

Н.Л. ФУРМАН,

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

### АППАРАТ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

Региональная экономическая политика Республики Беларусь является составной частью государственной макроэкономической политики. В период до 2010 г. она будет направлена на формирование территориальных пропорций и создание экономических и социальных структур хозяйства регионов, наиболее полно отвечающих местным условиям и потребностям проживающего здесь населения и интересам страны в целом.

Главной целью региональной политики на период до 2010 г. должно стать создание предпосылок для выравнивания уровней экономического развития территорий путем преимущественного размещения объектов хозяйственной деятельности в регионах с более низким уровнем развития, что в конечном итоге должно устранить саму основу экономического неравенства [1].

В сложившихся условиях местные органы власти наделяются все большими полномочиями по решению экономических и особенно социальных вопросов территории. Органы местного самоуправления сталкиваются с большими трудностями при определении альтернатив и стратегий развития, при оценке социально-экономического развития региона, а также факторов, оказывающих влияние на него. Основной сложностью при выработке управленческого решения является неполнота и невысокое качество исходной информации, что вынуждает лицо, принимающее решение, отойти от точных числовых оценок и заменить их качественными характеристиками. Необходимо использовать аппарат теории нечетких множеств, позволяющий обрабатывать не только количественную, но и качественную информацию.

Целью данной работы является разработка методики многоуровневой оценки социально-экономического развития региона, сочетающей формализованные и

неформализованные подходы.

Региональный экономический анализ предназначен решать ряд задач, главными среди которых являются:

– выявление «слабых» звеньев регионального развития с целью быстрого вмешательства в кризисную ситуацию;

– оценка в количественном и качественном выражении природного и социально-экономического потенциала с тем, чтобы использовать их возможности в развитии экономики как самих регионов, так и страны в целом, и на основании этого судить о достигнутом уровне социально-экономического развития;

– определение перечня регионов, которые находятся на стадии застоя и стагнации с целью их экономического оздоровления.

Задача регионального экономического анализа состоит еще и в том, чтобы иметь содержательный «паспорт» региона для выработки тактики и стратегии его развития. Такой документ всегда необходимо иметь как органам государственного управления, так и всем тем, кто имеет отношение к разработке стратегии размещения инвестиций и формированию региональных рынков.

В современных условиях оценка социально-экономического развития региона является важной и с точки зрения стратегического управления территорией. Стратегия региона должна быть направлена на развитие и формироваться с целью повышения конкурентоспособности региона. Направлениями конкуренции территорий могут быть жизнеобеспечение (создание современной инфраструктуры жизнеобеспечения населения), создание лучших условий для бизнеса, привлечение внутренних и иностранных инвестиций, повышение уровня коммунального обслуживания

© Н.Л. Фурман, 2008

и услуг общественного сектора и т.д.

Разработка стратегии социально-экономического развития региона немислима без комплексного анализа сильных и слабых сторон территории, возможностей и угроз в области демографии, экологии, образования, здравоохранения, торговли и т.д. Начальным этапом принятия решений, связанных с управлением бюджетом и финансами, экономикой и предпринимательством, имуществом и землепользованием, внешнеэкономической деятельностью и охраной окружающей среды, является анализ текущего состояния территории.

В данном исследовании под регионом понимается выделенная по каким-либо критериям часть страны, представляющая собой совокупность расположенных на данной территории населения и окружающей среды (природных и созданных трудом человека объектов), обладающая относительно устойчивыми естественными, историческими, социальными, экономическими и иными особенностями [2].

Исходя из позиций управления, места в территориальном разделении труда, регион можно отождествлять с административной областью, имея в виду именно планирующий регион, т.е. субъект управления, наделенный правом принимать определенные решения.

Данный подход вполне согласуется с государственной региональной политикой Республики Беларусь, основными объектами которой на уровне страны выделены шесть областей и г. Минск [3].

Область является оптимальной единицей социально-экономического пространства нашей страны, в границах которого на современном этапе развития административно-территориального деления органы власти могут наилучшим образом осуществлять эффективное управление развитием своей территории, оказывая постоянное регулирующее воздействие на ход решения экономических, социальных и иных задач с учетом региональной специфики. Именно на этом уровне, как показывает практика, происходит значительная часть процессов общественного воспроизводства, кооперации и специализации тру-

да, интеграции в мировое экономическое пространство, что предопределяется единством и определенной зависимостью в пределах региона всех фаз воспроизводственного процесса [4].

Необходимо отметить, что регион – это целостная система со своими структурой, функциями, связями с внешней средой, условиями жизни населения.

Его характеризуют высокая размерность, большое количество взаимосвязанных подсистем различных типов с локальными целями; многоконтурность управления; иерархичность структуры; значительное запаздывание координирующих воздействий при высокой динамичности элементов; неполная определенность состояния элементов.

Любой регион можно представить как сложную социально-экономическую систему, включающую взаимосвязанные элементы (подсистемы), сформировавшиеся под воздействием экономических, политических, социально-демографических и природных факторов и в единстве обеспечивающих его целостное функционирование и развитие.

В составе региональной социально-экономической системы можно выделить население, природные ресурсы, производство, инфраструктуру и систему управления. Между элементами системы существуют внутрорегиональные и межрегиональные связи, и, кроме того, экономические связи с внешней средой [4].

Важно подчеркнуть, что выделенные в региональной социально-экономической системе основные элементы (производство, природные ресурсы, население, инфраструктура, внешнеэкономические связи и управление) в свою очередь являются достаточно сложными подсистемами, характеризующимися множеством элементов, сложными взаимосвязями и взаимозависимостями, требующими пристального внимания со стороны местных органов власти.

Социально-экономическое развитие региона как сложной многоуровневой системы – это, во-первых, объективный процесс, происходящий под воздействием исторических, географических, ресурсных,

демографических и других факторов. Вторых, это субъективный процесс, происходящий под воздействием управленческих мер со стороны региональной администрации и правительства страны.

Оценка социально-экономического развития региона может организовываться по нескольким направлениям, первым из которых является расчет показателей, сравнение их со значениями показателей в других регионах, с показателями средними по республике, а также выявление причин отставания по тем или иным составляющим.

Анализ отобранных показателей желательно проводить за ряд лет, что позволит оценить динамику развития, даст возможность определить устойчивость региона и изучить его восприимчивость к изменениям внутренней и внешней среды.

Другим направлением анализа является разработка единого, интегрального показателя, синтезирующего основные элементы региональной социально-экономической системы.

В научном экономическом анализе трудно разработать один «основной» показатель, с помощью которого можно выразить всю многостороннюю сущность сложного явления, каковым является социально-экономическое развитие, поэтому необходимо использовать систему показателей, которые преобразуются в интегральный по определенной схеме.

При этом следует помнить, что система показателей не может быть жестко заданной, она должна постоянно корректироваться как по форме, так и по существу. В разные периоды времени, в различной социально-экономической и политической обстановке изменяются цели и приоритеты проводимого анализа. При этом должен соответственно корректироваться, дополняться, углубляться или сокращаться состав важнейших показателей.

Практика показывает, что факторный, регрессионный, корреляционный и другие виды анализа оказываются некорректны при описании, оценке состояний сложных систем, поскольку с увеличением числа анализируемых показателей объем

расчетов растет нелинейно, их надежность падает, а отклонения становятся существенными. Наиболее эффективными остаются модели, учитывающие 3 – 5 показателей, причем набор показателей может определить лишь эксперт.

Отметим, что малое количество показателей не дает всестороннего представления об изучаемом объекте, а большое число показателей перегружает материалы аналитического исследования и уводит в сторону от цели анализа. Определенные корректировки в составе показателей также связаны с их доступностью и информативностью.

Существует несколько способов определения обобщенного показателя, позволяющего синтезировать динамику частных показателей, входящих в систему:

- выбор наиболее информативного по нагрузке (валовая продукция промышленности, сельского хозяйства или строительства, уровень безработицы, средний душевой доход);
- расчет нового показателя (например, валовой региональный продукт, который в настоящее время в Республике Беларусь не рассчитывается);
- синтез специального показателя на основе концентрации информации путем суммирования или перемножения частных показателей с учетом весовых коэффициентов, определяемых экспертным путем.

Наиболее информативным является последний способ, который позволяет получить рейтинг анализируемого региона в общей совокупности. Он позволяет достаточно гибко реагировать на изменения, происходящие в экономике и политике региона и страны в целом.

Предлагаемая методика использует процедуру экспертного моделирования проблемной ситуации, основанную на данных официальной статистики и применении формальных методов упорядочения экспертных оценок для построения математической модели многокритериального выбора путем аддитивной свертки.

Процедура оценки социально-экономического развития региона является мно-

гоуровневой и состоит из нескольких этапов.

На первом этапе предполагается построение блочной модели социально-экономической системы, которая позволяет наглядно оформить отдельные структурные элементы и увидеть соподчиненность отдельных элементов.

Каждый элемент модели может быть охарактеризован своим набором показателей, при этом следует помнить, что сравнение коэффициентов предпочтительнее, чем сравнение абсолютных показателей, хотя отдельные элементы системы можно охарактеризовать лишь с помощью абсолютных величин.

В натуральных, условно-натуральных и стоимостных единицах измерения можно оценить количественные показатели, в то время как качественные показатели поддаются лишь приблизительной оценке (например, с помощью экспертов). При этом эксперты в состоянии указать лишь интервалы, в пределах которых могут оказаться значения показателей и наиболее ожидаемые значения внутри этих интервалов.

На втором этапе осуществляется переход от отобранных показателей к безразмерным величинам. Показатели приводятся к унифицированной шкале с областью допустимых значений  $[0, 1]$  по формулам:

$$\tilde{y} = \frac{\acute{o}_j^i - y_j^{\max}}{y_j^{\max} - y_j^{\min}} \quad (1)$$

или

$$\tilde{y} = \frac{\acute{o}_j^{\max} - y_j^i}{y_j^{\max} - y_j^{\min}} \quad (2),$$

где  $\acute{o}_j^{\max}$ ,  $\acute{o}_j^{\min}$ ,  $\acute{o}_j^i$  – максимальное, минимальное и текущее значение  $i$ -го показателя для  $j$ -го района.

Наличие двух формул обусловлено тем, что изменение показателя может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на уровень социально-экономического развития (денежные доходы населения, число безработных).

Кроме количественных показателей,

социально-экономическое развитие характеризуется рядом качественных показателей (здоровье население, культурное наследие региона, состояние окружающей среды), которые трудно формализовать.

Для математической формализации неопределенных параметров сложных систем и частных критериев, когда необходимо представление различных неопределенных характеристик в единой универсальной форме, можно использовать нечеткие числа.

Наибольшая неопределенность и, соответственно, наименьший объем полезной информации имеют место при описании неизвестных параметров системы четкими интервалами. Этот способ формализации соответствует ситуациям, когда достаточно точно известны лишь границы допустимых значений анализируемого параметра и отсутствует какая-либо количественная или качественная интерпретация о возможностях (вероятностях) реализации различных его значений внутри заданного интервала.

При наличии дополнительной качественной информации о значениях параметра внутри интервала, когда, например, на вербальном уровне известно, что значение  $c$  в некотором смысле более предпочтительно, чем  $d$ , без количественной оценки этого отношения, математическая формализация может быть адекватно реализована с помощью нечетких чисел трапециевидного вида.

На практике при построении нечеткого числа эксперты задают нижнюю  $a_1$  (пессимистическая оценка) и верхнюю  $a_4$  (оптимистическая оценка) границы интервалов и интервал  $[a_2, a_3]$  наиболее ожидаемых (возможных) значений анализируемых параметров (рис. 1).

Функция принадлежности  $\mu(x)$  показывает степень принадлежности значений параметра интервалу и принимает значения, меньше нуля, когда  $x \notin [a_1, a_4]$ , и достигает своего максимума, равного единице, при  $x \in [a_2, a_3]$ .

Построение функции принадлежности можно осуществлять, руководствуясь следующими соображениями.

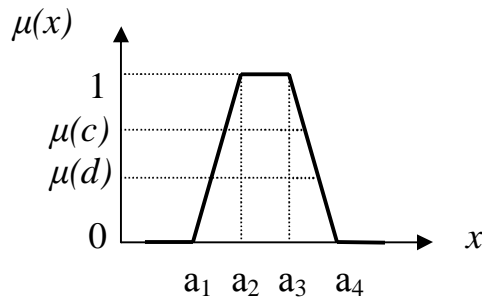


Рис. 1. Функція належності трапецієвидного числа

Для количественных показателей на основе статистических данных определим предельные наихудшие и наилучшие значения среди всех показателей (заданных за определенный промежуток времени либо по совокупности районов). Эти значения с учетом (1) и (2) будем рассматривать как опорные точки для построения функции принадлежности, т.е.:

$$m(x) = \begin{cases} 0, x < \dot{a}_1, \\ \frac{x - \dot{a}_1}{\dot{a}_2 - \dot{a}_1}, x \in [\dot{a}_1; \dot{a}_2], \\ 1, x > \dot{a}_2. \end{cases} \quad (3)$$

или

$$m(x) = \begin{cases} 0, x < \dot{a}_1, \\ \frac{\dot{a}_1 - \tilde{\delta}}{\dot{a}_2 - \dot{a}_1}, x \in [\dot{a}_1; \dot{a}_2], \\ 1, x > \dot{a}_2. \end{cases} \quad (4)$$

где  $\mu(x)$  – функция принадлежности,  $a_1$  и  $a_2$  – минимальное и максимальное значения показателя.

Для качественных показателей могут использоваться прямые и косвенные методы построения функции принадлежности. При прямых методах эксперт либо группа экспертов устанавливают соответствие между элементами множества  $X$  и функцией принадлежности  $m(x)$  в виде таблицы, примера, графика или формулы, задающей аналитическую форму функции принадлежности [5].

Отличие косвенных методов от прямых состоит в более «осторожном использовании» человека в качестве измерительного прибора. Эти методы применяются для снижения субъективного влияния на результаты построения функции принадлежности за счет разбиения общей задачи

определения степени принадлежности  $m(x)$  для каждого элемента  $x \in X$  на ряд более простых подзадач. Наиболее показательным для этой группы методов является метод попарных сравнений, предложенных Т. Саати [6].

На третьем этапе проводится опрос экспертов, задача которых заключается в определении, на сколько, по их мнению, величина  $m(x_i)$  превышает величину  $m(x_j)$ , т.е. на сколько элемент  $x_i$  более значим для понятия, чем элемент  $x_j$ . Понятия, которыми оперируют эксперты, и интерпретация этих понятий приведены в таблице 1.

После построения матриц  $\dot{I} = \|\dot{m}_{ij}\|$  парных сравнений для каждого из выделенных блоков региональной социально-экономической системы определяется функция принадлежности  $m(x)$  по формуле:  $m(x_i) = r_i, i=1, 2, \dots, n$ . Вектор  $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$  можно восстановить из соотношения:

$$M \cdot r = \lambda_{\max} \cdot r,$$

где  $\lambda_{\max}$  – наибольшее собственное значение матрицы  $M$ .

Известно, что это уравнение имеет единственное значение, и значения координат собственного вектора, соответствующего максимальному собственному значению, деленные на их сумму, будут искомыми функциями принадлежности.

Поскольку экспертов может быть несколько, то их обобщенная оценка найдется как среднее геометрическое из индивидуальных суждений, при этом мнения экспертов должны быть согласованными, т.е. величина отношения согласованности



должна быть не более 20 %, чтобы быть приемлемой, в противном случае экспер-

там нужно дополнительно исследовать задачу и проверить свои суждения [6].

Таблица 1

**Шкала относительной важности**

Интенсивность относительной важности	Определение	Объяснения
1	Равная важность	Равный вклад двух видов в цель
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному виду деятельности над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному виду деятельности над другим
7	Значительное превосходство	Одному виду деятельности дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссном случае

После построения функций принадлежности качественных и количественных показателей эксперты должны задать веса расчетных показателей и отдельных элементов региональной социально-экономической системы, с учетом которых на четвертом этапе производится вычисление интегральной оценки уровня социально-экономического развития региона по формуле аддитивной свертки:

$$D = \sum_{i=1}^n a_i m_i(x_i) \tag{5}$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – коэффициенты относительной важности показателей (ранги);  $\mu_1(x_1), \mu_2(x_2), \dots, \mu_n(x_n)$  – функции принадлежности частных критериев.

В [7] описаны другие способы свертки, но (5) позволяет максимально сохранить используемую информацию.

Значения интегрального показателя колеблются от 0 до 1, чем ближе значение к единице, тем более благоприятной является обстановка в районе по совокупности всех рассматриваемых параметров. На основе полученной оценки, можно:

- определить лучший район и его параметры использовать в качестве эталонного значения;

- отбирать наиболее проблемные регионы, выделять подсистемы региональной социально-экономической системы, испытывающие наибольшие трудности;

- ранжировать регионы или разбивать их на классы однородных по уровню регионов (например, депрессивные, со средним уровнем развития, стабильные и др.)

Применение методики, использующей не только статистические показатели, но и некоторые качественные параметры, позволит повысить качество управленческих решений, сделать их более обоснованными.

**Литература**

1. Основные направления социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2010 года // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 7 апреля 2000 г. № 5/2914.
2. Фатеев В.С. Вопросы совершенствования государственной региональной политики Беларуси: Докл. Межд. Научн.-практ. конференции «Региональная экономическая политика» 27-28 мая 1999 г. Гродно, Беларусь / Сер. «Экономика»,

приложение к журналу «Право и экономика». Минск, 1999. – 56 с.

3. Закон «Об административно-территориальном делении и порядке решения вопросов административно-территориального устройства Республики Беларусь // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 20 марта 2001 г. № 2/686

4. Соколов Э.Г. Регион в системе внешнеэкономических связей страны // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. – 2002. – № 4. – С. 39 – 48.

5. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие

системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 272 с.

6. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

7. Дымова Л.Г., Севастьянов П.В., Шейграцева Л.И. Многокритериальная оценка уровня социально-экономического развития регионов // Белорусский экономический журнал. – 1999. – № 2. – С.112-118.

Статья поступила в редакцию 29.12.2007

**І.В. ЖУРАВЛЬОВА, к.е.н., доцент,**  
*Харківський національний економічний університет*

### **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ДО ЗАДАЧ УПРАВЛІННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМ СПОЖИВЧИМ КАПІТАЛОМ**

Важливо враховувати, що на сучасному етапі розвитку капітал здатний утілюватися і в індивідуумові і у відносинах між економічними агентами, приймаючи при цьому неупредметнені форми, що трансформують його безпосередній економічний сенс. До такої форми і належить інтелектуальний капітал. Саме ця форма капіталу в сучасних умовах розвитку економіки, що характеризується загостренням та ускладненням конкуренції на всіх рівнях господарської діяльності, глобалізацією світогосподарських відношень, різким прискоренням науково-технологічного розвитку, стала головним інструментом підвищення конкурентоспроможності підприємств. В останні десятиліття відбулася істотна зміна умов бізнесу: спостерігається розмивання меж ринків і їх фрагментація, швидка зміна споживчої поведінки, зростання критичності споживачів, які переважані інформацією, зростаючою невідзначеністю, пов'язаною з вибором товарів. На підприємствах при відносному зниженні виробничих витрат ростуть комунікаційні витрати, придбання нових клієнтів стає все дорожчим. Тільки високий рівень сформованості інтелектуального капіталу

та особливо його складової – споживчого капіталу – забезпечує конкурентну перевагу та успішну діяльність підприємства на сучасному ринку.

Як самостійний розділ економічного аналізу теорія інтелектуального капіталу почала формуватись в 90-х рр. ХХ ст. завдяки дослідженням Л.Едвінсона, К.Свейбі, Т.Стюарта, П.Страссмана та ін. [1-4]. Одним з важливих елементів інтелектуального капіталу є споживчий капітал. Дослідженню проблем науково-теоретичних та практичних питань з управління інтелектуальним споживчим капіталом присвячені публікації Е.Брукінг, У.Букович, Р.Уільямс, І.А.Івасюка, А.Н.Козирева, О.В.Кендюхова та ін. [5-7], в яких започатковане їх розв'язання. Але недостатньо дослідженими зостаються питання вимірювання та оцінки споживчого капіталу як важливої складової серед функцій управління ним та системи підтримки прийняття рішень. Вимірювання споживчого капіталу в рамках системи управління ефективністю пов'язано з завданнями: моніторингу споживчого капіталу з метою підтримки ефек-

© І.В. Журавльова, 2008