

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СИСТЕМАХ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А.И. Рузанов, С.Л. Долгопольский

Нижегородский государственный университет

Рассматриваются современные методы математического моделирования различных экономических процессов и систем. Обсуждаются прикладные возможности и проблемы использования моделей и методов для целей прогнозирования и управления в условиях развивающихся рыночных отношений. Приводится пример, иллюстрирующий применение оптимизационных методов для решения конкретных экономических ситуаций.

Функционирование современных предприятий, фирм, регионов нуждается во внедрении систем анализа и прогнозирования для оценки текущего состояния и развития экономических процессов. Такая необходимость вызвана спецификой условий экономической деятельности предприятий в настоящее время, в частности, высокой степенью изменчивости рыночной среды в различных сферах деятельности.

Процесс управления предприятием, фирмой, регионом складывается из многочисленных функций. В организационно-техническом плане структуризация на отдельные функции может быть осуществлена по следующим признакам: по содержанию процесса управления, по содержанию цикла принятия решений, по характеристике предприятия, фирмы, региона как экономической системы. Деление на функции по различным содержательным признакам позволяет сформулировать круг задач, решаемых в процессе управления. Для решения этих задач и использования принципа управляемости помимо качественных (неформальных) подходов целесообразно применять количественные оценки показателей экономического состояния предприятий, экономико-математические методы и модели управления. Обсудим перспективы применения подобных подходов. Следует отметить, что слом систем управления хозяйственного механизма, который имел место в переходный период в России, отодвигает любую экономическую систему от равновесия. При этом нарушаются установленные связи. Это приводит к необходимости определённой корректировки и пересмотра возможностей применения экономико-математических методов и прикладных моделей.

В таких условиях, когда полностью не сложились механизмы саморегуляции рынка, при оценке трудноуловимых межсекторных взаимодействий (при оценке изменения налогов, определении причин изменений доходов) определённую пользу могут принести подходы, основанные на вычислительных моделях общего равновесия и методологии межотраслевого баланса и матриц финансовых потоков [1].

По-видимому, в любом случае переменные, описывающие изменение состояния экономической системы, удовлетворяют уравнениям материальных и финансовых балансов, которые описывают передачу и преобразование активов и пассивов. Уравнения материальных и финансовых балансов определяют структуру связей между экономическими субъектами. В связи с этим на практике достаточно часто используются различные модификации балансовых моделей. В частности, применяются модели топливно-энергетического баланса, позволяющие сбалансировать территориальную структуру экономики. Метод матриц финансовых потоков позволяет анализировать изменяющуюся структуру доходов и расходов секторов экономики области, района, города. Данные для формирования матрицы

можно получить, используя текущую статистическую отчётность. Применимость подобных подходов, несмотря на то, что экономика не является равновесной, может быть оправдана тем, что в основе этих моделей лежит идея сбалансированности, которая присуща любому рационально функционирующему хозяйству. Суть её в том, что все затраты должны компенсироваться доходами.

В последнее время широкое распространение получили эконометрические модели. Они строятся как статистически значимые эмпирические зависимости между показателями, описывающими состояние экономической системы. Параметры этих соотношений определяются методами математической статистики по массивам данных экономической статистики. Строятся регрессионные зависимости между экономическими показателями, которые и образуют основу модели. Эти статистически установленные связи и тенденции экстраполируются на будущее. С помощью эконометрических моделей получены довольно точные экономические прогнозы в 60-х годах прошлого века, когда экономика передовых промышленных стран развивалась экстенсивно, находясь, по-видимому, в состоянии, близком к равновесному.

Естественно, что в режиме перестройки механизмов управления к прогнозам, получаемым с использованием таких моделей, нужно относиться с осторожностью. Однако они могут служить определёнными ориентирами при детальном анализе экономических систем другими методами экономической науки. Процесс прогнозирования в таких условиях становится непрерывным процессом поиска и идентификации моделей, адекватно описывающих экономическую реальность. Целесообразно иметь банк математических моделей и использовать его элементы при разработке моделей с новыми характеристиками и процедурами моделирования [2].

Особое место занимают модели сингулярного типа. Под сингулярными моделями в экономике понимают модели, не использующие специального математического аппарата (например, методов оптимизации), а оперирующие индикаторами, показателями, индексами [3]. Сингулярные модели сочетают в себе точный анализ внутрипроизводственного состояния текущего периода и являются основой управления развитием элементов экономической системы в целом, когда каждый её элемент способен обеспечить более эффективное взаимодействие. Её показатели служат экономическими индикаторами, с помощью которых возможна организация эффективного взаимодействия отдельных элементов системы через согласование их интересов. Внутри подобных моделей можно использовать, например, оптимизационное моделирование или какие-либо другие подходы.

Всё более широкое применение в прикладных экономических исследованиях находит компьютерное моделирование. Разрабатываются методы и программные средства диалогового системно-динамического моделирования на ЭВМ комплекса социально-экономических процессов. Строятся модели исследуемых систем и объектов, отражающие существо их основных социальных и экономических блоков и структур. Модели перекладываются на язык, доступный ЭВМ, оснащаются фактической и эмпирической информацией. Это даёт возможность оценивать реальную ситуацию, прогнозировать её последствия, иными словами – проводить вычислительный эксперимент. Такой подход часто называют имитационным моделированием [3]. В зарубежной литературе имитационные модели, описывающие деятельность предприятий в условиях рынка, называют корпоративными. Эти модели отражают реальную деятельность предприятий, фирм через описание денежных потоков (поступлений и выплат) как процессов. Принимая во внима-

ние, что в расчётах используются такие трудно прогнозируемые факторы, как показатели инфляции, планируемые объёмы сбыта и многие другие, для разработки анализа экономического процесса применяется сценарный подход. Он подразумевает проведение альтернативных расчётов с данными, соответствующими различным вариантам развития экономического процесса. Таким образом, появляется возможность выявления сравнительной эффективности тех или иных проектов и решений.

При сравнении и выборе тех или иных проектов и управленческих решений зачастую в совокупности с имитационным моделированием используются оптимизационные методы и подходы: создаются современные оптимизационные компьютерные технологии [4]. Такие технологии способны существенно снизить неопределённость в исходной информации, разрабатывать более эффективные технические и стратегические программы и решения.

Важным направлением использования оптимизационных компьютерных технологий является решение так называемых комбинаторных задач, которые встречаются при разработке инвестиционных проектов, комплексных программ, программ эмиссии ценных бумаг, бюджета [4].

К числу вопросов, которые невозможно анализировать и прогнозировать без таких технологий, относятся и проблемы обеспечения устойчивости отечественных товарных и финансовых рынков, разработка программ экономического роста. В научном отношении подобные вопросы остаются пока недостаточно изученными и разработанными как у нас в стране, так и за рубежом.

В заключение рассмотрим пример решения одной практической задачи с использованием оптимизационного метода.

Предположим, что некоторая крупная компания (назовём её «М») обеспечивает своё дочернее предприятие (назовём его «К») давальческим сырьём. При этом предприятие «К» находится в Нижегородской области, а компания «М» — за её пределами. Предприятие «К» перерабатывает это сырьё и производит из него готовую продукцию, но прибыли от этой операции процессинга фактически не получает. Поэтому в региональный и местный бюджеты налог на прибыль оно не отчисляет. В этой связи для местных властей актуальной представляется разработка такой схемы взаимодействия, по которой «М» было бы выгодно оставлять «К» достаточно большую часть чистой прибыли от реализации готовой продукции из давальческого сырья (чтобы налог взимался не только по месту регистрации «М», но и в регионе). При этом получается, что «М» вкладывает деньги в самое себя, т.к. «К» — дочернее предприятие компании. Предполагается, что чем больше прибыли «М» будет оставлять своей «дочке», тем большую льготу по налогу на имущество получит дочернее предприятие. Требуется установить оптимальную зависимость между суммой прибыли, оставляемой «М» предприятию «К», и ставкой налога на имущество «К» с тем, чтобы увеличить общие поступления от налогов на прибыль и имущество в региональный и местный бюджеты. Задачу решим, взяв некоторые условные числа (кроме ставок налогов: по закону, максимальная ставка налога на имущество предприятий равна 2%; ставка налога на прибыль равна 24%).

Обозначим через x_1 — прибыль, оставляемую «М» в Нижегородской области; x_2 — ставку налога на имущество «К» (зависит от x_1). Пусть стоимость имущества «К» составляет 400 000 ден. ед. В качестве целевой функции возьмём сумму денежных средств, поступающих в Нижегородскую область. Учитывая, что толь-

ко 16,5% от чистой прибыли остаётся в регионе (7,5% перечисляются в федеральный бюджет), целевую функцию можно задать следующим образом:

$$F = 0,165 \cdot x_1 + 400\,000 \cdot x_2 \rightarrow \max,$$

т.е. функцию необходимо максимизировать, варьируя величинами x_1 и x_2 .

Теперь зададим необходимые ограничения. Первое из них получим, установив $x_1 \leq 100\,000$ (100 000 ден. ед. — чистая прибыль от реализации схемы процессинга — показывает верхнюю границу налоговой базы по налогу на прибыль). Второе ограничение записывается из учёта того, что максимальная ставка налога на имущество составляет 2%, т.е. $x_2 \leq 0,02$.

В настоящее время от схемы процессинга всего налогов уплачивается на сумму $(100\,000 \cdot 0,24 + 400\,000 \cdot 0,02) = 32\,000$, из них в нижегородском регионе остаётся только $400\,000 \cdot 0,02 = 8\,000$.

Предположим, что руководство области готово предоставить «К» льготу по налогу на прибыль в размере $m\%$, если региональный и местный бюджеты будут получать налогов в n раз больше, чем при старой схеме взаимодействия. Тогда можно сформулировать ещё два ограничения:

$$0,165 \cdot x_1 + 400\,000 \cdot x_2 \geq 8\,000 \cdot n;$$

$$100\,000 \cdot 0,24 + 400\,000 \cdot x_2 \leq 32\,000 - 100\,000 \cdot m.$$

В результате получим следующую систему ограничений:

$$\left\{ \begin{array}{ll} x_1 \leq 100\,000 & \text{(ограниченность денежных ресурсов);} \\ x_2 \leq 0,02 & \text{(2\% — это самая высокая (по закону) ставка по налогу на имущество);} \\ 0,165 \cdot x_1 + 400\,000 \cdot x_2 \geq 8\,000 \cdot n & \text{(региональный и городской бюджеты должны получать не менее чем в } n \text{ раза больше, чем сейчас);} \\ 400\,000 \cdot x_2 \leq 8\,000 - 100\,000 \cdot m & \text{(требование «К» и «М» о снижении совокупной налоговой нагрузки).} \end{array} \right.$$

$x_1, x_2 \geq 0$ (условие неотрицательности).

Возьмём для примера $n = 2,5$; $m = 0,04$.

Решив поставленную задачу симплексным методом линейного программирования, получим следующее оптимальное решение: $x_1 = 100\,000$; $x_2 = 0,01$. При этом $F = 20\,500$.

Проанализируем полученные результаты

Было установлено, что при переключении всей чистой прибыли от схемы процессинга с «М» на «К», будет установлена льгота по налогу на прибыль в размере 4% (4000). А ставка налога на имущество будет снижена вдвое (с 2% до 1%). При этих условиях в областной и местный бюджеты поступит $100\,000 \cdot 12,5\% + 400\,000 \cdot 1\% = 16\,500$, что **более чем в 2** раза превышает прежний уровень поступлений от реализации схемы процессинга.

Компания «М» (вместе с дочерним «К») при полученных льготах заплатит:

$$100\,000 \cdot 0,24 - 100\,000 \cdot 0,04 + 400\,000 \cdot 0,01 = 24\,000,$$

что на 8 000 меньше суммы налогов, которую он выплачивает сейчас, т.е. налоговое бремя компании снизится **более чем на 33%**.

Следует отметить, что рассмотренная схема взаимодействия имеет правовую основу для реализации. Однако некоторые коррективы в законодательстве необходимы, в частности, надо отменить пункт закона о налоге на имуществе предприятий, согласно которому не разрешается устанавливать ставку налога для отдельных предприятий.

Литература

1. Леонтьев В. Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика: Пер. с англ. — М.: Политиздат, 1990.
2. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. — М.: Энергоатомиздат, 1996.
3. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Н.И. Холод, А.В. Кузнецов и др.; под общ. ред. А.В. Кузнецова. — Минск: БГЭУ, 1999.
4. Экономическая безопасность: Производство – Финансы – Банки / Под ред. В.К. Сенчагова. — М.: ЗАО «Финстатинформ», 1998.