

*В.В. Кузнецов, А.Н. Крайнюков, С.Г. Долотов, В.М. Щепилов**

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА МОНИТОРИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Авторами этой статьи предлагаются и обсуждаются общие принципы оригинальных концептуальных систем поддержки и принятия ответственных административных решений прогнозирующих возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Проблема создания системы прогнозирования ЧС с целью предотвращения техногенных аварий и катастроф находится в рамках разработки общей системы поддержки принятия решений (СППР). Перспективный взгляд на эволюцию СППР базируется как на оценку результатов традиционного процесса обработки информации в базах данных, так и на использование гиперинформационных (гипертекст, гипермедиа) технологий. Эффективная СППР должна предусматривать возможность **интеллектуальной** обработки информации особенно для случаев слабоструктурированных, творческих задач, к числу которых относятся проблемы прогнозирования ЧС. В то же время необходимо отметить, что для пользователей СППР (руководителей территориальных управлений МЧС, экспертов) наиболее важным фактором оказывается не высокий теоретический уровень реализованных там методов и программных средств, а простота работы с системой, удобный и понятный для них интерфейс. СППР должна помочь пользователям

- разобраться с реальной сутью анализируемого процесса прогнозирования условий возникновения ЧС;
- оценить проблему анализа фазовых переменных рассматриваемой социально-экономической системы (СЭС) с точки зрения выделения диапазона их опасных, критических значений;
- управлять ходом процесса подготовки и выбора управленческих стра-

* © Кузнецов В.В., Крайнюков А.Н., Долотов С.Г., Щепилов В.М., 2007

Кузнецов Вадим Викторович – кафедра «Информационные системы» Саратовского государственного технического университета,

Крайнюков Александр Николаевич – кафедра «Экономика и управление в машиностроении» Саратовского государственного технического университета,

Долотов Сергей Геннадьевич – заместитель директора ООО «Волгаспецмашсервис»,

Щепилов Владимир Михайлович – начальник 3-го отряда Государственной противопожарной службы МЧС России по Волгоградской области.

тегий, включая рассмотрение вопросов оперативной адаптации к возникающим ситуациям (уточнение информации, корректировка приоритетов и т.д.);

- подготовить необходимый персонал, способный внести предложения по усовершенствованию ее работы, необходимой модификации выполняемых функций.

Система должна предусматривать возможность учета **качественных**, нечисловых факторов человеческого поведения, в частности, ЛПР (т.е. его интуицию, жизненный опыт, желание рисковать, убеждения, ценностные установки и т.д.). Важным моментом является **характер** информации, которой располагает ЛПР:

- **интуитивная**, ее источником является жизненный опыт, профессиональные знания и способности;
- предметная, вербальное описание процесса или объекта изучения;
- **формальная**, т.е. количественные, обычно статистические данные.

Обсудим теперь основные этапы создания предполагаемой автором мониторинговой СППР с необходимыми краткими комментариями.

1°. **Содержательная постановка проблемной ситуации выбора (ПСВ)** одного из возможных способов действий (управленческих стратегий) по предотвращению ЧС. На этом этапе формируется соответствующая модель ПСВ, как совокупности взаимосвязанных вербальных и формальных задач, последовательное решение которых приведет к прогнозу состояния рассматриваемой социально-экономической системы (СЭС) в некоторый момент времени $t > t_0$. При этом фигурирующие в вербальных оценках социоэкономические параметры моделируются совокупностью логических, алгебраических и других математических связей между фазовыми переменными и параметрами. Области допустимых значений управляемых и неуправляемых переменных определяется заданием эволюционных уравнений и неравенств в соответствующем метрическом пространстве. Здесь же формируются конечные множества заинтересованных лиц (**акторов**) $a = (a_1, \dots, a_k)$, в качестве которых могут рассматриваться, например, руководство регионального управления МЧС (a_1) и руководители соответствующих СЭС ($a_2, \dots, a_k$); **целей** акторов $O = \{O_1, \dots, O_n\}$ (или критерии оценки состояния СЭС), возможных форм их поведения (**управленческих стратегий**) для достижения поставленных целей $C = \{C_1, \dots, C_m\}$, а также **исследовательские сценарии** будущих состояний СЭС на время прогнозирования $t > t_0$ $S = \{S_1, \dots, S_l\}$.

2°. **Формирование экспертной группы, получение экспертных оценок.** Здесь необходимо принять во внимание следующие обстоятельства. Общеизвестно, что эксперты могут оказать серьезное давление на процесс принятия решения, вынуждая одного из специалистов соглашаться с большинством, даже если он понимает, что точка зрения большинства ошибочна. Это особенно касается групповых прогнозов условий возникновения техногенных

ЧС, поскольку они основаны большей частью не на реальных данных, а на обобщенном мнении специалистов данной группы экспертов. Возможно, что один из них откажется от представления собственных суждений, если остальные члены группы будут придерживаться противоположной точки зрения.

Возможны также случаи, когда какой-либо наиболее влиятельный эксперт (обычно назначенный или выбранный руководитель) может добиваться собственных целей, преодолевая сопротивление других участников с помощью настойчивой и постоянной аргументации. Нередко считается, что проблема достижения соглашения между членами группы имеет более важное значение, чем разработка тщательно продуманного и обоснованного прогноза. В этой связи интересны сформулированные К. Эрроу условия корректного группового (общественного) выбора:

- **Универсальность**, понимаемая в смысле наличия достаточного числа возможностей выбора ($1 \geq 3$), экспертов (≥ 2) и возможностей определения всех индивидуальных профилей предпочтения.
- Наличие **положительной связи** группового и индивидуальных предпочтений, при которой отбрасывание (или добавление) одной из альтернатив в индивидуальных предпочтениях не должно изменить направленность индивидуального предпочтения по отношению к групповому.
- **Независимость** несвязанных альтернатив, при которой если предпочтения каждого эксперта **одинаковы** в нескольких профилях, то и соответствующие по альтернативам порядки предпочтений группы должны быть одинаковыми для этих профилей.
- Наличие **суверенности** экспертов, понимаемой как отсутствие «навязанного» сообществом порядка предпочтений.
- **Отсутствие «диктаторства»**, понимаемого в том смысле, что не должно быть одного эксперта, предпочтения которого определяют предпочтения сообщества, тогда как остальные члены влияют на выбор альтернатив только в том случае, когда эти альтернативы безразличны названному индивиду.

Теорема Эрроу устанавливает несовместимость перечисленных здесь условий в рамках единственной удовлетворяющей им всем функции группового выбора предпочтений. Поэтому последующее развитие теории и практики экспертных оценок идет в направлении обоснования способов корректного разрешения этих противоречий, что достигается или ослаблением ограничений, или изменением требований к окончательному решению. Несмотря на перечисленные трудности, экспериментально установлено, что при соблюдении определенных условий групповая экспертная оценка более надежна, чем индивидуальные.

3°. **Выявление предпочтений ЛПР**, т.е. системы его внутренних психологических установок, заставляющих совершать определенные действия в проблемных ситуациях выбора. В рассматриваемом здесь случае иерархической сетевой моделью ПСВ является пятиуровневый кортеж $H_P = \langle F; a; O; C; S \rangle$. Определение степеней взаимодействия элементов на каждом его уровне (кроме первого, на котором устанавливается фокус, главная цель F – уменьшение общего уровня риска возникновения техногенных аварий и катастроф) производится на основе попарного сравнения их относительной значимости для ЛПР (с учетом экспертной информации) в выбранной оценочной шкале. Итерационный алгоритм нахождения вектора приоритетов исследовательских сценариев $\hat{P}(S)$ включает в себя обработку комплексной информации со **всех** уровней модели ПСВ. Будем называть этот процесс **прогнозом ЧС**, т.е. установлением **наиболее вероятного будущего** функционирования рассматриваемой СЭС.

В процессе выявления предпочтений ЛПР давно установлено, что он руководствуется при рациональном выборе какой-либо альтернативы не объективными, а **субъективными** значениями вероятностей событий, шансами на успех. Поэтому, если, например, исследовательский сценарий S_i предусматривает негативное развитие событий (возрастает риск возникновения ЧС), то его приоритет (субъективная вероятность) наступления растет с ростом веры в неконтролируемость ситуации. Эта тенденция вполне обоснована, так как человек, стремящийся к позитивному варианту развития событий (вера в успех, удачу), действительно часто делает позитивный исход более вероятным. Вера в подконтрольность ПСВ существенно влияет на оценку возможностей наступления тех или иных событий. Иными словами, ЛПР гораздо выше оценивает вероятность выигрыша, позитивного варианта развития событий, чем вероятность проигрыша, развития событий по негативному сценарию. В целом можно считать установленным, что люди

- переоценивают объективную вероятность наступления маловероятных событий и, одновременно, недооценивают вероятность появления очень правдоподобных;
- считают событие тем более вероятным, чем легче и быстрее можно восстановить в памяти аналогичные события;
- часто игнорируют объемы выборки;
- часто избегают риска, когда речь идет о выигрыше и проявляют стремление к риску, когда ожидаются потери, проигрыш.

Следует учитывать также, что сам по себе акт выбора – это решающий, часто драматический, очень ответственный процесс, который одних ЛПР заставляет медлить до бесконечности, действовать взвешенно, тщательно оценивать последствия выбора, а других – подавлять любые сомнения,

решительно, без каких-либо колебаний принимать ответственные, очень часто рискованные решения.

4°. **Анализ полученных результатов и формирование обобщенного сценария развития событий.** На предыдущем этапе для каждого актора a_i ($i=1, \dots, k$) определены собственные значения векторов приоритетов исследовательских сценариев: $\hat{P}^{(1)}, \dots, \hat{P}^{(k)}$, т.е. сформирована **матрица приоритетов** $\hat{P}_a = (\hat{p}^{(1)}, \dots, \hat{p}^{(k)})$. Если проранжировать всех акторов с точки зрения степеней их влияния на проблему прогнозирования ЧС, то можно найти единичный вектор-столбец их приоритетов $P_a = (P_{a1}, \dots, P_{ak})'$ где $()'$ – операция транспонирования, $P_{a1} + \dots + P_{ak} = 1$. Тогда вектор приоритетов исследовательских сценариев с учетом оценок заинтересованных лиц и (или) организаций определяется по формуле:

$\hat{P}(S) = \hat{P}_a P_a$). Фазовые переменные, описывающие обобщенный сценарий $S_0 = S_0(S_1, \dots, S_l)$, определяются по формуле (15) работы [1]. Тем самым завершаются операции, названные выше **прогнозом** ЧС – установление наиболее вероятного будущего состояния, значений фазовых переменных на время прогноза. Однако из-за многих, обычно **конфликтных** интересов акторов результатом определения фазовых переменных для S_0 может оказаться **далеко не оптимальный** вариант ожидаемого будущего СЭС, например, по полученному прогностическому значению изменения вероятности наступления ЧС.

5°. **Процесс коррекции (минимизации невязки между ожидаемым и желаемым вариантами развития событий).** Он производится на основе использования шестиуровневого кортежа $H_C = \langle F; S; P; a; \tilde{O}; \tilde{C} \rangle$. Здесь главной целью F является достижение желаемого с точки зрения акторов будущего; $S = \{S_1, \dots, S_l\}$ – конечное множество исследовательских сценариев (их приоритеты определены на предыдущем этапе); $P = \{P_1, \dots, P_N\}$ – конечное множество проблем, которые препятствуют достижению желаемого будущего (например, снижение общего уровня риска возникновения техногенных аварий и катастроф); $a = \{a_1, \dots, a_k\}$ – заинтересованные лица и (или) организации (акторы); $O = \{O_1, \dots, O_n\}$ – цели акторов (для каждого из них могут быть, разумеется, свои собственные); $\tilde{C} = \{\tilde{C}_1, \dots, \tilde{C}_l\}$ – конечное множество **дополнительных** управленческих стратегий, как средств достижения целей. После определения вектора их приоритетов по аналогичной схеме установления вектора $\hat{P}(S)$ стратегии $\tilde{C}$ с **максимальными** значениями приоритетов включаются в число основных стратегий на четвертом уровне иерархической

модели H_p предыдущего этапа 4°. Причем только для тех акторов, которые хотят изменений. В результате получаются **новые** значения компонент вектора приоритетов исследовательских сценариев $\hat{P}(S)$, а также фазовых переменных обобщенного сценария S_0 . Они сравниваются с соответствующими предыдущими значениями, чтобы сделать вывод о степени расхождения между ожидаемым и желаемым будущим. При необходимости можно осуществить повторно процессы коррекции и прогноза до тех пор, пока не будет достигнуто минимальное значение невязки между ожидаемым и желаемым состоянием СЭС, либо, если материальные затраты, связанные с реализацией дополнительных управленческих стратегий, оказываются неприемлемо высокими для заинтересованных акторов.

Соответствующая программная реализация предлагаемой здесь СГПТР позволит обеспечить:

- поддержку решения сразу нескольких возможных вариантов задач оптимального выбора в режиме диалога с пользователем;
- ввод качественной экспертной информации, акторов, определение их приоритетов;
- осуществление необходимого числа реализации процедур прогноза и коррекции по установленному критерию оценки вектора невязки;
- выработку рекомендаций об исключении отдельных элементов на некотором уровне иерархии согласно установленному пороговому условию (например, малые изменения компонент вектора приоритетов сценариев);
- выдачу итогового решения задачи установления оптимальных приоритетов управленческих стратегий, обеспечивающих наиболее приемлемый вариант состояния СЭС в будущем в результирующий файл, пригодный для формирования ЛПР окончательных выводов по существу рассматриваемой проблемы;
- исследование влияния на решение задачи выбора изменений предпочтений ЛПР на различных уровнях в иерархических моделях H_p и H_c ;
- защиту от несанкционированного доступа и использования;
- идентификацию каждого пользователя и дифференциацию пользователей в зависимости от доступных им систем действий и операций;
- ведение протокола своей работы;
- систематизацию и хранение в компактном виде информации о результатах решения конкретных задач.

В своих следующих публикациях авторы предполагают рассмотреть конкретные задачи оценки состояний различных СЭС с целью прогнозирования условий возникновения и развития техногенных ЧС.

Библиографический список

1. Кузнецов, В.В. Вербально-числовой метод анализа социально-экономических организационных структур (СЭС). Ч.2. Определение прогнозируемых значений фазовых переменных (квазирешения) / В.В. Кузнецов // Человек и общество: на рубеже тысячелетий: Международ. сб. науч. тр. – Вып. 21. – Воронеж: Воронеж, гос. педагогич. ун-т., 2003. – с. 11-13.

Статья принята в печать в окончательном варианте 15.12.2006 г.

V.V. Kuznetsov, A.N. Krainioukov, S.G. Dolotov, V.M. Schepilov

**CONCEPTUAL BASIS MONITORING OF SYSTEM
FORECASTING OF EXTREME SITUATIONS**

By the authors of this article are offered and the general principles of creation original information monitoring systems of support of acceptance of responsible administrative decisions are discussed during forecasting extreme situations technogenic character.