

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В ПРОЦЕДУРАХ И СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Н.Н. Лычкина,

к.т.н., доцент, зам. зав кафедры Информационных систем ГУУ по научной работе

Рассмотрены методы и компьютерные технологии, применяемые в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятии. Применяемая в контуре СППР для целей динамического компьютерного сценарного анализа системно-динамическая модель выступает центральным звеном процедуры принятия решения и применяется в комплексе с другими компьютерными технологиями анализа данных и моделирования.

1. Методологические и технологические предпосылки создания комплексов поддержки решений

Эволюция требований рынка, усложнение стоящих перед предприятиями в современных экономических условиях задач и систем управления приводит к усилению интеграции между оперативным и стратегическим уровнями управления. В современных корпоративных информационных системах решаются задачи комплексного информационного обеспечения управленческих задач. Наиболее развитый класс ERP-систем, (транзакционные системы) хорошо решает оперативные задачи, часть тактических задач и практически не предназначен для решения задач стратегических. Системы поддержки принятия решений (Decision Support System – DSS), возникшие как естественное продолжение корпоративных информационных систем, ориентированы на стратегическое управление, долгосрочное и среднесрочное корпоративное планирование и решение задач аналитического характера, связанных с оптимизацией функционирования различных видов деятельности предприятия за счет использования имитационного моделирования и оптимизационных методов.

Комплексные системы поддержки принятия решений корпоративного уровня стали создаваться, начиная с конца 50-х гг. Наиболее общим моделями

корпоративного планирования являются имитационные модели построения финансовых планов. Примером является финансовая модель корпорации «Сан Ойл» (1964) и «Остриен Индастриз» (1975). «Подключение» аналитических моделей к внешним базам данных практикуется с середины 70-х гг. Корпорации осуществляли как детальное, так и агрегированное моделирование основных тенденций финансового положения компании. В рамках этих работ выделены отдельные более частные задачи, рассматривавшиеся как самостоятельные направления. Инновационные, производственные, сбытовые, структурные стратегии стали самостоятельными предметами моделирования с целью поддержки принятия решений («Дюпон де Немур», «Ксерокс», «Минут Мэйд» и др.) [5].

В этот же период выявились основные принципиальные трудности и противоречия формирования комплексных планов и имитационных моделей. Сделан принципиальный вывод о переходе от «хорошо структурированных» формализуемых проблем к методам рассмотрения слабо структурированных, «нечетких» проблем и ситуаций. Проявившиеся в этот период тенденции сохраняют своё значение и по сей день. Однако новое поколение систем строится на новой научно-методической базе исходя из более глубокого понимания процесса стратегического управления и практики бизнеса.

В последующие годы повышалось значение аналитических моделей, обеспечивающих обобщенное рассмотрение корпоративных стратегий и выбор принципиальных альтернатив. Разрабатывался широкий спектр методологий и инструментария различного уровня агрегирования, сфокусированного на основные проблемы корпоративного управления [5].

Методы моделирования широко применялись и в отраслевом планировании в специфических условиях административно-командных механизмов хозяйственного управления в бывшем СССР. Крупные результаты получены в Госплане СССР, ЦЭМИ, других институтах и учреждениях страны. Однако эти работы осуществлялись на ограниченной (хотя в ряде случаев плодотворной) методологической базе, вне основного направления стратегического управления, вне пресса конкурентных и ресурсных ограничений, свойственных рынку и рыночной конкуренции.

Современные методологические и инструментальные подходы к построению СППР [1] основаны на реализации итеративной, многоэтапной процедуры принятия решения. Они включают: сферы хранения, анализа данных и выявления закономерностей, в которых осуществляется выявление структурных особенностей в поступающих в ходе мониторинга данных с применением хранилища данных, анализ тенденций и визуализация выявленных в данных зависимостей с помощью средств интеллектуального анализа данных и OLAP-технологий; а также сферу ситуационного анализа, центральным элементом которой (системообразующей и интегрирующей основой всей процедуры принятия решений) выступает обобщенная имитационная модель предприятия, реализуемая в СППР на основе комплекса взаимосвязанных имитационных и оптимизационных моделей с развитыми динамическими и информационными связями между моделями всех уровней [2].

Стратегическое управление направлено на достижение долгосрочных целей организации путем адаптации к изменениям внешней среды, а также создания принципиально новых возможностей и перспектив. Задачи стратегического анализа сложны и требуют учета большого числа факторов, интересов, угроз и последствий. На стратегическом уровне управления присутствует высокая степень неопределенности в оценке внешней среды, слабая формализация методов управления и широкое использование экспертных оценок и знаний, многокритериальность при оценке принимаемых решений. Стратегический план редко включает цифровые показатели. Осуществленный выбор формируется преимущественно в качественных показателях и не даёт очень точных прогнозов, по крайней мере,

в долгосрочном периоде. Более важными является определение тенденций, вероятного изменения основных параметров хозяйственной системы, отражающих долгосрочные результаты деятельности при принятии стратегических решений.

Сложность выбора стратегической альтернативы в динамически развивающейся ситуации, в условиях внешней и внутренней неопределенности заключается в необходимости удовлетворения большого числа противоречивых требований по различным направлениям деятельности компании: финансово-производственная; рынок и отношения с клиентами; кадровые ресурсы компании, внутренние бизнес-процессы; отношения с государственными органами и др., а также в большой доле субъективности при оценке ситуации и неточном понимании своих целей со стороны ЛПР и руководителей.

Этим обусловлено использование в качестве основного инструмента в системах поддержки принятия решений имитационных моделей, построенных с привлечением группы методов моделирования. Из них отметим динамические системы структурного моделирования. Программирование модельных агентов помогает структурировать задачу. Системно-динамический подход позволяет организовать управление, «предъявить» модели аналитический сценарий. Преимущества использования моделей системной динамики для систем поддержки принятия стратегических решений:

- ✧ возможность использования многоцелевых критериев при построении и исследовании моделей;
- ✧ проведение исследований на основе неполной информации;
- ✧ интерпретация и исследование динамической ситуации, когда параметры системы и среды меняются во времени;
- ✧ исследование поведения системы посредством выявления причинно-следственных отношений и взаимодействий контуров обратной связи, проявляющегося в особенностях её структурной организации;
- ✧ визуальность и интуитивная ясность системных потоковых диаграмм, что дает возможность проведения совместных экспертных ревизий при обсуждении проблем и выработки согласованных решений;
- ✧ комбинирование модельных агентов с комплексами обратных связей, которые управляют их параметрами в зависимости от внешних и внутренних условий (экзогенных и эндогенных);
- ✧ имитационная модель с контурами системной динамики — удобный инструмент

экспериментального проигрывания большого множества сценариев типа «что-если».

Технология проведения сценарного исследования на имитационной модели предполагает активное участие эксперта в процессе принятия решения. Он детализирует проблему и модель; осуществляет генерацию альтернатив, постановку направленного вычислительного эксперимента на имитационной модели, выбор и ранжирование критериев, а также анализ и интерпретацию результатов сценарных расчетов. Это позволяет учитывать субъективные предпочтения эксперта и его опыт в процессе принятия решения.

2. Содержание и структура процедур и моделей поддержки принятия решений

Стратегическое управление предприятием — сложный итерационный процесс. Его основные этапы:

- ✧ мониторинг и анализ основных показателей деятельности на основе интеграции данных из различных источников;
- ✧ стратегический анализ внутренней и внешней среды предприятия;
- ✧ определение целей и миссии предприятия с учетом субъективных предпочтений ЛПР;
- ✧ генерация стратегических альтернатив;
- ✧ динамический компьютерный сценарный анализ на основе SD-модели;
- ✧ выбор стратегической альтернативы;
- ✧ уточнение стратегических и оперативных планов по основным функциональным составляющим бизнеса.

Информационно-аналитическая поддержка основных этапов стратегического управления в СППР реализуется на основе итерационных человеко-машинных процедур при активном участии эксперта, взаимодействующего с аналитическими системами различного назначения. На *рис. 1* показано применение базовых компьютерных технологий анализа и моделирования на основных фазах процесса стратегического управления.

Мониторинг и анализ данных осуществляется с использованием технологий хранилищ данных, OLAP-технологий, интеллектуального анализа данных (Data Mining). Создание развитых структур мониторинга на основе компьютерных технологий существенно сократило время сбора данных, время поиска и извлечения необходимых данных, увеличило

количество наблюдаемых показателей, появилась возможность оперативного анализа данных. Всё это позволяет превратить мониторинг в один из основных инструментов оперативного, тактического и стратегического управления.

В качестве методологической основы проведения аналитических исследований на этапе выявления закономерностей в данных выступает методология SEMMA (аббревиатура от слов Sample, Explore, Modify, Model, Assess). Суть её заключается в поэтапном выполнении следующих процедур: выбора репрезентативных данных из общего массива, их исследовании; выявление закономерностей и аномалий в данных; преобразование и модификация данных (например, добавление новой информации или уменьшение количества анализируемых показателей); моделирование взаимосвязей между переменными (например, с помощью кластерного анализа, поиска ассоциаций, регрессии, нейронных сетей, деревьев решений и статистических методов); оценка полученных результатов моделирования.

На этапе формирования базовой имитационной модели стратегического развития предприятия, при анализе основной структуры и моделируемых процессов, а также при анализе внешней среды (в зависимости от задач) находят широкое применение следующие технологии Data Mining: статистические методы, включая регрессионный и кластерный анализ; методы оценки рисков; интеллектуальные технологии: нейронные сети, экспертные системы, а также методы экспертного оценивания и нечеткая логика.

При анализе внешней и внутренней среды используются традиционные методы стратегического анализа: SWOT, PEST, SNW, PIMS, GAP-анализ. Их компьютерная поддержка в СППР усиливается за счет применения правила вывода, нейронных сетей, нечеткой логики и средств визуализации. Анализ внутренней среды предприятия ориентирован на исследование существующих бизнес-процессов на предприятии и базовых аспектов его деятельности: производство и сбыт, финансы, управление персоналом. Это позволяет выявить сильные и слабые стороны организации. При анализе внешней среды предприятия необходимо учитывать: состояние экономики, экологию, социально-политическую и правовую сферу, научно-технический прогресс, акционеров, государство, поставщиков и подрядчиков, потребителей, конкурентов, банки и кредиторов, финансовые рынки. Сложность такого анализа заключается в большом количестве разнообразных факторов, влияющих на ситуацию, субъективности лица, принимающего решение, в оценке ситуации, выборе критериев и методов анализа, неопределенность оценки окружающей среды.

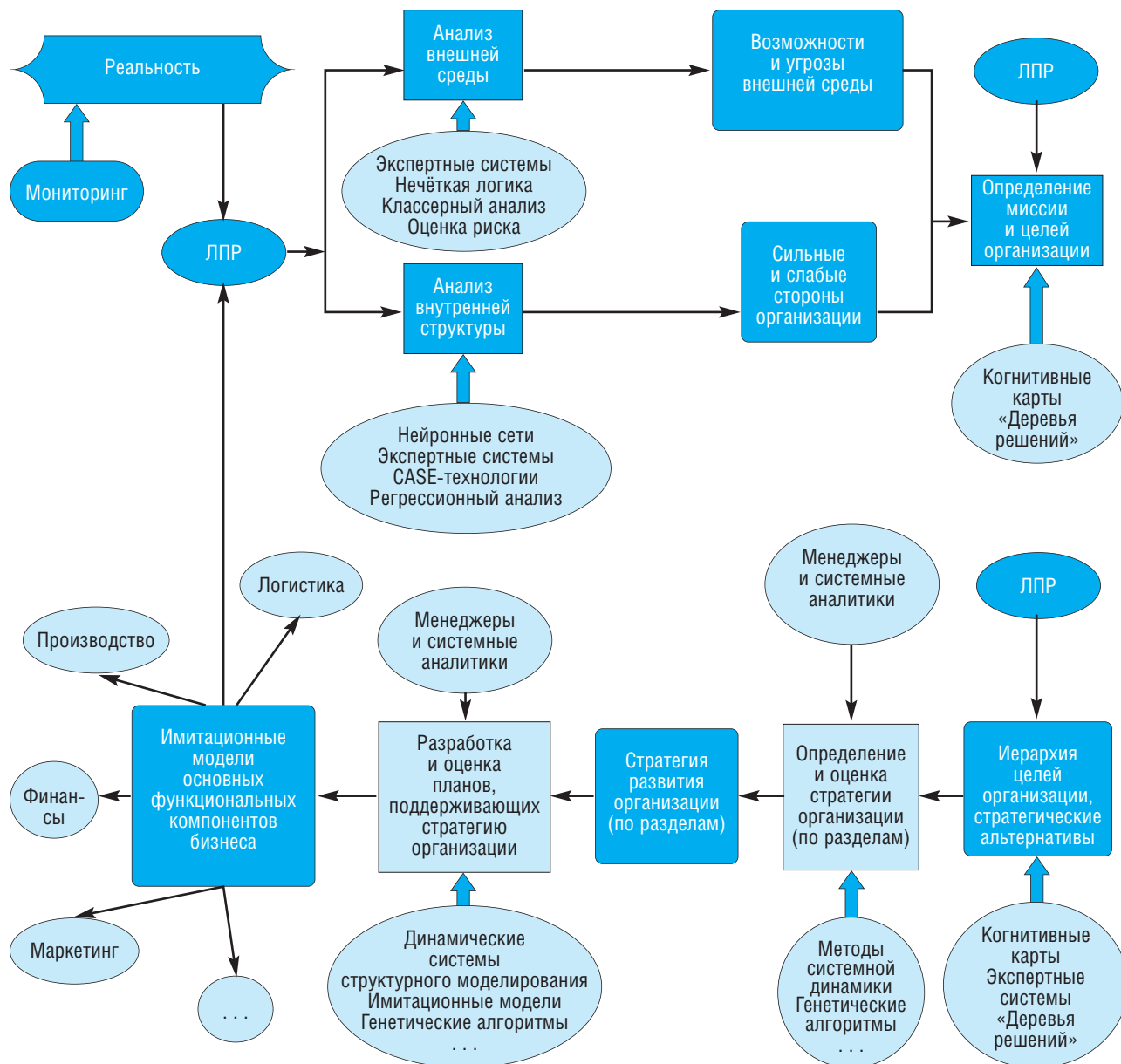


Рис. 1. Этапы стратегического планирования предприятия и компьютерные технологии, поддерживающие принятие решений

Выявленные на этапе анализа закономерности в данных и системные знания, загружаемые в базы знаний СППР, используются при формировании базовой имитационной модели стратегического развития предприятия в процедурах идентификации моделируемых процессов и переменных. Это позволяет провести корректную параметризацию системно-динамической модели и снять известную долю неопределенности при построении системных потоковых диаграмм.

Определяя основные направления деятельности корпорации (предприятия) правление, оперируя инструментами *информационной системы руководителя* (EIS), анализирует текущее состояние предприятия и формирует миссию и цели дальнейшей деятельности. Принятие решения на этом уровне

характеризуется высокой степенью личной неопределенности, связанной с колебаниями в выборе средств достижения цели и необходимостью формирования коллективных, согласованных решений. Это преодолевается использованием в EIS вычислительных процедур и методов, основанных на учёте субъективных оценок и предпочтений руководителя и обеспечения обмена информацией между сотрудниками при согласовании решений. Здесь полезны методы субъективной вероятности, нечёткие множества, нейронные сети, кусочно-линейная аппроксимация и другие процедуры. Выработка согласованных, коллегиальных решений осуществляется как за счёт специальных технологий в EIS для поддержки групповых решений и коллективной работы (GDSS, GSCW-системы), так и применением

специальных компьютерных методов и экспертных оценок, ориентированных на выработку совместных, согласованных решений. В литературе [3] обсуждается применение когнитивных карт, метода анализа иерархий, деревьев решений, облегчающих процесс структуризации проблемы и формирования целей.

После того как определены желаемые цели, за работу принимаются менеджеры и системные аналитики. В их задачу входит отработка основных этапов процедуры принятия решений, связанных с генерацией возможных сценариев развития, компьютерным анализом динамики развития ситуации, оценкой и выбором решения.

Основные методы и инструменты генерации решений в СППР:

- ✧ метод когнитивных карт, если необходимо выявить структуру причинных связей между составляющими проблемы, деревья решений;
- ✧ экспертные системы, осуществляющие обработку накопленных эвристических знаний для решения задачи;
- ✧ ситуационное управление и методы сценариев, когда эвристически предлагаются различные последовательности реализации некоторых операций,
- ✧ порождающие грамматики, методы случайного поиска и генетические алгоритмы;
- ✧ а также активное взаимодействие экспертов в ситуационных комнатах (с помощью агентно-ориентированных систем).

На этапе определения стратегии используются традиционные модели BCG, модель GE/McKinsey, матрица ADL и др. В информационно-аналитической системе эти виды анализа поддерживаются экспертными системами соответствующего типа; полученные варианты предоставляются ЛПР с помощью средств визуализации, например ситуационных табло.

Центральная процедура — динамический компьютерный сценарный анализ, проводимый на обобщенной имитационной модели, выступающей инструментом экспериментального оценивания множества сценариев, стратегических альтернатив, сформированных экспертами.

Системно-динамическая модель предприятия в составе фрейма принятия решений описывает основные аспекты его деятельности: управление кадрами; производственная деятельность и логистика; работа с клиентами и маркетинг; финансовая деятельность; влияние экзогенных факторов — государственное регулирование, динамика рынка и спрос, общая экономическая и социально-политическая среда.

Основные индикаторы модели: объёмы производства продукции; объёмы продаж на различных рынках; выручка по видам продукции; затраты по видам продукции; чистая прибыль; экономическая добавленная стоимость (EVA); рентабельность (ROI); инвестиции в основные фонды по видам деятельности; средний уровень заработной платы по категориям работников; текучесть кадров.

Выбор альтернатив по результатам экспериментального имитационного исследования может быть осуществлен с помощью итерационных имитационно-оптимизационных процедур [4], генетических алгоритмов, экспертных систем, традиционных методов оптимизации (градиентных, оптимизации по Парето, идеальная точка, метод уступок и др.), проводя оценку возможных решений в соответствии с предпочтениями лиц принимающих решения и осуществляя согласование групповых решений в СППР.

Уточнения стратегических планов по основным компонентам бизнеса (логистика, производство, маркетинг, финансовое планирование и др.) принимаются в соответствии с выработанной базовой стратегией на основе комплекса детализированных имитационных моделей. В зависимости от решаемых задач спектр инструментов и методов компьютерного моделирования может быть существенно расширен. Реинжиниринг бизнес-процессов компании, комплексное управление логистическими цепочками могут быть высокотехнологичным образом осуществлены на основе развитых технологий дискретного имитационного моделирования, дополненных визуализацией и структурно-функциональным моделированием. Маркетинговые исследования, анализ финансового состояния корпорации эффективно осуществляется с помощью методов системной динамики, с применением на этапе параметризации модели методов кластеризации, различных статистических методик, экспертных оценок.

3. Средства поддержки принятия решений и методы моделирования бизнеса в РФ

Бизнесом Российской Федерации сделаны первые шаги на пути создания автоматизированных комплексов поддержки принятия решений. Актуальность этой проблема возрастает в связи с формированием нашими предприятиями собственных ключевых компетенций, отраслевых парадигм и концепций бизнеса, облика национальной экономики в целом. Не только финансовый план или распределение ресурсов, но и сравнительные преимущества, поиск экономической ниши отрасли или

фирмы становятся предметом применения комплексов принятия решений. В этой связи встаёт проблема сближения процесса принятия решений управленцами российских организаций и принципов DSS-методологий. «Акцепт» научных методологий менеджментом корпораций невозможен без повышения уровня постановки задач самим бизнесом, сближения мышления представителей деловых кругов и экспертной науки России.

В ряде случаев должна быть предложена своего рода дебиюрократизация процесса разработки и оценки стратегических решений и создания средств их поддержки, предполагающее «сжатие» этой технологии, сокращение числа звеньев, исключение переусложненных и громоздких конструкций. Она нуждается в более концентрированном и конкретном выражении. Особое внимание необходимо уделять предпроектным и общим исследованиям основных проблем и методологий. Это позволяет упростить цепочку исследований и разработок в области DSS и принятия решений. Необходима «борьба за понимание», анализ и критика существа бизнес-проблем, а также инструментов, которые к ним будут приложены. Методология «SEMMA» предполагает именно такую гибкую и динамичную тактику и стратегию. В русле общей стратегии «SEMMA» необходимо нарушение иерархии и последовательности, выборочный подход, деформализация процесса подготовки стратегических решений и средств их поддержки. Особый интерес представляют агрегированные модели стратегического уровня, нацеленные на принципиальные предпосылки концепции и бизнеса фирмы и основные стратегические альтернативы. Опыт свидетельствует: модель, отражающая основные принципиальные проблемы организации, не требует «сверхсложного» математического аппарата модели, но предполагает глубокое понимание и продуманную постановку задачи. Для получения коммерческого и общехозяйственного эффекта необходимо гибкое, энергичное применение наиболее эффективных инструментов и технологий принятия решений на основе имитационного и комплексного (стратегического) моделирования.

Ресурс системного моделирования и комплексов принятия решений на базе имитационных моделей в РФ остается в значительной степени невосребованным. В результате практически «недоисследованы» перспективы авиационной индустрии, крупнейших холдингов ракетостроения иди автомобильной промышленности, основных отраслей промышленности РФ. Проблема компании «Автоваз» заключается не в отсутствии автоматизированного комплекса принятия решений как таковом, но в слабом анализе и планировании отраслевых

процессов, тенденций конкуренции. Моделирование предприятия позволило бы выработать значительно более определенную позицию, концепцию и сценарий развития фирмы. Именно для этого необходимы модели концептуального уровня и перспектив компании. Аналогичные тенденции создали трудности и кризис в авиа- и ракетостроении РФ. Работы по моделированию и созданию комплексов поддержки принятия решений имеют ещё одну важную особенность — они практически исключают грубые ошибки в определении приоритетов и рамочных параметров проектов, повышают уровень понимания и реагирования на возможности и риски, улучшают коммуникации и взаимопонимание коллективом управленцев организации. Разработка комплекса поддержки принятия решения с применением технологии имитационного моделирования — очевидный необходимый шаг для всех крупных российских хозяйственных структур, региональных и федеральных учреждений.

Возможен собственный российский путь в сфере принятия решений и научных и компьютерных методологиях этой области, учитывающий особенности деловой культуры российских компаний и мышления экспертов. Российская школа имитационного моделирования располагает явными преимуществами и оригинальными идеями. Программные платформы AI Trilogy, Anylogic, агрегативный метод имитационного моделирования, многие элементы математического аппарата разработаны в России. Поэтому крайне целесообразна внутренняя переработка «импортных» доктрин, их глубокое осмысление проведение собственных НИОКР в такой чувствительной области, как принятие решений бизнесе и экономике. Отсюда вытекают следующие приоритеты исследований ив области комплексов принятия решений и моделирования хозяйственных систем:

1. Углубление взаимопонимания и налаживание связи с бизнесом и политическими кругами РФ, формирования национальной платформы высоких технологий моделирования и стратегического управления с учетом национальных стратегических доктрин и планов развития;
2. Развитие технологических аспектов компьютерной поддержки принятия решений, различных путей интеграции аналитических систем информационных платформ (баз данных), включая стандарт ЕИ;
3. Разработка комплекса программных и методических решений для поддержки принятия решений, «полного цикла» сценарных исследований в интересах ведомств и предприятий РФ;
4. Выявление типовых задач и «набор» библиотеки решений, а также сопряженных с ними

алгоритмов и математических методов для интерпретации основных проблем и ситуаций стратегического управления;

5. Поиск эффективных комбинаций и гибридных решений в плане интегрирования аналитических методологий, экспертных систем и программных инструментов;

6. Разработка специальных методологий моделирования процессов в сетевых системах и систем стандарта ЕП;

7. Способы применения технологий уровня искусственного интеллекта для решения задач стратегического управления;

8. Разработка методологий среднего уровня сложности для массового внедрения современных технологий моделирования для среднего бизнеса РФ (бюджетирование, ресурсы, логистика);

9. Сближение и установление связи методологий решения задач различного уровня (макро-, микро и промежуточного меганомического уровня) в виде «непрерывной» линейки концепций, методов и программных инструментов;

10. Поиск путей сопряжения методов эконометрики, системной динамики, основных видов имитационного моделирования, а также встроенных в них элементов математического аппарата.

Для сферы фундаментальных исследований может быть сформулирован «заказ» на эффективные методы и алгоритмы стохастического поиска оптимальных решений, стохастического программирования, адаптации фундаментальных методологий для задач прогнозирования и расчета сценариев операций предприятий. Актуальные методы комбинирования приемов системной динамики и имитационного моделирования (агентного) моделирования для обобщенного анализа систем множества разнородных объектов, произвольно связанных друг

с другом. Необходимы методологии рассмотрения массовых процессов высокой интенсивности в сетевых системах, переход от многоагентных к сетевым парадигмам имитационного моделирования. В то же время предложения по созданию «общей теории» имитационного моделирования не вполне обоснованные. Более динамичный и эффективный путь — наращивание и обобщение опыта решения задач, формирование новых перспективных концепций и платформ, ориентированных на процессы и ситуации. Систематические доктрины будут формироваться вокруг таких комбинированных и гибких предложений и идей на основе ярких достижений и результатов [6].

Отметим важную интегрирующую, системообразующую роль методов и технологий системно-динамического моделирования в процедурах и системах поддержки принятия решений. Возможность этих методов существенно могут быть расширены за счёт активного применения многофункциональных аналитических систем как на этапе создания имитационной модели, так и при встраивании их в человеко-машинные процедуры принятия решений, ориентированные на проведение сценарного исследования на основе динамической модели предприятия. Разработка DSS-систем и моделей корпоративного планирования обычно предполагает определение рамок перспективной промышленной политики страны, национальной стратегии борьбы за конкурентоспособность, основных направлений отраслевого развития. Наиболее общие национальные приоритеты требуют обоснования средствами DSS, стратегического анализа и имитационного моделирования. Любая аналитическая конструкция будет иметь формальный характер без связи с «воздухом бизнеса», без привязки к реальной деловой ситуации. ■

Список источников

1. Лычкина Н.Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений. — Вторая всероссийская научно-практическая конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика. ИММОД-2005», Сборник докладов, Санкт-Петербург, с.25-31, 2005;
2. Труды 2-ой Всероссийской научной конференции «Теория и практика системной динамики», 2-3 апреля 2007 г. в городе Апатиты Мурманской области. РАН;
3. Трахтенгерц Э.А., Компьютерная поддержка принятия решений. — М.: СИНТЕГ, 1998. — 376 с.
4. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем (оптимизационно-имитационный подход). /Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К. и др. — М.: Наука, 1985.- 176 с.
5. Организационные формы и методы управления промышленными корпорациями. / Мильнер Б.З., Быков И.К. и др.— М.: Наука, 1972.—386 с.
6. А.Р.Горбунов «Имитационное моделирование и решение бизнес-задач и управление риском», « Управление риском», N1 за 2007.