УДК 330.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ[1]

ЧЕРНОВ В. П.
доктор экономических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ (РОССИЯ)

Коалиции

В общем виде в модели участвуют N регионов. Они могут быть связаны друг с другом разнообразными связями, образовывать различные региональные коалиции, в рамках которых осуществляется взаимодействие регионов.

Это могут быть парные связи регионов, тройственные связи, и в общем случае самые разнообразные связи, охватывающие произвольные непустые множества регионов, то есть произвольные непустые подмножества исходного множества, содержащего N регионов. Общее число таких подмножеств, равно 2^N. Мы обозначим число непустых подмножеств буквой M, так что:

$$M = 2^N - 1. \quad (1)$$

Различные региональные коалиции интересны в разной степени. Наиболее важной является коалиция, охватывающая все регионы страны вместе. Она поддерживается, в частности, поступлениями от регионов в государственный бюджет и встречными потоками, идущими из государственного бюджета в регионы страны, и тем самым оказывает существенное регулирующее воздействие на динамику социально экономического потенциала регионов.

Каждый регион сам по себе формально в модели является коалицией, состоящей из одного-единственного члена. Возможны и коалиции из двух или нескольких регионов, объединившихся для проведения совместной деятельности.

Мы рассмотрим в модели наиболее общую ситуацию, когда в принципе возможны самые разнообразные региональные коалиции, каждая из которых может обладать своим потенциалом.

Социально-экономические потенциалы

Таким образом, каждая из M коалиций характеризуется своим объемом потенциала – $P^1, P^2, \ldots P^M$. Каждый вид потенциала охватывает свою региональную коалицию. Имеется среди них и подмножество, содержащее все N регионов, то есть совпадающее со всем исходным множеством. Имеются и всевозможные одночленные подмножества. Каждое из них со-

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ – НАН Украины, грант №10-02-00716 а/U «Модели оценки неравномерности и цикличности динамики социально-экономического развития регионов Украины и России»

ответствует социально-экономическому потенциалу соответствующего региона. Различные коалиции могут охватывать разное число регионов.

В модели будет предполагаться, что регионы, входящие в данную коалицию, с одной стороны, несут затраты связанные с поддержанием потенциала этой коалиции и, а с другой стороны, пользуются потенциалом этой коалиции с целью развития результатов своей собственной деятельности.

Модель допускает самые разнообразные соотношения между затратами на поддержание потенциала коалиции и эффектом от использования ее потенциала. В частности, модель допускает и чисто формальное включение региона в ту или иную коалицию. Формальное включение означает, что данный регион несет нулевые затраты на поддержание потенциала этой коалиции, но и не пользуется этим потенциалом в своей деятельности.

Потенциалы в модели

Время в модели будем предполагать дискретным, разбитым на равные промежутки (например, на годы).

Рассмотрим какой-нибудь промежуток времени t и объемы потенциалов $(P^1, P^2, \dots P^M)$, сложившиеся к этому промежутку времени.

Рассмотрим один из регионов. Пусть этот регион имеет номер n в общей нумерации от 1 до N. Регион n входит не во все возможные коалиции. Соответственно, он имеет возможность воспользоваться не всеми потенциалами из списка $(P^1, P^2, \dots P^M)$. Введем обозначения.

Посредством P^{nm} обозначим величину потенциала P^m в том случае, когда регион n входит в коалицию m. В противном случае величину P^{nm} положим равной 0. Таким образом,

$P^{nm} = P^m$, если регион n входит в коалицию m,

$P^{nm} = 0$, если регион n не входит в коалицию m.

Эти обозначения позволяют для региона n использовать весь список потенциалов $(P^{n1}, P^{n2}, \dots P^{nM})$. В этом списке потенциалы тех коалиций, в которые не входит регион n, для этого региона автоматически обращаются в 0.

Преобразование потенциалов

За один промежуток времени заданные объемы потенциалов $(P^{n1}, P^{n2}, \dots P^{nM})$ позволяют получить в моделируемой системе результат объема U^n. Этот результат может зависеть не только от участвующих объемов потенциалов, но и от времени. Другими словами, в разные промежутки времени одни и те же объемы потенциалов могут дать различные результаты. Это может быть связано с различными обстоятельствами, как глобального характера (влияние научно-технического прогресса), так и относительно локального (влияние сложившейся конъюнктуры).

Таким образом, зависимость результата от объемов потенциала и времени можно выразить в виде:

$$U^n = F^n(P^{n1}, P^{n2}, \dots P^{nM}, t) \; (1 \;\; n \;\; N) \qquad (2)$$

Здесь F^n – преобразующая функция модели для региона n. Она обладает по первым M аргументам обычными свойствами производственной функции. В дальнейшем анализе из достаточно широкого набора свойств производственной функции нам потребуются лишь некоторые, самые простые и естественные. А именно, преобразующая функция F должна быть непрерывной на неотрицательных значениях аргументов, и давать при этом неотрицательные значения.

Минимальное число требований к свойствам преобразующей функции означает, что класс преобразующих функций, которые могут участвовать в модели, чрезвычайно широк, и результаты модельного исследования имеют в этом смысле весьма широкие возможности применения, как в теоретической, так и в практической области.

Устаревание потенциалов

Каждый вид социально-экономического потенциала характеризуется своей нормой устаревания (износа). Для потенциала m-го вида такую норму обозначим посредством h^m.

Норма устаревания по своему смыслу принимает значения от 0 до 1,

$$0 \;\; h^m \;\; 1, \qquad (1 \;\; m \;\; M). \qquad (3)$$

Значение, равное 0, означало бы, что данный вид потенциала признавался бы не устаревающим. Значение, равное 1, означает, что данный вид потенциала полностью устаревает (изнашивается) за один период времени. Другими словами, в нормальной ситуации такой потенциал предназначается к полному использованию в течение одного промежутка времени и последующей замене.

Наряду с нормой устаревания потенциала h^m полезной характеристикой является индекс его устаревания H^m. Индекс связан с нормой соотношением

$$H^m = 1 - h^m \quad (1 \;\; m \;\; M). \qquad (4)$$

Индекс H^m показывает, во сколько раз изменяется объем потенциала m-го вида в связи с его устареванием за один период времени. Норма и индекс устаревания h^m и H^m могут быть неизменными во времени или же меняться от периода к периоду. В последнем случае их следует снабдить указанием номера периода времени t, и вместо h^m и H^m писать h^m_t H^m_t соответственно.

Развитие потенциалов

Результат деятельности U^n региона n, полученный в периоде времени t в соответствии с формулой (2), разделяется на ряд частей. Число таких частей равно $M + 1$. Они образуют $M + 1$ фонд, обозначаемые $A^{n1}, A^{n2}, \dots A^{n,M}, C$.

Первые M фондов являются фондами восстановления и развития потенциалов. Они определяют вклад региона n в восстановление и развитие всех M потенциалов. Естественно, если регион n не входит в коалицию m, то, соответственно, вклад A^{nm} региона n в поддержание потенциала коалиции m равен 0.

В следующем периоде времени каждый из этих фондов присоединяется к существующему объему своего потенциала, уменьшенному предварительно в соответствии с его устареванием. Тем самым эти фонды вовлекаются в модели в дальнейшую работу системы.

Последний, $(M+1)$-й фонд C, является основой фонда потребления данного региона. Он в следующем периоде выводится за рамки моделируемой деятельности системы, и в ее дальнейшей работе не участвует. Однако фонд потребления при этом является важнейшим критерием, по которому может оцениваться деятельность системы.

Таким образом, получаем в периоде времени t

$$U = A^1 + A^2 + \ldots A^M + C. \qquad (5)$$

А в следующем периоде времени t+1 для каждого m

$$P^m_{t+1} = P^m_t H^m_t + \quad A^{nm}_t \quad (1 \quad m \quad M). \qquad (6)$$

В формуле (6) суммирование идет по всем регионам n от 1 до N.

Управление потенциалами

Управленческие решения ограничены в совокупности имеющимися возможностями. Возможности определяются состоянием различных сторон потенциала системы.

Решения в данном периоде времени отображаются в модели разделением результатов деятельности на части, на M+1 часть. Первые M идут на восстановление и развитие внутреннего потенциала региона и потенциалов различных региональных коалиций. Последняя, M+1-я часть, определяет фонд потребления.

В следующем периоде времени новые объемы внутреннего потенциала и потенциалов различных региональных коалиций определяют новый объем результата социально-экономической деятельности. Этот результат в новом цикле снова разделяется на части в соответствии с новыми решениями. Такой процесс повторяется снова и снова.

Возможны различные управленческие политики, различные последовательности решений, различные разделения полученных результатов на части. Выбор той или иной политики определяет дальнейшую динамику системы.

Предлагаемая модель формирует простейшую основу и арсенал инструментов для исследования разнообразных вариантов решений и прослеживания их последствий.

Исследование предполагается проводить в двух видах: в аналитической форме, с выводом математических зависимостей, формул и алгоритмов, и в компьютерной форме, с формированием программных средств, предназначенных для разнообразного численного моделирования.

Модель динамики

Проведенный выше анализ позволяет сформировать целостную модель динамики региональных коалиций.

Модель состоит из ряда математически сформулированных условий.

$$U^n_t = F^n(P^{n1}_t, P^{n2}_t, \ldots P^{nM}_t, t), (1 \quad n \quad N); \qquad (7)$$

$$U^n_t = A^{n1}_t + A^{n2}_t + \ldots A^{nM}_t + C^n_t, (1 \quad n \quad N); \qquad (8)$$

$$P^m_{t+1} = P^m_t H^m_t + \quad A^{nm}_t, (1 \quad m \quad M); \qquad (9)$$

$$R^n_{t+1} = C^n_t, (1 \quad n \quad N); \qquad (10)$$

$$P^1_0, P^2_0, \ldots P^M_0 \text{ – даны.} \qquad (11)$$

Принадлежность региона n коалиции m распознаваема

$$(1 \quad n \quad N; 1 \quad m \quad M). \qquad (12)$$

Равенства (7), (8), (10) присутствуют в модели в N экземплярах, каждый из которых относится к своему значению n.

Равенство (9) присутствует в модели в M экземплярах, каждый из которых относится к своему значению m.

Переменные модели имеют следующий смысл.

N – число регионов, участвующих в модели,

n – номер региона, так что 1 n N.

M – число коалиций, $M = 2^N - 1$,

m – номер региональной коалиции, так что 1 m M.

t – номер периода времени. Предполагается, что время в модели дискретно, исчисляется периодами одинаковой длины, занумерованными натуральными числами. Начальный период имеет номер 0. Переменные, имеющие номера t или t +1, относятся к соответствующим периодам времени.

U^n_t – результат социально-экономической деятельности региона с номером n (1 n N) в периоде времени t.

F^n – преобразующая функция, определяющая согласно (7) результат U^n_t деятельности региона n в периоде t на основе факторов-потенциалов P^{n1}_t, P^{n2}_t, . . . P^{nM}_t. По построению в правой части формулы (7) ненулевые значения имеют потенциалы только тех коалиций, в которые входит регион с номером n. Потенциалы тех коалиций, в которые регион номер n не входит, равны 0. Другими словами,

$P^{nm} = P^m$, если регион n входит в коалицию m,

$P^{nm} = 0$, если регион n не входит в коалицию m.

Предполагается, что функция F определена для неотрицательных значений аргументов и переводит их в неотрицательные значения.

Согласно уравнению (8) результат социально-экономической деятельности системы U_t разделяется на M+1 часть: A^{n1}_t, A^{n2}_t, . . . A^{nM}_t, C^n_t.

Первые M частей соответствуют тем частям результата U^n_t деятельности региона номер n, которые вкладываются в развитие различных потенциалов региональных коалиций, включая внутренний потенциал данного региона. Если регион не входит в ту или иную коалицию, то соответствующий вклад равен нулю:

$A^{nm} = 0$, если регион n не принадлежит коалиции m.

Для каждой коалиции в следующем периоде времени t + 1 эти объемы суммируются по всем регионам, входящим в данную коалицию, и согласно равенству (9), добавляются к уже накопленному объему потенциала данной коалиции, уменьшенному (для каждой коалиции в своей пропорции) за счет их устаревания.

Величина H^m_t, участвующая в соотношении (9), определяет норму устаревания (износа) потенциала m-го вида в периоде времени t. Ее численное значение лежит в пределах от 0 до 1.

Величина $P^m_t H^m_t$ соответствует объему потенциала, переходящего из периода t в период t + 1. Вместе с новым вкладом A^{nm}_t она определяет объем потенциала системы, используемый в периоде t + 1.

Величина C^n_t соответствует той части результата, которая не участвует в дальнейшей деятельности системы. Она образует фонд потребления следующего периода для региона номер n.

Выбор того или иного варианта разделения результата деятельности U^n_t на части A^{n1}_t, A^{n2}_t, . . . A^{nM}_t, C^n_t и представляет собой управляющее воздействие в модели системы. Выбор в модели, в принципе, ограничен лишь условием неотрицательности слагаемых.

Условие (11) задает исходное состояние моделируемой системы. Исходное состояние в соответствии с (11) достаточно задать указанием значений только первых M величин P^1_0, P^2_0, . . . P^M_0. ■