

## Исследование модели регионального мегакластера

© 2009 Л.В. Иваненко

профессор

© 2009 Г.А. Сахабиева

доцент

Самарский муниципальный институт управления

Рассматривается организационная структура кластера и мегакластера. Для исследования модели применяются: корреляционный, регрессивный и факторный анализы. На основе проведенных исследований разработана идентификационная модель кластера и мегакластера.

*Ключевые слова:* кластер, мегакластер, корреляционный, регрессивный, факторный анализ.

В российской экономике кластеры действуют последние 10-15 лет, в отличие от западных, возраст которых доходит до 100 лет. Поэтому в отечественных кластерах еще не сложился соответствующий механизм сотрудничества и одновременно жесткой конкуренции, до сих пор практически отсутствует хорошо отлаженная система конкурентоспособных поставщиков и клиентов. Органы власти должны понять преимущества кластерного подхода, а лидеры бизнеса - иметь доверие друг к другу и к власти.

Таким образом, выявляется важность вопроса корпоративной культуры, этических норм, диалога, партнерства, совместной выработки и принятия решения.

Кластер - особая форма территориальной организации, которая характеризуется рядом отличительных признаков (географическая близость хозяйствующих единиц; сосредоточение критической массы родственных, поддерживающих друг друга отраслей, вспомогательных организаций, обеспечивающих экономию на масштабах производства, используемых инновациях, ресурсах, информации и др.; объединение для совместной деятельности и проведения согласованной политики; глубокая технологическая кооперация для участия в системах накопления добавленной стоимости в сочетании с избирательной конкуренцией друг с другом, что является движущей силой; особая инновационная среда, позволяющая объединиться в мегакластер.

Мегакластер - это совокупность кластеров, которая охватывает, включает в свой состав универсальную структуру кластеров (промышленно-производственные и социальные кластеры) и объекты инфраструктуры. Региональный кластер - это совокупность кластеров, расположенных на всей территории региона.

Организационная структура регионального мегакластера определяется взаимодействием трех кластерных подсистем (промышленно-производ-

ственного кластера, социального кластера и инфраструктурного кластера).

Кроме того, региональный мегакластер можно рассматривать как взаимосвязанную совокупность реализуемых производственных, управленческих, инфраструктурных бизнес-процессов, т.е. множество логистических цепочек, каждая из которых направлена на получение конечных результатов, имеющих ценность как для экономики региона, так и для экономики страны.

Внедрение процессного подхода в управление регионом позволит полностью изменить распределение внутренней ответственности, так как за эффективность процесса будут отвечать "владельцы" процесса, которые должны быть наделены полномочиями и ответственностью за планирование, управление и совершенствование процесса. "Владелец" процесса должен выполнять основные функции управления, что в свою очередь позволит решить главные задачи: спроектировать оптимальную организационную структуру экономики региона, т.е. создать мегакластер; оптимизировать кадровую и организационную структуру; определить адекватные требования к знаниям, умениям, навыкам и квалификации региональных управленцев; автоматизировать систему формирования и поддержания в актуальном состоянии нормативных документов всех уровней и региональных стандартов; повысить управляемость региона и его адаптированность к рынку; поддержать внедрение в регионе инновационных технологий на основе современных IT-технологий и т.д.

Однако при анализе мегакластера могут быть учтены детерминированные причинно-следственные взаимные связи и не учтены из-за неопределенности и недостаточности, из-за высокой динамичности данных стохастические взаимосвязи (парные, множественные и др.) отдельных групп факторов гиперлогистических цепочек. Неучет их взаимного стохастического влияния в оперативном управлении может существенно исказить

истинную картину. Поэтому аксиоматически априорное введение их взаимного влияния, очевидно, чаще всего будет неадекватным. Для исследования факторов может быть применен и следующий способ. Представляется целесообразным определить (наихудший в некотором смысле) совместный закон распределения учитываемых факторов и затем реагировать с учетом их статистических связей. В качестве допущений при определении вида совместного закона распределения используются следующие положения.

1. Совокупность учитываемых факторов подчиняется вероятностным закономерностям, т.е. факторы рассматриваются как непрерывные случайные величины.

2. Существует совместный закон распределения, и функция плотности вероятности подчиняется условиям неотрицательности и нормирования:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq 0,$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n = 1,$$

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in (-\infty, \infty).$$

3. Вектор-столбец издержек математических ожиданий (средних значений) учитываемых фак-

торов: 
$$\begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \dots \\ m_n \end{pmatrix},$$

где 
$$\int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} x_1 f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n = m_1,$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} x_2 f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n = m_2,$$

.....

$$\int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} x_n f(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n = m_n.$$

Чтобы получить достаточно достоверные и информативные данные о распределении введенных факторов, требуется детальное их исследование математико-статистическими методами.

Прежде всего совокупность переменных исследуется методами факторного анализа, позволяющими выявлять латентные (скрытые) обобщающие характеристики структуры изучаемых объектов и их свойств на основе объективно су-

ществующих корреляционных взаимосвязей признаков или объектов. Факторный анализ отображает влияние конкретных мероприятий на изменение экономических показателей предприятия или комплекса предприятий (т.е. кластера) и позволяет установить наиболее значимый фактор, оказывающий решающее влияние на изучаемый процесс. Главными целями факторного анализа являются сокращение числа переменных (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между ними. В его основе лежат выявление, прогнозирование и оценка влияния факторов на изменение резульативного показателя.

Важным методологическим вопросом в факторном анализе является определение формы зависимости (функциональная или стохастическая) между факторами и резульативными показателями, а также построение факторной модели. В зависимости от типа модели факторный анализ подразделяется на детерминированный (когда связь факторов с резульативным показателем является функциональной) и стохастический (в случае вероятностной связи).

При исследовании стохастических моделей, с которыми, очевидно, приходится иметь дело в нашем случае, необходимо:

- провести качественный анализ СЭС региона как мегакластера: установить цели анализа, определить совокупность резульативных и факторных признаков, выбрать период, в течение которого проводится анализ и метод анализа;
- провести предварительный качественный анализ моделируемой совокупности, включающий проверку ее однородности, исключение аномалий, корреляционный анализ, установление законов распределения изучаемых показателей;
- построить стохастическую (регрессионную) модель, произвести расчет оценок ее параметров и проанализировать статистическую значимость как отдельных параметров, так и уравнения в целом;
- оценить адекватность построенной модели, проверив соответствие формальных свойств оценок задачам исследования;
- произвести экономический анализ модели, привести ее практическую интерпретацию для решения поставленной проблемы и оценить пространственно-временную устойчивость;
- разработать идентификационную модель шаблонного кластера и в соответствии с ним определить оптимальную структуру экономики региона;
- сформировать модель СЭС региона в виде мегакластера.

Отметим, что при построении стохастических моделей математико-статистический анализ

носит многоступенчатый характер и преследует различные цели. В частности, значительная роль отводится корреляционному и регрессионному анализам.

Корреляционный анализ является одним из методов оценки степени взаимозависимости между переменными. Степень линейной зависимости характеризуется с помощью парных, частных и множественных коэффициентов корреляции и детерминации. Парный коэффициент корреляции  $\sqrt{r_{xy}}$  характеризует тесноту линейной зависимости между двумя переменными на фоне действия всех остальных показателей, входящих в модель. Частный коэффициент корреляции  $\lambda r_{x_i y_j}$  характеризует тесноту линейной зависимости между двумя факторами при исключении влияния всех остальных показателей. Множественный коэффициент корреляции  $\nu r_{y x_i}$  характеризует тесноту линейной зависимости между результативной и факторными переменными, входящими в модель.

Регрессионный анализ является статистическим методом исследования зависимости случайной величины  $y$  от факторных переменных  $x_j$ , рассматриваемых в регрессионном анализе как неслучайные величины независимо от истинного закона их распределения.

Обычно предполагается, что случайная величина  $y$  имеет нормальный закон распределения с условным математическим ожиданием, являющимся функцией от аргументов  $x_j$  и с постоянной, не зависящей от аргументов дисперсией  $\sigma^2$ .

Наиболее часто используемая множественная линейная модель регрессионного анализа, отвечающая и условиям поставленной в данном исследовании проблеме  $\lambda (r \approx 1)$ , имеет вид

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i,$$

где  $\varepsilon_i$  - случайные ошибки наблюдения, независимые друг от друга, имеющие нулевую среднюю и дисперсию  $\sigma^2$ ;

$\beta_j$  - нормативный коэффициент, указывающий, на какую величину в среднем изменится результативный признак  $y$ , если переменную  $x_j$  увеличить на одну единицу;  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, 3, \dots, k$ .

В практических задачах рекомендуется, чтобы  $n$  превышало  $k$  не менее чем в 6 раз. Регрессионная модель может быть и нелинейной. В качестве  $y_i$  рассматривается показатель экономической эффективности  $i$ -го кластера социаль-

но-экономической системы региона, а  $x_j$  - факторы, влияющие на экономическую эффективность исследуемого кластера.

Построение уравнения множественной регрессии начинается с решения вопроса о спецификации модели. Он включает в себя два круга вопросов: отбор факторов и выбор вида уравнения регрессии.

Включение в уравнение множественной регрессии того или иного набора факторов связано прежде всего с представлением о природе взаимосвязи моделируемого показателя с другими экономическими явлениями. Факторы, включаемые во множественную регрессию, должны отвечать следующим требованиям:

1) они должны быть количественно измеримы. Если необходимо включить в модель качественный фактор, не имеющий количественного измерения, то ему нужно придать количественную определенность (в модель вводятся так называемые фиктивные переменные);

2) факторы не должны быть интеркоррелированы и тем более находиться в точной функциональной связи.

Включение в модель факторов с высокой интеркорреляцией может привести к нежелательным последствиям: система нормальных уравнений может оказаться плохо обусловленной и повлечь за собой неустойчивость и ненадежность оценок коэффициентов регрессии.

Если между факторами существует высокая корреляция, то нельзя определить их изолированное влияние на результативный показатель и параметры уравнения регрессии оказываются неинтерпретируемыми.

Включаемые во множественную регрессию факторы должны объяснить вариацию независимой переменной. Если строится модель с набором  $k$  факторов, то для нее рассчитывается показатель детерминации  $R^2$ , который фиксирует долю объясненной вариации результативного признака за счет рассматриваемых в регрессии  $k$ -факторов. Влияние других, не учтенных в модели факторов, оценивается как  $1 - R^2$  с соответствующей остаточной дисперсией  $S^2$ .

При дополнительном включении в регрессию  $k+1$ -фактора коэффициент детерминации должен возрастать, а остаточная дисперсия уменьшаться. Если же этого не происходит и данные показатели практически не отличаются друг от друга, то включаемый в анализ фактор  $x_{k+1}$  не улучшает модель и практически является лишним фактором.

Насыщение модели лишними факторами не только не снижает величину остаточной диспер-

сии и не увеличивает показатель детерминации, но и приводит к статистической незначимости параметров регрессии по критерию Стьюдента.

Таким образом, хотя теоретически регрессионная модель позволяет учесть любое число факторов, практически в этом нет необходимости. Отбор факторов производится на основе качественного теоретико-экономического анализа. Однако теоретический анализ часто не позволяет однозначно ответить на вопрос о количественной взаимосвязи рассматриваемых признаков и целесообразности включения фактора в модель. Поэтому отбор факторов обычно осуществляется в две стадии: на первой подбираются факторы исходя из сущности проблемы; на второй - на основе матрицы показателей корреляции определяют статистики для параметров регрессии.

Коэффициенты интеркорреляции (т.е. корреляции между объясняющими переменными) позволяют исключать из модели дублирующие факторы. Считается, что две переменные явно коллинеарны, т.е. находятся между собой в линейной зависимости, если  $r_{x_i x_j} \geq 0,7$ . Если факторы явно коллинеарны, то они дублируют друг друга и один из них рекомендуется исключить из регрессии. Предпочтение при этом отдается не фактору, более тесно связанному с результатом, а тому фактору, который при достаточно тесной связи с результатом имеет наименьшую тесноту связи с другими факторами. В этом требовании проявляется специфика множественной регрессии как метода исследования комплексного воздействия факторов в условиях их независимости друг от друга.

По величине парных коэффициентов корреляции обнаруживается лишь явная коллинеарность факторов. Наибольшие трудности в использовании аппарата множественной регрессии возникают при наличии мультиколлинеарности факторов, когда более чем два фактора связаны между собой линейной зависимостью, т.е. имеет место совокупное воздействие факторов друг на друга. Наличие мультиколлинеарности факторов может означать, что некоторые факторы будут всегда действовать в унисон. В результате вариация в исходных данных перестает быть полностью независимой и нельзя оценить воздействие каждого фактора в отдельности.

Включение в модель мультиколлинеарных факторов нежелательно в силу следующих последствий:

1. Затрудняется интерпретация параметров множественной регрессии как характеристик действия факторов в "чистом" виде, ибо факторы

коррелированы; параметры линейной регрессии теряют экономический смысл.

2. Оценки параметров ненадежны, обнаруживаются большие стандартные ошибки и меняются с изменением объема наблюдений (не только по величине, но и по знаку), что делает модель непригодной для анализа и прогнозирования.

Для оценки мультиколлинеарности факторов может использоваться определитель матрицы парных коэффициентов корреляции между факторами.

Если бы факторы не коррелировали между собой, то матрица парных коэффициентов корреляции между факторами была бы единичной матрицей, поскольку все недиагональные элементы  $r_{x_i x_j}$  ( $i \neq j$ ) были бы равны нулю.

Чем ближе к нулю определитель матрицы межфакторной корреляции, тем сильнее мультиколлинеарность факторов и ненадежнее результаты множественной регрессии. И, наоборот, чем ближе к единице определитель матрицы межфакторной корреляции, тем меньше мультиколлинеарность факторов.

Существует ряд подходов преодоления сильной межфакторной корреляции. Самый простой путь устранения мультиколлинеарности состоит в исключении из модели одного или нескольких факторов. Другой подход связан с преобразованием факторов, при котором уменьшается корреляция между ними.

Одним из путей учета внутренней корреляции факторов является переход к совмещенным уравнениям регрессии, т.е. к уравнениям, которые отражают не только влияние факторов, но и их взаимодействие. Так, если  $y = f(x_1, x_2, x_3)$ , то возможно построение следующего совмещенного уравнения:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + \varepsilon .$$

Рассматриваемое уравнение включает взаимодействие первого порядка (взаимодействие двух факторов). Возможно включение в модель и взаимодействий более высокого порядка, если будет доказана их статистическая значимость по  $F$ -критерию Фишера, но, как правило, взаимодействия третьего и более высоких порядков оказываются статистически незначимыми.

Отбор факторов, включаемых в регрессию, является одним из важнейших этапов практического использования методов регрессии. Подходы к отбору факторов на основе показателей корреляции могут быть разные. Они приводят



**Рис. Блок-схема формирования оптимизационной модели эффективного управления регионом**

\* Верификация модели – проверка правильности структуры (логики) модели.

\*\*Валидация модели – проверка соответствия данных, полученных на основе модели, реальному процессу.

построение уравнения множественной регрессии соответственно к разным методикам. В зависимости от того, какая методика построения уравнения регрессии принята, меняется алгоритм ее решения на ЭВМ.

Наиболее широкое применение получили следующие методы построения уравнения множественной регрессии:

- 1) метод исключения - отсев факторов из полного его набора;
- 2) метод включения - дополнительное введение фактора;
- 3) шаговый регрессионный анализ - исключение ранее введенного фактора.

При отборе факторов также рекомендуется пользоваться следующим правилом: число включаемых факторов обычно в 6-7 раз меньше объема совокупности, по которой строится регрессия. Если это соотношение нарушено, то число степеней свободы остаточной дисперсии очень мало. Это приводит к тому, что параметры уравнения регрессии оказываются статистически незначи-

мыми, а  $F$ -критерий меньше табличного значения.

Анализ данных, оценивание и анализ модели производятся с помощью специального пакета компьютерных программ достаточно оперативно.

Далее проводится оценка адекватности построенной модели и проверяется соответствие формальных свойств полученных оценок задачам исследования. Экономический анализ модели позволяет практически интерпретировать полученный результат для решения поставленной проблемы и оценить его пространственно-временную устойчивость. Кроме того, он позволяет разграничить меры ответственности при принятии управленческих решений, следуя оценкам значимости параметров уравнения регрессии.

На основе приведенных исследований теперь можно разработать идентификационную модель шаблонного кластера и в соответствии с ним определить оптимальную структуру экономики региона (см. рисунок).