

УДК 519.86:332.14

DOI: 10.52531/1682-1696-2026-26-3-107-120

Научная статья

EDN: TDANUD

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ РЕГИОНОМ

А.Н. СОЛОМАТИН

ORCID 0000-0002-9960-6285

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ» РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (МОСКВА, РОССИЯ)*Original article*

MATHEMATICAL MODELS IN REGIONAL STRATEGIC MANAGEMENT

A.N. SOLOMATINFEDERAL RESEARCH CENTER "COMPUTER
SCIENCE AND CONTROL" OF THE RUSSIAN
ACADEMY OF SCIENCES (MOSCOW, RUSSIA)

Рассматривается подход к формализации процесса стратегического управления регионом на основе использования дискретных многомерных стратегических пространств, которые формируются посредством перевода показателей объектов региональной экономики в ранговые шкалы путем дискретизации диапазонов их значений. Предлагается интегрированная модель, позволяющая описать различные этапы процесса стратегического управления на различных уровнях региональной системы; на единой основе рассматриваются матричный и конкурентный анализ, синтез стратегий и контроль их реализации. Приводится новый способ визуализации многомерных объектов региональной экономики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: региональная социально-экономическая система, стратегическое управление регионом, визуализация, дискретные стратегические пространства, матричные модели, карты стратегических групп конкурентов, формирование стратегий, мониторинг реализации

This article examines an approach to formalizing the regional strategic management process based on the use of discrete multidimensional strategic spaces, which are formed by converting regional economic indicators into rank scales through discretization of their value ranges. An integrated model is proposed that allows for describing the various stages of the strategic management process at various levels of the regional system. Matrix and competitive analysis, strategy synthesis, and implementation monitoring are described within a unified framework. A new method for visualizing multidimensional regional economic indicators is presented.

KEY WORDS: regional socioeconomic system, regional strategic management, visualization, discrete strategic spaces, matrix models, strategic competitor group maps, strategy formation, implementation monitoring

ВВЕДЕНИЕ

Для региональных социально-экономических систем (РСЭС) [11, 21] необходим механизм, который связывает оперативное управление с долгосрочными стратегическими ориентирами. Рост самостоятельности субъектов РФ на фоне глобализации и нестабильности мировой экономики делает внешнюю среду менее предсказуемой. Между тем инструменты стратегического управления регионом (СУР) в значительной части остаются качественными, описательными [5], что затрудняет использование современных информационных технологий и уменьшает эффективность стратегического управления. Требуются формализованные модели, алгоритмы и программные средства, охватывающие полный цикл СУР на всех его этапах.

В отделе математических методов регионального программирования ФИЦ ИУ РАН (ранее ВЦ РАН) много лет разрабатываются автоматизированные системы долгосрочного регионального планирования и проектирования для решения задач комплексного освоения территорий [23]. На этой базе сложилось направление регионального программирования как части региональной экономики, где строятся теория и количественные методы формирования проектов комплексного освоения [22] территорий. Естественным развитием долгосрочного планирования стали работы по региональному стратегическому планированию и управлению.

Формализованные модели корпоративного стратегического управления были предложены в работе [14]. Сегодня регион нередко рассматривают как квазикорпорацию, что открывает путь к переносу технологий корпоративного стратегического управления при сохранении особенностей территориальных систем

[11]. Опираясь на это и на опыт решения конкретных региональных задач, прежде всего, в области нефтегазодобычи [23], в работах [15, 18, 23] был сформирован подход к решению задач СУР для различных его этапов, включая стратегический и конкурентный анализ, формирование и корректировку стратегий. Также был предложен метод визуализация многомерных точек [13] как единый аналитический инструмент для различных этапов процесса СУР.

Наконец, в [16] были изучены дискретные стратегические пространства как формальный аппарат, возникающий при переводе интервалов значений характеристик региональных объектов в ранговые шкалы, и позволяющий описывать все этапы процесса СУР на единой основе. Практическая значимость такого подхода проявляется, в частности, при согласовании среднесрочных программ и долгосрочных стратегий: они могут формироваться сначала в непрерывном виде в расчетных моделях, а затем переводиться в ранговые шкалы для позиционирования и анализа объектов региональной экономики. Это снижает риск расхождения между «стратегической картиной» и «расчетной моделью» региона, позволяет аналитикам и стратегам оперировать одними и теми же дискретными координатами.

Структура статьи соответствует логике интегрированной модели процесса СУР: последовательно рассматриваются дискретные пространства, матричные модели, стратегических группы конкурентов, формирование и оценка стратегических альтернатив, мониторинг реализации стратегий и вопросы автоматизации.

РЕГИОНАЛЬНАЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Регион удобно описывать как саморазвивающуюся территориальную социально-экономическую систему с ограниченными ресурсами, изменяющимися целями и свойствами нестационарности, целостности и устойчивости. Сложность моделирования и анализа связана с комплексным, межотраслевым и территориальным характером региональных проблем [3, 8, 27].

Управление регионом осложняется двойственностью его положения. С одной стороны, регион как субъект РФ входит в народное хозяйство страны, выполняет свою специализированную роль и поставляет продукцию для национальной экономики. С другой стороны, он остается самостоятельной территориально-хозяйственной единицей со своими приоритетами, где требуется комплексное социально-экономическое развитие.

Наряду с глобализацией усиливается регионализация – рост роли и самостоятельности территорий в мировой экономике. По данным [7], именно регионы способны стать главными опорными точками развития России. Этому способствует расширение полномо-

чий субъектов РФ, а также сочетание у них черт государства (территориальная социально-экономическая система, собственная политика) и компании (самостоятельный экономический субъект).

При плановой экономике регионы рассматривались как административные единицы и площадки для размещения производительных сил, что оставило часть регионов без устойчивого экономического ядра. Региональная асимметрия подталкивает регионы к дезинтеграции: сохраняющаяся экспортно-сырьевая ориентация экономики РФ, импортозависимость, слабая инфраструктура и рост тарифов стимулируют внешний, а не межрегиональный товарооборот.

Помимо системных проблем, большинство субъектов РФ сталкиваются также с экономическими и социальными проблемами, включая санкционные ограничения, последствия СВО, зависимость от импорта, дефицит инвестиций, износ фондов и инфраструктуры, сокращение и старение населения, неравенство доходов, слабо контролируемая миграция и т.д.

Перечисленные проблемы усиливают потребность в формализованных инструментах СУР: дискретные пространства дают возможность легко включать в анализ как количественные показатели (бюджет, инвестиции, занятость, инвестиции), так и экспертные оценки для социальной сферы.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕГИОНОМ

Корпоративное стратегическое управление (СУ) сформировалось на Западе в 1990-е гг. как ответ на резкий рост изменчивости и сложности рыночной среды. Стратегическое рыночное управление исходит из того, что при нестабильной среде и постоянно меняющемся объекте управления классическое планирование теряет эффективность. Неожиданные угрозы и возможности требуют быстрых решений вне жесткого планового цикла, а ранее принятые меры в таких условиях могут быстро устаревать и нуждаются в корректировке. Поэтому стратегия не должна пассивно следовать среде: она должна опережать изменения внутри и вне объекта управления и воздействовать на эти изменения [5, 7, 26].

В литературе регион часто описывают как квазикорпорацию, что оправдывает перенос технологий корпоративного стратегического управления на региональный уровень [11]. Ведь и компания, и регион – развивающиеся системы, к которым применимы подходы системного анализа и теории управления. Но если менеджмент и собственники компании отвечают за развитие фирмы, то органы власти и население – за социально-экономическое развитие региона. При этом регион все чаще выступает в качестве самостоятельного экономического субъекта, имеющего свою собственность и ведущего собственную хозяйственную деятельность.

Поэтому для СУР с учетом региональной специфики применимы матричный анализ, портфельные методики, оценка конкурентоспособности и подходы к формированию стратегий, характерные для корпоративного уровня. Тем не менее, между регионом и компанией имеют место существенные различия, которые необходимо учитывать в процессе СУР (табл. 1).

Процесс стратегического управления регионом включает восемь основных этапов [21], причем каждый этап можно формализовать с использованием дискретных стратегических пространств: целеполагание задает целевую точку в стратегическом пространстве, анализ среды и конкуренции фиксирует положение объекта и конкурентов, формирование стратегии строит траекторию между исходной и целевой точками, стратегический контроль сопоставляет запланированное и фактическое развитие.

1. Установление ориентиров развития РСЭС, включая комплекс целей.
2. Анализ внешней и внутренней среды региона.
3. Формирование вариантов стратегий регионально-го развития.
4. Оценка стратегических альтернатив.
5. Выбор альтернативы для реализации.
6. Детальная проработка стратегии и среднесрочных программ.
7. Реализация выбранной стратегии.
8. Стратегический контроль достижения целей.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ РЕГИОНОМ

Задачи формализации и моделирования для стратегического регионального управления остаются открытыми, поскольку СУР относится к слабо структурированным проблемам, сочетающим количественные и качественные элементы. К соответствующим моделям

и алгоритмам можно предъявить, в частности, следующие требования:

- принимать решения в условиях нестабильной внешней среды;
- учитывать многоаспектность объектов (территория, отрасль, корпорация);
- производить расчеты на длительный период в динамике;
- формировать и анализировать большое число вариантов;
- учитывать многокритериальность при выборе варианта;
- обеспечивать динамическое проектирование с обратной связью.

Важной задачей стратегического управления регионом является интеграция количественных подходов, используемых в региональной экономике, региональном программировании, и качественных подходов современного стратегического управления. Это позволяет обеспечить процесс СУР надежной количественной базой и спрогнозировать поведение основных показателей развития региона на длительный период времени.

Для РСЭС в силу их сложности более эффективными оказываются «мягкие» модели (лингвистические, семиотические, графические, когнитивные), что подтверждается широким применением наглядных матричных моделей и карт стратегических групп конкурентов вместо сложного аппарата дискретной оптимизации и оптимального управления.

Все достижения современной цивилизации основаны на использовании математики и формализации, а начиная с XX в. – также моделирования и оптимизации. Для общественных наук сопоставимого аппарата пока не существует, поэтому академик А.А. Дородницын справедливо указывал, что главная задача

ТАБЛИЦА 1.

Сравнение компании и региона с точки зрения стратегического управления

№	Аспект сравнения	Компания	Регион
1.	Объект управления	Производственно-хозяйственная система	Социо-эколого-экономическая система
2.	Предмет управления	Производство и экономические отношения	Жизнедеятельность населения на территории
3.	Природа целей	Преимущественно экономические	Социальные, экономика – средство
4.	Субъекты управления	Менеджмент, собственники	Власть, население, бизнес, федеральный центр
5.	Горизонт стратегии	Несколько лет	15–20 лет
6.	Структура объекта	Относительно простая иерархия	Многоуровневая территориально-отраслевая
7.	Инерционность	Сравнительно низкая	Высокая
8.	Тип управления	Преимущественно прямое	Рефлексивное и адаптивное
9.	Крайний исход	Банкротство и ликвидация	Банкротство и ликвидация невозможны

математики в XXI в. – формализация общественных наук и создание адекватного математического инструментария [4].

Процесс СУР включает множество этапов, выполняемых для разных отраслей и направлений функционирования РСЭС. Поэтому целесообразно использовать взаимосвязанный набор моделей, методов и алгоритмов, каждый из которых ориентирован на свою задачу. Среди них – общая теория управления, синергетика, маркетинговый анализ, линейная алгебра и семиотика (многомерные матричные модели), кластерный анализ (стратегические группы конкурентов), многокритериальная оптимизация и методы визуализации.

Для региональных расчетов особую роль играет согласование горизонтов планирования: стратегические решения на 15–20 лет должны быть совместимы со среднесрочными программами и ежегодными бюджетными циклами. Дискретизация значений показателей обеспечивает такое согласование, поскольку облегчает агрегирование показателей разной природы в единую систему.

ДИСКРЕТНЫЕ СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРОСТРАНСТВА

Предлагаемый подход к формализации процесса СУР строится на обобщении результатов теории матричных моделей стратегического анализа – одного из наиболее распространенных и немногих формализованных инструментов стратегического планирования [5, 7, 26].

В матричных моделях положение компании, стратегической бизнес-единицы, продукта или иного экономического объекта показывается окружностью на координатной плоскости, осям которой соответствуют различные характеристики (например, для матрицы МакКинси – «преимущество компании на рынке, привлекательность рынка» [5]). Значения по каждой характеристике делятся пороговыми характеристиками на равные диапазоны, и в I квадранте координатной плоскости формируется набор клеток, каждой из которых сопоставляются качественно различные ситуации и стратегии развития.

Как обобщение матричных моделей, вводится многомерное стратегическое пространство (пространство стратегических позиций) [15, 23]. Пусть n – максимальное число характеристик объектов РСЭС. Характеристики могут быть количественными или качественными, заданными в шкалах абсолютной, интервальной, порядковой или номинальной. Тогда каждый региональный объект описывается некоторым вектором x длиной n в пространстве S^n характеристик объектов региональной экономики, что соответствует определению любой системы как вектора ее характеристик [22].

Производится дискретизация характеристик объектов за счет приведения характеристик к единой по-

рядковой шкале измерений: качественным значениям присваиваются ранги (в зависимости от степени выраженности), номинальные шкалы превращаются в порядковые (значения упорядочиваются по какому-либо критерию полезности), интервалы интервальной шкалы нумеруются, значения в порядковой шкале остаются без изменений, количественные значения в абсолютной шкале разбиваются на ранжированные интервалы. В результате получаем дискретное пространство стратегических позиций $H^n = P$, изоморфное S^n .

При конечном числе рангов пространство P представимо как декартово произведение конечных множеств целых чисел P_i – множеств целочисленных значений для i -й характеристики, принимающих значения от 0 до m_i . Здесь 0 означает отсутствие признака, а m_i берется не более, чем 8–10 (для удобства визуализации и компьютерной реализации).

Тогда, очевидно, каждый кортеж этого декартова произведения, каждая многомерная точка P , каждый вектор неотрицательных целых чисел определяет позицию объекта региональной экономики в стратегическом пространстве и однозначно описывает этот объект.

Дискретизация в задачах стратегического управления оправдана по нескольким причинам. Во-первых, мир дискретен от метagalactic до кварков, а в экономике и управлении работают обычно с дискретными сущностями – материальными объектами, денежными единицами, людьми. Далее, матричные модели стратегического планирования неявно обеспечивают дискретизацию, разбивая множества значений на интервалы. Наконец, в когнитивных моделях нечеткие лингвистические значения (типа «очень мало», «мало», ..., «очень много») нередко заменяют балльными оценками, например по 10-балльной шкале.

Предложенный подход при решении задач СУР обеспечивает следующие преимущества. Дискретизация существенно упрощает расчеты и программную реализацию: вместо векторов в S^n с разнородными шкалами и широкими диапазонами в пространстве P используются унифицированные целочисленные векторы с ограниченными значениями, также облегчается визуализация объектов, их отношений и динамики. Наконец, каждому целочисленному вектору из P соответствует многомерный «куб» в S^n , образованный выделенными диапазонами по каждому измерению. Каждый такой диапазон значений можно трактовать как значение нечеткой переменной для соответствующей характеристики, т.е. в процессе дискретизации все нечеткое и качественное превращается в четкое и дискретное.

Пространство стратегических позиций P обладает следующими основными алгебраическими свойствами [2]:

- как обобщение многомерных матричных моделей, оно по построению является дискретным, цело-

численным и конечномерным;

- число точек в нем конечно, поскольку конечно число диапазонов по каждому измерению;
- пространство является метрическим, например, при использовании манхэттенской метрики как суммы разностей по измерениям;
- пространство будет линейным при введении операций сложения векторов и умножения на целочисленный скаляр.

Перечислим некоторые интерпретации свойств и операторов пространства P в терминах различных этапов процесса СУР и их характеристик:

- подмножества P – допустимые позиции объектов РСЭС;
- подпространства меньшей размерности – многомерные матричные модели;
- расстояние между точками – опасность другого объекта как конкурента либо его перспективность для включения в портфель;
- расстояние от точки до множества – удаленность объекта от стратегической группы групп конкурентов;
- открытый шар – соседи объекта в группе конкурентов;
- ломаная, соединяющая точки P – стратегия перевода объекта из исходного в целевое состояние либо фактическое движение объекта во времени в стратегическом пространстве.

По построению, точки H^n являются кортежами декартова произведения множеств целочисленных значений P . Следовательно, для точек этого пространства можно ввести отношение порядка, определяемого стандартным образом через отношения равенства и неравенства (строгого и нестрогого) между значениями по различным измерениям. Поэтому различные множества точек можно интерпретировать как некие специфические отношения: члены стратегической группы конкурентов, участники портфеля, поставщики и потребители для некоторого объекта РСЭС, а также точки, задающие стратегию развития данного объекта.

ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ СУР

В работах [15, 23] была предложена формализованная модель СУР на базе дискретных метрических стратегических пространств, где задаются состояния объектов РСЭС, их взаимодействие и стратегии развития. На единой базе рассматриваются традиционные модели СУР: стратегического анализа, анализа конкурентов, портфельного анализа, формирования стратегий и мониторинга реализации как процессы анализа и преобразования многомерных точек этих пространств.

Модель охватывает:

- различные объекты РСЭС – районы, населенные пункты, отрасли, корпорации, предприятия (ком-

пании) и стратегические бизнес-единицы;

- территориальный, отраслевой и корпоративный аспекты;
- все этапы процесса СУР.

Предпринята попытка согласовать множество процессов разных уровней и аспектов: конкуренцию, сотрудничество, развитие; по уровням региона; по территориям, отраслям, корпорациям; в динамике. В итоге формируется трехмерный куб «районы/населенные пункты × отрасли/подотрасли × холдинги/нет холдинга», каждой ячейкой которого выступает предприятие (компания) в трех перечисленных аспектах.

Объекты РСЭС образуют иерархию с одновременной декомпозицией по отраслевому, территориальному и корпоративному признакам (рис. 1). Общие признаки и характеристики объектов РСЭС разных уровней позволяют говорить о фрактальном характере модели.

Выделяются два типа фракталов, два типа моделей: с гомогенными и гетерогенными объектами подчиненных уровней:

- карты стратегических групп конкурентов отражают конкуренцию однородных объектов, что более типично для территориального среза (районы региона, города района, предприятия отрасли; на рис. 1 – пометка «К»);
- портфельные модели описывают взаимодействие (сотрудничество) гетерогенных объектов, что более типично для отраслевого среза (отрасли района, предприятия района или города; на рис. 1 – пометка «П»).

МЕТОД СВЯЗАННЫХ ПРОЕКЦИЙ

Инвариантным инструментом наглядного представления дискретных многомерных моделей СУР на экране компьютера выступает метод связанных проекций, который позволяет отображать точки n -мерного стратегического пространства на плоскости в виде многоугольников или ломаных [13, 20].



Рис. 1.

Иерархия объектов региональной экономики

Пусть $p = (p_1, p_2, p_3, p_4)$ – некоторая четырехмерная точка (рис. 2). Для ее визуализации в каждом из четырех квадрантов координатной плоскости отображается отдельная двумерная проекция этой точки (для пар параметров (p_1, p_2) , (p_2, p_3) , (p_3, p_4) и (p_4, p_1)), проекции соединяются отрезками; цифрами на рисунке указан порядок обхода квадрантов.

Различаются замкнутые и открытые модели. В замкнутой модели четный квадрант присоединяется к предыдущему снизу или сверху, нечетный – слева или справа; первый и последний квадранты имеют общую ось. В открытой модели четный квадрант присоединяется снизу, нечетный – справа, образуя «лестницу». Замкнутая модель симметрична.

Правила построения едины для обоих типов модели: модель состоит из квадрантов одинакового размера, соседние квадранты имеют общую ось, в каждом квадранте строится проекция по паре координат; результатом является многоугольник или ломаная с ребрами между проекциями в разных квадрантах. Суть метода составляет введение неоднородности координатной плоскости, когда каждый квадрант задает собственную систему координат для пары параметров.

Для метода связанных проекций вводится ряд определений. Так, неоднозначная ось – это общая координатная ось двух связанных квадрантов, разным сторонам которой соответствуют разные параметры (измерения). Модель называется правильной, если не содержит неоднозначных осей, замкнутая модель называется симметричной, если комбинация ее квадрантов имеет симметрию 4-го порядка относительно центра модели (рис. 3).

Главное достоинство метода составляет то, что он позволяет производить анализ многомерных точек как целостных объектов с регулярными свойствами. Большая площадь многоугольника соответствует более высоким значениям по совокупности показателей, симметрия фигуры относительно начала координат отражает сбалансированность набора показателей объекта. А при согласовании решений с ЛПР визуальный образ многоугольника воспринимается быстрее, чем таблица значений показателей.

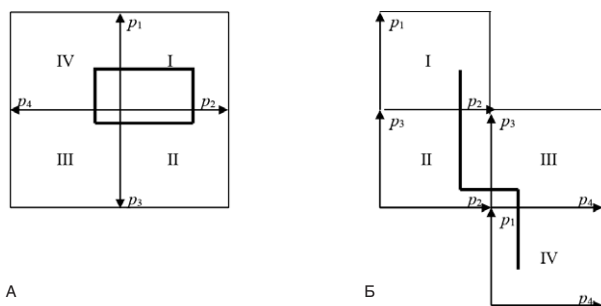


РИС. 2.

Замкнутая (А) и открытая (Б) модели визуализации

Как и другие методы визуализации, метод позволяет сравнивать различные региональные объекты и отслеживать их перемещение при реализации стратегии: сопоставление объектов выполняется наложением фигур, реализация стратегии отображается как последовательность фигур.

Опыт применения метода показывает, что замкнутая модель удобнее для сравнения объектов одного типа (районы, отрасли), а открытая модель лучше подходит для случаев, когда число измерений велико, и фигура «разворачивается» по вертикали.

Метод связанных проекций применим при визуализации многомерных матриц стратегического анализа, карт стратегических групп конкурентов, многокритериальных стратегических альтернатив. Он также может использоваться для визуализации произвольных многомерных точек в физике, биологии, социологии, при решении задач классификации, многокритериальной оптимизации и т.д.

Далее в рамках концепции дискретных стратегических пространств будут рассмотрены различные этапы процесса СУР.

ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ

Постановка и структурирование целей являются центральным этапом СУР [21]. Считается, что верная постановка целей составляет треть решения любой проблемы, а определения «стратегии» обязательно включают «цели». Систему целей целесообразно строить с учетом четырех групп ограничений [17].

1. Выполнение стандартных требований к системам целей [10]: достаточность, полнота, непротиворечивость, непересекаемость, сбалансированность, согласованность, измеримость.

2. Учет общесистемных закономерностей целеполагания [10]: формирования целей, иерархии, эквивалентности.

3. Учет ограничений сложных систем:

- наличие аттракторов и точек бифуркации показывают, что не любая цель и траектория ее достижения (стратегия) могут быть реализованы, т.е. при целеполагании и формировании стратегий следует учитывать внутренние тенденции развития системы [6];

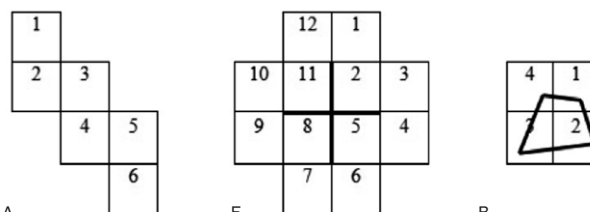


РИС. 3.

Различные модели связанных проекций: А – открытая модель; Б – симметричная модель; В – замкнутая неправильная модель

- знание и учет прогнозной циклической динамики развития системы даст возможность определять достижимые цели в соответствии с этой динамикой.

4. Учет специфики РСЭС: в отличие от фирмы, региональные власти не могут управлять напрямую всеми подсистемами РСЭС из-за огромной ее сложности, ограничений сложных систем и неподконтрольных субъектов интересов (федеральные власти, крупные корпорации, население). Поэтому требуется использование рефлексивного управления через СМИ, социальные сети, институты культуры и образования.

На наш взгляд, глобальной целью верхнего уровня региона не могут служить ни экономический рост, ни повышение качества жизни, ни даже устойчивое развитие. В основу целеполагания верхнего уровня предлагается положить триединую цель общесистемного характера, реализуемую, в частности, в поведении любого индивида или компании:

- цель надсистемы (цель существования) – выполнение миссии региона на уровне страны;
- цель самой системы (цели развития) – обеспечение устойчивого развития региона;
- цели подчиненных систем (цели функционирования) – экономический рост, выполнение экологических требований, повышение качества жизни населения региона и т.д.

АНАЛИЗ МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ

При использовании подхода «регион как квазикорпорация» [11] матричный анализ может быть перенесен на территориальный уровень. Например, в матрице МакКинси [5] для региона осями могут служить конкурентоспособность отраслевого комплекса и привлекательность федерального рынка. При анализе территориальной структуры матрицы также позволяют оценить положение районов и населенных пунктов, их перспективность и выбрать стратегии развития.

Несмотря на широкое распространение, матричные модели имеют существенные недостатки, сни-

жающие эффективность их применения. В каждой модели объект исследуется лишь по двум параметрам, что затрудняет объективный анализ и сравнение объектов, а последовательный анализ по многим параметрам малоэффективен из-за особенностей человеческого восприятия. Поэтому обычно используют ограниченный набор популярных моделей, что снижает качество анализа. Наконец, модели преимущественно статичны и не отражают динамику развития объектов.

Различные подпространства стратегического пространства H^n предлагается рассматривать как различные многомерные матричные модели – обобщения существующих матричных моделей, совмещающие одновременно несколько традиционных матриц. Отличия многомерных матричных моделей от традиционных приведены в табл. 2.

Можно говорить о построении целой системы взаимодействующих матричных моделей для региона, обеспечивающих позиционирование, анализ и выбор стратегий для объектов различных уровней РСЭС [8]. Например, в модели для региона объектами могут быть районы или отрасли региональной экономики.

Метод связанных проекций [13, 20] позволяет визуализировать многомерные матричные модели, и на одном экране исследовать сразу несколько традиционных матричных моделей; форма геометрического объекта будет определять тип стратегической позиции, «мощь» и «гармоничность» соответствующего регионального объекта.

На рис. 4 приведен пример достаточно конкурентоспособной отрасли региона, выводящей при среднем уровне рыночных угроз новый продукт на существующий рынок в состоянии спада. Параметры многомерной матричной модели: p_1 – привлекательность рынка, p_2 – положение на рынке (конкурентная позиция), p_3 – стадия развития рынка, p_4 – сила-слабость отрасли, p_5 – возможности-угрозы для отрасли, p_6 – новизна продукта, p_7 – новизна рынка.

АНАЛИЗ КОНКУРЕНЦИИ

Анализ конкуренции представляет собой обязательный этап стратегического управления в рыночной

ТАБЛИЦА 2.

Сравнение традиционных и многомерных матричных моделей

Характеристика	Традиционные модели	Многомерные модели
Число параметров	2	n (объединённый набор)
Тип шкал	Порядковые (неявно)	Абсолютные, интервальные, порядковые
Дискретизация	Фиксированные квадранты	Декартово произведение P_i
Динамика	Статическая картина	Траектории в P во времени
Сравнение объектов	По одной паре осей	По метрике в n -мерном пространстве
Визуализация	Двумерная матрица	Метод связанных проекций
Применение в регионе	Отдельные матрицы	Система взаимосвязанных моделей

экономике. На корпоративном уровне широко применяются карты стратегических групп конкурентов (КСГ) [5, 7, 26]: конкурентов объединяют в стратегические группы, что изображается окружностями на двумерной плоскости по аналогии с матричными моделями. В одну группу попадают компании со схожими рыночными позициями, стратегическими условиями и стратегиями. Уровень конкуренции растет при увеличении конкурентов внутри группы, при увеличении сплоченности группы, увеличении числа групп и т.д.

Традиционные КСГ сохраняют ограничения двумерных матриц и субъективную оценку интенсивности конкуренции. Поэтому были предложены многомерные динамические КСГ [4, 6]: они строятся в стратегическом пространстве P с использованием динамической кластеризации, а уровень конкуренции вычисляется как взвешенная комбинация признаков роста конкуренции. При этом многомерные КСГ визуализируются при помощи метода связанных проекций и анализируются на заданном интервале времени, а не как статические объекты.

Единообразие конкурентных процессов на разных уровнях управления позволяет использовать аппарат КСГ при анализе конкуренции объектов РСЭС. При этом набор измерений пространства P может включать как рыночные показатели, так и территориальные характеристики (транспортная доступность, плотность населения, наличие свободных площадей), что отражает специфику региональной конкуренции за ресурсы развития.

Для каждого года t уровень конкуренции $K(t)$ определяется как взвешенная сумма различных характеристик; для характеристик, рост которых снижает конкурентное давление, нормированные весовые ко-

эффициенты берутся со знаком минус:

$$K(t) = \alpha_1 q - \alpha_2 l^* - \alpha_3 l + \alpha_4 z + \alpha_5 n - \alpha_6 D - \alpha_7 R + \alpha_8 W.$$

Здесь l^* – среднее расстояние от объекта до центров тяжести всех групп, l – расстояние от центра тяжести группы до рассматриваемого объекта, z – тип данной группы (2 – объект входит в данную группу, 1 – данная группа является наиболее близкой к объекту, 0 – иначе), n – количество членов группы, D – дисперсия расстояний между членами группы, R – радиус группы, W – доля данной группы в общем объеме выпуска продукции среди всех конкурентов.

Конкуренция может рассматриваться на самых различных уровнях – на уровне регионов, районов, отраслей, компаний, товаров и т.д.; при этом все уровни взаимосвязаны и влияют друг на друга. Для разных типов объектов РСЭС акценты различны: регионы (районы, населенные пункты) конкурируют не за разорение соперника, а за лучшие результаты и дополнительную выгоду; отрасли (подотрасли) могут конкурировать лишь как потребители ресурсов.

Для каждого объекта РСЭС может быть построена целая система КСГ: для анализа конкурентных сил по Портеру [5] (прямые и косвенные конкуренты, поставщики, потребители, товары-заменители) и для анализа конкуренции среди потребителей различных ресурсов – природных ресурсов, электроэнергии, инфраструктуры, инвестиций, дотаций, рабочей силы и т.д.

Тогда уровень конкуренции для каждого объекта РСЭС в динамике $L(t)$ предлагается определять [7, 8] как взвешенную сумму четырех видов конкуренции: за сбыт продукции, за доступ к ресурсам, а также конкуренции среди потребителей продукции и поставщиков ресурсов. Последние два вида конкуренции берутся с отрицательным знаком, поскольку рост конкуренции у потребителей (рост цен на продукцию) и у поставщиков ресурсов (снижение цен на ресурсы) уменьшает конкурентное давление. Полученная динамика позволяет отслеживать изменение конкурентной среды и корректировать стратегии объектов РСЭС.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ

Формирование стратегий представляет собой центральную задачу СУР. Стратегии обычно классифицируются по различным направлениям [5, 7, 26]:

- эталонные стратегии: стабильности, внутреннего и внешнего роста, сокращения, комбинированные стратегии;
- конкурентные стратегии Портера: низких издержек, широкой дифференциации, оптимальных издержек, сфокусированные стратегии низких издержек и дифференциации.
- стратегии по направлению действий компании: наступательные, оборонительные;
- стратегии в зависимости от этапа жизненного

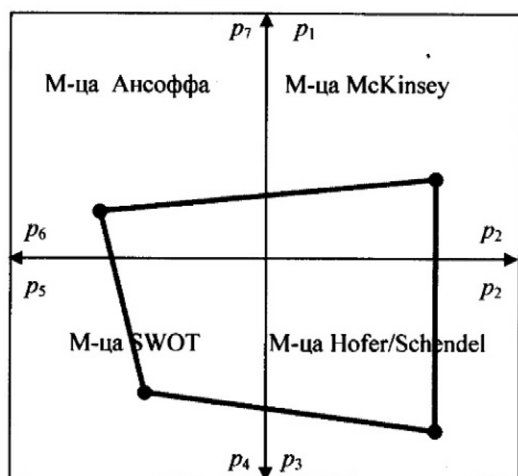


РИС. 4.

Пример многомерной матричной модели

цикла отрасли: стратегии для растущих отраслей, зрелых отраслей, отраслей в состоянии спада и для фрагментированных отраслей;

- стратегии в зависимости от положения предприятия: стратегии предприятий-лидеров, преследователей, предприятий на вторых ролях и аутсайдеров.

Далее, в каждом квадранте матричных моделей может быть применен свой набор стратегий, релевантных положению объекта в данном квадранте. Наконец, для регионов описаны свои дополнительные стратегии, отражающие региональную специфику: стратегии самообеспечения, мобилизации ресурсов, технологической ниши, локализации производства, концентрации и равномерного развития [1].

Поэтому для каждого положения регионального объекта в пространстве стратегических позиций P одновременно могут быть определены десятки частных стратегий из разных классификаций и матричных моделей. Они обычно описываются с различными характеристиками и на различных уровнях общности, что существенно затрудняет их практическое использование и формализацию для применения информационных технологий.

Нормализованный язык описания стратегий позволяет решить эту проблему: каждая стратегия кодируется фиксированным набором признаков [14, 18, 23], что дает возможность автоматизировать сборку единой итоговой стратегии из частных и более эффективно анализировать и сравнивать стратегии различного происхождения.

Например, для компаний типичными характеристиками для кодирования являются новизна продукта и рынка, объем рынка, доминирующая деятельность, способ организационного роста, уровень затрат и цен, массовость рынка, универсальность продукта, ресурсная база, доля рынка, объем продаж, качество, ассортимент, размер организации, сила конкурентной позиции, уровень конкуренции, эффект масштаба, направление денежных потоков и т.д.

Качественные значения характеристик стратегий упорядочиваются по критерию полезности, формируя порядковые шкалы, в результате каждая частная стратегия задается целочисленным вектором значений. При наличии m характеристик вводится m -мерное дискретное пространство стратегий S , точками которого будут описания отдельных стратегий. На S , как и на P , определяется расстояние, что позволяет аналогично ввести понятия шара, связного множества и расстояния от точки до множества. Введение порядковых шкал позволяет ввести на S отношение порядка на основе поэлементного сравнения значений точек из S .

Для агрегации частных стратегий $\{s^k\}$ в итоговую стратегию s^* в пространстве S вводятся три m -местные операции обобщения стратегий:

- операция g_1 : значение каждого признака в s^* есть

минимум значений этого признака для стратегий из $\{s^k\}$;

- операция g_2 : значение каждого признака в s^* есть максимум значений этого признака для стратегий из $\{s^k\}$;

- операция g_3 : значение каждого признака в s^* есть среднее значений этого признака для стратегий из $\{s^k\}$;

Выбор операции зависит от установки ЛПР: операция g_1 реализует пессимистичный подход, g_2 – оптимистичный, g_3 – прагматичный (рекомендуется).

В классических матричных моделях для каждой квадранта определены переходы в соседние квадранты – некоторые элементарные стратегии, отражающие специфику модели. Обобщая этот факт, можно считать, что каждая элементарная стратегия из $E \subset S$ переводит региональный объект из одной стратегической позиции в пространстве P в другую соседнюю позицию, не выводя из P .

Это позволяет определить универсальную стратегическую алгебру $A = \langle P, E \rangle$ с одноместными операциями из E . Тогда стратегия перехода из текущего состояния в целевое представима в виде композиции (последовательности) таких элементарных стратегий.

Задача синтеза стратегии [18, 23] формулируется как

$$\langle P, E, p_0, p_1, p_2, k_0, k_1 \rangle,$$

где p_0 – текущая позиция регионального объекта, p_1 – целевая позиция, p_2 – позиция, экстраполирующая тренд развития, k_0, k_1 – текущее и прогнозное положение центра ближайшей группы конкурентов.

Требуется построить последовательность элементарных стратегий минимальной стоимости, переводящих объект из позиции p_0 в p_1 с учетом тенденции движения в p_2 и смещения центра конкурентной группы из k_0 в k_1 . Синтез стратегии в дискретном пространстве можно интерпретировать как задачу поиска пути в графе, вершинами которого служат позиции в P , а ребрами – элементарные стратегии из E с весами, отражающими стоимость или риск перехода. Учет конкурентной динамики на основании позиций k_0 в k_1 позволяет избегать траекторий, ведущих в зону усиления конкурентного давления, даже если формально они ближе к целевой позиции p_1 .

ГЕНЕРАЦИЯ ВАРИАНТОВ СТРАТЕГИЙ

Каждая из стратегических альтернатив, формируемых на основе качественного анализа, может порождать множество вариантов из-за вариантности исходных данных.

Был предложен метод и алгоритм генерации вариантов [12], основанный на методе морфологических ящиков. Алгоритм генерирует варианты как кортежи декартова произведения множеств вариантных исходных данных и тем самым перечисляет комбинации исходных данных в лексикографическом порядке (по аналогии со счетчиком такси), формируя описываю-

шие каждый вариант вектора состояний. Тем самым устанавливается взаимно-однозначное соответствие между номером варианта и комбинацией вариантных исходных данных для ее расчета.

Обратный алгоритм только по номеру выбранного варианта восстанавливает все исходные данные для его повторного расчета. Это позволяет не хранить исходные данные для расчета всех вариантов, т.е. объем памяти для информации о вариантах практически не зависит от их количества.

Предложенный подход особенно важен при спешном моделировании региональных программ, когда число комбинаций варьируемых параметров (ставки налогов, объемы инвестиций, приоритеты отраслей и т.д.) исчисляется тысячами, а хранить полный набор исходных данных для каждой комбинации нецелесообразно.

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Оценка стоимости представляет собой важнейший агрегированный показатель деятельности любой компании, позволяющий анализировать и выбирать стратегии развития бизнеса. Основу оценки стоимости составляет применение различных методов оценки, относящихся к различным подходам: доходный подход определяет текущую стоимость будущих доходов, затратный анализирует активы, сравнительный использует данные компаний-аналогов [9].

Чаще всего применяется метод дисконтированных денежных потоков (ДДП), когда стоимость компании определяется будущим денежным потоком за срок владения, приведенным к текущей стоимости по ставке дисконта.

В последние годы распространилась концепция управления, ориентированного на стоимость [9], когда целью стратегического управления становится будущий рост доходов и максимизация стоимости, а не текущая прибыльность. Стоимость рассматривается как самый эффективный критерий оценки бизнеса: критерий количественный (при расплывчатости качественных критериев), критерий долгосрочный (основанный на денежных потоках) и критерий интегрированный (зависящий от множества показателей внутренней и внешней среды компании).

Подходы к оценке и управлению стоимостью с определенными изменениями могут быть применимы и к объектам региональной экономики – отраслям, районам, населенным пунктам [23]. Меняется лишь содержание доходов и расходов, например, как поступлений в муниципальный бюджет из различных источников (налоги, прибыль муниципальных предприятий, дотации из федерального бюджета), так и бюджетных расходов.

Для объектов региональной экономики стоимостной подход может интерпретироваться как оценка совокупного экономического потенциала, включая сум-

марную стоимость активов, ожидаемые бюджетные поступления и эффект от реализации инвестиционных проектов. Такой критерий может использоваться при сравнении стратегических альтернатив, различающихся по масштабу освоения территории или по структуре отраслевого портфеля.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРАТЕГИЧЕСКИХ АЛЬТЕРНАТИВ

Стратегические решения могут содержать как количественные, так и качественные показатели, в т.ч. для слабо формализуемых социальной и экологической подсистем РСЭС. Поэтому критерии оценки стратегических альтернатив могут быть заданы в абсолютной, интервальной, ранговой шкалах, а также с нечетким и вероятностным описанием ситуации выбора. Кроме того, оценка может происходить по неформализованным критериям, например, отражающим субъективные предпочтения ЛПР.

В соответствии с [22] решение называется реальным, если оно является наилучшим в некотором (не обязательно формализованном) смысле среди всех допустимых с точки зрения данного ЛПР; реальное решение играет роль оптимального при наличии многокритериальности и неформализованных критериев. Алгоритм его поиска был разработан В.Р. Хачатуровым [22], причем алгоритм гарантирует нахождение реального решения и при наличии неформализованных критериев.

Анализ и выбор стратегических альтернатив выполняется стандартными методами многокритериальной оптимизации [23, 25], включая нахождение множества Парето, линейную свертку критериев, лексикографическое упорядочение альтернатив, поиск альтернатив, ближайших к идеальной точке и т.д.

Для анализа и выбора многокритериальных стратегических альтернатив также может быть использован метод связанных проекций. Соответствие между визуальными характеристиками геометрических объектов и свойствами альтернатив позволяет выбирать альтернативы по внешнему виду этих объектов. В замкнутой модели большая площадь многоугольника указывает на близость к идеальной точке, симметрия относительно начала координат – на сбалансированность по критериям; взаимное положение геометрических объектов в правильных моделях отражает также такие свойства как доминирование и принадлежность множеству Парето.

На рис. 5 для четырех критериев альтернатива a_2 доминирует a_3 , альтернативы a_1 и a_2 принадлежат множеству Парето, идеальная точка выделена пунктиром.

При выборе стратегических альтернатив для РСЭС метод связанных проекций дополняет формальные процедуры многокритериального анализа: ЛПР может сопоставить геометрический образ аль-

тернативы с интуитивным представлением о «сбалансированности» социально-экономического развития. Это особенно важно, когда часть критериев задана качественно (уровень социальной напряженности, экологическая нагрузка и т.д.) и не поддается формальной оценке.

МОНИТОРИНГ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИЙ

Стратегический контроль представляет собой важнейший этап СУР, наиболее полно отражающий сущность управления, поскольку именно он замыкает контур обратной связи. В процессе стратегического контроля предлагается одновременно производить три вида мониторинга: отклонений, состояния внешней среды и кризисных явлений [19, 23].

1. Мониторинг отклонений обеспечивает оценку отклонений динамики прогнозируемых показателей. Для каждого из ключевых показателей эффективности (КПЭ) производится сравнение реальной и прогнозной (исходя из реализуемой стратегии) динамики показателя с формированием соответствующих оценок.

2. Нестабильность внешней среды анализируется по методике Градова [26]. Сигналы среды оцениваются по частоте, амплитуде, неравномерности, близости к пороговым значениям, дисперсии и производным соответствующей функции.

3. Для мониторинга кризисных явлений перспективно использование аппарата теории катастроф, что позволяет заранее фиксировать признаки приближения к критическим режимам функционирования РСЭС. Предлагается измерять не только динамику отклонений некоторого показателя $D(t)$, но и такие характеристики, как первая производная (скорость отклонения) и вторая производная. Аналогично на основе динамики уровня неустойчивости среды $N(t)$ можно определить показатели интенсивности роста неустойчивости среды – первую и вторую производные. В теории катастроф к фактам катастроф относятся нарастание амплитуды и частоты колебаний, а

показателями неустойчивости служат дисперсии динамики отклонений и возмущений среды.

Интегрированный алгоритм стратегического контроля объединяет мониторинги отклонений, среды и кризисных явлений, корректировку и адаптацию стратегий на основе единых данных и единой динамической модели. Его применение предполагает регулярный ввод фактических КПЭ и пересчет прогнозных траекторий в стратегическом пространстве P .

1. Определить цели развития РСЭС и относительную важность каждой из целей.

2. Разработать систему контролируемых КПЭ и определить важность (вес) каждого показателя с точки зрения достижения целей РСЭС.

3. Для каждого показателя определить допустимый размер отклонений от установленных стандартов и/или критические (пороговые) значения.

4. Начать реализацию стратегии, положив номер текущего года периода реализации t равным 1.

5. Определить фактическое значение каждого ключевого показателя в году с номером t .

6. Рассчитать оценку близости кризисных явлений в текущем году $C(t)$.

7. Если $C(t)$ превосходит заданный уровень либо вторая производная $C(t)$ положительна, то перейти к антикризисному управлению.

8. Рассчитать уровень неустойчивости внешней среды в текущем году $N(t)$.

9. Если $N(t)$ превосходит заданный уровень либо вторая производная $N(t)$ положительна, то перейти к управлению на основе гибких решений [26].

10. Рассчитать степень отклонения от реализации стратегических целей $D(t)$.

11. Если $D(t)$ превосходит заданный уровень либо вторая производная $D(t)$ положительна, то обеспечить устранение отклонений.

12. Иначе перейти к шагу 5 для следующего года t .

В процессе динамического проектирования [22, 24] дополнительно решаются следующие задачи.

1. Определить момент корректировки стратегий – когда объект при реализации стратегии впервые попадает в квадрант многомерной стратегической матрицы, отличный от траектории ранее построенной стратегии.

2. Обеспечить оптимальность новой стратегии – требуется построить наиболее эффективную новую стратегию, переводящую объект в целевое положение с учетом тенденции его фактического движения в новое положение и к прежней цели.

3. Определить момент достижения целевого состояния. Чтобы траектория движения объекта не «прошла мимо» цели, момент достижения выбирается так, чтобы после него расстояние от траектории до цели в выбранной метрике начинало возрастать.

Корректирующая обратная связь по результатам мониторинга позволяет решать две задачи:

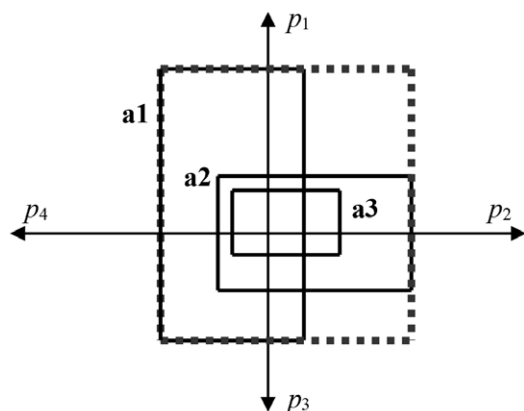


РИС. 5.

Пример визуализации многокритериальных альтернатив

- в благоприятных случаях формируется корректирующее воздействие для возврата объекта РСЭС на курс реализуемой стратегии без опасного нарастания значений параметров до предельных величин;
- при существенных изменениях среды и самой региональной системы может потребоваться пересмотр стратегии или даже системы целей; в этом случае весь цикл СУР повторяется в новых условиях.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АЛГЕБРЫ

Как итог, в [15, 18] была предложена обобщенная модель процесса СУР в виде тройки

$$\langle P^*, E, F \rangle,$$

где P^* – допустимые позиции объектов РСЭС из P , E – элементарные стратегии, изменяющие позиции объектов, F – инвариантные операторы над стратегиями, соответствующие различным этапам процесса СУР, таким как целеполагание, стратегический анализ, анализ конкуренции, формирование и выбор стратегий, мониторинг реализации и т.д.

Каждый элемент k -го ($k = 2, 3$) множества тройки выступает оператором для элементов множества k -1. Поэтому другим представлением модели стратегического управления может быть пара стратегических алгебр $\langle A_s, A_p \rangle$,

где: A_s – алгебра стратегий (алгебра функционирования), $A_s = (P^*, E)$;

A_p – двухосновная алгебра процессов обработки стратегий (алгебра стратегического управления, алгебра развития), $A_p = ((P^*, E), F)$.

Тройки связанных множеств встречаются и в других областях: в программировании («данные – программы – инструментальные средства»), в промышленности («продукция – система производства – система развития производства») и т.д. [7]. Возможно, что наличие таких троек является общим свойством окружающего мира.

Каждый инвариантный оператор из F может быть выражен в терминах ограниченного числа концептов, таких как некоторый объект действительности R , внешняя среда объекта E , субъект действительности S , модель объекта, сформировавшаяся у субъекта M^* , компьютерная модель объекта M , оценка модели M , варианты модели $\{M_i\}$, динамика развития модели $\{M_i\}$. Например, мониторинг отклонений как средство выявления рассогласования между плановым и реальным поведением объекта описывается как $(M, R) \rightarrow M$.

Другими инвариантными операторами являются целеполагание, анализ, формирование, генерация, оценка, выбор, реализация, управление, диагностика, коррекция и т.д.

Инвариантные операторы над стратегиями в целом соответствуют различным этапам процесса СУР, поэтому систему автоматизации СУР можно строить

как средство реализации приведенных инвариантных операторов.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Автоматизация поддержки СУР требует разработки специализированных систем, ориентированных на руководителей высшего звена. На рынке программных продуктов РФ имеется определенное число систем, обеспечивающих решение задач стратегического уровня. Эти системы обычно содержат такие возможности, как сегментация рынка, SWOT-анализ, портфельный анализ, GAP-анализ, метод 4P, работа со сбалансированной системой показателей и т.д.

Проведенный анализ выявил ряд недостатков существующих инструментов стратегического управления: специализированные системы поддержки СУР практически отсутствуют; поддержка стратегического управления разбросана по маркетинговым пакетам и корпоративным системам (типа SAP SEM); не поддерживается полный цикл СУР; количественные модели и методы используются слабо, а формализованные модели – фрагментарно.

Поэтому можно определить следующие основные требования к системе автоматизации процесса СУР:

- разработка системы автоматизации как специализированной системы, ориентированной на использование в процессе стратегического управления руководителями высшего звена;
- поддержка полного цикла стратегического управления – от постановки целей и до мониторинга реализации стратегий;
- интеграция с системами, предоставляющими реальные числовые данные – с системами долгосрочного планирования и с корпоративными информационными системами;
- максимально полное использование специализированных моделей и методов стратегического планирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье предложен математический аппарат для формализации процесса стратегического управления регионом – дискретные стратегические пространства. Эти пространства формируются в результате перевода характеристик региональных объектов, заданных в различных шкалах, в ранговые шкалы, в том числе за счет дискретизации интервалов значений.

Это открывает возможности для формализации стратегического управления на различных уровнях региональной системы, в ее различных аспектах (территориальный, отраслевой, корпоративный), для различных этапов процесса СУР, и позволяет единообразно описывать текущие и целевые позиции региональных объектов (матричные модели стратегического анализа), их взаимодействие (карты стратегических

групп конкурентов, модели портфельного анализа) и развитие этих объектов (формирование стратегий и мониторинг их реализации).

Использование целочисленных векторов (точек стратегических пространств) как унифицированного представления любых характеристик региональных объектов существенно упрощает процессы обработки информации и визуального анализа, расширяя возможности применения информационных технологий в процессе СУР.

Предложенный подход может быть использован для формализации и анализа сложных систем в различных областях и, прежде всего, в общественных науках.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ВАСИЛЬЕВА З.А., ЛИХАЧЕВА Т.П., ФИЛИМОНЕНКО И.В.** Стратегическое развитие территорий: методические подходы и инструментарий. Красноярск: КрасГТУ, 2005. 272 с.
2. **ВОЕВОДИН В.В.** Линейная алгебра: 2-е изд. М.: Мир, 1986. 423 с.
3. **ГРАНБЕРГ А.Г.** Основы региональной экономики: 2-е изд. М.: ГУ ВШЭ, 2001. 495 с.
4. **ДОРОДНИЦЫН А.А.** Математика и описательные науки / Избранные научные труды. М.: ВЦ РАН. 1997. Т. 2. С. 330–336.
5. **ЗУБ А.Т.** Стратегический менеджмент: теория и практика: 4-е изд. М.: Юрайт, 2014. 375 с.
6. **КНЯЗЕВА Е.Н., КУРДЮМОВ С.П.** Основания синергетики. М.: КомКнига, 2005. 240 с.
7. **КРУГЛОВА Н.Ю., КРУГЛОВ М.И.** Стратегический менеджмент. М.: Изд-во РДЛ, 2003. 464 с.
8. **КУЗНЕЦОВ О.А., ЩЕУЛИН А.С., ДЕВЯТКИН С.В. и др.** Методологические аспекты обеспечения устойчивого развития регионов: монография. Дубна, 2001. 197 с.
9. Оценка бизнеса. Под ред. А.Г. Грязновой, М.А. Федотовой. М.: Финансы и статистика, 2009. 733 с.
10. **ПРАНГИШВИЛИ И.В.** Системный подход и общесистемные закономерности. М.: СИНТЕГ, 2000. 528 с.
11. **САНГАДИЕВА И.Г.** Методология стратегического управления регионом. Красноярск, 2006. 260 с.
12. **СОЛОМАТИН А.Н.** Генерация, визуализация и выбор многокритериальных альтернатив. М.: ВЦ РАН, 2005. 44 с.
13. **СОЛОМАТИН А.Н.** Метод связанных проекций и его использование для визуализации многомерных данных // Проблемы управления. 2019. № 6. С. 41–51. DOI: 10.25728/ru.2019.6.5.
14. **СОЛОМАТИН А.Н.** Модели и средства автоматизации стратегического управления газодобывающими предприятиями. М.: ВЦ РАН, 2005. 40 с.
15. **СОЛОМАТИН А.Н.** Разработка многомерных многоуровневых моделей стратегического управления регионом // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2009) / Труды Третьей междунар. конф. (5-7 окт. 2009 г., Москва). М.: ИПУ РАН, 2009. С. 104–116.
16. **СОЛОМАТИН А.Н.** Разработка формализованных моделей стратегического регионального управления / Труды ИСА. 2025. № 4. С. 20–27. DOI: 10.14357/20790279250403.
17. **СОЛОМАТИН А.Н.** Формирование структуры целей в стратегическом управлении регионом / Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2015). Мат-лы Восьмой междунар. конф. Москва, 29 сент.–1 окт. 2015 г. М.: ИПУ РАН, 2015. Т. 2. С. 158–161.
18. **СОЛОМАТИН А.Н., ХАЧАТУРОВ В.Р.** Математическое моделирование в стратегическом управлении регионом. М.: ВЦ РАН, 2007. 60 с.
19. **СОЛОМАТИН А.Н., ХАЧАТУРОВ В.Р.** Методы контроля реализации стратегий регионального развития // Проблемы управления. 2015. №6. С. 53–61.
20. **SOLOMATIN A.N.** Visualization of multidimensional data: method of connected projections / Eleventh International Conference "Management Of Large-Scale System Development" (MLSD) / Moscow (October 2018). IEEE Conference Publications, IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551769.
21. Стратегическое управление. Регион, город, предприятие: монография / Под ред. Д.С. Львова и др., 2-е изд. М.: Экономика, 2005. 603 с.
22. **ХАЧАТУРОВ В.Р.** Математические методы регионального программирования. М.: Наука, 1989. 304 с.
23. **ХАЧАТУРОВ В.Р., СОЛОМАТИН А.Н., ЗЛОТОВ А.В. и др.** Планирование и проектирование освоения нефтегазодобывающих регионов и месторождений: Математические модели, методы, применение / Под ред. В.Р. Хачатурова. М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2015. 304 с.
24. **ХАЧАТУРОВ В.Р., ХАЧАТУРОВ Р.В.** Математическое моделирование и динамическое проектирование в нефтегазодобывающей промышленности // Наука и техника в газовой промышленности. 2008. №2. С. 3–22.
25. **ШТОЙЕР Р.** Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Пер. с англ. Под ред. А.В. Лотова. М.: Радио и связь, 1992. 504 с.
26. Экономическая стратегия фирмы / Под ред. Градова А.П., 3-е изд. СПб.: СпецЛит, 2000. 589 с.
27. **ЮСУПОВ К.Н.** Региональная экономика. М.: КНОРУС, 2006. 232 с.

REFERENCES

1. **VASILYEVA Z.A., LIKHACHEVA T.P., FILIMONENKO I.V.** Strategic development of territories: methodological approaches and tools. Krasnoyarsk: KrasGTU. 2005: 272. (In Russian).

2. VOEVODIN V.V. Linear algebra: 2nd ed. Moscow: Mir. 1986: 423. (In Russian).
3. GRANBERG A.G. Fundamentals of regional economics: 2nd ed. Moscow: State University Higher School of Economics. 2001: 495. (In Russian).
4. DORODNITSYN A.A. Mathematics and descriptive sciences. Selected scientific works. Moscow: Computing Center RAS. 1997; (2): 330–336. (In Russian).
5. TOOTH A.T. Strategic management: theory and practice: 4th ed. Moscow: Yurayt. 2014: 375. (In Russian).
6. KNYAZEVA E.N., KURDYUMOV S.P. Foundations of synergetics. Moscow: KomKniga. 2005: 240. (In Russian).
7. KRUGLOVA N.YU., KRUGLOV M.I. Strategic management. Moscow: RDL. 2003: 464. (In Russian).
8. KUZNETSOV O.L., SHCHEULIN A.S., DEVYATKIN S.V. ET AL. Methodological aspects of ensuring sustainable development of regions: monograph. Dubna. 2001: 197. (In Russian).
9. Business valuation / Ed. A.G. Gryaznova, M.A. Fedotova. Moscow: Finance and Statistics. 2009: 733. (In Russian).
10. PRANGISHVILI I.V. Systematic approach and system-wide patterns. Moscow: SINTEG. 2000: 528. (In Russian).
11. SANGADIEVA I.G. Methodology of strategic management of the region. Krasnoyarsk. 2006: 260. (In Russian).
12. SOLOMATIN A.N. Generation, visualization and selection of multicriteria alternatives. Moscow: Computing Center RAS. 2005: 44. (In Russian).
13. SOLOMATIN A.N. The method of coupled projections and its use for visualizing multidimensional data. *Problemy upravleniya*. 2019; (6): 41–51. DOI: 10.25728/pu.2019.6.5. (In Russian).
14. SOLOMATIN A.N. Models and automation tools for strategic management of gas production enterprises. Moscow: VTS RAN. 2005: 40. (In Russian).
15. SOLOMATIN A.N. Development of multidimensional multi-level models of strategic management of the region. Management of the development of large-scale systems (MLSD'2009): Proceedings of the Third International. conf. (October 5–7, 2009, Moscow). Moscow: IPU RAS. 2009: 104–116. (In Russian).
16. SOLOMATIN A.N. Development of formalized models of strategic regional management. *Trudy ISA*. 2025; (4):20–27. DOI: 10.14357/20790279250403. (In Russian).
17. SOLOMATIN A.N. Formation of the structure of goals in the strategic management of the region. Management of the development of large-scale systems (MLSD'2015): Mater. Eighth Intl. conf. (Moscow, September 29 – October 1, 2015). Moscow: IPU RAS. 2015; 2: 158–161. (In Russian).
18. SOLOMATIN A.N., KHACHATUROV V.R. Mathematical modeling in strategic management of the region. Moscow: Computing Center RAS. 2007: 60. (In Russian).
19. SOLOMATIN A.N., KHACHATUROV V.R. Methods for monitoring the implementation of regional development strategies. *Problemy upravleniya*. 2015; (6): 53–61. (In Russian).
20. SOLOMATIN A.N. Visualization of multidimensional data: method of connected projections. Eleventh International Conference “Management Of Large-Scale System Development” (MLSD). Moscow (October 2018). IEEE Conference Publications, IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/MLSD.2018.8551769.
21. Strategic management. Region, city, enterprise: monograph. Ed. By D.S. Lvov et al., 2nd ed. Moscow: Economics, 2005: 603. (In Russian).
22. KHACHATUROV V.R. Mathematical methods of regional programming. Moscow: Nauka. 1989: 304. (In Russian).
23. KHACHATUROV V.R., SOLOMATIN A.N., ZLOTOV A.V. ET AL. Planning and design of development of oil and gas producing regions and fields: Mathematical models, methods, application. Ed. by V.R. Khachaturov. Moscow: URSS: LENAND. 2015: 304. (In Russian).
24. KHACHATUROV V.R., KHACHATUROV R.V. Mathematical modeling and dynamic design in the oil and gas industry. *Nauka i tekhnika v gazovoy promyshlennosti*. 2008; (2): 3–22. (In Russian).
25. STEUER R. Multicriteria optimization. Theory, calculations and applications. Ed. by A.V. Lotov. Moscow: Radio and communication. 1992: 504. (In Russian).
26. Economic strategy of the company / Ed. by Gradov A.P., 3rd ed. St. Petersburg: SpetsLit. 2000: 589. (In Russian).
27. YUSUPOV K.N. Regional economics. Moscow: KNORUS. 2006: 232. (In Russian).

Соломатин Александр Николаевич,
к.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник, рук. отдела
Федерального исследовательского центра «Информатика и
управление» РАН (ФИЦ ИУ РАН)

✉ 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2,
119333, Moscow, st. Vavilova, 44, bldg. 2,
тел.: +7 (916) 659-30-63, e-mail: a.n.solomatin@bk.ru