

# К ОЦЕНКЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В МОДЕЛИ РЕГИОНА С ИННОВАЦИОННЫМИ ФАКТОРАМИ

А.В.Медведев

Кемеровский государственный университет

Анализ и синтез моделей управления экономическими системами, в частности, мезоуровня, учитывающих различные аспекты инновационного производства, становится в последнее время особенно актуальным в свете того, что эффективное развитие экономических систем неизбежно требует исследования законов функционирования инновационных процессов в них. Экономические системы, являясь открытыми, обладают не только энергией восприятия инноваций, но и способны вырабатывать синергию как результат взаимодействия нескольких положительных для системы эффектов. При анализе регионального экономического развития принципиальным является использование многокритериальных постановок задач с наличием противоположных интересов участников (экономических агентов). Кроме того, в обладающем инновационным потенциалом регионе, как правило, имеется большое количество направлений экономической деятельности и заинтересованных экономических агентов, учет которых приводит к значительному увеличению размерности исследуемых задач и повышает требования к качеству не только аналитического инструментария, но и инструментария автоматизированной обработки экономической информации.

В сложных системах к появлению синергетического эффекта, помимо временных факторов, могут приводить изменения различных параметров и их комплексов. В экономических системах с большим количеством элементов (экономические агенты, денежные потоки, основные производственные фонды (ОПФ), продукция и т.п.) и динамических связей между ними важно не только обнаружить синергетический эффект, но и объяснить его происхождение. В этой связи, для выявления эффектов синергии, целесообразно предварительно упростить исходные динамические

модели. Применительно к моделированию региональных экономических систем, в работе [1] подробно описан основанный на применении z-оператора подход, позволяющий сводить многокритериальные многошаговые задачи линейного программирования к статическим задачам, сохраняющим качественные и некоторые количественные свойства исходных динамических моделей. На основе применения указанного подхода в [1] получены аналитические оценки значений переменных и критериев модели, а также их линейных сверток. Особенностью указанных моделей является подробный учет бухгалтерских правил формирования доходных и расходных потоков экономических агентов, в первую очередь, потоков прибыли и амортизации в производственной подсистеме, а также основных налоговых потоков в подсистеме управляющего органа

В работе [2] приведена построенная с использованием z-оператора математическая модель экономической системы, которую, в зависимости от степени агрегирования экономических показателей, можно использовать не только на мезоуровне, но и при описании деятельности производственного предприятия. Указанная модель представляет собой задачу линейного программирования, допускающую эффективный численный анализ симплекс-методом. Рассмотрим ее модификацию, представляющую собой двухкритериальную модель взаимодействия регионального производителя и управляющего (налогового) органа:

$$J_{tax} = \frac{\sum_{k=1}^n \tau_{1k} z_k + \sum_{k=1}^n \tau_{2k} z_{n+k}}{1+r} \rightarrow \max;$$

$$J_{inv} = -\sum_{k=1}^n \frac{\gamma_{1k} + 1+r}{1+r} z_k + \sum_{k=1}^n \frac{\gamma_{2k}}{1+r} z_{n+k} - z_{2n+1} - z_{2n+2} \rightarrow \max;$$

$$\sum_{k=1}^n \gamma_{1k} z_k - \sum_{k=1}^n \gamma_{2k} z_{n+k} - z_{2n+1} - z_{2n+2} \leq 0; \quad (1)$$

$$-\delta_k z_k + (1+T \cdot r_{ps}(k)) z_{n+k} \leq 0;$$

$$(1+T \cdot r_{ps}(k)) z_{n+k} \leq q_k;$$

$$z_{2n+1} \leq I_0, \quad z_{2n+2} \leq K_0, \quad \sum_{k=1}^n z_k \leq M_0,$$

где  $k=1, \dots, n$  – порядковый номер ОПФ (направления экономической деятельности в регионе, производственного предприятия, отрасли и т.п.);  $n$  – количество ОПФ;  $m_k$  – количество единиц  $k$ -го ОПФ;  $c_k$  – стоимость  $k$ -го ОПФ;  $P_k$  – стоимость реализации продукции, произведенной на  $k$ -ом ОПФ;  $V_k$  – производительность  $k$ -го ОПФ;  $T_k$  – время полезного использования  $k$ -го ОПФ;  $T$  – горизонт планирования инвестиционного проекта;  $r$  – ставка дисконтирования на всем горизонте планирования;  $q_k$  – спрос на продукцию, произведенную на  $k$ -ом ОПФ;  $\delta_k = \frac{P_k V_k}{c_k}$  – максимальная фондоотдача в единицу времени  $k$ -го ОПФ;  $r_{ps}(k)$  – экспертно задаваемый коэффициент, отражающий, во сколько раз выручка на стадии послепродажного сервиса больше выручки от продаж  $k$ -го вида продукции;  $\alpha_i, i=1, \dots, 4$  – соответственно ставки налогов на добавленную стоимость, на имущество и на прибыль, а также страховых взносов регионального производственного сектора;  $p$  – средний процент оборотных затрат в регионе в сумме всех затрат регионального производственного сектора;  $\beta$  – средний процент выручки от продаж регионального производственного сектора, выделяемый на ФОТ;  $I_0$  – максимальная сумма дополнительных внутренних инвестиций в регион;  $K_0$  – максимальная сумма дополнительных внешних инвестиций в регион;  $M_0$  – максимальная сумма инвестиций в основные фонды региона;

$$\tau_{1k} = \alpha_2 \left( 1 - \frac{T}{T_k} \right) - \frac{\alpha_3}{1-p} \left[ \frac{T}{T_k} + \alpha_2 \left( 1 - \frac{T}{T_k} \right) \right],$$

$$\tau_{2k} = \alpha_1 + \frac{\alpha_3}{1-p} \left[ (1-p)(1+T \cdot r_{ps}(k)) - \beta_1 - \alpha_1 - \alpha_4 \beta_1 \right] + \alpha_4 \beta_1;$$

$$\gamma_{1k} = \frac{1-\alpha_3}{1-p} \left[ -\frac{T}{T_k} - \alpha_2 \left( 1 - \frac{T}{T_k} \right) \right] - \frac{T}{T_k},$$

$$\gamma_{2k} = \frac{1-\alpha_3}{1-p} \left[ (1-p)(1+T \cdot r_{ps}(k)) - \beta_1 - \alpha_1 - \alpha_4 \beta_1 \right].$$

Переменные модели (1):

$z_k = c_k m_k$  – стоимость приобретаемых ОПФ  $k$ -го вида (инвестиции в основные фонды);  $z_{n+k} = P_k m_k y_k$  – выручка от продажи продукции (в количестве  $y_k$ , стоимостью  $P_k$ ), произведенной на  $k$ -м ОПФ;  $z_{2n+1}$  – сумма дополнительных инвестиций, внутренних для регионального производственного сектора;  $z_{2n+2}$  – сумма дополнительных инвестиций, внешних для регионального производственного сектора.

Предложенная математическая модель позволяет учитывать такие характерные для инновационного региона факторы, как неопределенность ценообразования, спроса, соотношение производственных затрат (общих, оборотных, на оплату труда, амортизации), влияние на параметры эффективности проекта периода послепродажного обслуживания инновационной продукции, налоговый потенциал и другие факторы.

Целевые критерии  $J_{tax}$ ,  $J_{inv}$  в (1) содержательно представляют собой сальдо денежных потоков, соответственно, управляющего органа и производственного сектора региона, приведенные по ставке  $r$ , учитывающей требования инвесторов по доходности проекта, инфляционную составляющую, а также наличие других, характерных для региональных инновационных проектов, рисков. Ограничения в (1) имеют следующий содержательный смысл соответственно: первое – неотрицательность собственных средств (платежеспособность) регионального производственного сектора, второе – ограничение выпуска продукции технико-экономическими возможностями ОПФ с коэффициентом пропорциональности в виде их фондоотдачи, третье – ограничение выпуска уровнем спроса на продукцию, в том числе инновационную. Последняя группа неравенств отражает инвестиционные ограничения.

Относительный синергетический эффект СЭ (как процентное приращение значений линейной свертки целевых критериев) от совместного влияния  $m$  однонаправленных параметров вычисляется по формуле:

$$CЭ = C_m - \sum_{k=1}^m C_k + m - 1 \quad (2)$$

где  $C_m$  – эффект от совместного влияния параметров,  $C_k$  – эффект от влияния  $k$ -го параметра. Под эффектом от влияния параметров модели здесь имеется в виду коэффициент, пропорционально отражающий изменение значения целевого критерия в зависимости от изменения значений одного или нескольких параметров.

Предварительные расчеты, проведенные с помощью пакета [3], позволили сделать вывод о существовании решения в модели (1) в широком диапазоне изменения ее параметров. На рисунке приведены рассчитанные по формуле (2) значения синергетического эффекта для производственного сектора региона от изменения значений двух ( $m=2$ ) модельно заданных параметров  $r_{psl}$  и  $P_1$ .

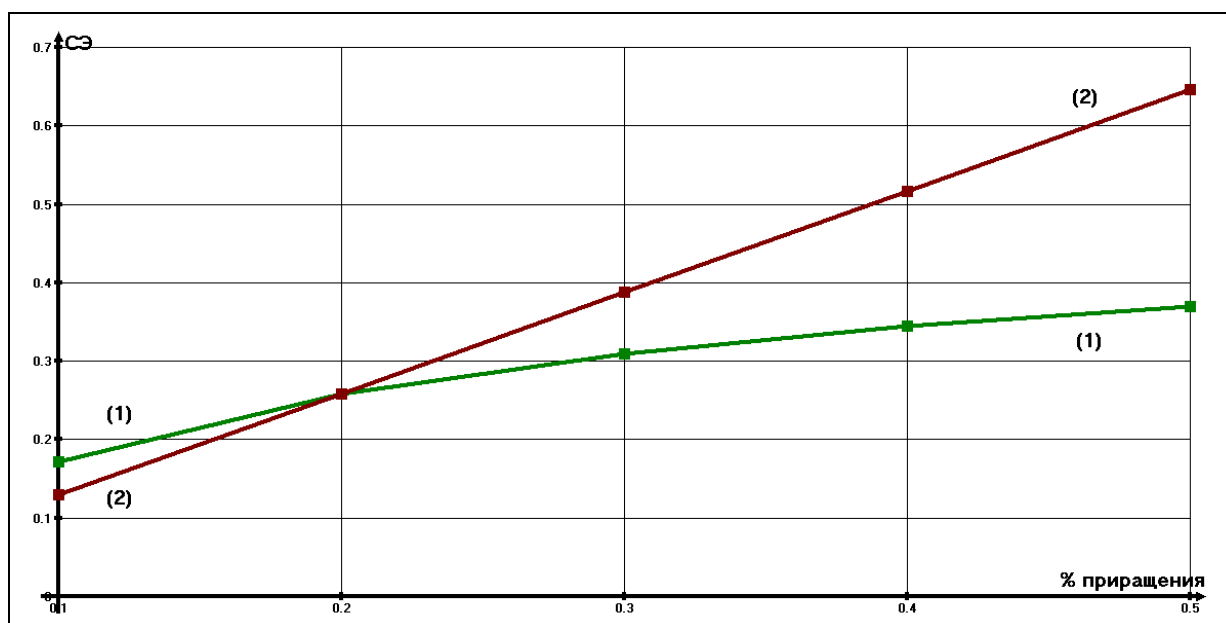


Рисунок – Зависимость синергетического эффекта от процента приращения параметров  $r_{psl}$  (1) и  $P_1$  (2)

Таким образом, использование описанного выше комплексного подхода к анализу эффектов синергии в сложных экономических системах включает обязательное наличие следующих составляющих: модель функционирования системы (как правило, многокритериальная); методы анализа модели, позволяющие получать аналитические решения или их

оценки; автоматизированные средства обработки модельной информации с целью проведения численных экспериментов, имитации развития системы и установления оптимальных балансов потоков в ней.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Медведев, А.В. Применение z-преобразования к исследованию многокритериальных линейных моделей регионального экономического развития. Монография / А.В. Медведев. – Красноярск: Изд-во СибГАУ. – 2008. – 228 с
- 2.Медведев А.В. Анализ чувствительности производственной отрасли региона к инвестициям и бесприбыльности региональных инвестиционных проектов / А.В.Медведев // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции «Информационные недра Кузбасса».– Кемерово, 2007.–С.45-47
3. Конструктор и решатель дискретных задач оптимального управления («Карма») / Программа для ЭВМ. Свидетельство о регистрации в Роспатенте №2008614387 от 11.09.2008. Правообладатели:А.В.Медведев, П.Н.Победаш, А.В.Смолянинов, М.А.Горбунов.