных данных все сведения, приведенные в примере, являются ориентировочными, используются для демонстрации метода и не претендуют на отражения реальных событий.

На данном примере хорошо видно, что существующие классификации ЧС не учитывают многие особенности ситуации, знание которых необходимо для принятия решений при ликвидации последствий ЧС или для их анализа в целях предупреждения. Подчеркнем, что эта информация не учитывается не только в данном примере. Она не может быть учтена в существующих классификациях в принципе, из-за их методологического несовершенства, так как они не могли быть основаны на системологическом классификационном анализе. Это обстоятельство делает существующие классификации практически непригодными для анализа ЧС в целях их предупреждения. В ЕК ЧС конкретные причины неисправности техники могут быть учтены с любой необходимой степенью точности и подробности.

Кроме того, применение существующей классификации ЧС не дает информации о том, что же все-таки происходило на самом деле. Из классификации в данном случае не видно, падал самолет или нет, каковы были разрушения, были ли пожары, хотя последнее совершенно очевидно (см. описание катастрофы: падение через 27 секунд после взлета, т.е. с полными баками горючего). Какие процессы были нарушены вследствие ЧС, в данном примере использования существующей классификации также не показано, хотя этот момент является основным в определении ЧС. Таким образом, существующие классификации ЧС не могут быть эффективно использованы и при принятии решений в процессе ликвидации последствий ЧС.

Анализ ЕК ЧС (ККМ ЧС) обнаруживает целый ряд ее преимуществ по сравнению с известными классификациями, проявляющихся в силу мощности методологических средств ее построения (системологический когнитивный подход, системный классификационный анализ, концептуальное классификационное моделирование на основе ЕК).

Таблица 1. Анализ примера использования классификаций ЧС

| Катастрофа грузового самолета «Руслан» в декабре 1997 г. под Иркутском | |
|---|--|
| Отказ трех двигателей тяжелогруженого самолета через 27 секунд после взлета, падение на жилые строения авиагородка. В результате погибло 60 человек, разрушен жилой дом, самолет и груз уничтожен [12] | |
| СИКЧС ИК НАН | ЕК ЧС НУЛ ПЗ |
| <p>Характер – техногенный</p> <p>Класс – транспортный</p> <p>Тип – авиационный транспорт</p> <p>Вид – отказ двигателей</p> <p>Место – над населенным пунктом</p> <p>Причина – неисправности техники</p> | <p>По причине: <i>Антропогенная ЧС (техногенная, эксплуатационная) – отказ трех двигателей самолета – обусловленная заправкой топливом не по сезону</i></p> <p>По следствиям: <i>Социальная ЧС (транспортная, авиационная и бытовая) – падение самолета на жилые строения – нарушившая авиационное сообщение с г. Иркутском и жизнедеятельность авиагородка</i></p> <p>По развитию событий и экстренным мерам: <i>ЧС, связанная с разрушением самолета, груза и жилого дома, а также пожаром в авиагородке с указанием необходимости разбора завалов и тушения пожара жилых зданий и разлитого топлива</i></p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Отсутствует информация о конкретных причинах, вызвавших ЧС, необходимая для ее анализа в целях выработки рекомендаций по предупреждению ЧС ■ Отсутствует информация о нарушении авиоперевозок и жизнедеятельности авиагородка, необходимая для принятия решения при ликвидации последствий ЧС ■ Отсутствует информация о самом процессе ЧС (разрушениях, пожарах) и мерах по ликвидации ее последствий ■ Неполная информация о месте ЧС ■ Неполная информация о виде ЧС | <p>Имеется полная информация о причинах ЧС, последствиях ЧС и динамике процесса ее развития с указанием мер по ликвидации последствий</p> <p>Результаты использования ЕК ЧС в качестве БЗ ИСППР (СППР + ЭС) позволили выработать конкретные рекомендации для принятия решений при ликвидации ЧС (необходимость ликвидации конкретных разрушений и конкретных пожаров) и использовать знания о ЧС для анализа ее причин и выработки конкретных рекомендаций по мерам предупреждения ЧС (конкретные нарушения при подготовке к использованию двигателей самолета)</p> |

Результаты сравнительного анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ классификаций ЧС

| № | СИКЧС (ВКЧС) | ЕК ЧС |
|---|---|--|
| 1 | Методология построения классификаций не использует результаты системных и когнитивных исследований, а также последние результаты теории классификации | Использована системологическая когнитивная методология. ЧС рассмотрена как причина, как следствие и как процесс. ЕК ЧС рассматривается как совокупность естественных классов, связанных отношением поддержания функциональной способности целого |
| 2 | Классификации имеют совершенно произвольную искусственную (по типу УДК) сложную структуру. В результате изменение и совершенствование классификаций связано со значительной переработкой информации. При использовании в качестве БЗ они занимают большой объем памяти | Имеет простую логически обоснованную структуру системы понятий, связанных родо-видовыми отношениями. В результате имеется возможность неограниченного расширения и совершенствования классификации без переработки. При использовании ее в качестве БЗ она занимает меньший объем памяти |
| 3 | Являются непараметрическими классификациями, в которых не учтены свойства классифицируемых объектов. В результате в классификациях не могут быть представлены конкретные причины ЧС и конкретные меры по ликвидации последствий ЧС | Является параметрической классификацией, в которой учтены свойства классифицируемых объектов. В результате в ЕК ЧС представлена полная информация о ЧС |
| 4 | Каждый вид ЧС, требующий определенного способа ликвидации (мер), встречается в классификациях многократно в различных ветвях, что приводит к разрозненности информации, невозможности ее обобщения и, следовательно, невозможности ее эффективного использования при решении задач ликвидации и предупреждения ЧС | Вся информация о ЧС хранится однократно, с возможностью ее обобщения и неограниченной детализации по мере необходимости, что позволяет эффективно использовать ЕК ЧС для анализа и принятия решений |
| 5 | Процесс общения характеризуется сложностью и значительным временем обработки входной информации в связи с необходимостью ее перекодирования, что приводит к неудобству и не интеллектуальности интерфейса с БЗ | Обеспечена возможность непосредственного общения с БЗ понятиями естественного языка без дополнительного перекодирования информации |
| 6 | Не отражают знаний о ЧС, а только выборочную ограниченную информацию о ЧС и, следовательно, не приспособлены для выработки рекомендаций, а могут использоваться только для статистического учета | Выражает знания о свойствах и причинно-следственных связях процессов ЧС, что позволяет вырабатывать рекомендации по ликвидации последствий и предупреждению ЧС |
| 7 | Не обеспечивают корректность вывода на знаниях, что приводит к невозможности принятия оптимальных решений при ликвидации и предупреждении ЧС | Обеспечивает корректный вывод на знаниях, что обеспечивает принятие оптимальных решений при ликвидации и предупреждении ЧС |

Рассмотренный пример показывает, что применение системологического когнитивного подхода и системологического классификационного анализа позволяет получить эффективный метод КМ слабоструктурированных ПО на основе ЕК.

Полученные результаты применены для создания интеллектуальной системы экспертного анализа состояния окружающей среды, прогнозирования и предотвращения ЧС (ИСЭАПП), которая включает в себя следующие четыре подсистемы: поддержки базы знаний (БЗ), прогнозирования состояния окружающей среды (ОкС), планирования решения и подсистему управления моделями. ИСЭАПП выполняет анализ текущего состояния технического объекта, производит прогноз будущего состояния и в случае предполагаемого возникновения ЧС формирует возможные варианты по предотвращению ее возникновения, а также поддерживает процесс принятия решений по выбору оптимального природоохранного мероприятия. Пример работы системы представлен на рис. 5.

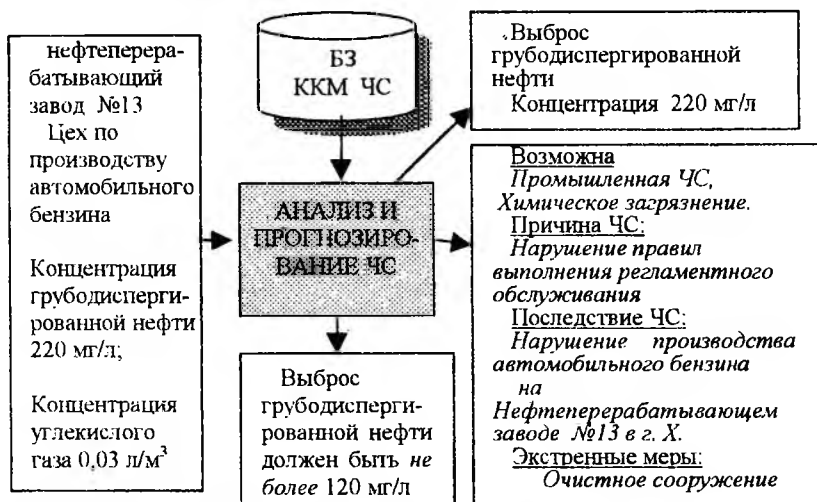


Рис. 5. Тестовый пример работы интеллектуальной системы

Разрабатываемая система выполняет следующие функции:

- моделирование объектов ПО и связей между ними;
- обеспечение интерфейса для ввода, дополнения и модифицирования информации об этих объектах;
- проведение анализа текущего состояния ОкС и прогнозирование её состояния в будущем в целях предотвращения ЧС;
- планирование решения по предотвращению и ликвидации ЧС.

Системологический когнитивный подход и системологический классификационный анализ использованы при создании ИСЭАПП на следующих этапах:

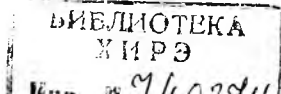
- при обосновании функциональной структуры системы;
- при моделировании ПО для создания БЗ;
- на этапе информационной подготовки решения (планирования решений) в подсистеме планирования решений;
- при проведении процесса принятия решений в подсистеме их поддержки.

Функции планирования и поддержки принятия решений на основании системологического подхода были реализованы в рамках системы на примере слабоструктурированной проблемы выбора оптимального природоохранного мероприятия (очистного сооружения) для предотвращения возникновения ЧС прежде всего на объектах промышленного производства.

Поскольку область экологии является слабоструктурированной с отсутствием объективных моделей для получения обобщенной оценки качества альтернатив по всему множеству необходимых критериев (экологических, экономических, технологических и т.п.) при выборе оптимального решения, все сложности этой задачи ложатся на человека – лицо, принимающее решение (ЛПР). Кроме того, одна из основных проблем, которая возникает при выборе множества критериев для принятия решений – это выбор именно тех критериев, которые будут не только соответствовать интересам и предпочтениям ЛПР, но и отражать сущность решаемой проблемы. Чтобы поддержать опыт и интуицию ЛПР, необходимо обеспечить его максимально объективной информацией. С этой целью БЗ ИСЭАПП должна содержать информацию об объектах ПО и их свойствах (в частности, альтернативах решения), выбранную не произвольным образом, а с помощью наиболее объективного метода классифицирования, т.е. на основании ЕК. Использование при создании БЗ методов КМ на основе ЕК позволяет уже на первом шаге принятия решения предоставить пользователю объективный список критериев, в котором в принципе исключена возможность потери какой-нибудь значимой характеристики.

Применение системологического когнитивного подхода и системологического классификационного анализа при создании программной системы показало их перспективность и высокую эффективность с точки зрения интеллектуализации экспертных систем и систем поддержки принятия решений.

Список литературы: 1. Подрезов О. Анализ чрезвычайных ситуаций в Украине за 1998 год // Чрезвычайная ситуация. 1999. №3. С.42-51. 2. Бондаренко М.Ф., Маторин С.И.,



Соловьева Е.А. Анализ системологического инструментария концептуального моделирования проблемных областей // НТИ. Сер.2.1996.№4. С. 1-11. 3. *Соловьева Е.А.* О принципах проектирования, структуре и свойствах состоятельной модели системы понятий // НТИ. Сер.2. 1990. N 4. С.2-8. 4. *Соловьева Е.А., Ельчанинов Д.Б., Маторин С.И.* Применение теории категорий к исследованию и моделированию естественной классификации // НТИ.Сер.2. М.: ВИНТИ.1999.№3. С.1-7. 5. *Соловьева Е.А.* Математические и системологические основания естественной классификации // НТИ.Сер.2. М.: ВИНТИ.1999.№ 8. С. 2-9. 6. *Соловьева Е.А.* О математическом моделировании системы понятий, методе и критериях естественной классификации // НТИ. Сер.2. 1991. N 4.С.1-10. 7. *M.F. Bondarenko, S.I. Matorin and E.A. Solov'eva* "Analysis Of Systemological Tools For Conceptual Modeling Of Application Fields"// Automatic Document and Mathematical Linguistics. Allertion Press, Inc., New York, 1996. Vol. 30. No. 2. P.33-45. 8. *Бондаренко М.Ф., Соловьева Е.А., Маторин С.И.* Основы системологии / Учебное пособие. Харьков: ХТУРЭ, 1998. 118с. 9. Разработка подсистемы лингвистического обеспечения АИС документально-фактографического типа в области материаловедения: Отчет о НИР/Спец. конструкт.-технол. бюро информ. систем Ин-та пробл. Материаловедения (СКТБ ИС ИПМ) АН УССР; Руководитель Г.П. Мельников; № ГР 01.86.0103243. М., 1986. 452 с. 10. *Маторин С.И.* Детерминантный анализ системы переработки информации человека//Проблемы бионики. 1998. №49. С.72-80. 11. *Мельников Г.П.* Системология и языковые аспекты кибернетики. М.: Сов. радио, 1978. 368 с. 12. Методология конструирования систем-но-иерархического классификатора чрезвычайных ситуаций/ *Белов В.М., Выходцев В.Р., Гриценко В.И., Кибикин В.Е., Котлов А.Б., Кифоренко С.И., Волков Ю.Н., Пустовыйт О.Г.* Кисев, 1998. 32с. (Препр./ НАН Украины, Междунар. науч.- уч. Центр информ. технологий и систем; 98-1). 13. *Розова С.С.* Классификационная проблема современной науки. Новосибирск: Наука, 1986. 224с. 14. *Мейен С.В., Шрейдер Ю.А.* Методологические аспекты теории классификации // Вопросы философии. 1976. №12. С.67-79. 15. *Цаленко М.Ш.* Моделирование семантики в базах данных. М.: Наука, 1989. 288с.

Поступила в редколлегию 11.08.99