

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

### О МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КРУПНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА (на примере Туркменской ССР)

*Байриев Б. С., Лагоша Б. А.*

(Ашхабад, Москва)

Реализуется принцип декомпозиции структуры сложной системы с использованием элементов теории нечетких множеств. Разработан комплекс алгоритмов, оформленный в виде программного пакета для ПЭВМ. Полученная модель и пакет программ апробированы при решении задач синтеза структуры областного деления Туркменской ССР.

Существенное влияние на повышение эффективности производства оказывает комплексное размещение объектов различных отраслей на единой территории. Образующие в итоге территориально-производственные комплексы (ТПК), как правило, характеризуются сложной совокупностью внутренних и внешних связей, взаимодействием предприятий промышленности, сельского хозяйства, инфраструктуры и пр.

Различают традиционные и программно-целевые ТПК [1]. Первые — это уже сложившиеся комплексы, планомерно развивающиеся в пределах той или иной административно-территориальной единицы — области или края. Вторые создаются, когда на ограниченной территории имеются условия для решения народнохозяйственных проблем определенного уровня. В обоих случаях эффективность управления ТПК во многом зависит от степени совершенства административно-территориального деления республики или ее крупных регионов. Но при формировании программно-целевого ТПК возникает вопрос о том, кто на местах должен управлять процессами его функционирования. Создание специального органа чревато увеличением и без того нередко раздутого аппарата управления, противоречием между этим органом и уже существующими в областях, краях и т. д., где предполагается формирование программно-целевого ТПК.

Такие противоречия тем более возможны, что границы традиционных ТПК определялись, как правило, без должной научной проработки с ориентацией на факторы, актуальные в прошлом, а не для реализации перспективных планов развития народного хозяйства. Например, исходя из сосредоточения трудовых ресурсов, принимается решение о создании производства в области А недалеко от границы с областью В, где в непосредственной близости от намеченного места имеется источник сырья. Естественно, разработка территориальных планов, развитие производственной и социальной инфраструктур заметно усложняются из-за этого, поскольку одними и теми же задачами, согласованием их решений придется заниматься в обеих областях. Так что представляется целесообразным рассмотреть вопрос об уточнении административного деления региона, чтобы не только противодействовать возрастанию численности административно-управленческого персонала (АУП), но и повысить эффективность производства путем усиления его комплексности.

Данную задачу можно представить в форме модели декомпозиции сложной системы. Ее исследование применительно к содержательно различным объектам отражено, например, в [2—4]. При этом структурообразующими элементами является множество производственных объектов

тов, природных и трудовых ресурсов, вовлекаемых в хозяйственную деятельность республики с учетом перспективы. Основными критериальными параметрами рассматриваемой модели выступают коэффициенты связности (сходства), отражающие величины взаимосвязей элементов системы. Для многих производственных объектов, создание которых в соответствии со «Схемой развития и размещении производительных сил республики» намечается лишь в перспективе, рассчитать коэффициенты связности трудно. В то же время эксперты (ученые-экономисты, хозяйственные руководители) в состоянии оценить на естественном языке степень взаимосвязи, или сходства, как будем говорить в дальнейшем, любых двух объектов системы, когда они очень или не очень похожи, различны и т. д.

Для использования в модели подобной экспертной информации применим аппарат теории нечетких множеств [5] и введем понятие лингвистического отношения сходства.

**Определение.** «Сходство» — это название лингвистического отношения, для которого первичным является терм «похожи»; терм «различны» — не отрицание термина «похожи», а его зеркальное отражение относительно точки 0,5 на отрезке [0,1].

Будем полагать, что терм-множество отношения сходства имеет вид: «Т(сходство) = похожи + очень похожи + очень очень похожи + непохожи + очень непохожи + не очень похожи + различны + очень различны + ... + не очень различны + очень не различны».

Терм «похожи» — одно из значений лингвистического отношения сходства, нечеткое подмножество отрезка [0, 1].

Для практического использования значений лингвистического отношения сходства целесообразно считать, что терм «похожи» — подмножество конечного универсального множества значений сходства  $u = 0 + 0,1 + 0,2 + \dots + 0,9 + 1$  (обозначения соответствуют [5]). В этом случае терм «похожи» можно определить, например, так: «похожи» =  $0/0 + 0/0,1 + \dots + 0/0,7 + 0,7/0,8 + 0,9/0,9 + 1/1$ , где в числителе — значения функции совместимости термина «похожи»  $\mu_{\text{пох}}(u)$ , в знаменателе — числовые значения  $u$  отношения сходства. В дальнейшем нулевые значения опустим. Пара  $0,7/0,8$  означает, что совместимость числового значения сходства 0,8 с термом «похожи» равна 0,7.

Функции принадлежности других термов, входящих в терм-множество «сходство», определяются по аналогии с [5]:  $\mu_{\text{не пох}}(u) = 1 - \mu_{\text{пох}}(u)$ ,  $\mu_{\text{очень пох}}(u) = \mu_{\text{пох}}^2(u)$ ,  $\mu_{\text{очень очень пох}}(u) = \mu_{\text{пох}}^4(u)$ ,  $\mu_{\text{не очень пох}}(u) = 1 - \mu_{\text{пох}}^2(u)$ ,  $\mu_{\text{разл}}(u) = \mu_{\text{пох}}(1 - u)$ . Так, «похожи» =  $0,7/0,8 + 0,9/0,9 + 1/1$ , «не похожи» =  $1/(0 + 0,1 + 0,2 + \dots + 0,7) + 0,3/0,8 + 0,1/0,9$ , «очень похожи» =  $0,49/0,8 + 0,81/0,9 + 1/1$ , «не очень похожи» =  $1/(0 + 0,1 + 0,2 + \dots + 0,7) + 0,51/0,8 + 0,19/0,9$ , «различны» =  $0,7/0,2 + 0,9/0,1 + 1/0$ .

Лингвистический подход позволяет на естественном языке экспертно оценить значения связности для рассматриваемых объектов исходной системы  $N$ . При этом ее декомпозиция на подсистемы  $N_v$ ,  $v = 1, \dots, M$ , отражается с помощью ограничений

$$N = \bigcup_{v=1}^M N_v, \quad (1)$$

$$N_v \cap N_\mu = \emptyset, \quad v, \mu = 1, \dots, M, \quad v < \mu, \quad (2)$$

$$\sum_{x \in N_v} P(x) \leq P_v, \quad v = 1, \dots, M, \quad (3)$$

где  $P(x)$  и  $P_v$  — заданные соответственно вектор-функция и вектор размерности  $\beta$ ;  $\beta$  — лимитирующие факторы при формировании подсистем; искомые — структуры подмножеств  $N_v$ ,  $v = 1, \dots, M$ , и число подмножеств —  $M$ .

Векторные ограничения (3) в данном случае интерпретируются следующим образом. Первыми компонентами вектор-функции  $P(x)$  и вектора  $P_v$  могут быть соответственно объемы работ, которые необходимо выполнять обслуживающим отраслям для вовлечения в хозяйственную дея-

тельность объекта  $x$  и обеспечения его функционирования, и возможности этих отраслей для каждой территории  $v$  с учетом их развития (в стоимостном выражении в единицу времени в силу агрегированности показателей). Последующие компоненты указанных векторов — ресурсы (природные, капитальные вложения и пр.) и пределы обеспечения ими.

Продолжим рассмотрение ограничений на структуру системы. Имеем

$$\max_y c(x, y) \geq C, \quad \forall x, y \in N_v, \quad v = 1, \dots, M, \quad (4)$$

где  $c(x, y)$  — значение лингвистического отношения сходства, определяющее степень связности объектов  $x$  и  $y$ . Знак «max» соответствует наиболее сильной степени связности\*. Выражение (4) означает, что формирование подмножеств должно осуществляться таким образом, чтобы для любого  $x \in N_v$  нашелся объект  $y \in N_v$ , степень связности  $x$  с которым была бы не слабее заданной степени связности  $C$ ;

$$\max_{x, y \in N_v} L(x, y) \leq L_v, \quad v = 1, \dots, M, \quad (5)$$

где  $L(x, y)$  — расстояние (физическое) между  $x$  и  $y$ ;  $L_v$  — предельное расстояние между любыми объектами из  $v$ -й подсистемы  $N_v$ .

Соображения по поводу оперирования с неизвестным заранее числом  $M$  и зависимости от него количества ограничений (1) — (5), особенности задания векторов  $P_v$ ,  $v = 1, \dots, M$ , обсуждены в [4, с. 69—70].

Обозначив  $\theta(x)$  номер подмножества  $N_v$ , в которое включается объект  $x$ , а  $\delta(x, y)$  — функцию запретов (заданную)

$$\delta(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \text{ и } y \text{ допустимо включать в одно подмножество,} \\ 0 & \text{— в противном случае;} \end{cases}$$

введем, коль скоро это необходимо, ограничения

$$\theta(x) \neq \theta(y), \quad \text{если } \delta(x, y) = 0, \quad (6)$$

которые отражают заведомую невозможность включения любых двух объектов  $x$  и  $y$  в одно подмножество по любым заранее известным причинам.

Так как взаимосвязь между объектами исходной системы описывается значениями лингвистического отношения сходства, критерий декомпозиции можно сформулировать только на качественном уровне: декомпозиция исходной системы должна быть такой, чтобы в каждую подсистему включались максимально взаимосвязанные объекты.

Для решения подобных задач нами разработан комплекс эвристических алгоритмов, включающий два одно- и два полносвязывающих алгоритма (терминология по [4, с. 96]).

Односвязывающие алгоритмы реализуют следующую процедуру: 1) исходное множество  $N$  вначале разбивается на максимальное число непустых подмножеств, включающих по одному элементу; 2) на каждом шаге объединяются два подмножества, имеющие наиболее высокую степень связности и удовлетворяющие ограничениям (1) — (6); 3) по определенным правилам (два варианта правил — два алгоритма, см. [6, с. 238—240]) осуществляется пересчет значений лингвистического отношения сходства вновь полученного подмножества с остальными; 4) работа алгоритма завершается, если на очередном шаге (п. 2)) не найдутся два подмножества, объединение которых будет удовлетворять ограничениям (1) — (6).

Те же два правила пересчета значений лингвистических отношений сходства использовались в полносвязывающих алгоритмах. Пункты 1), 3), 4) совпадают с предыдущим; п. 2) выглядит следующим образом: на каждом шаге объединяются все возможные пары подмножеств  $N_k$  и  $N_l$ ,

\* Здесь и ниже приводится схематичное описание расчетной процедуры в реализуемом комплексе алгоритмов, детали опускаются.

если связь подмножества  $N_k$  с подмножеством  $N_l$  максимальна (с учетом ограничений (1)—(6)) для  $N_k$ , а подмножества  $N_l$  (при тех же ограничениях) с  $N_k$ .

Алгоритмы реализованы в виде программного пакета для ПЭВМ на языке Бэйсик для работы с операционными системами CP/M и MS—DOS. Он более удобен по сравнению с алгоритмами, построенными на основе коэффициентов связности [2]. Последние определяются исходя из векторов-признаков, размерность которых в реальных условиях — несколько десятков и даже, возможно, сотен. При количестве элементов исходного множества  $N$  порядка сотни и более работа с таким объемом информации становится весьма тяжелой, и требуется много времени для сбора, подготовки информации и получения результатов. И они зачастую не удовлетворяют экспертов. Указанный же пакет лишен этих недостатков, так как эксперт (или их группа), общаясь с ПЭВМ в режиме диалога, вводит в нее свое представление о связности объектов исходного множества и практически мгновенно получает варианты декомпозиции.

Модель (1)—(6) с помощью программного пакета реализована при решении задач синтеза структуры областного деления Туркменской ССР. Исходное множество объектов было сформировано на основе результатов, полученных в «Схеме развития и размещения производительных сил Туркменской ССР на период до 2000 г.». Это множество включало: а) месторождения минерально-сырьевых ресурсов (учитывались только промысленно значимые, обеспечивающие планируемую на перспективу добычу полезных ископаемых и удовлетворяющие потребности промышленности и сельского хозяйства по важнейшим видам минерального сырья); б) существующие и планируемые производства; в) зоны возделывания сельскохозяйственных культур (учитывались как участвующие, так и вовлекаемые в перспективе). Мера сходства между данными объектами (по степени качественной взаимосвязи с точки зрения перспективного экономического и социального развития и размещения производительных сил республики) определялась экспертами на естественном языке в виде лингвистических отношений. Основными ограничениями по управляемости являлись условия (5).

Были проведены расчеты с варьированием правых частей в ограничениях (5) в пределах  $L=350, 500, 750$  км. Расчеты показали, что при всех значениях  $L$  в республике выделяется пять зон. Однако при  $L=350, 500$  км остаются резервные территории, где нет реальных предпосылок для формирования ТПК. С точки зрения рациональности управления желательно установить распределение этих территорий между полученными комплексообразующими зонами. При  $L=650$  км такое разбиение совпало с административно-территориальным делением, существовавшим в республике до 1988 г., а именно, с Красноводской, Ашхабадской, Марыйской, Чарджоуской и Ташаузской областями. В принципе представляется, что ликвидация статуса Ашхабадской области оправдана. Дело в том, что ее территория расположена вокруг столицы республики, и республиканские органы в состоянии обеспечить развитие области как единого целого. Однако в условиях крайне низкого уровня развития сетей транспорта и связи, при значительной удаленности Красноводского региона от столицы республики сомнительна возможность комплексного решения социальных, экономических и экологических проблем без специального органа управления западным Туркменистаном. По нашему мнению, предстоит еще вернуться к пересмотру этого вопроса.

Таким образом наши расчеты можно воспринимать как обоснование объективной возможности формирования ТПК на территориях этих областей и необходимости наличия системы управления для каждого из них. Полученный результат вполне закономерен, если иметь в виду очаговый характер развития и размещения производительных сил Туркмении. В других регионах страны с более равномерным размещением производства возможно несовпадение результатов расчетов, учитывающих перспективы развития, со сложившимся ранее административно-территориальным делением.

Модель (1)—(6) может быть использована и для разработки вариантов районного деления республики. При этом видятся два способа. В первом в ограничениях учитываются значения параметров, характерные для районов, и в результате вся территория республики разбивается на районы. Эти районы выступают в качестве структурообразующих элементов исходного множества, устанавливаются взаимосвязи между ними и накладываются ограничения, характерные для областей, с целью определения вариантов областного деления республики. Во втором обратная последовательность: сначала рассчитываются варианты областного деления, потом районного.

В структуре модели важную роль играют экспертные оценки на естественном языке. В них можно отразить специфические особенности широкого класса объектов управления. Практическая значимость результатов моделирования будет зависеть от компетентности экспертов применительно к конкретным условиям.

Более обстоятельный анализ возможностей и путей применения модели (1)—(6), организации информационного обеспечения для других регионов с их особенностями — безусловно самостоятельная задача. Попытки механического переноса моделей, адаптированных к конкретным объектам, на другие даже структурно близкие, как правило, практикой отвергаются. Описанный в [2—4] и в других работах опыт адаптации базовой модели декомпозиции структуры сложной системы к широкому классу объектов позволяет это с уверенностью утверждать.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бандман М. К. Территориально-производственные комплексы. Новосибирск: Наука, 1980.
2. Байриев Б. С., Лагоша Б. А. Оптимизация структур управления. Ашхабад: Ёлым (Наука), 1985.
3. Лагоша Б. А., Саидов М. О построении организационной структуры управления крупным территориально-производственным комплексом//Экономика и мат. методы. 1985. Т. XXI. Вып. 5.
4. Лагоша Б. А., Шаркович В. Г., Дегтярева Т. Д. Методы и модели совершенствования организационных структур. М.: Наука, 1988.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
6. Байриев Б. С., Бочарова И. А., Лагоша Б. А. Декомпозиция сложной системы на основе лингвистических отношений сходства//Моделирование экономических процессов. М.: МЭСИ, 1984.

Поступила в редакцию  
30 III 1989