УДК 004.021

РАЗРАБОТКА ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ

Подмарькова Е.М.

ФГБОУ ВПО «Пензенский Государственный университет», Пенза, Россия (440026, Пенза, ул. Красная, 40), e-mail: alpha-and-amega@yandex.ru

В данной статье описывается решение задачи реструктуризации административно-территориального деления регионов. Успешное управление крупной территорией невозможно без ее районирования. Это обуславливает необходимость решения этой задачи, отражающей объективный процесс образования регионов, который зависит от размеров территорий, сложившимися в них хозяйственными связями, национальными, религиозными и другими особенностями. Рассматривается созданная программная информационно-аналитическая система, позволяющая выполнять реструктуризацию административно-территориального деления и анализировать получаемые результаты. Перечисляются этапы, которые необходимо выполнить для решения задачи: сбор данных, определение и формализация комплекса ключевых показателей, отражающих основные аспекты социально-экономической деятельности регионов, построение эталонной когнитивной карты региона в целом, построение производных когнитивных карт для каждого региона, выполнение объединения и оценки полученных вариантов решения.

Key words: информационно-аналитическая система, реструктуризация, административно-территориальное деление регионов, объединение, районирование, когнитивные карты

THE DEVELOPMENT OF THE PROBLEM-ORIENTED SYSTEM FOR OPTIMAL RESTRUCTURING OF ADMINISTRATIVE AND TERRITORIAL DIVISION

Podmarkova E.M.

Penza State University, Penza, Russia (440026, Penza, street Krasnaya, 40), e-mail: alpha-and-amega@yandex.ru

This article describes a solution of the problem of restructuring of administrative-territorial division of the regions. Successful management of a large area can not be done without its zoning. Therefore, it is necessary to solve this problem, which reflects an objective process of the formation of regions, which depends on the size of the territories in which the prevailing economic relations, national, religious and other features. The informational and analytical system software is considered. The system allows performing the restructuring of the administrative-territorial division and analyzing the results. Author lists the steps that must be done to solve the problem: data collection, identification and formalization of a set of key indicators that reflect the regions aspects, the construction of a standard cognitive map of the region as a whole, the construction of cognitive maps derived for each region, and performance evaluation of the variants.

Key words: information-analytical system, restructuring of the administrative-territorial division of the regions, zoning, cognitive maps

Успешное управление крупной территорией невозможно без ее районирования, или административно-территориального деления (АТД). Поэтому целью данной работы является решение проблемы районирования с использованием математического аппарата когнитивных карт. Основной задачей, требующей решения, является выбор оптимального варианта реструктуризации. Проблемы разбиения территории на более мелкие образования особенно актуальны для государств, имеющих обширную территорию, разнообразные

природные условия, большой потенциал производительных сил. К числу таких государств, прежде всего, относят Россию, США, Великобританию и ряд других [1].

Необходимость административно-территориального деления отражает объективный процесс образования регионов, который обусловлен размерами территорий, сложившимися в них хозяйственными связями, национальными, религиозными и другими особенностями [2].

В настоящее время данный процесс продолжается. В качестве одной из его особенностей можно указать то, что он часто выполняется без какого-либо количественного анализа улучшений или ухудшений, происходящих в результате реструктуризации административно-территориального деления регионов. Несмотря на имеющиеся работы по данному направлению, отсутствуют эффективные средства для решения задачи объединения.

Когнитивную карту математически можно определить как пару $G = (V, E)$, где V – конечное множество социально-экономических показателей, характеризующих некоторые объекты, E – множество неупорядоченных пар различных элементов из V. В терминах теории графов элементы множества V называются вершинами графа, элементы множества E – его дугами. Соответственно, как и любой ориентированный граф, когнитивную карту можно задать матрицей смежности или матрицей инцидентности.

При рассмотрении алгоритма реструктуризации важным понятием является изоморфизм графов. Графы $G_1 = \langle V_1, E_1 \rangle$ и $G_2 = \langle V_2, E_2 \rangle$ называются изоморфными, если существует такая биекция f из множества V_1 на множество V_2, что для любых двух вершин $u, v \in V_1$ число ребер графа G_1, инцидентных вершинам u и v, равно числу ребер графа G_2, инцидентных вершинам $f(u)$ и $f(v)$. Отображение f в этом случае называется изоморфизмом графа G_1 на граф G_2.

Поскольку все районы являются взаимосвязанными по своему географическому расположению, то их объединение следует рассматривать с позиции пространственно-географической инфраструктуры. Математическим аппаратом при этом является теория графов.

Автором предлагается программная система, основные компоненты которой показаны на рисунке 1. При разработке программного обеспечения использовался модульный подход. Основная часть информационно-аналитической системы – алгоритмы, позволяющие выполнять реструктуризацию АТД и анализ получаемых результатов. Кроме того, одним из преимуществ разработанной системы является наличие подсистемы автоматического сбора данных с сайтов. Для реализации клиент-серверного взаимодействия было написано Web-приложение на языке PHP. Модуль интерактивной визуализации позволяет пользователю в режиме реального времени наблюдать и корректировать работу алгоритмов реструктуризации, а также просматривать результаты на цифровой картографической

основе с использованием специально разработанного модуля ГИС. Модуль формирования отчетов позволяет наглядно представлять результаты в различной форме: в виде таблиц, диаграмм, цифровых картах [3].

Рисунок 1. Общая структура предлагаемой системы

Общая схема потоков данных представлена на рисунке 2. Источниками первичных данных выступают статданные, предоставляемые Федеральной службой государственной статистики. На их основе формируется перечень показателей, а также их значений по регионам для последующего анализа. Затем с учетом мнения экспертов из множества показателей выбираются наиболее существенные, которые комплексно характеризуют отдельные административно-территориальные единицы. После проведенной процедуры выборки выполняется составление эталонной когнитивной карты. На основании полученной эталонной когнитивной карты, а также значений показателей для каждого региона генерируются производные когнитивные карты регионов. Полученные карты являются входными данными для применения последовательных алгоритмов решения задачи реструктуризации АТД. Результаты укрупнения, полученные с помощью последовательных алгоритмов, могут служить основой для применения итерационных алгоритмов.

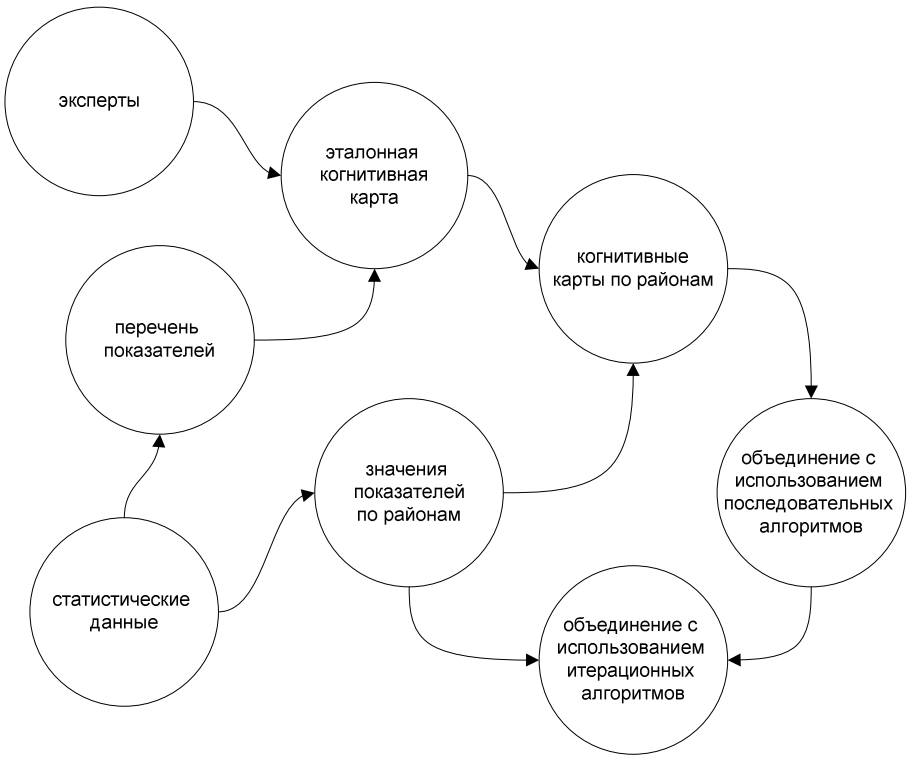

Рисунок 2. Общая схема потоков данных

Основным источником всей информации по административно-территориальному делению Российской Федерации и отдельных её регионов в разрезе большинства социально-экономических показателей является Федеральная служба государственной статистики (ФСГС, Росстат). Росстат является одним из важнейших межотраслевых звеньев в социально-экономической системе страны.

Федеральная служба государственной статистики предоставляет не полный объем информации, требуемый для проведения анализа реструктуризации регионов. Поэтому другим важным источником первичной информации является электронная отчетность, выложенная в глобальной сети Интернет (например, ежегодные отчеты о достигнутых значениях показателей эффективности деятельности органов местного самоуправления) [4].

В связи с этим автором были разработаны программные модули, автоматизирующие сбор данных с отдельных сайтов, в том числе и с сайта ГКС. Общая схема сбора первичных данных показана на рисунке 3.

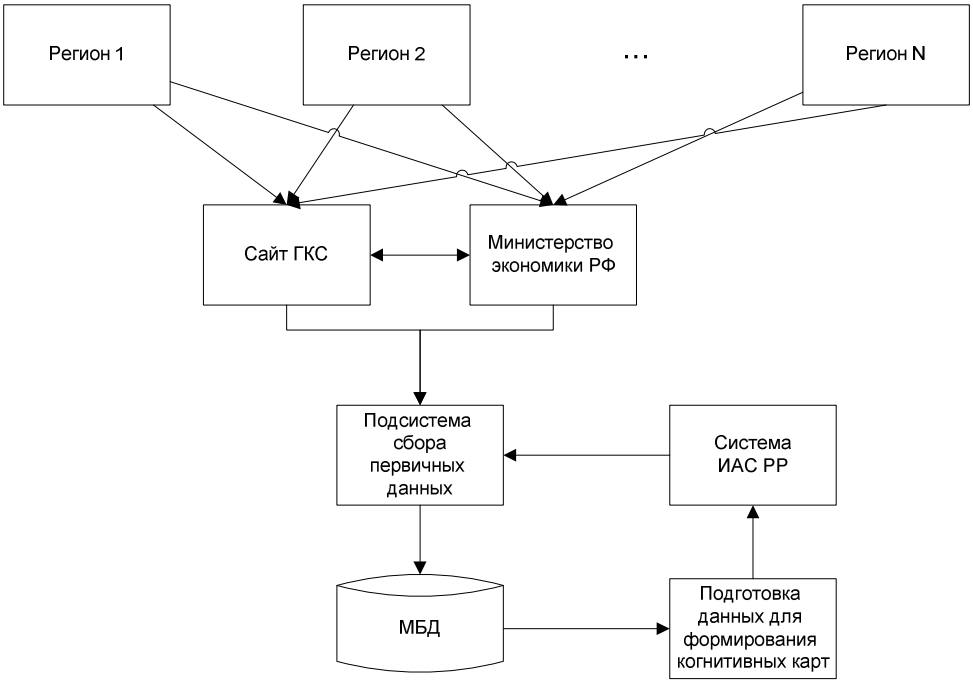

Рисунок 3. Общая схема сбора первичных данных

Для реструктуризации АТД регионов необходимо решить важную задачу определения и формализации комплекса ключевых показателей, отражающих основные аспекты социально-экономической деятельности регионов, характеризующие их количественные и качественные показатели. Вся совокупность ключевых показателей должна быть систематизирована по тематическим группам с целью дальнейшего построения датологической модели многомерного информационного хранилища системы мониторинга.

Определение комплекса ключевых показателей эффективности деятельности органов власти является ярко выраженной экспертной задачей, к решению которой должны быть привлечены эксперты, имеющие непосредственный практический опыт управления в данной сфере. Таким образом было выделено 7 тематических групп показателей, всесторонне охватывающих деятельность регионов: показатели экономического развития, доходы населения, здравоохранение, образование, жилищно-коммунальное хозяйство, доступность и качество жилья, организация муниципального управления.

Следующим шагом работы системы идёт построение эталонной когнитивной карты региона в целом. Для этого строится матрица показателей, предъявляемая экспертам. По строкам и столбцам данной матрицы идут показатели, а на пересечении эксперт проставляет “+” или “–” в зависимости от того, какую взаимосвязь описывает данная пара показателей – положительную или отрицательную. Кроме того, эксперт указывает причинно следственные

отношения между парами показателей. Затем мнения множества экспертов усредняется, что приводит к формированию эталонной когнитивной карты.

Труд эксперта можно облегчить, если ввести автоматизированный расчет зависимостей, включая автоматическое определение знака связи. Для этого рассчитываются коэффициенты корреляции по каждому показателю, на основании данных за несколько лет по каждому району и по области в целом. Преимущество предлагаемого автоматизированного расчета заключается в том, что эксперт может не заметить каких-то закономерностей во взаимосвязи показателей, которые будут выявлены в автоматическом режиме. Но решающее слово остается за экспертом, т.к. именно он устанавливает причинно-следственные связи, и в итоговую формирующуюся когнитивную карту включаются только те показатели, которые одобрены экспертом [5].

Следующим шагом выполняется построение производных когнитивных карт для каждого региона с использованием нижеприведенного алгоритма. Сначала рассчитываются коэффициенты корреляции между показателями для каждого района. После чего сравниваются карты показателей всех районов с эталонной когнитивной картой. При этом для определения наличия ребра между вершинами в производной когнитивной карте будет использоваться функция:

$$\Delta = \begin{cases} 1, если\ (a_i > 0\ и\ b_i \geq a_i)\ или\ (a_i < 0\ и\ b_i \leq a_i) \\ 0, если\ (a_i > 0\ и\ b_i < a_i)\ или\ (a_i < 0\ и\ b_i > a_i) \end{cases}$$

где a_i – значение коэффициента эталонной карты, b_i – значение по району.

На рисунке 4 приведена блок-схема алгоритма формирования производных когнитивных карт.

После формирования когнитивных карт и определения их сходства с эталоном следует этап непосредственного объединения регионов, основанный на выполнении следующих шагов. Первоначально выполняется перебор всех вершин графа с формированием подмножества вершин, имеющих минимум связей с остальными вершинами. Затем для каждой вершины из найденного подмножества определяется профицит бюджета за несколько лет с учетом коэффициентов инфляции. После этого для каждой пары вершин из этого подмножества определяется разность профицитов. Для объединения выбирается та пара, для которой модуль разности принимает максимальное значение. После чего объединенные вершины начинают рассматриваться как одна вершина, и процесс повторяется.

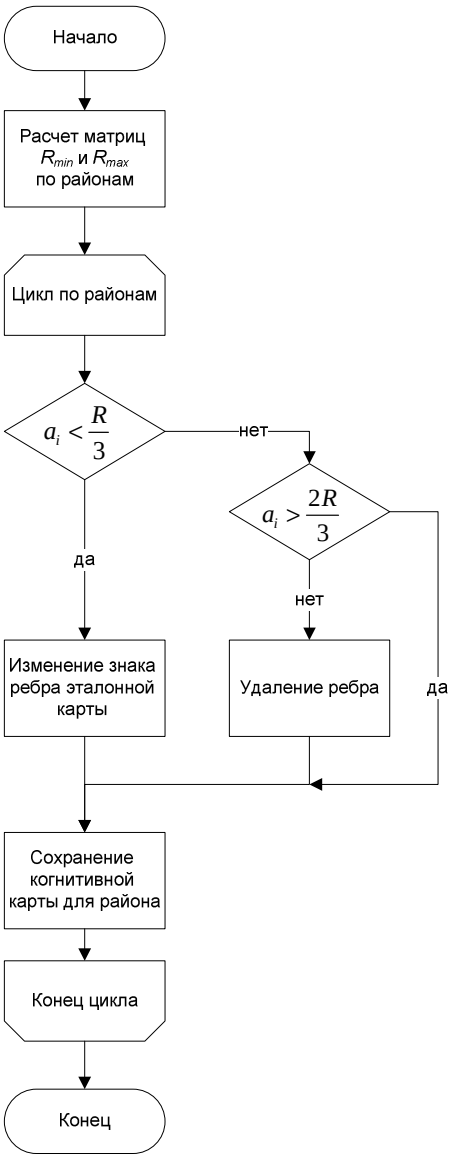

Рисунок 4. Алгоритм формирования производных когнитивных карт

При расчете социально-экономической эффективности объединения регионов учитываются не только социально-экономические показатели, но и такие параметры как:

- протяженность границ смежных районов,
- количество автомобильных дорог, соединяющие смежные районы,
- плотность населения,
- геометрические конфигурации региона (чтобы после объединения не получались сильно вытянутые регионы),
- расстояние между объединяемыми регионами с учетом сети дорог.

После завершения работы алгоритма реструктуризации следует этап оценки полученных вариантов. На этом этапе проводится расчет темпов роста социально-экономического благосостояния регионов. Для этого за каждый год рассчитывается обобщенный

интегральный показатель по группам укрупненных административно-территориальных единиц и строится диаграмма, на которой отображается динамика его изменения. Выбирается тот вариант реструктуризации, который показывает динамику роста.

Процесс реструктуризации АТД завершается этапом визуализации результатов на цифровой картографической основе. После проведенного анализа пользователь может видеть различные варианты объединения и выбирать среди них наиболее оптимальный, исходя из расчета социально-экономической эффективности.

Благодаря разработанной проблемно-ориентированной системе, направленной на сокращение числа дотационных районов и улучшение общей региональной экономики, лица принимающие решения получают возможность интерактивного анализа ситуации и выбора наиболее оптимального варианта реструктуризации АТД [1]. Данная работа обладает актуальностью и научной новизной, поскольку ранее не предлагалось подобных решений с использованием математических методов анализа. Разработанная система апробируется на примерах реструктуризации районов Пензенской области, а также областей в составе федеральных округов РФ.

Список литературы

1. Байнев В.Ф., Пелих С.А. Экономика региона: Учеб. пособие. / В.Ф. Байнев, С.А. Пелих – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, ИВЦ Минфина, 2007. С.20 – 100.
2. Корытный Л.М. О необходимости и возможности реформирования административно-территориального деления России // Сборник докладов XXV сессии МАРС / Под ред. С.С. Артоболевского и Л.М. Синцерова. — М.: Институт географии РАН, 2008. — С. 5-15
3. Подмарькова Е.М. Методика поддержки принятия решений для реструктуризации административно-территориального деления / Е.М. Подмарькова, А.М. Бершадский, А.С. Бождай// Открытое образование, 2012. № 2 (91) с. 26-29.
4. Подмарькова Е.М. Особенности методики реструктуризации административно-территориальных единиц государственного управления.// Инновационные информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. М.:МИЭМ, 2012. С.555-556.
5. Подмарькова Е.М. Разработка алгоритмов интеллектуальной поддержки управленческих решений для административно-территориального деления / Е.М. Подмарькова, А.М. Бершадский // Междисциплинарные исследования в науке и образовании. – 2012. – № 1 Sp; URL: www.es.rae.ru/mino/157-552 (дата обращения: 19.04.2012).

Рецензенты:

1. Бершадский Александр Моисеевич, д.т.н., профессор, зав. кафедрой САПР, ФГБОУ ВПО Пензенский государственный университет, Пенза.
2. Финогеев Алексей Германович, д.т.н., профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования», ФГБОУ ВПО Пензенский государственный университет, Пенза.