

ЭСКИЗНОЕ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ И ПРЕДПРОЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. «ФАЗА 0» СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОЕКТОВ

А.Р. Горбунов.

*кандидат экономических наук,
старший научный сотрудник Института США и Канады РАН.
algordom@mtu-net.ru*

В ходе работ по созданию новых поколений систем поддержки принятия решений ярко проявилась особая роль предварительных и предпроектных исследований как ключевого этапа всего цикла стратегических исследований и проектов. При этом «Фаза 0» требует специальных методологий: остро встала необходимость дальнейшей разработки научных и технологических принципов для предпроектных стадий исследований и разработок. Организация и содержание предпроектных этапов ниже рассматривается на примере создания компьютеризованных систем поддержки принятия решений (СППР). Создание систем поддержки принятия решений неразрывно связано с путями разработки и реализации многих общественно-экономических и промышленно-технологических начинаний.

Ниже приведены элементы «полного цикла» предварительных исследований на материале задач по обобщенному моделированию и прогнозированию экономических и промышленно-технологических систем, предлагаются варианты «минимального» математического и алгоритмического аппарата, максимально обобщающего описание производственно-сбытовых систем, объектов и процессов управления различного масштаба.

Фаза 0: общее исследование и концептуальный этап

Слабость многих решений, проектов и программ обусловлена тем, что они не прошли предварительную оценочную и исследовательскую фазу, т.н. «фазу 0».

Создание систем поддержки принятия решений проходит предварительный предпроектный этап. Для него характерны те же составляющие, что и для разработки сложных систем. Создание СППР неразрывно сопряжено с проблемами предметной области, на которую она нацелена; общие контуры будущих решений должны быть намечены ещё на «фазе 0». Выдерживается общая логика «концепция + модель», что означает анализ предметной области всеми необходимыми средствами, в том числе средствами имитационного и математического моделирования.

Таким образом, исследование предметной области и формирование методов её изучения ведётся параллельно на «фазе 0». Такой слитный характер

предварительного этапа создания СППР затрудняет его однозначную сегментацию. Обычно «фаза 0» как период концептуальной предварительной разработки проекта включает три этапа.

1) *Штабной этап.* Этот этап можно определить как стадию требований к системе, т.е. базовых потребностей, из которых вытекает её конфигурация и характеристики. Этап включает определение требований по новым компетенциям (не существующим в данный момент) и необходимым для достижения рамочных или основных целей.

2) *Концептуальный этап.* Здесь происходит обоснование наилучшей концепции системы, отвечающей упомянутым выше требованиям, что сопровождается отклонением (резервированием) альтернативных вариантов;

3) *Предварительный план технической разработки.* На этом этапе вырабатывается предварительный проект системы и общий план её создания. В случае СППР создаётся действующий прототип и комплекс предварительных имитационных моделей.

Очевидно, эти этапы могут быть реализованы различными путями и в различной форме. Для СППР технический проект означает действующий прототип будущей системы, и комплекс моделей различных классов, включенных в его общую конфигурацию.

В ходе «фазы 0» имеют место четыре потока процессов:

- ◆ поток требований и целевых характеристик;
- ◆ поток концептуальных идей и разработок, вариантов системы;
- ◆ поток технологических и инструментальных возможностей и решений.

Особое внимание следует уделить общему исследованию проблемы (*general study*), которое предшествует или осуществляется на ранних стадиях фазы 0. Общее исследование предполагает обзор и анализ всей суммы результатов, полученных в данной области при решении однотипных задач, а также более или менее глубокое исследование всех возможных решений или альтернатив. Оно соответствует отмеченному выше потоку концептуальных идей и разработок, вариантов системы.

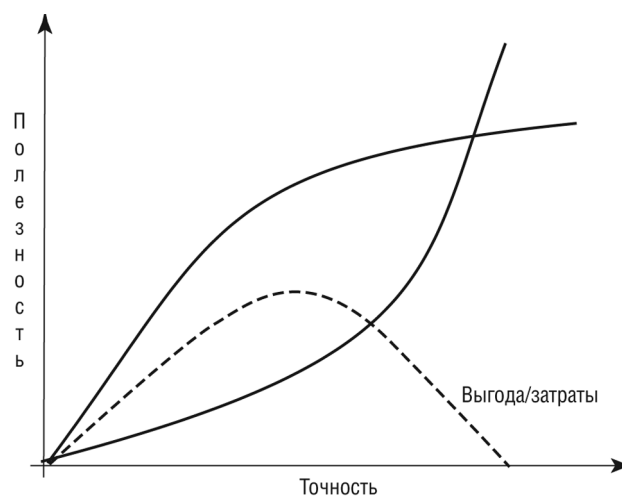
По итогам «фазы 0» концепция и проект СППР в основном «замораживаются», после чего начинается разработка технического проекта или поэтапное формирование самой СППР. Никакие решения на «фазе 0» в отличие от последующих стадий не являются необратимыми. Однако СППР на фазе предварительного этапа доводится до стадии действующего прототипа. Прототип – это сокращённая или неполная версия, выполненная различными техническими средствами, в том числе средствами имитационного и математического моделирования. Это означает, что на «фазе 0» должны быть получены все необходимые предварительные алгоритмические и программно-технические решения, определена наилучшая идеология разработки и эксплуатации СППР.

Методические разработки и существующие рекомендации не предписывают никаких ограничений по применению аналитических методов экспертных и научных доктрин на предпроектных фазах стратегических проектов (включая создание СППР). Наоборот, поиск должен быть максимально широк. Предварительное исследование обязано быть наиболее полным и фундаментальным, поскольку на более поздних этапах реализации проекта существенные изменения в программу и идеологию работ будут существенно затруднены или невозможны. Соответственно, привлекается и исследовательский метод любой степени сложности, гарантирующий результативность всего проекта.

Наш опыт свидетельствует, что наиболее очевидный и эффективный подход на «фазе 0» – не просто «понижение уровня сложности моделей», а применение специальных методов интерпретации процессов, которые по своим внешним признакам могут быть отнесены к т.н. «методам среднего уровня сложности». Они основываются на чётких идеях, обобщаемых относительно несложными (т.н. «минимальными») алгебраическими формулировками и алгоритмическими конструкциями. Данные формулировки обычно основываются на результатах, полученных в данной предметной области и соответствуют логике технологий имитационного моделирования и системной динамики, применяемых на «фазе 0». Причём упрощение в этом случае является, скорее, результатом фундаментального понимания характера происходящих процессов в предметной области, достигнутых в результате общего исследования

В этой связи обычно приводится диаграмма Энсофа и Хейеса, построенная по принципам «выгода-затраты» и «точность-полезность»¹.

Диаграмма 1



Из диаграммы 1 следует, что полезность модели в средних условиях растёт пропорционально точности, однако степень этого прироста предельно убывает по мере повышения точности модели. Стоимость работ по моделированию, наоборот экспоненциально растёт. Рациональный оптимум «затраты-выгоды» находится в средней мере шкал стоимости и точности. Дополним приведённую выше схему диаграммой «сложность-точность» (см. диаграмму 2).

¹А.Массалович, Ю. Шебеко «Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов». М. 2002. с. 33.

Диаграмма 2

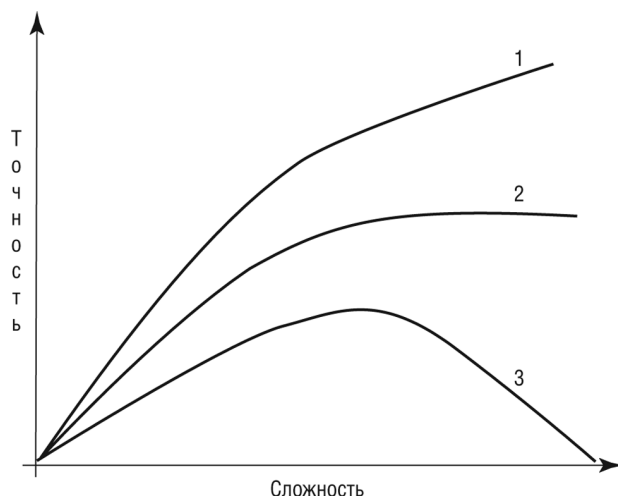


Диаграмма 2 показывает несколько ситуаций. Точность растёт более или менее пропорционально сложности, хотя и «отстаёт» от неё /1/. Однако очевидно, более актуальна ситуация, когда точность модели достигает некоторого предела/2/. Однако есть существенные основания полагать, что во многих случаях повышение сложности модели ведет к ухудшению её качества /3/¹.

Таким образом, в ситуации /2/ и /3/ путь повышения точности за счёт повышения сложности принципиально невозможен или недостижим. При этом очевидно, что сложность сопряжена с дополнительными затратами. Следует отметить, что модели концептуального уровня, вообще говоря, неточны и не должны быть таковыми. Они определяют вероятность некоторых событий и тенденций, объясняют существо происходящих процессов, указывают перспективу и общее направление. Понимание тенденций и вероятностей имеет определяющее значение для принятия решений и разработки конкретных планов и сценариев.

Во всех этих случаях на первый план выходят методы среднего уровня сложности как аналитическая доктрина, поскольку точное решение становится невозможным, нецелесообразным или неэффективным. Таким образом, категория минимальных математических моделей, технологий среднего уровня сложности («average complexity» или «low complexity») становится элементом инженерной стратегии создания СППР. В неё входят условные шкалы «низкая сложность — низкие затраты, высокая сложность — высокие затраты («low complexity-low cost», «high complexity — high cost»).

¹См. напр. <http://hydro.geo.ua.edu/Archive/EosSummary.htm>.

В русле методов среднего уровня сложности находится, объектно-ориентированные идиограммы Т. Сарсона, агрегативный метод В.Н. Бусленко, парадигма системной динамики Дж. Форестера, а также поиск алгебраических и алгоритмических конструкций, наилучшим образом отражающих смысл рассматриваемых задач. В настоящее время быстро развивается наука решения нечётких, неточно поставленных задач в условиях неполноты и зашумлённости данных, хаотических процессов. Однако методы средней сложности актуальны ещё по одной причине. Они делают возможным подход, который иногда определяется как «полуконцептуальный»¹. Речь идёт о теориях промежуточного характера, т.н. «малых» доктринах или теориях (small theory), рассматривающих ситуации и процессы сходного типа. Данный уровень исследования обычно называется эмпирическим, обусловленный применением сравнительно-аналитического подхода, изучающего данный класс ситуаций и процессов.

Ориентированность на объект, непосредственная связь с предметной задачей является главной чертой количественных методов этого класса. Ниже рассмотрены практические пути «управления сложностью» математического и аналитического аппарата при создании систем поддержки принятия решений.

Алгоритмические и алгебраические методы среднего уровня сложности

Практика разработки СППР свидетельствует, что в условиях ограничения по ресурсам и времени возникает необходимость в сокращённом эффективном методе рассмотрения основной проблемы. Предлагаемый подход можно обобщить «максимальное понимание — минимальный метод». К сожалению, не только в российской, но и международной практике при решении управленческих проблем приходится сталкиваться с обратной ситуацией «максимальный метод — минимальное понимание». Для наилучших результатов необходим наиболее адекватный метод, который в конечном счёте и в широком смысле является максимальным.

Базовая стратегия создания СППР заключается прежде всего в разработке сокращённой концептуальной модели предметной области. Полученные на этом этапе результаты кладутся в основу всего цикла работ по созданию и применению СППР.

¹А.Массалович, Ю. Шебеко «Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов». М. 2002, с. 33.

Подобная процедура аналогична известному в системном моделировании процессу «инкапсуляции», т.е. создания модельного конструкта, воспроизводящего в главных чертах поведение исследуемого процесса или системы. Это может быть, например, описание или предварительная разработка фазового пространства, в котором протекает эволюция исследуемой системы или процесса управления¹. Свою роль здесь играет упомянутая выше «микротория», выработанной adhoc для процессов и ситуаций данного типа.

Исходная когнитивная структура обычно может быть создана в виде системной модели, выполненной средствами системной динамики /1/, математической модели, выполненной математическими средствами средней сложности /2/, обобщённой симуляции, выполненной средствами имитационного моделирования /3/, а также их различными комбинациями. В процессе отработки концепции обычно происходит замена системных узлов, выраженных графическими функциями системной динамики алгебраическими аналогами и наоборот. Дело в том, что «интуитивные» графические функции системной динамики удобны для предварительных построений, но, очевидно, не допускают какой-либо математической разработки.

Практически, дальнейшая стратегия создаёт компромисс нескольких подходов «сверху» (от теории) и «снизу» (от фактов и «природных» конфигураций). Процесс развития модели идет от теории: мы определяем детали реализации стратегии в реальной жизни. Однако, системы поддержки принятия решений, построенные на базе концептуальных моделей, на самом деле являются компромиссом проверки априорной концепции и феномена «эмерджентизма»². Эффект эмерджентизма связан с появлением непредвиденных эффектов, выходящих за пределы исходной концепции или сценария. Следует отметить, что в моделях аналитического характера новое знание возникает главным образом аналитическим путём, из всестороннего изучения модели и моделируемых процессов.

Обращает на себя внимание, что в литературе ведётся дискуссия об адекватности и прогностической силе моделей и методов моделирования различных классов в купе с сопряженными с ними научными концепциями и доктринами {4–7}. Наряду с этим обращает на себя внимание отсутствие чётких ответов и фундаментальных разработок,

посвящённым проблеме степени сложности модели как обобщённой шкале исследовательских методов и стратегий. Она представляется скорее очевидной и интуитивно воспринимаемой, чем измеримой. Эта шкала зависит от степени специализированности научно-экспертного, в т. ч. математического языка, барьера восприятия и коммуникаций, стоимостью и продолжительностью работ и специальной тренировки кадров (см. диаграмму 3).

Таким образом, в рамках методов средней сложности создаётся ядро, облегчающее подключение высоких математических технологий, заключённых, в частности, в средствах программного обеспечения – нечёткой логике, нейронных сетях, генетических алгоритмах. Очевидно, «подвести» внешние функциональности к математическому аппарату высокой сложности будет значительно сложнее.

Имеет место и встречный поток: наиболее полная реализация современных методов вычислительной математики возможна именно на базе промежуточный этапа и методов средней сложности. В то же время предварительная проработка проблемы простейшими средствами позволяет сформировать техническое задание на математическую проработку проблемы в целом. Осуществляется подготовка и постановка задачи для перехода к математическим методам высокой сложности, «строгой» математической разработки экономических проблем.

Аппарат средней сложности предполагает определённую нормализацию: он не является произвольным. В целом на этом этапе математические методы поддерживают базовое понимание предметной проблемы. Внимание привлекается скорее к экономическому, управленческому или структурному, а не математическому смыслу поставленной задачи.

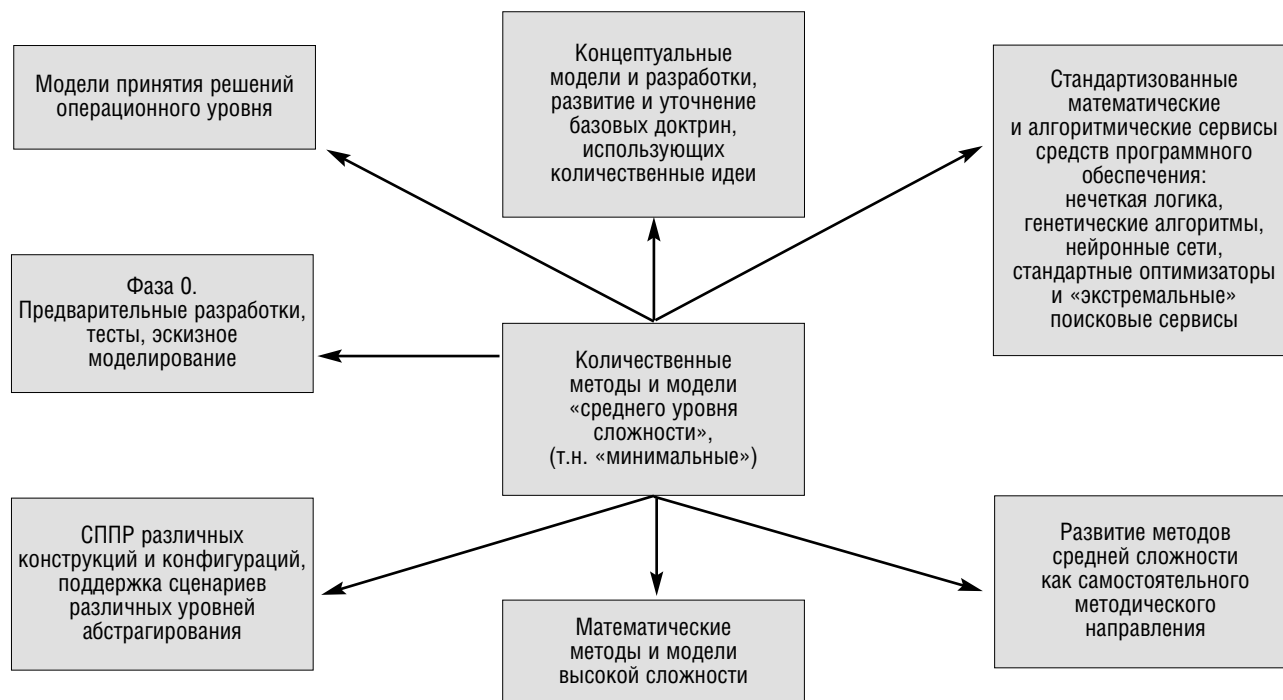
Выкладки средней сложности не требуют специальной записи, что улучшает междисциплинарные связи. Можно сказать, что они ориентированы на тех, кто обладает математическим мышлением, но не владеет техникой математической записи в данной узкой области, например, в науке принятия решений. Дело в том, что чрезмерно специализированные математические языки затрудняют междисциплинарный обмен информацией и знаний. Кроме того, необходимо учитывать, что конечный пользователь и заказчик СППР – политические уровни власти, деловая администрация, экспертные офисы коммерческих фирм.

Вообще, минимальные математические модели хорошо известны в системном анализе. Крупный отечественный специалист в области математического

¹А.С. Исаев. «Можно ли оптимально управлять экономикой?» Экономические стратегии, №5 за 2003.

² См. <http://ideas.repec.org/p/sce/scecf5/257.html>

Диаграмма 3



моделирования Г.Г. Селенин определяет их следующим образом: «Под минимальными понимаются такие упрощенные модели, которые, с одной стороны, сохраняют основные черты явления, с другой стороны, позволяют найти точные решения ключевых задач и условия существования этих решений для элементарных функций»¹. Очевидно, для этого необходим не только некоторый набор элементарных функций, но и концептуальная идея.

Обращает на себя внимание, что подобная тактика глубокой аналитической разработки проблем и решений не находит полного воплощения в отечественной практике экономического планирования и прогнозирования, разработки прогностических моделей.

Таким образом, предварительный этап с применением количественных методов средней сложности (минимальных) в процессе «производства» СППР:

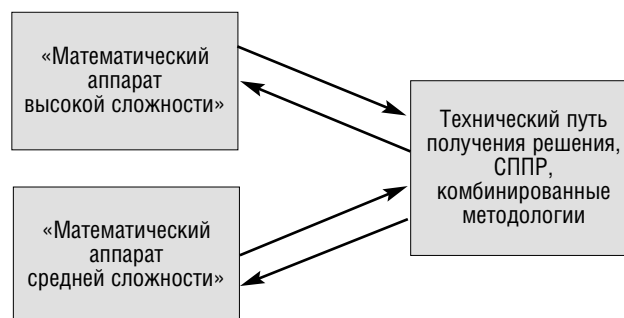
- ◆ обеспечивает связь с интуитивно воспринимаемым смыслом проблемы, выраженным «естественным языком»;
- ◆ «открывает» основное содержание модели и СППР для анализа и рецензирования;
- ◆ снимает барьер междисциплинарного взаимодействия;

- ◆ улучшает коммуникации и управление в рабочих группах;
- ◆ повышает технологичность и инженерные перспективы моделей;
- ◆ допускает усложнение и развитие, переход к строгим обобщённым описаниям;
- ◆ выявляет противоречия, новые идеи и направления как концептуального, так и математического характера.

Доктрины средней сложности предполагают собственное самостоятельное развитие как особое научное направление, связанное с системной динамикой и аналогичными прикладными теориями, концептуализирующими и обобщающими процессы как стратегического, так и оперативного характера.

В прагматичной стратегии формирования СППР комбинируются методы различной степени

Диаграмма 4



¹Г.Г. Еленин и др. «Синергетика. Исследования и технологии» М.: URSS, 2008.

сложности, любые необходимые алгоритмические и вычислительные приёмы, техники имитационного моделирования. Ведь СППР призвана в короткие сроки и с минимальной ценой обеспечить конкретный прикладной результат. При этом включение сложных математических моделей «с ходу» в управленческие и экономические модели не представляется достаточно продуктивным. Здесь, как и в разработке СППР в целом, необходим предварительный этап.

Ниже «смоделирован» конкретный структурный и количественный аппарат среднего уровня сложности, связанный с большой группой конкретных структурных идей и технологий. Речь идёт о комбинациях на основе категорий капитального класса и группы производственных, сбытовых и инвестиционных функций с фактором капитального класса. Фактор обобщённого структурно-ценового (капитального) класса наиболее близок по смыслу с понятием средней цены рынка (average market price) или ценовому классу выпуска (price class). Он связан с операционными шкалами и линейками структурных классов продукции. В аналитических моделях данное понятие рассматривается как усреднённая обобщённая мера, определяемая как капитальный класс (capital class)¹.

Данная серия построений позволяет создать в короткие сроки предельно «сжатую» микромодель предприятия, деловой сети или концерна, группы. Из неё вытекают динамические модели и интерактивные сценарии, модели конкуренции, рынка, элементов производственно-сбытовой системы, сочетающие простые и сложные аналитические подходы.

Эти обстоятельства позволяют рассматривать метод функции капитального класса как универсальный простой подход рассмотрения ключевых процессов и тенденций экономического и промышленно-технологического развития. Подход был сформирован для «быстрых» предпроектных исследований характеристик СППР и проблем предметных областей. Он допускает обобщение широкой группы процессов на базе идей и понятия капитального класса, их программно-алгоритмическую реализацию. Возможно усложнение и развитие этого метода, совмещение с математизированными сервисами средств программного обеспечения. Все это и обуславливает реальность и эффективность идей и моделей функции капитального

класса (capital class function) и создаваемых на этой базе конструкций СППР.

Группа функций сбыта и потребления. Динамика спроса, продаж, рынка

Ранее нами была введена новая группа функций потребления, отсутствующая в стандартной онтологии микро- и макроэкономики в основном с целью поддержки и анализа моделей, выполненных средствами системной динамики¹. Подобные простые модели вводятся для решения задач с достаточно глубоким экономическим и общим смыслом.

Среди них ранее была обозначена функции вида

$$Yq = \frac{f(x)}{Pb} \cdot \left(\frac{Pb}{P} \right)^m, \quad (1)$$

где Pb – капитальный (ценовой) класс изделия или средняя цена рынка для изделия с данными структурными и потребительскими характеристиками;

P – цена, назначенная или проверяемая для данного изделия класса Pb ;

Yq – «физический» или штучный размер продаж;

$f(x)$ – независимый или внешний фактор объёма рынка;

m – коэффициент эластичности определяющий «поправку» сбыта Yq при отклонении цены продукции от средней цены рынка (меры «капитального класса»).

При переходе от натуральной меры к стоимостной функция (1) приобретает вид:

$$Y = f(x) \frac{Pb^m}{P^{m-1}}, \quad (2)$$

где m – «коридор жесткости», эластичность сбытовой функции по «расхождению» цены и капитального класса.

Функция позволяет отслеживать эффект и взаимную динамику пары показателей цены и средней цены рынка («капитального класса»), когда они не принципиально различаются друг от друга (что в наибольшей степени соответствует жизненной реальности).

¹А.Р. Горбунов «Национальная конкурентоспособность. Стратегическое моделирование концернов» М.: «Анкил», 2009. 256 с.

¹А.Р. Горбунов «Системная динамика: моделирование принятия стратегических и оперативных решений», «Бизнес-информатика» №2(04)-2008.

Однако во многих задачах и ситуациях более удобна несколько иная функция, обладающая дополнительным смыслом, которую мы введём ниже.

$$Yq = f(x) \cdot \frac{Pb^m}{P}, \quad (3)$$

где $f(x)$ – как и прежде, «внешний» для данной модели параметр, масштабирующий продажи от некоторых экзогенных обстоятельств, не зависящих от характера товара и его цены; обычно это масштаб данного сегмента рынка в целом (например, фактор численности контингента потребителей), который может быть функцией времени или иной величины;

Pb – капитальный (ценовой) класс изделия или средняя цена рынка на изделия с данными структурными и потребительскими характеристиками;

P – цена, назначенная или проверяемая для данного изделия класса Pb ;

Yq – физический или штучный размер продаж.

Функция определяет форму зависимости продаж от цены и ценового класса изделия.

Так, при $m < 1$ объём рынка сокращается при росте цены и капитального класса. Здесь зависимость имеет стандартный равновесный вид, характерный для (1): сбыт падает пропорционально цене. Очевидно, при $m > 1$ происходит рост объёма рынка и сбыта при росте цены и капитального класса изделия.

Эта модификация несколько расширяет возможность комбинаций производственно-сбытовых зависимостей в системных моделях. Параметры m символизируют характеристики рынков различного типа, – позитивно и негативно реагирующих на капитальный класс продукции. Линейки могут быть ранжированы и показывать максимум спроса при определенном одном или нескольких уровнях капитального класса выпуска и комбинаций цен (см. 6). В системных моделях подобные зависимости могут передаваться графическими множителями Дж. Форрестера. Тогда в формулу вводится метка приоритета, т.е. параметр предпочтительного уровня капитального класса.

Свойства данного семейства функций непосредственно подчеркивают их связь с методами системной динамики. Мы рекомендуем их применять в обобщённом, предварительном и концептуальном анализе с выходом на принятие решений и исследование операций. Они органичны для системных моделей и их элементов и служат для развития метода системной динамики, отработки и организации межмодельных и междисциплинарных связей.

Диаграмма 5

Зависимость натурального показателя продаж от капитального класса при $m < 1, Pb = P$

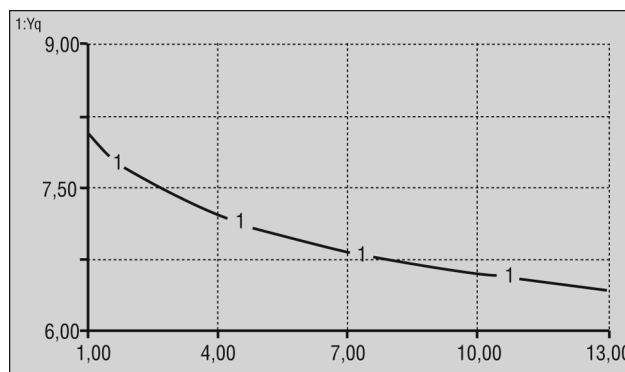
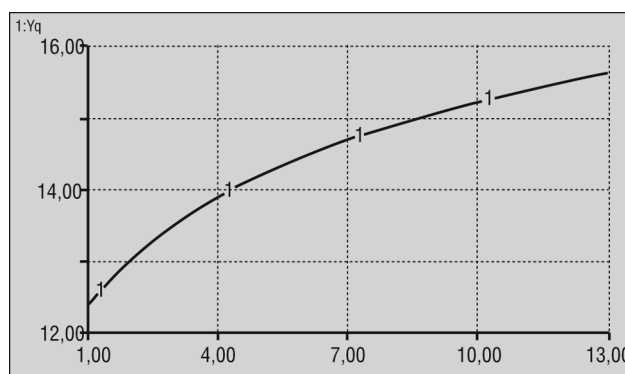


Диаграмма 6

Зависимость натурального показателя продаж от капитального класса при $m > 1, Pb = P$



В отличие от (1) в (3), сумма продаж симметрично реагирует на изменение цены. Ничто не препятствует нарушению этой симметрии путём внедрения степени n при величине цены P (4). Для стоимостной меры продаж, в выражении домножающем параметр физических продаж на цену введено (5). В этом случае продажи и доход уменьшаются пропорционально степени n цены. Однако смысл фактора Pb и мера его воздействия на результат остается без изменений.

$$Yq = f(x) \cdot \frac{Pb^m}{P^n}, \quad (4)$$

эффект «расхождения» цены от капитального класса здесь будет характеризовать пара (m, n) .

$$Y = f(x) \cdot \frac{Pb^m}{P^\eta}, \quad (5)$$

где $\eta = n - 1$.

Подход допускает ранжирование параметров и шкал, введение неравновесной компоненты,

нарушающей сглаженный характер зависимости. Например, максимум продаж может соответствовать определённому параметру. Ниже приведено выражение

$$Y = f(x) \cdot \left(1 - \left| 1 - \left(\frac{Pb}{P} \right)^m \right| \right), \quad (6)$$

где Pb в выражении под модулем – «метка» оптимальной величины капитального класса, максимизирующей сбыт.

Во всех функциях на базовую зависимость, определяющую динамику продаж в зависимости от капитального класса, дополнительно «накладывается» фактор расхождения цены и капитального класса. В этих условиях выбирается элементарная алгебраическая конструкция, наилучшим образом отражающая смысл ситуации.

Группа производственных функций, адаптированных для системных моделей и алгоритмов СППР

Наряду с группой «системных» сбытовых функций необходимо ввести группу производственных функций, предназначенных для построения моделей системной динамики. В рамках поиска приемлемых количественных методов среднего уровня сложности была избрана общая стратегия сближения аналитических построений методов системной динамики и производственной функции Кобба-Дугласа. Для этого в модель производственных функций с фактором капитального класса был введён агрегат « $K^{a1} L^{a2}$ », который выражает вклад агрегированного фактора труда и капитала в выпуск.

Сформируем вариант производственной функции с фактором капитального класса.

$$Yq = \frac{1}{Pb} \cdot K^{a1} L^{a2} C, \quad (7)$$

где Pb – фактор капитального (ценового) класса выпуска.

Агрегат « $K^{a1} L^{a2} C$ » – сокращённый конструкт из состава функции Кобба-Дугласа – здесь выражает обобщённую ресурсно-производственную базу выпуска продукции капитального класса Pb . Выпуск есть функция агрегата ресурсов и капитального класса. Здесь мы как бы «размораживаем» величину Pb , которая становится переменной и доступной статистическому оцениванию (7, см. ниже). В данном случае, очевидно, выделяются две взаимосвя-

занные части – производство всех компонентов, условий и ресурсов для выпуска конечной продукции («обобщённая ресурсная база») и её распределение между единицами выпуска. Величина Pb символизирует меру обобщённой ценности (капитальный класс) единиц продукции.

Очевидно, физический выпуск пропорционален ресурсной базе и обратно пропорционален капитальному классу. При этом капитальный класс может «сдвигаться» по шкале решений о выборе продукции или обобщённой структурно-ценовой характеристики («капитального класса») выпуска. Фактически $a1$ и $a2$ зависят от Pb , поскольку сдвиг выпуска означает и изменение основных характеристик производственно-сбытовой системы.

$$Yq = \frac{1}{Pb} \cdot K^{a1(Pb)} L^{a2(Pb)} C. \quad (8)$$

Однако для оценочных измерений придадим функции статистическую форму. Находясь в русле логики статистического оценивания, она как бы обобщает тенденцию, усредняет множество производственных процессов, вариативных по параметру Pb .

Функция приходит к обычному виду:

$$Yq = \frac{1}{Pb} \cdot K^{a1} L^{a2} C. \quad (9)$$

В выражении

$$Yq = \frac{1}{Pb^m} \cdot K^{a1} L^{a2} C. \quad (10)$$

параметр m «вакантен» для интерпретации различных смыслов. Например, выше непосредственно не присутствует фактор масштаба как особый параметр производственной системы. Выше увеличение физического масштаба производства при снижении капитального класса не сопровождается никакой прогрессией. Как раз её здесь и может интерпретировать параметр m .

Возможен вариант

$$Y = \left(\frac{P}{Pb} \right)^m \cdot K^{a1} L^{a2} C. \quad (11)$$

Здесь при равновесной цене, соответствующей капитальному классу, происходит полная реализация выпуска, определяемая только агрегатом $K^{a1} L^{a2} C$. Очевидно, в аналогичном случае, чем выше цена относительно капитального класса, тем больше выручка или выпуск Y (при $m \geq 1$), что не во всех случаях соответствует реальной картине. В этой ситуации возможен переход к степени $\mu = -m$.

В обобщённом виде,

$$Yq = \frac{R}{Pb}, \quad (12)$$

где Pb – капитальный класс;

R – агрегат компонентов выпуска продукции класса Pb с учётом запланированной (детерминированной) прибыли.

В целях обобщения и упрощения модели он рассматривается как «ресурсная база» выпуска в широком смысле (для продукции различного капитального класса).

Обращает на себя внимание, что соотношение

$$Pr = K^{a1} L^{a2} C - KL, \quad (13)$$

где Pr – это прибыль, выступает модельной мерой интегральной результативности, или, точнее, запланированной прибыли, в которую заложена целевая мера рентабельности, выраженная коэффициентами $a1$, $a2$ для продукции данного капитального класса.

В зависимости от условий спроса и конкуренции организация может получать прибыль не равную запланированной (целевой) прибыли при $P \neq Pb$. Это обстоятельство может быть использовано при развитии моделей и «разыгрывании» различных сценариев. В целом, однако, модель находится в рамках логики «затраты-выпуск».

Очевидно, выражения (1–11) удобны для широкого спектра задач производственного анализа и структурной динамики, проверки различных концепций и идей. Они предполагают множество вариантов подключения модельных связей к параметрам этой модели системной динамики, совмещение с графическими множителями Дж. Форрестера и т.д. При этом, двигаясь вниз по «лестнице» модельных абстракций, обобщённый агрегат вида « $K^{a1} L^{a2}$ » можно заменить «бухгалтерским» балансовым уравнением, алгоритмами, имитирующих производственный процесс или иными имитационными моделями. Рассмотрим некоторые дальнейшие модификации базовой конструкции (7).

Данная конструкция аналогична известной функции Кобба-Дугласа, которая находит широкое применение при моделировании экономических и корпоративных процессов. В этой связи в логике построения моделей могут быть выделены два этапа.

Логика моделирования может быть выстроена в два этапа в виде функции затрат и функции

капитального класса. Функция затрат здесь имеет более широкий смысл.

$$R = f(K, L); R = K^{a1} L^{a2} C. \quad (14)$$

Здесь это «производственно-ресурсная база», сумма обобщённых промежуточных компонентов выпуска. Все промежуточные компоненты выпуска как бы уже включены в состав конечного продукта с приходящейся на них долей плановой прибыли;

$$Yq = f(R, Pb); Yq = \frac{R}{Pb} - \quad (15)$$

«функция капитального класса». Обе составляющие могут быть подвергнуты развитию, а метод различным вариантам математической обработки.

Первоочередный вывод, следующий из этих соображений уже на этом этапе, заключается в том, что прирост капитального класса полностью компенсируется приростом эффекта факторов производства, что изменяет в конечном счёте лишь метрику процесса – масштаб цен или денежный номинал. Для этих процессов очевидно существует очень простое условие безразличия. Перейдём к логарифмической форме записи для (8).

$$\ln Yq = a_1 \ln K + a_2 \ln L - m \ln Pb. \quad (16)$$

При постоянном выпуске эффект капитального класса компенсирует эффект труда капитала. В производственном пространстве существуют траектории, для которых

$$-\frac{\partial Yq}{\partial Pb} = \frac{\partial Yq}{\partial K} + \frac{\partial Yq}{\partial L}. \quad (17)$$

Заложим в производственную функцию некоторое ограничение по сбыту в виде параметра m .

$$W = \frac{1}{Pb^m} \cdot K^{a1(Pb)} L^{a2(Pb)} C. \quad (18)$$

Символ W , «богатство», здесь выражает целевую функцию экономики и бизнеса, обобщение экономического роста, поскольку включает условие равновесия произведённой и реализованной продукции. Величина $m \geq 1$ означает позитивную реакцию рынка на рост капитального класса, $m < 1$ – негативную, т.е. ограничение по капитальному классу. Эффективность труда и капитала функционально зависят от капитального класса выпуска. Цены для простоты по прежнему соответствуют капитальному классу. Эффект объёма выпуска как «предельный»

фактор цены и здесь остается «за скобкой». Параметр W здесь имеет стоимостную, а не физическую размерность.

В предварительных оценочных построениях большую роль способна играть группа производственных функций с натуральным измерителем вкладов. Они включают технометрические и биометрические данные, характеризующие физический масштаб привлекаемых ресурсов труда и капитала (инфраструктуры, основных, фондов оборудования). Вообще, в оборот концептуальных и технико-экономических моделей вводятся технометрические или структурные индикаторы: здесь имеют место два потока стоимостных и натуральных измерителей. Речь идет о производственной функции

$$Yq = Kq^{a1} Lq^{a2} C, \quad (19)$$

где количественный измеритель выпуска Yq определяется «физической» мерой затрат факторов производства – капитала Kq и труда Lq .

Из приведенных выше соотношений вытекает технико-экономическое уравнение, построенное из элементов функции Кобба-Дугласа с введением в него фактора капитального класса. Оно связывает натуральные и стоимостные потоки выпуска и затрат.

$$Yq = \frac{1}{Pb^m} \cdot K^{a1} L^{a2} C = Kq^{b1} Lq^{b2} C. \quad (20)$$

После небольшой модификации приведенная выкладка допускает введение в обе части фактора цен.

$$W = \frac{P}{Pb^m} \cdot K^{a1} L^{a2} C = P \cdot Kq^{b1} Lq^{b2} C. \quad (21)$$

Данные группы функций определяют некоторые актуальные аспекты логики моделирования в интересах систем принятия решений как корпоративно, так и отраслевого и национального масштаба. Очевидно речь идет о наиболее обобщенных моделях, связывающих базовые структурные характеристики производственно-сбытовых систем. Возможно более строгое исследование вытекающих из этого зависимостей, обусловленных эластичностями замещения ресурсов и комбинированными эффектами факторов производства. Ведь стоимостной фактор затрат может замещаться не только иным фактором (труд-капиталом), но и трудом иного физического характера или некоторой комбинацией (например цен и капитальных классов).

При этом соотношения L/Lq и K/Kq являются дополнительными носителями информации для

моделей экономической и структурной динамики. Основные составляющие приведенных выше формулировок могут «заменяться» элементами более или менее высокого уровня сложности, алгоритмами и системными зависимостями, выраженными в виде множителей Форрестера (в т.ч. графическими). В этом случае модели и концепции, выработанные и проверенные на предварительных этапах переключаются на вычислительный аппарат СППР.

Обращает внимание, что они могут рассматриваться как эмпирические и быть предметом статистических оценок.

Как теоретические они способны быть предметом все более строгих математических описаний возрастающей степени сложности. (Очевидно, например, структурная эволюция или достижение целей описывается процессами в фазовых пространствах для объектов управления и экономических систем, что обобщает их поведение.) После теоретической разработки аппарат может развиваться по пути создания алгоритмов и дальнейших вычислений, вытекающих из общих концептуальных моделей и представлений. Иными словами возможно как повышение строгости и общности математического описания, так и привязка методов и моделей к «технической реальности». В «режиме усложнения» возможна динамизация моделей, привязка к шкалам времени всех параметров и переменных. Однако более продуктивным представляется путь перехода к конкретным алгоритмам СППР.

Развитием подхода является создание моделей принятия отраслевых решений, структурной динамики выпуска и потребления. В своем теоретическом варианте они приводят к перспективным возможностям для рассмотрения обратных спиралей кризисов, волн колебаний глобальной и локальной конъюнктуры.

Заключение

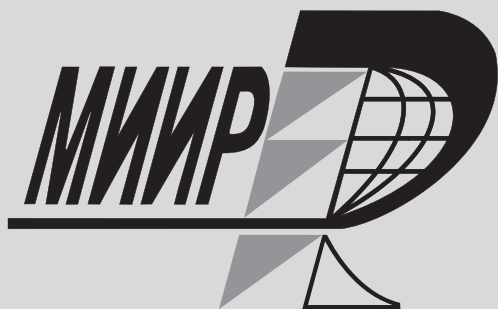
Полученные результаты нацелены на решение задачи улучшения профессиональных коммуникаций и управления НИОКР, связанных с созданием СППР и управления проектами такого рода. При разработке системно-динамических моделей в составе комплексов СППР и компьютерных средств прогностического характера рекомендуется предварительно формализовать моделируемые процессы средствами алгебраической записи «средней сложности». В этом случае возможности и обоснование средств системной динамики существенно

возрастают. В результате появляется новое содержание, модельная конструкция выходит на уровень т.н. «теорий промежуточного уровня» применимой к целому семейству подобных задач. В этой связи возникает возможность ухода от чисто конфигуративного подхода, когда модель как бы следует за наблюдаемыми структурами и процессами. В этом

случае происходит переход на методологический и сравнительный уровень, когда исследуются общие закономерности и методы нахождения решений. Свойственный системной динамике гибкий подход к моделированию производственно-сбытовых систем в полной мере сохраняет свое значение. ■

Литература

1. W.H. Riemer. Handbook of Government Contract Administration. Prentice-hall, Inc. 1968.
2. Массалович А., Шебеко Ю. «Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов». М. 2002. с.33.
3. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. М.: Наука, 1977 – 240 с.
4. Селенин Г.Г. Минимальные модели бистабильной среды. М.: Макс Пресс, 2000. с.16.
5. How a conceptual framework can help to design models following decreasing abstraction. Frederic Ambland, Nils Ferrand, David R.C.Hill. Proceedings of 13-th SCS-European simulation symposium, Marseille (France), October 2001, p.843–892.
6. Analytical Hierarchy Process Approach to Rank Measures for Structural Complexity of Conceptual Models Hussain, T. Tahir, A.S., Awais, M.M. Shamail, S.... Dept. of Comput. Sci., Lahore Univ. of Manage. Sci. Multitopic Conference, 2006. INMIC '06. IEEE/
7. Emergency in multy-agent systems: cognitive hierarchy, detecting and complexity reduction. Part I: methodological issues. Dessales, Jean Louis; Phan, Denis. <http://ideas.repec.org/p/sce/scecf5/257.html>



Прогрессивные программы риск-менеджмента – это ключ к успешному развитию Вашего бизнеса!
«Международный Институт Исследования Риска» обеспечивает обучение и консультирование в управлении рисками в течение более чем 9 лет.

Чтобы достичь устойчивости в развитии компании, сотрудники должны обладать современными знаниями в рамках разработанных нами обучающих программ.

Преимущества наших учебных программ:

- комплексный подход;
- практическая направленность;
- актуальность и оперативность;
- профессионализм;
- гибкая система скидок.

Программы предназначены для: руководителей, менеджеров высшего и среднего звена предприятий, специалистов по стратегическому планированию и управлению, а также для тех, у кого есть желание повысить свой уровень знаний и навыков в области управления рисками организаций.

Обучение в «МИИР» проводится стабильным профессорско-преподавательским составом известных государственных ВУЗов и квалифицированными преподавателями-практиками (руководителями крупных организаций) с использованием авторских методических разработок.

Контакты: 117418, г. Москва, Новочеремушкинская ул., д. 42а.

Телефон: (495) 128-91-77, 128-91-67

e-mail: marfinuk@miir.ru

www.miir.ru