

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЦЕНАРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

Сценарное моделирование и прогнозирование в последнее время находят все более широкое применение: от планирования на уровне отдельных предприятий, корпораций до разработки стратегий развития отраслей и регионов, поскольку данный подход наиболее полно отвечает задачам исследования и прогнозирования поведения противоречивых гетерогенных систем и процессов [1-4].

Задачей данного исследования является анализ и формирование теоретических основ сценарного развития регионов, в том числе: анализ сущности сценарного подхода, особенностей и направлений его применения; анализ механизмов сценарного моделирования; исследование ключевых вопросов применения сценарного моделирования к разработке политики регионального развития.

Сценарий является одним из способов снятия той неопределенности, которая сопутствует процессу прогнозирования, а также способом перевести неопределенность будущего в частично управляемый со стороны человека (ЛПР, т.е. лица, принимающего решение) процесс.

В наиболее общем виде исследовательские сценарии представляются текстовым описанием, характеризующим обычно отношение лица, принимающего решение, к возможным будущим состояниям социально-экономической системы – от крайней степени пессимизма до крайней степени оптимизма. Таким образом, неопределенность сценариев связана не только с возможностью реализации или не реализации того или иного события (множества, последовательности событий), но также и с тем, как это событие воспринимается и оценивается ЛПР. Возможны сценарии, которые различными ЛПР рассматриваются как диаметрально противоположные, в том случае, если интересы ЛПР не совпадают. Например, руководители структурных подразделений производственного предприятия обычно

имеют отличающиеся (часто конфликтные) представления о приоритетах основных целей его деятельности, способах их достижения и т.д. Поэтому при разработке множества сценариев следует четко уяснить цель сценарного исследования.

В содержательном плане сценарием поведения объекта называют модель изменения обстановки, связанной с возникновением и развитием той или иной ситуации и определяемой в дискретном временном пространстве с заданным временным шагом.

Сценарное моделирование как инструмент построения не отдельных траекторий развития, а большого спектра вариантов для оценки влияния самых разных факторов, очень эффективно при выборе целевых ориентиров, стратегии развития региона и при оценке возможных рисков [5]. В частности, отмечается эффективность применения сценариев для анализа чувствительности проектов и инвестиций в случае рассмотрения портфеля проектов, оценки стратегий, сопоставления некоторой стратегии, разработанной на основе прогноза с другими возможными исходами.

Кроме учета возможных неопределенных, слабопрогнозируемых или многовариантных явлений сценарный подход позволяет провести анализ последствий принимаемых решений. В этом смысле его использование при выработке управления существенно пересекается с основной схемой адаптивного управления [7], в которой каждое решение проходит предварительный анализ с точки зрения его приемлемости, достижимости целей управления и устойчивости. В связи с этим будем различать пассивные сценарии, не учитывающие возможности управления, и активные, в которые непосредственно включены управляющие переменные для данного объекта. Пассивные сценарии называют еще синергетическими, т.е. моделирующими поведенческие аспекты. Активные сценарии можно рассматривать

как аттрактивные, т.е. характеризующие поведение системы в соответствии с применяемыми "разумными" управляющими воздействиями [8]. Последние определяются в результате реализации текущих ситуаций, возникающих под влиянием внешних событий, а также управляющих воздействий ЛПР. С точки зрения управления и стабилизации развития регионов большой интерес представляют активные сценарии, которые и будут рассматриваться в дальнейшем. Таким образом, сценарий может быть синтезирован как инструмент формального анализа альтернативных вариантов развития ситуации при заданных целевых установках в условиях неопределенности.

В литературе выделяют от 3 до 12 этапов реализации сценарного моделирования [1-3, 6, 7, 9]. Наиболее детальный перечень шагов включает следующие:

Предмодельный этап включает ряд шагов, нацеленных на установление основной структуры сценариев:

1. Определение цели сценарного исследования на основе анализа имеющейся информации о системе, ее внешней среде и стратегических приоритетах.

2. Определение ключевых источников неопределенности во внешней и внутренней среде системы.

3. Ранжирование факторов неопределенности по важности и степени неопределенности.

4. Выявление в соответствии с целью каналов управления системой (при разработке активных сценариев).

5. Анализ существующих концепций развития системы.

6. Анализ статистической информации о функционировании, развитии и текущем состоянии системы.

7. Определение временного горизонта исследования.

8. Установление логики и основной структуры сценариев развития и сценариев управления системой.

Целью *модельного* этапа сценарного исследования является построение и реализация математической модели развития системы и проведение на ее основе сценарных экспериментов. На этом этапе

выполняются следующие шаги:

1. Определение структуры исследуемой системы, ее входных, выходных переменных, переменных управления, контролируемых и неконтролируемых параметров.

2. Построение блок-схемы сценарной модели.

3. Выбор инструмента реализации сценарной модели.

4. Построение собственно сценарной модели.

5. Анализ альтернативных сценариев развития системы.

6. Настройка сценарной модели.

7. Построение сценарных вариантов развития с помощью построенной модели.

На *постмодельном* этапе осуществляется анализ полученных сценариев и делаются выводы о целесообразности и устойчивости вариантов управления системой. В этот этап включаются следующие шаги:

1. Содержательная интерпретация сценарных вариантов с привлечением экспертной оценки и неформализуемой информации.

2. Анализ устойчивости вариантов управления в активных сценариях.

3. Определение характерных индикаторов, сигнализирующих о реализации на практике конкретного сценарного варианта.

4. Оформление результатов исследования и разработка рекомендаций для уровня конкретного ЛПР.

Более укрупненная схема этапов сценарного моделирования, описанная в работе [10], позволяет сформировать процесс сценарного моделирования без излишней детализации:

1. Определение ключевых факторов. Определенная область сценариев систематизируется, структурируется и описывается большим числом конкретных факторов влияния. Однако в результате использования всех выявленных факторов процесс создания сценариев приведет к появлению слишком сложных и слишком расплывчатых сценариев. Поэтому из всего множества факторов выделяются только ключевые, которые являются либо типичными для разработки данной области сценариев, либо

играют ведущую роль в формировании этой области.

2. Выработка представлений о будущем. На данном этапе определяются возможные варианты развития событий по каждому ключевому фактору (представления о будущем). При этом необходимо найти крайние представления о будущем, которые можно было бы использовать для поиска альтернативных вариантов развития событий на заданном горизонте.

3. Формирование сценариев. Сценарии основываются на определенных сочетаниях представлений о будущем, характеризующихся внутренней непротиворечивостью. При этом необходимо согласование различных представлений с помощью компьютерных экспериментов и обработки результатов отдельных (единичных) сценариев. Таким образом, предварительно сценарии анализируются отдельно, а затем собираются в непротиворечивые структуры будущего, формирующие «окно возможностей» [10].

4. Анализ и интерпретация сценариев. На последнем этапе выполняется анализ всего «окна возможностей», выделение общего и различного в сценариях. Основным результатом этапа анализа является выделение индикаторов сценариев, позволяющих определить реализуемость того или иного сценария на практике, а также формирование предположений о дальнейших путях развития этих индикаторов.

Формальное описание проблемы сценарного исследования предложено в работе [3].

Пусть существует некоторая модель, описывающая поведение социально-экономической системы с помощью набора уравнений. На данный момент $t > 0$ эти уравнения определяют конкретную сложившуюся ситуацию. Динамика развития ситуации по отношению к известному начальному состоянию при $t = 0$ связывается с конечным множеством исследовательских (пассивных) сценариев $S = \{S_1, \dots, S_l\}$ ($l > 1$). Причем в каждый момент времени $t > 0$ реализуется только какой-либо один из них с приоритетом (вероятностью) $p_i = p_i(t)$ ($i = 1, \dots, l; 0 < p_i \leq 1$).

Сценарий S_i – это вариант развития логической последовательности событий, начинающихся в настоящем ($t = 0$) и определяющий конкретную ситуацию в будущем

($t > 0$). Он должен включать только такую информацию, которая необходима для конкретного прогноза будущего состояния системы. Далее, на состояние системы существенное влияние оказывает поведение системных элементов как самой организационной структуры, так и других целеустремленных систем. Ее состояние во многом зависит от действий элементов окружения из непосредственно примыкающей внешней среды, например, конкурентов, поставщиков, поведения потребителей продукции предприятия, чиновников и т.д., для региона – действий правительства, действий потребителей на внутренних и внешних рынках, реализации ограничений. Заинтересованных в реализации того или иного сценария лиц, сознательные элементы системы и окружения принято называть акторами $a = (a_1, \dots, a_k)$. Таким образом, $S = S(a)$.

Иерархическая модель сценарного прогнозирования будущих состояний системы формулируется в виде пятиуровневого кортежа

$$H = \langle F; a; O; C; S \rangle,$$

где $a = \{a_1, \dots, a_k\}$ – конечное множество акторов (заинтересованных лиц);

$O = \{O_1, \dots, O_n\}$ – конечное множество основных целей акторов;

$S = \{S_1, \dots, S_l\}$ – конечное множество исследовательских сценариев, определенные на временном интервале $0 < t \leq \tau$;

$C = \{C_1, \dots, C_m\}$ – введенное выше множество возможных действий;

F – описание главной цели, определение наиболее вероятного будущего системы, приоритет которого, очевидно, равен единице.

Формально решение проблемной ситуации выбора связано с процессом оценки относительной значимости для ЛПР элементов, находящихся на всех уровнях ее иерархической модели, начиная со второго, 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. Содержательный анализ этой модели проблемы выбора всегда позволяет найти приоритеты исследовательских сценариев p_i ($i = 1, \dots, l$).

Вектор-функция управления $u(t) = C(t)$ характеризуется численными значениями приоритетов управленческих стратегий (p_{c1}, \dots, p_{cm}). Если они определяются в начальный момент времени (т.е. оценивается значение $u(0) = u_0$) и сохраняются неизменными на всем интервале сценарного прогнозирования $[0, t]$, то, $u(t) = u_0 = const$. Тогда проблему выбора можно сформулировать как задачу оптимального управления следующим образом:

найти значения фазовых переменных $x(t)$ путем решения эволюционных уравнений

$$x' = f(x, u_0, p', t),$$

$$x(0) = x_0,$$

$$p'(S_0) = 0,$$

$$0 < t \leq T,$$

где

$$p' = p'(S): H = \langle F; a; O; C; S \rangle.$$

При этом решение должно обеспечивать оптимальное значение целевого функционала вида

$$J[x(t); u_0] \rightarrow \min.$$

В качестве фазовых переменных могут выступать и переменные состояния системы, и параметры внешней и внутренней среды системы, являющиеся источниками неопределенности.

Таким образом, сценарное моделирование призвано помочь выработать такую стратегию (управление, набор действий), которая бы оказалась приемлемой при любом варианте развития событий с точки зрения достижения цели.

Для определения направлений дальнейшего исследования сценариев рассмотрим ключевые вопросы применения сценарного моделирования к разработке политики регионального развития. Поскольку регион является составляющей частью экономики страны, его внешняя среда включает и другие регионы, и мировая экономика, и отчасти собственно государство, осуществляющее контроль и

управление. Целью сценарного моделирования на уровне разработки пассивных сценариев является выявление наиболее уязвимых элементов, «узких мест» экономики региона. Большой интерес представляют активные сценарии, целью разработки которых является определение наиболее эффективной политики управления региональным развитием, позволяющей достичь и поддерживать устойчивое развитие как отдельного региона, так и страны в целом. При этом разработке активных сценариев должна предшествовать разработка пассивных сценариев, позволяющих определить круг поиска эффективных стратегий управления.

Ключевыми источниками неопределенности во внешней среде региона выступают динамика мировых рынков, особенно для регионов, в которых ведущими являются экспортно-ориентированные отрасли; изменения во внешней политике и приоритетах внешнеэкономической деятельности страны; динамика рынков других регионов страны, особенно для регионов, ориентированных на внутреннее потребление; внутренняя и внешняя миграция; инвестиционные процессы. К внешней среде также можно отнести и научно-технический прогресс, охватывающий всю мировую экономику, поскольку он инициирует изменения в технологиях производства и потребления и, следовательно, влияет на конкурентоспособность и перспективы экономики региона.

К внутренней среде региона, определяющей возможные сценарии его развития, относятся социально-демографические процессы, включая развитие внутреннего рынка труда, внутреннее потребление; инновационно-инвестиционные процессы, включая развитие инновационного потенциала региона; изменения в приоритетах развития на уровне местного самоуправления.

Отдельную группу факторов внешней и внутренней среды составляют непрогнозируемые техногенные и природные катастрофы.

Для формирования активных сценариев важным этапом является

определение каналов управления развитием регионов. Каналы управления региональным развитием формируются государством как системой более высокого уровня иерархии, поэтому следует выделить процессы налогообложения и формирование местного и государственного бюджетов; привлечение иностранных инвестиций; стимулирование инвестиционной и инновационной деятельности; целевое финансирование отдельных программ.

При установлении основной структуры сценариев рекомендуется вначале выстроить два взаимно противоположных сценария, сконцентрировав все отрицательные, негативные воздействия в одном, а в другом – все положительные элементы [1]. Таким образом, создается крайне пессимистический и крайне оптимистический, как правило, нереальные варианты. Реальный сценарий развития находится между этими противоположными схемами. Дальнейшая работа ведется в направлении ослабления отрицательных элементов и постепенного приближения к оптимистическому варианту с получением спектра пассивных сценариев. При этом целесообразно воспользоваться приемом, предложенным в работе [2], то есть выделить логически и статистически взаимосвязанные элементы внешней и внутренней среды, определяющие сценарий, и формировать сценарии с учетом их возможного совокупного влияния, а не независимого. Такой подход позволяет сократить спектр сценариев и облегчает их дальнейший анализ.

Затем переходят к формированию активных сценариев введением управляющих элементов. При этом каждому пассивному сценарию соответствует свое множество активных, реализующих различные стратегии управления, из которых формируется подмножество приемлемых. Ядро наиболее эффективной стратегии можно выделить пересечением полученных подмножеств, т.е. выделить те элементы стратегий, которые являются эффективными при всех (или, по крайней мере, большинстве), возможных сценариев развития региона с точки зрения достижения цели управления.

Временной горизонт сценарного

исследования должен соответствовать, с одной стороны, горизонту стратегического планирования, а с другой – быть согласован с возможностями прогнозирования, поэтому его следует определить в 5-7 лет.

Возможность сопоставления сценарных вариантов и действительного развития региона обеспечивается выделением характерных индикаторов сценариев. Такими индикаторами могут быть и выходные переменные модели, и, кроме того, показатели развития отдельных отраслей, наиболее значимых для данного региона, накопленный инвестиционный потенциал, показатели, соответствующие воздействиям внешней среды.

Выводы. Использование сценарного подхода к моделированию развития регионов позволяет провести всестороннее исследование причин возникающих негативных и кризисных явлений в их развитии, определить возможные пути совершенствования региональной политики.

Литература

1. Фрумин И.Л., Степанова М.Н. Сценарное прогнозирование, его приложения к исследованию некоторых проблем аграрной экономики // Известия Челябинского научного центра. – Вып. 2 (36). – 2007. – С. 91-95.
2. Данников В.Е. Применение сценариев в нефтегазовом бизнесе // Экономические стратегии. – 2004. – № 5-6. – С. 86-89.
3. Кузнецов В.В. Сценарное моделирование будущих состояний социально-экономической системы (СЭС) // Информационные технологии моделирования и управления: Междунар. сб. науч. тр./ Под ред. д.т.н. О.Я.Кравца. – Вып. 16. – Воронеж: Научная книга, 2004. – С. 92-98.
4. Давлетов Р.Р., Низамутдинов М.М. Концептуальные подходы к разработке инструментария моделирования экономики региона // II Всероссийская научно-практическая internet-конференция «Проблемы функционирования и развития территориальных социально-экономических систем» // <http://isei.communityhost.ru>.
5. Научно-практическая конференция «Ситуационные центры: модели, технологии, опыт практической реализации» // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 7. – С. 64-68.
6. Линдгрэн М., Бандхольд Х. Сценарное планирование: связь между будущим и стратегией: Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. – 256с.
7. Скурихин В.И., Забродский В.А., Копейченко Ю.В. Проектирование систем адаптивного управления производством. – Х.: Вища школа, 1984. – 241с.
8. Теоретические основы и модели долгосрочного макроэкономического прогнозирования / Под. ред. Ю.В. Яковца. – М.: МФК, 2004. – 296 с.
9. Рингланд Д. Сценарное планирование для разработки бизнес-стратегии: Пер. с англ. – М.: ООО «ИД «Вильямс», 2008. – 560 с.
10. Мосягин А.А. Сценарное моделирование ситуаций при мониторинге потенциально опасных объектов // Технологии техносферной безопасности. – 2007. – Вып. 6 // <http://ipb.mos.ru/ttb>.