

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

СЦЕНАРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БУДУЩИХ СОСТОЯНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В данной публикации предлагается рассмотреть новый метод оценки приоритетов логической последовательности развития событий (исследовательские сценарии), которые способны привести к возникновению техногенной катастрофы или несчастных случаев.

Корректный анализ проблем прогнозирования техногенных ЧС в результате деятельности рассматриваемой социально-экономической системы (СЭС) должен базироваться на концептуальной основе общей теории целеустремленных систем. Действительно, эти проблемы не существуют изолированно от других сложных проблем, возникающих в современном российском обществе. Они не могут быть выделены из некоторого целого, объяснены и изучены по отдельности, а затем интегрированы для объяснения целого. Можно даже поставить вопрос: распадаются ли проблемы прогнозирования техногенных ЧС на специализированные социально-экономические и политические группы проблем? Все результаты, полученные в любой из этих подпроблем, имеют прямое отношение к остальным. К тому же постоянно изменяется внутренняя природа их взаимозависимости. На взаимозависимость проблем прогнозирования техногенных ЧС влияет политическая нестабильность общества, действие многих социоэкономических факторов. При этом социальная среда, в которой рассматриваются эти проблемы, сама по себе не является статической целостностью. Она динамична, изменяема, подвергаясь как внешним, так и внутренним воздействиям. Социальная среда меняется вместе со своими проблемами и их решениями в концептуальном

* © 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.

пространстве и во времени. Таким образом, необходим комплексный подход к решению проблем прогнозирования техногенных ЧС как сложных, системных проблем современного общества. Сложность, как известно, это качественная характеристика системы, являющаяся результатом взаимодействия и взаимозависимости большого числа составляющих ее элементов. В результате образуется семантическая сеть симметричных взаимоотношений между ними с постоянно меняющейся интенсивностью взаимодействия.

Корректный социологический анализ этой сети должен быть направлен на выявление новых качественных и количественных закономерностей изменения состояний СЭС, а также выводов, учитывающих в общем случае эффект синергии взаимодействия взаимозависимых составляющих элементов проблем прогнозирования техногенных ЧС.

Итак, сложность связывает эти проблемы вместе и формирует картину их взаимоотношений во **множественной** причинности. При этом, однако, точную природу схемы причинности, многозначную логику происходящих событий, степень их влияния на поведение СЭС, трудно понять до конца. Так как почти всегда взаимосвязь проблем обнаруживается только после решения конкретных задач. А они, в свою очередь, порождают необходимость рассмотрения и анализа новых, часто еще более сложных проблем. Поэтому отличительной особенностью моделирования поведения СЭС во времени является необходимость учета множественности возможных вариантов, **исследовательских сценариев** ее поведения в зависимости от принятых начальных значений фазовых переменных, факторов макро и микроограничений окружающей среды. Это обстоятельство не позволяет, вообще говоря, использовать традиционные математические модели и методы, основанные на **однозначных** причинно-следственных связях между входными и выходными параметрами («кибернетические ящики»).

Рассмотрение эволюционных уравнений, описывающих поведение СЭС, определяет **конкретную ситуацию**, сложившуюся на рассматриваемый момент времени $t > t_0$. Динамику ее развития (по отношению к известному начальному состоянию при $t = t_0$) будем связывать с конечным множеством исследовательских сценариев $S = \{S_1, \dots, S_l\}$ ($l > 1$). Считая при этом, что в каждый момент времени $t > t_0$ реализуется какой-либо **один** из них с приоритетом (вероятно-

стью) $\hat{P}_i = P(t)$ ($i = 1, \dots, l$; $0 < \hat{P}_i \leq 1$). **Сценарий** – это попытка снять ту неопределенность, которая сопутствует корректному прогнозированию возникновения ЧС, а также предложение способа перевести неопределенность будущего в частично управляемый со стороны человека процесс. Указанная неопределенность может быть снята или на основе той информации, которая уже накоплена обществом о различных типах техногенных ЧС, и (или) на основе получения новой информации с помощью научных, в частности, социологических исследований.

В самом общем виде исследовательские сценарии представляются **текстовым** описанием, характеризующим обычно эмоциональное отношение ЛПР к прогнозируемым ЧС — от крайнего пессимизма до крайнего оптимизма. Итак, сценарий S_i — это вариант развития **логической последовательности событий**, начинающихся в настоящем ($t=t_0$) и определяющий конкретную ситуацию в будущем ($t>t_0$). Он должен включать в себя только такую информацию, которая необходима для конкретного прогноза возможности возникновения техногенной ЧС.

Далее, на состояние СЭС существенное влияние оказывает поведение структурных элементов, как самой системы, так и других целеустремленных систем. Например, структурные подразделения производственного предприятия обычно имеют отличающиеся друг от друга представления приоритетов основных целей его деятельности, способах их достижения и т.д. Его состояние во многом зависит от действий конкурентов, региональных подразделений МЧС и т.д. Будем называть заинтересованных в этом лиц и организаций **акторами** $a=(a_1, \dots, a_k)$. Очевидно, что $S=S(a)$.

■ **Формулировка проблемной ситуации выбора (ПСВ), возникающая перед ЛПР в процессе прогнозирования техногенных ЧС.** Под ПСВ будем понимать сложную ситуацию, при которой ЛПР не удовлетворен ею в том виде, как она ему представляется и сомневается в том, какую из форм поведения (управленческих стратегий) $C_1, \dots, C_m$ ($m>1$) ему следует выбрать. Сформулируем иерархическую модель сценарного прогнозирования будущих состояний СЭС в виде пятиуровневого кортежа $H = \langle F; a; O; C; S \rangle$. Здесь $a = \{a_1, \dots, a_k\}$, $O = \{O_1, \dots, O_n\}$, $S = \{S_1, \dots, S_l\}$ — конечные множества, соответственно, акторов, их основных целей и исследовательских сценариев, определенные на временном интервале $t_0 < t \leq t_*$. С формальной точки зрения решение ПСВ связано с процессом оценки относительной значимости для ЛПР элементов, находящихся на всех уровнях ее **иерархической модели (ИМ)**, начиная со второго (первым является описание главной цели F — снижение риска возникновения техногенных аварий и катастроф, приоритет которого очевидно равен единице) через промежуточные горизонтальные уровни $\{a_1, \dots, a_k\}$, $\{O_1, \dots, O_n\}$ и $\{C_1, \dots, C_m\}$ к самому нижнему — перечню исследовательских сценариев $\{S_1, \dots, S_l\}$. У каждого актора предусматривается, разумеется, наличие своих собственных целей и управленческих стратегий. Будем считать, что из содержательного анализа этой модели всегда можно найти приоритеты исследовательских сценариев $\hat{P}_i$ ($i=1, \dots, l$). В начальный момент времени $t=t_0$ значения фазовых переменных являются известными величинами. Независимо от их природы (являются ли они количественными или качественными, нечисловыми показателями деятельности рассматриваемой СЭС), их изменение в интервале $[0, \tau]$ будем определять на основе использования следующей вербально-числовой шкалы. Пусть x_0 — исходный

уровень задания переменных, одинаковый для всех и не зависящий от их размерностей (можно считать для определенности, что $x_0=0$). Для установления степени их изменения (Δx – рост или падение, уменьшение значений) воспользуемся, как и в [1] пятью градациями оценок: δ_0 – «переменная не изменится» (с числовым аналогом $\gamma_0=0$) δ_1 – «она немного увеличится (уменьшится)» ($\gamma_1=\pm 2, \pm 3$), δ_2 – «она существенно, сильно увеличится (уменьшится)» ($\gamma_2=\pm 4, \pm 5, \pm 6$), δ_3 – «она значительно увеличится (уменьшится)» ($\gamma_3=\pm 7, \pm 8$), δ_4 – «она абсолютно изменится» ($\gamma_4=\pm 9$).

Реальное изменение фазовой переменной (например, x_1) допускает ее разную субъективную интерпретацию в этой шкале. Пусть $x_1(0)=100$, $x_1(\tau)=115$. Один ЛПР может считать, что данная переменная **немного** выросла ($\Delta x_1=2$), а другой, что она **значительно** увеличилась ($\Delta x_1=7$). Прав может оказаться и тот и другой. Получение качественной оценки предусматривает серьезное отношение со стороны ЛПР к предлагаемой вычислительной процедуре, высокий уровень его компетентности и профессиональных знаний. Только в этом случае появляется возможность прогнозирования значений фазовых переменных и их оценки с точки зрения увеличения (уменьшения) риска возникновения техногенных ЧС. Пусть для любого сценария S_j , считая приоритет его реализации безусловным (т.е. при $t=\tau$ $\hat{P}_i=1$, $\hat{P}_i=0$, $i \neq j$), ЛПР с помощью данной измерительной шкалы оценил степени изменения соответствующих переменных $\Delta x_1^{(j)}(\tau)$. Тогда, как установлено В.В. Кузнецовым в [1]

$$x(\tau) = \sum_{j=1}^l \hat{P}_j \Delta x^{(j)}(\tau)$$

Сравнение с реальными показателями деятельности СЭС $\tilde{x}(\tau)$ (точнее говоря, с их числовыми аналогами γ_i) позволяет сформировать вектор невязки $\|x(\tau) - \tilde{x}(\tau)\|$. Необходимость его корректировки определяет ЛПР.

■ **Шкалирование свойств элементов на горизонтальных уровнях ИМ ПСВ.** Получение от ЛПР информации о сравнительной значимости для него элементов рассматриваемого уровня ИМ (кроме первого) является основным способом оценки интенсивности их взаимодействия. Он должен учитывать взаимосвязь явно выраженных признаков и скрытой (латентной) информации, связанной с особенностями личности ЛПР. Этими вопросами занимается психология и социология. Чем сложнее ПСВ, тем большую роль в ее решении играют личностные свойства, особенности характера ЛПР, такие, как уровень тревожности, отношение к риску, устойчивость к стрессу, интуиция, вера в себя и т.д. Необходимо учитывать также возможность появления серьезных ошибок при анализе сложной информации, т.е. разработать эффективную процедуру поиска и устранения противоречивых оценок. Как

известно, имеется ряд причин, по которым люди предпочитают получать и оценивать информацию в вербальном (словесном) ее представлении:

- Вербальный способ коммуникаций намного привычнее и проще количественных описаний. В данном контексте весьма поучительным является тот факт, что методы прикладного математического моделирования появились намного позже, чем языки общения между людьми.

- Слова – это более гибкие (хотя и менее точные) средства выражения сравнительных оценок, чем числа. Они помогают оценивать разнообразные ситуации, возникающие в процессе человеческой деятельности. Фонетические возможности языка выступают достаточно эффективным средством передачи информации и воздействия на процесс восприятия ЛПР вербальных сообщений в целом. Речевая конструкция – это наша универсальная система для понимания и познания окружающего мира, интерпретации человеческих отношений.

Однако имеются и веские причины предпочтительного получения и обработки ЛПР информации в количественном виде. Так как это форма оценок традиционно считается более точной и заслуживающей доверие. Она позволяет использовать мощный и хорошо разработанный аппарат методов численного исследования эволюционных уравнений СЭС. Поэтому эффективная оценка качественной и количественных форм представления информации, и имеющейся в распоряжении ЛПР, связана с использованием некоторой комплексной **вербально-числовой** измерительной шкалы. В которой наряду с количественными оценками значений градаций шкалы указывается их вербальная интерпретация. Необходимо построить изоморфное отображение конечной системы предикатов в конкретную вербально-числовую шкалу действительных чисел. ЛПР может, в частности, произвести попарные сравнения элементов на конкретном уровне ИМ в **вербальной** форме, высказывая собственную точку зрения по поводу интенсивности предпочтений, руководствуясь пятью градациями оценок: δ_0 – «одинаково», δ_1 – «немного, слабо», δ_2 – «существенно», δ_3 – «значительно», δ_4 – «абсолютно». Переход от вербальных оценок δ_i к их количественным аналогам γ_i ($i=0, 1, \dots, 4$) возможен при выполнении следующих допущений:

- вербальные оценки отражают степени предпочтительности одного элемента иерархии над другим;
- независимо от сравниваемой пары элементов одинаковые вербальные оценки имеют один и тот же количественный смысл.

Второе условие означает, что каждому предикату δ_i ставится в соответствие некоторое число γ_i , определяя тем самым бальную числовую шкалу $\gamma = \{\gamma_i\}$, которая моделирует количественное представление вербальных предпочтений ЛПР, например, $\gamma_0 = \{1\}$, $\gamma_1 = \{2, 3\}$, $\gamma_2 = \{4, 5, 6\}$, $\gamma_3 = \{7, 8\}$, $\gamma_4 = \{9\}$. При попарном сравнении элементов множества $X = \{x_1, \dots, x_\alpha\}$ необходимо осуще-

ствить α^2 оценок и в результате получить матрицу относительной значимости для ЛПР элементов $A=\{a_{ij}\}$ ($i, j = 1, \dots, \alpha$). Можно добиться существенного уменьшения количества оценок (т.е. числа опросов ЛПР по сопоставлению элементов), если воспользоваться очевидными свойствами элементов этой матрицы: $a_{ij}=1/a_{ji}$, $a_{ii}=1$. Они означают, что если $a_{ij}=\{2, 3, \dots, 9\}$, то $a_{ji}=\{1/2, 1/3, \dots, 1/9\}$ и наоборот. Поэтому, чтобы определить все элементы матрицы A , достаточно найти их значения правее главной диагонали (элементы которой $a_{ii}=1$), т.е. вместо α^2 значений определить только $\alpha^2 - \alpha$. Более того, если ответы для первой строки ($a_{12}, \dots, a_{1\alpha}$) оцениваются ЛПР как правильные, то элементы второй и следующих строк ($i \geq 2$), находящиеся правее главной диагонали, определяются численными значениями элементов первой строки по формуле: $a_{ij} = a_{1j} / a_{1i}$ ($i, j=2, 3, \dots, \alpha, i < j$). Таким образом, вместо α^2 оценок при традиционных процедурах попарного сравнения элементов множества $X=\{x_1, \dots, x_\alpha\}$ здесь ЛПР нужно провести всего лишь $\alpha-1$ сравнений между собой элементов первой строки матрицы A : x_1 или x_2 ? x_1 или x_3 ? x_1 или x_α ? Степень трудоемкости формирования матриц попарных сравнений ЛПР элементов рассматриваемого уровня ИМ ПСВ существенно уменьшается, что, несомненно, позитивно отразится на **качестве** оценок и, в конечном счете, – на качестве принимаемых управленческих решений по предотвращению возможности возникновения техногенных ЧС.

Отметим в заключение, что итерационный алгоритм нахождения компонент вектора приоритетов исследовательских сценариев $\hat{P}_i(S)$ начинает работать со **второго** уровня ИМ ПСВ, определяя компоненты вектора приоритетов целей каждого актора $q=(q_1, \dots, q_n)$. На следующем уровне формируется матрица приоритетов элементов (управленческих стратегий) по отношению к каждой цели и т.д.

Приведенное здесь описание действий со стороны руководства региональных управлений МЧС создает методологическую основу для создания мониторинговой информационной системы поддержки принятия ответственных управленческих решений, снижающих риск возникновения техногенных аварий и катастроф. При этом следует подчеркнуть, что результаты психологических исследований (обсуждаемые, например, в [2]) убедительно демонстрируют широкие возможности использования вербально-числового способа анализа сложных ПСВ.

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.

2. Ларичев О.И., Браун Р. Количественный и вербальный анализ решений: сравнительное исследование возможностей и ограничений // Экономика и математические методы. – 1998. – Т. 34. – Вып. 4. – С. 97-107.

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

**THE SCRIPT FORECASTING OF THE FUTURE THE CONDITION
OF SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM**

In the given publication the new method of an estimation of priorities v is offered to a logic sequence of development of events (research scripts), capable to result in occurrence technogenic failures and accidents.