

## ПРИМЕНЕНИЕ КОИНТЕГРАЦИОННОГО МЕТОДА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ

УДК 681.5

### **РАЙКО Галина Александровна**

к.т.н., доцент кафедры экономической кибернетики Херсонского национального технического университета.

**Научные интересы:** моделирование управления развитием сложных динамических систем.

**e-mail:** [rayko.galina@gmail.com](mailto:rayko.galina@gmail.com)

### **ИГНАТЕНКО Галина Анатольевна**

старший преподаватель кафедры экономической кибернетики Херсонского национального технического университета.

**Научные интересы:** стратегическое управление региональными проектами и программами.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Основопологающими положениями в концепции социально-экономического развития региона являются следующие базовые утверждения: повышение качества жизни населения - главный целевой ориентир комплексного развития; эффективное использование потенциала региона и субрегиональных территорий – основа в разработке стратегических целей развития и механизма их реализации; достоверность- прогнозно-аналитических работ при региональной стратегии, основывается на полной и достоверной информации о закономерностях развития структурных компонентов, региона в целом; объективный анализ внутренних и внешних факторов развития региона в целом, определяет в совокупности в целом социально-экономическую ситуацию региона.

Формирование концепции развития региона предусматривает укрупненную логическую поэтапную последовательность действий, в основе которой лежит проведение аналитического исследования для выявления взаимосвязей и закономерностей развития подсистем региона, а также внутренних и внешних факторов. К внутренним факторам относятся: региональные ресурсы, их эффективное использование, социальная, демографическая, политическая ситуация в регионе, система регионального управления и т.д. Задача анали-

за внешних факторов сводится к выявлению и учету интересов различных субъектов управления и хозяйствования, оказывающих влияние на стратегическое развитие региона. Результатом аналитического исследования является структуризация приоритетов социально-экономического развития территории. На заключительной стадии целесообразным является формирование стратегических целей развития, а именно, улучшение качества жизни, повышение благосостояния населения региона, увеличение регионального валового продукта и т.п. Вышеперечисленные стратегические цели в иерархической структуре являются составляющими компонентами главной цели развития региона - улучшение качества жизни населения.

Теоретической базой для исследования стали работы отечественных и зарубежных ученых: В.М.Глушкова, Е.П.Балашова, А.Д.Цвиркуна, В.Н.Буркова, В.И.Скурихина, М.З.Згуровского, Э.Г.Петрова, М.Д.Годлевского, В.Е.Ходакова, В.А.Забродского, И.И.Коваленка, В.Е.Снитюка, Н.Д.Панкратовой, А.И.Пушкаря, М. Месаровича, Р.Акоффа, Т.Саати и др.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

На сегодняшний день в системе управления регионом все более актуализируется проектный подход. Для принятия эффективных управленческих решений

при реализации проектов регионального развития, лицо, принимающее решение, должно владеть огромным количеством информации из различных сфер функционирования и одновременно учитывать: многообразие целей и задач развития региона, иерархию и структуру исполнителей, их возможности и способности, учитывать требования и условия, предъявляемые окружающей средой.

Поэтому внедрения инвестиционных проектов развития региона является одной из первоочередных задач, на основе анализа производственно-экономического потенциала и определение перспектив развития.

При создании высококачественных систем управления для повышения качества жизни населения и конкурентоспособности региона в целом, наиболее важным аспектом является формализация соответствующих математических моделей, которые бы объективно описывали динамику инвестиционных процессов для формирования высококачественных систем управления регионом.

В данной статье приведено применение концепции коинтеграционного анализа в системе поддержки принятия решений при инвестировании в проекты развития региона. Использование данного метода целесообразно для лиц принимающих решения в системе управления инвестиционными потоками региона.

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Для проведения аналитического исследования экономики региона целесообразным является использование ряда методов: метод группировок, экстраполяцию, метод экспертных оценок, корреляционно-регрессионный анализ, экономико-математическое моделирование и т.д. Базовым направлением анализа является анализ динамических рядов, используя индексный подход, а также применение показателей структуры (отношение части к целому значению) в целом для региона, отдельных секторов, внутренней и внешней торговли и т. д.

При анализе временного ряда наиболее частым явлением может быть выявление трендов различного типа. При построении эконометрических моделей, первичная обработка данных предполагает численное дифференцирование исходных временных рядов с

целью устранения тренда. Такая процедура является сложной в случае анализа многомерных временных рядов, содержащих нестационарные переменные. Если переменные регрессионной модели, нестационарны, то полученные оценки будут необъективными, не обладающими свойством состоятельности, т.е. не будут сходиться по вероятности к истинным значениям параметров по мере увеличения выборки. Однако главной задачей является получение модели, учитывающей краткосрочные и долгосрочные особенности процессов, при этом поддерживающей стационарность всех переменных.

Для выполнения этих условий необходимо сформировать линейные комбинации нескольких нестационарных переменных, называемых коинтегрированными. Для многих экономических процессов, характеризующихся динамичностью, нестационарностью, наличием интегрирующих компонент характерно наличие коинтеграционных соотношений [1,2].

Рассмотрим уравнение, демонстрирующее концепцию коинтеграционного подхода, в котором описывается зависимость объема потребляемых денежных средств в регионе от независимых факторов:

$$s(k) = \beta_0 + \beta_1 p(k) + \beta_2 b(k) + \beta_3 r(k) + e(k),$$

где  $s(k)$  – объем потребляемых денежных средств;  $p(k)$  – уровень цен;  $b(k)$  – поступления денежных средств в бюджет (реальный доход);  $r(k)$  – процентная ставка банка;  $e(k)$  – возмущение в виде стационарного случайного процесса;  $\beta_i$  – коэффициенты уравнения, подлежащие оценке.

При определении коинтеграции целесообразно учитывать следующие четыре положения.

1. Коинтеграция относится к линейной комбинации нестационарных переменных. Теоретически допускается существование долговременной нелинейной зависимости между элементами множества интегрированных переменных. Теория коинтеграционного анализа не позволяет устанавливать нелинейные связи. Коинтеграционный вектор не является единственным.

Если  $(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$  является коинтеграционным вектором, то для любого ненулевого значения  $\lambda$  вектор  $(\lambda\beta_1, \lambda\beta_2, \dots, \lambda\beta_n)$  также является коинтеграционным вектором. С целью нормирования коинтеграционного вектора коэффициент при одной из переменных при-

равняется единице [3]. Например, для нормирования вектора по отношению к  $x_1$  выбирают  $\lambda=1/\beta_1$ .

2. Все переменные должны быть интегрированными одного порядка, однако это не означает, что все одинаково интегрированные переменные являются коинтегрированными. Множество переменных, не являются коинтегрированным, которые имеют порядок интегрирования  $I(f)$ . Отсутствие долгосрочного равновесия между переменными подразумевает отсутствие коинтегрирования, т.е. характер изменения переменных может значительно различаться во времени. Если имеют различный порядок интегрирования, то они не могут быть коинтегрированы.

Пусть, переменная  $x_1(k)$  имеет порядок интегрированности  $I(f_1)$ , а  $x_2(k)$  -  $I(f_2)$ , где  $f_2 > f_1$ , тогда любая линейная комбинация переменных  $x_2, x_1$  будет иметь порядок интегрированности  $I(d_2)$  [9].

3. Если вектор  $x(k)$  состоит из  $n$  компонент, то может иметь место  $n-1$  линейно независимых коинтеграционных векторов. В случае, если вектор  $x(k)$  состоит из двух компонент, то существует только один коинтеграционный вектор. Число коинтеграционных векторов называют рангом коинтеграции вектора  $x(k)$ .

Приведем пример. Объем выпуска денежной массы сокращается при увеличении объема внутреннего валового продукта (ВВП) и увеличивается при уменьшении производства ВВП. Это правило можно записать в формальном виде как:

$$\begin{aligned} s(k) &= \gamma_0 - \gamma_1 [b(k) + p(k)] + e_1(k) \\ &= \gamma_0 - \gamma_1 b(k) - \gamma_1 p(k) + e_1(k) \end{aligned} \quad (2)$$

где  $\{e_1(k)\}$  – стационарный процесс остатков (ошибки) модели, характеризующей оборотность денежной массы.

Для модели потребления денежной массы (1) существует два коинтеграционных вектора для переменных: предложение денежной массы, уровень цен, реальный доход, процентная ставка, которые можно представить в виде коинтеграционной матрицы, состоящей из двух векторов:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & -\beta_0 & -\beta_1 & -\beta_2 & -\beta_3 \\ 1 & -\gamma_0 & \gamma_1 & \gamma_1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Эти линейные комбинации, описанные произведением  $Gx(k)$ , являются стационарными, а ранг коин-

теграции для  $x(k)$  равен двум.

Коинтегрированные переменные имеют одинаковые стохастические тренды. Вектор  $x(k)$  содержит две переменные:  $x(k) = [y(k) \ z(k)]^T$ . При исключении циклических и сезонных эффектов, каждую из переменных можно разложить на случайный шаг и нерегулярную составляющую (не обязательно шум) (4,5):

$$y(k) = \mu_y(k) + \varepsilon_y(k) \quad (4)$$

$$z(k) = \mu_z(k) + \varepsilon_z(k) \quad (5)$$

где  $\mu_k$  – процесс случайного шага, тренд переменной  $i$  в момент  $k$ ;  $\varepsilon_i\{k\}$  – нерегулярная стационарная компонента переменной.

Если последовательности  $\{y(k), \{z(k)\}$  являются коинтегрированными порядка (1), то должны существовать такие ненулевые значения коэффициентов  $\beta_1, \beta_2$ , для которых линейная комбинация  $\beta_{1x}v(k) + \beta_2z(k)$  является стационарной, то есть:

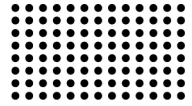
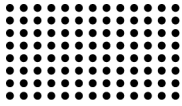
$$\begin{aligned} &\beta_1 b(k) + \beta_2 b(k) = \\ &= \beta_1 [\mu_y(k) + \varepsilon_y(k)] + \beta_2 [\mu_z(k) + \varepsilon_z(k)] = \\ &= [\beta_1 \mu_y(k) + \beta_2 \mu_z(k)] + [\beta_1 \varepsilon_y(k) + \beta_2 \varepsilon_z(k)] \end{aligned} \quad (6)$$

Чтобы комбинация  $\beta_{1x}v(k) + \beta_2z(k)$  была стационарной, компонента  $\beta_1\mu_y(k) + \beta_2\mu_z(k)$  должна равняться нулю. Если в уравнении (7) остается один из двух трендов, то линейная комбинация  $\beta_{1x}y(k) + \beta_{2z}(k)$  также будет иметь тренд. Поскольку вторая составляющая в правой части последнего уравнения является стационарной, то необходимым и достаточным условием коинтегрированности (1) последовательностей  $\{y(k), \{z(k)\}$  есть

$$\beta_{1x}y(k) + \beta_{2z}(k) = 0 \quad (7)$$

Очевидно, что переменные  $\mu_x(k) + \mu_y(k)$  будут непрерывно изменяться во времени. Поскольку предполагается, что оба коэффициента  $\beta_1, \beta_2$  должны отличаться от нуля, то (8) будет выполняться только в том случае, если  $\mu_x(k) = -\mu_z(k) \frac{\beta_2}{\beta_1}$ .

Единственной возможностью обеспечения существования этого равенства при ненулевых значениях коэффициентов  $\beta_1, \beta_2$  есть равенство стохастических трендов скаляру. Таким образом, если два стохастических процесса  $\{y(k), \{z(k)\}$ , интегрированы порядка  $I(1)$ , то они должны иметь одинаковые стохастические



тренды для того, чтобы быть коинтегрированными порядка (1) [4,5].

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

Информированность и рациональность выбора в процессе принятия решений не устраняют наличия циклов в данном процессе. Коинтеграционное соотно-

шение представляет собой средство для определения краткосрочных и долгосрочных связей между исследуемыми переменными при параллельном развитии реального уровня инвестиций, степени предложения и распределения ресурсов, а также возникновения барьеров для расширения инвестиций.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Лэддом Л.С. Оптимизация больших систем. – М.: Наука, 1975. – 543 с.
2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 340 с.
3. Медницкий В.Т., Медницкий Ю.А. О декомпозиции одной задачи оптимального управления //Изв. РАН, ТисУ. – 1995 – №3. – С.10-15.
4. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 398 с.
5. Забродский В.А., Кизим Н.А. Развитие крупномасштабных экономико-производственных систем. – Харьков: Бизнес Информ, 2000 – 72 с.
6. Зайцев Н.Л. Экономика промышленного предприятия. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 190 с.
7. Аккоф Р. Планирование будущего корпорации. – М.: Прогресс, 1985. – 328 с.
8. Муравьев А.И. Теория экономического анализа: проблемы и решения. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 178 с.