

ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Цыгичко Виталий Николаевич

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской академии наук
г. Москва, Россия

Черешкин Дмитрий Семенович

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Федеральный исследовательский центр
«Информатика и управление» Российской академии наук
г. Москва, Россия

FORECASTING CRISIS SITUATIONS IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

Tsygichko Vitaly Nikolaevich

Doctor of Technical Sciences, Professor
Chief Researcher
Federal Research Center
«Informatics and Management» of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

Chereshkin Dmitriy Semenovich

Doctor of Technical Sciences, Professor
Chief Researcher
Federal Research Center
«Informatics and Management» of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia

Аннотация. Рассматриваются методологические проблемы прогнозирования и оценки рисков возникновения кризисных ситуаций при принятии стратегических решений в социально-экономических системах. Предлагается методика оценки неопределенности информации, необходимой для построения сценариев возникновения кризисных ситуаций.

Abstract. We consider the methodological problems of forecasting and assessing the risks of crisis situations when making strategic decisions in socio-economic systems. A method for estimating the uncertainty of the information necessary to build scenarios for the occurrence of crisis situations is proposed.

Ключевые слова: прогнозирование, кризис, кризисная ситуация, стратегическое решение, сценарии, риски.

Keywords: forecasting, crisis, crisis situation, strategic decisions, scenarios, risks.

Кризисы и предшествующие им кризисные ситуации (КС) неизменный спутник эволюции всех социально-экономических систем (СЭС) от мирового сообщества в целом до отдельной социально-экономической единицы, например, небольшого предприятия. Предвидение КС и принятие мер по предотвращению кризисов или смягчению их последствий были и остаются наиболее актуальными проблемами современности. Одним из наиболее перспективных направлений решения этих проблем является разработка методологической базы и методического инструментария управления рисками возникновения КС в СЭС [3].

Многие критические ситуации вполне очевидны, например, в области экологии. Однако в большинстве случаев кризисные ситуации требуют распознавания. Исторический опыт говорит о том,

что большинство экономических, политических, социальных и других кризисов возникают неожиданно для всех его акторов, хотя последующий анализ причин и генезис кризисов говорит о том, что им предшествовала кризисная ситуация, распознавание которой позволило бы принять меры для предотвращения кризиса или смягчения его негативных последствий. Ярким примером этого служит последний мировой финансовый кризис 2008 г.

В настоящей статье мы рассмотрим основные методологические проблемы прогнозирования КС при принятии решений в СЭС.

Основные положения

Введем основные понятия предметной области «прогнозирование кризисных ситуаций в социально-экономических системах».

Термин «кризис» имеет широкую семантическую шкалу, т.е. его смысл и содержание меняются в зависимости от контекста и объекта его применения, что и является источником его различного толкования.

Следует подчеркнуть, что для каждой сферы жизнедеятельности СЭС соответствует свое понятие кризиса, отражающее ее специфику и условия существования. В общем случае понятие «кризис» можно толковать как переход СЭС в новое качественное состояние под воздействием внешних и внутренних причин.

Любая СЭС – часть более широкой системы, которая является для нее **внешней средой**.

Каждому кризису в любой области жизнедеятельности СЭС предшествует **кризисная ситуация**, под которой будем понимать сочетание сложившихся на определенный момент времени состояния СЭС внешних и внутренних факторов и условий ее существования, потенциально ведущих к кризису системы. КС – неустойчивое состояние СЭС, когда незначительное событие во внешней среде или в самой системе могут привести к ее кризису.

Важным понятием являются «**стратегические решения**», под которыми понимаются решения руководства СЭС, меняющие состояние и условия жизнедеятельности СЭС, ее подсистем, элементов и внешней среды.

Следует различать внутренние и внешние причины проблем, возникающих перед СЭС, неадекватное решение которых может привести к КС.

К внутренним причинам можно отнести:

- ошибочное целеполагание и неадекватные стратегические решения, ведущие к конфликту внутри СЭС или с внешней средой;
- некомпетентное управление СЭС;
- невозможность разрешить внутренние противоречия между элементами системы;
- неадекватная реакция на изменение условий существования;
- недостаток ресурсов для приспособления к новым условиям существования;
- окончание жизненного цикла СЭС.

Необходимо отметить, что кризисные ситуации чаще всего возникают в случае реализации **конфликтных стратегических решений**, т.е. решений затрагивающих экономические, политические и другие интересы как элементов и подсистем самой СЭС, так и внешней среды.

Реализация конфликтных стратегических решений, как правило, вызывает **негативную реакцию** тех акторов, чьи интересы она затрагивает. Под негативной реакцией будем понимать действия акторов, которые отрицательно сказываются на состоянии СЭС и ее отношениях с СЭС внешней среды.

Например, решение о повышении налогов в регионе может повлечь за собой закрытие или сокращение деятельности предприятий или целых отраслей производства в регионе и отказ от

дальнейшего сотрудничества иностранных партнеров, для которых новые условия жизнедеятельности невыгодны.

Процедуру выбора приемлемой альтернативы стратегического решения в СЭС [3] на основе управления рисками возникновения КС в общем виде можно представить следующей последовательностью:

- оценка проблемной ситуации и формулировка стратегических целей деятельности СЭС в сложившихся условиях;

- определение множества возможных альтернатив достижения поставленных целей.

Для каждого альтернативного решения:

- выделение множества подсистем и элементов СЭС, жизнедеятельность которых будет связана с процессом его реализации;

- оценка возможных реакций подсистем и элементов СЭС на реализацию стратегического решения и возможные негативные последствия этих реакций;

- выделение СЭС внешней среды, интересы которых могут быть затронуты в результате принятия стратегического решения;

- оценка возможных реакций СЭС внешней среды на реализацию стратегического решения и возможные негативные последствия этих реакций;

- прогноз негативных последствий стратегического решения, потенциально ведущих к возникновению КС с учетом негативных реакций всех акторов;

- оценка риска возникновения КС при реализации стратегического решения;

- оценка возможностей предотвращения или снижения риска возникновения КС и определения необходимых для этого ресурсов.

На основании полученных результатов проводится выбор приемлемой альтернативы решения на основе минимизации рисков возникновения КС.

Концепция прогнозирования КС в СЭС.

Методологические основания

Центральным звеном системы аналитической поддержки принятия стратегических решений в СЭС на основе управления рисками должна стать методика прогнозирования и оценки рисков негативных последствий стратегических решений, потенциально ведущих к возникновению КС.

Рассмотрим основные условия и предпосылки создания такого инструментария.

Важнейшей особенностью стратегических решений в СЭС является их уникальность, поскольку они всегда принимаются в условиях не имеющих аналогов в прошлом.

Совпадение ситуаций в политической, социальной или экономической областях событие маловероятное. Это обстоятельство исключает возможность применения регулярных методов прогнозирования для предсказания негативных последствий и критических ситуаций, возникающих при реализации стратегических решений, так как никакой статистической и

фактологической информации, относящейся к сложившейся ситуации, не существует.

Единственным известным на сегодняшний день инструментом решения этой проблемы служит сценарный метод прогнозирования [1].

В наиболее общем виде сценарный метод может быть охарактеризован как метод организации междисциплинарных прогностических исследований, в которых участвуют специалисты различного профиля, с разной подготовкой и часто с весьма различными взглядами на рассматриваемую проблему. Одной из основных задач метода является выработка коллективом исследователей единого представления об объекте прогнозирования, закономерностях и возможных путях его развития на единой методологической и методической базе. Сценарный метод включает приемы и методы содержательного и формализованного описания объекта прогнозирования и конкретные методы, и алгоритмы построения и исследования сценариев его развития.

Все процедуры метода основаны на сочетании содержательного логико-эвристического анализа с формальными методами исследований.

Сценарный метод жестко ориентирован на цели прогнозирования, определяемые содержанием принимаемого решения. Это означает, что объект прогнозирования всегда рассматривается под углом зрения вопросов, составляющих решение, т.е. обычно в достаточно узком ракурсе, которым ограничивается описание системы.

Стратегическое решение меняет условия существования СЭС, что является «точкой бифуркации», в которой реакции СЭС, ее подсистем и элементов, а также объектов внешней среды на эти изменения могут варьироваться в очень широком диапазоне, и будущая эволюция состояния СЭС становится весьма неопределенной.

Инструментом оценки возможных направлений изменения траектории эволюции СЭС под воздействием стратегических решений может служить метод построения сценариев, формирующих прогнозируемую область состояний СЭС при изменении условий ее жизнедеятельности.

Построение прогнозируемой области предполагает выдвижение гипотез о реакции СЭС, ее подсистем и элементов на стратегическое решение, критический анализ этих гипотез на логическую непротиворечивость и соответствие выявленным на момент прогноза тенденциям эволюции СЭС. По результатам этой критики гипотеза уточняется и трансформируется в теорию, позволяющую обосновать возможные траектории эволюции СЭС в различных, возможных в будущем ситуациях, которые могут возникнуть при реализации стратегического решения. Далее с помощью расчетов и логического анализа исследуются на допустимость возможные траектории эволюции СЭС и выявляются границы области реально возможных ее состояний в будущем.

Под сценарием понимается гипотетическая картина последовательного развития во времени и пространстве событий, составляющих в совокупности эволюцию социально-экономического объекта под воздействием стратегического решения.

Сценарии разрабатываются командой экспертов и их оценки ложатся в основу расчетов рисков возникновения КС в СЭС под воздействием стратегических решений.

В сценарии в явном виде фиксируются причинно-следственные зависимости, определяющие возможную в будущем динамику изменения состояния СЭС и условия, в которых эти изменения будут происходить.

Сценарий является некоторой относительной, условной оценкой развития событий в СЭС, которые могут происходить под воздействием стратегического решения. Сценарий всегда строится в рамках предположений о будущих условиях жизнедеятельности СЭС, которые чаще всего принципиально непредсказуемы. Другими словами, сценарий отвечает на вопрос: «Что может произойти, если условия жизнедеятельности и факторы внешней среды СЭС сложатся так?». Как известно, ничего другого о будущем любого социально-экономического объекта узнать нельзя, и в этом смысле сценарий отражает прогностические возможности науки.

Сценарный метод предполагает построение множества («трубки») возможных траекторий эволюции СЭС под воздействием стратегического решения, негативные последствия которого могут привести к возникновению КС. Эксперты должны оценить риск (вероятность) реализации каждого сценария из трубки возможных.

Оценка рисков возникновения КС предполагает разрешение экспертами *неопределенности исходной информации, необходимой для построения трубки сценариев негативного развития событий в СЭС под воздействием стратегического решения.*

Оценка неопределенности информации в сценариях эволюции СЭС

Процесс прогнозирования негативных последствий стратегических решений предполагает разрешение неопределенности исходной информации:

- о текущем состоянии системы, ее подсистем и элементов;
- о механизме функционирования СЭС и отношениях между ее структурными составляющими и с внешней средой в процессе функционирования;
- о внешних и внутренних условиях существования СЭС и их возможных изменений в будущем;
- о возможной реакции СЭС, ее подсистем и элементов на изменения условий их существования в результате реализации стратегического решения;
- о возможной реакции внешней среды и ее составляющих на реализацию стратегического решения.

Разрешение этих неопределенностей производится путем построения возможных сценариев эволюции СЭС при различных значениях параметров перечисленной информации.

Информация необходимая для построения сценариев эволюции СЭС может характеризоваться двумя взаимосвязанными показателями – количеством I , например, в битах, и неопределенностью, выраженной через энтропию \mathcal{E} .

Каждая составляющая информационной структуры сценария представляет собой набор количественных или качественных параметров. Неопределенность информации выражается в том, что действительные (истинные) значения параметров неизвестны. Эксперты могут определить только интервалы l , содержащие возможные значения этих параметров.

Для каждого исследования объективно существует допустимая точность задания информации, т.е. минимальные интервалы b значений параметров, обеспечивающих необходимую подробность представления сценария.

Если информация о каком-либо параметре отсутствует, то интервал l будет содержать все возможные значения этого параметра, т.е. l будет совпадать с интервалом его определения $\text{sup}l=l$. В другом крайнем случае, если вся информация о том или ином параметре известна, то интервал его возможных значений l будет совпадать с допустимым интервалом точности $l=b$. При полной информации интервалы l и b превращаются в точку. В реальной практике эксперты всегда имеют какую-либо информацию о возможных значениях интересующих их параметрах, т.е. имеет место некоторая промежуточная ситуация, когда l находится в интервале $\text{sup}l>l>b$.

Введение допустимого интервала точности b позволяет перевести континуальное множество числовых значений параметров сценария в ограниченное конечное множество. Это дает возможность использовать формулу К. Шеннона [4] для описания неопределенности информации $H_0 = \{S_0 Q_0 P_0 W_0 \Gamma_0\}$.

Процедура построения сценария представляет собой итеративный процесс последовательного разрешения неопределенности информации, т.е. уменьшения интервалов l .

Введем следующую аксиоматику.

Аксиома 1. Каждому количеству информации о любом параметре $H_0 = \{S_0 Q_0 P_0 W_0 \Gamma_0\}$ может быть однозначно сопоставлен некоторый минимальный интервал l , содержащий истинное значение этого параметра.

Аксиома 2. Истинное значение любого параметра с равной вероятностью находится в любой точке интервала l .

Аксиома 3. Длина минимального интервала l истинного значения любого параметра

$H_0 = \{S_0 Q_0 P_0 W_0 \Gamma_0\}$ есть невозрастающая функция количества информации о данном параметре.

Пусть на каждый момент процедуры построения сценария для всех параметров $j \in J$ составляющих информацию, определены допустимые интервалы точности задания численных значений и интервалы возможных значений $l_j \in L$, где L – область возможных решений.

Разобьем интервалы возможных значений параметров l_j вектора L на участки длиной b_j .

Каждый интервал содержит N_j участков l_j :

$$N_j = \frac{l_j}{b_j}$$

Вероятность попадания численного значения j параметра в K_j участок интервала l_j обозначим P_{K_j} , где $K_j = 1 - N_j$

В силу независимости компонент вектора L полная энтропия неполноты информации согласно К. Шеннону запишется

$$\mathcal{E}_\Pi = - \sum_{j=1}^J \sum_{K_j=1}^{N_j} P_{K_j} \log P_{K_j}$$

Назовем \mathcal{E}_Π – полной энтропией исходной информации $H_0 = \{S_0 Q_0 P_0 W_0 \Gamma_0\}$ необходимой для построения сценария. Величина полной энтропии решения \mathcal{E}_Π определяется вектором допустимого интервала точности B и областью возможных состояний СЭС - L . Уменьшение B при $L = \text{const}$ увеличивает энтропию, и наоборот. В процессе построения сценариев B обычно не меняется, а L уменьшается, что ведет к уменьшению энтропии. Величина P_{K_j} – это вероятность того, что j -й параметр из информации H_0 примет значение из K_j участка интервала l_j .

В общем случае P_{K_j} имеет вероятностный смысл. Однако законы распределения истинных значений параметров информации необходимой для построения сценариев эволюции СЭС в выбранных интервалах L , как правило, неизвестны. В большинстве случаев эксперты не имеют оснований для предпочтения одних значений параметров другим. В этой ситуации вводится естественное допущение о том, что распределение истинных значений параметров подчиняется равномерному закону. Тогда вероятность попадания истинного значения параметра j в K_j участок интервала l_j определится формулой

$$P_{K_j} = \frac{b_j}{l_j}$$

и выражение, определяющее полную энтропию информации $H_0 = \{S_0 Q_0 P_0 W_0 \Gamma_0\}$ примет вид

$$\mathcal{E}_n = -\sum_{j=1}^J \log \frac{1}{N_j}$$

Предлагаемый подход к практической оценке неопределенности информации может быть применен и к качественным показателям, не имеющим количественной меры.

Например, если при определении возможной реакции СЭС внешней среды на реализацию стратегического решения не может быть отдано предпочтение ни одной из выдвинутых альтернатив, то неопределенность выбора может быть представлена выражением

$$\mathcal{E}_n = -\log \frac{1}{n}$$

где n – число рассматриваемых альтернатив.

Предложенный подход к измерению неопределенности информации носит универсальный характер и может быть использован в методике оценки рисков реализации опасных сценариев эволюции СЭС, ведущих к возникновению КС.

Список литературы:

1. Цыгичко В. Н. Прогнозирование социально-экономических процессов / Предисл. Д. М. Гвишиани. Изд. 3-е. перераб. и доп. М.: Книжный дом «ЛИБЕРКОМ», 2009. 240 с.
2. Цыгичко В. Н., Черешкин Д. С., Смолян Г. Л. Анализ и оценка негативных последствий стратегических решений в организационных системах. Труды Института системного анализа Российской академии наук (ИСА РАН). Том 68, Выпуск 1. Москва 2018. – С. 3-23.
3. Цыгичко В. Н., Черешкин Д. С. Смолян Г. Л. Управление рисками в организационных системах. LAP LAMBERT Academic Publishing Saarbrücken 2018. – 112 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во Иностран. лит. 1963. 830 с.