



УДК 528.946 (470.44)

К ВОПРОСУ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЛОЩАДНЫХ АНАМОРФИРОВАННЫХ ГЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

С. С. Басамыкин, А. С. Басамыкин,
А. В. Молочко, А. В. Федоров

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

E-mail: farik26@yandex.ru

В статье приводится краткий обзор существующих в настоящее время алгоритмов построения площадных анаморфоз различных видов. Авторами раскрываются их основные особенности и приводится графическое сопровождение результатов моделирования.

Ключевые слова: площадная анаморфоза, ГИС, геоизображение, моделирование.

To the Issue of Systematization and Designing Areal Anamorphic Geoimages

S. S. Basamikin, A. S. Basamikin,
A. V. Molochko, A. V. Fedorov

The article presents an overview of the currently existing algorithms of various kinds' areal anamorphosis creation. The authors reveal anamorphosis main features and provide graphical support of modeling results.

Key words: areal anamorphosis, GIS, geoimage, modeling.

DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-1-13-16

Математико-картографическое моделирование – один из наиболее востребованных инструментов геоанализа в географических информационных системах [1, 2]. К данному виду моделирования относят целый набор различных моделей, например:

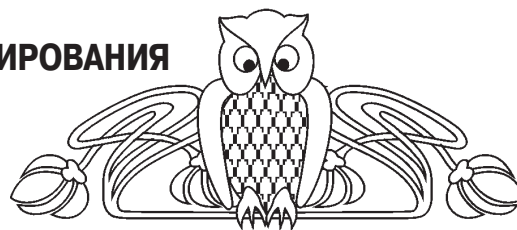
- элементарные математико-картографические;
- сложные математико-картографические;
- анаморфированные картографические изображения [3, 4].

При этом разные группы моделей находятся на неодинаковом уровне изученности и используются в исследованиях. К наименее освоенным и применяемым относят анаморфозы.

Анаморфированные картографические изображения, или анаморфоз (анаморфоза), представляют собой графические изображения, производные от традиционных карт, масштаб которых трансформируется и варьирует в зависимости от величины характеристики явлений на исходной карте [3, 4].

Все анаморфозы подразделяются на три большие группы:

- линейные;



- площадные;
- объемные [4].

В настоящее время известно множество алгоритмов построения анаморфоз разных групп. Линейные анаморфозы довольно просты в расчете, построении и анализе; площадные более сложны в расчете и построении, но просты в анализе; объемные сложны во всех отношениях.

Площадные анаморфозы являются, пожалуй, наиболее распространенными и их можно условно разделить на два блока: с измененной формой и с сохраненной формой. Первый блок анаморфоз более распространен и чаще встречается как в российских, так и зарубежных исследованиях [5, 6].

Рассмотрим примеры алгоритмов создания обеих групп анаморфированных геоизображений, включая авторскую методику [6].

Алгоритмы анаморфирования с изменением формы

В 1979 г. был предложен один из первых численных методов построения анаморфоз [7]. Алгоритм заключается в разбиении изображения территории на сеть четырехугольников (на первом шаге работы алгоритма это прямоугольники). Для каждого четырехугольника рассчитывается сдвиг вершин, при котором его площадь приобретет желаемое значение. Векторы сдвига при этом выбираются параллельными биссектрисам координатных углов. После того как рассчитаны векторы сдвига (при этом необходимо следить за взаимным непересечением ячеек), процесс циклически повторяется до тех пор, пока отклонение фактической плотности от желаемой не станет достаточно малым [7].

В настоящее время этот алгоритм вытеснен более современными вариантами, не имеющими его недостатков (например, с доказанной сходимостью к требуемому построению).

В 1992 г. свой алгоритм анаморфирования предложили российские ученые [3]. Алгоритм заключается в создании на изображении территории матрицы, в каждой ячейке которой известно значение «плотности» – показателя анаморфирования. Затем в ходе итерационного процесса рассчитывается влияние каждой ячейки на каждую точку изображения в виде вектора смещения относительно центра этой ячейки.

В результате алгоритм имеет ряд особенностей:



- конформность;
- независимость от выбранной системы координат;
- доказанную сходимость.

Алгоритм актуален, но не имеет свободно доступной эталонной реализации (и вообще любой реализации, доступной под свободной лицензией).

В 2004 г. было опубликовано описание алгоритма анаморфирования, основанного на аналогии с физической плотностью и её выравниванием: геометрия «перетекает» из областей высокой плотности в области более низкой плотности в результате расчёта вектора «скорости» для каждой из точек геометрии [8]. Алгоритм не зависит от способа задания функции плотности; некоторые реализации используют монохромное изображение, задающее плотность яркостью пиксела.

Этот алгоритм так же широко применяется, как и предыдущий. Исходный код реализации на языке программирования С («Си») доступен вместе с документацией [9]. Кроме того, существуют независимые реализации, как в виде модулей к ГИС, так и в виде самостоятельных прикладных программ [10].

В 2015 г. был предложен алгоритм, повторяющий ранние механические способы построения анаморфоз [6, 11]. Он основан на перераспределении территории согласно долевым значениям изучаемого параметра на единицу площади.

Алгоритм состоит из следующих шагов:

- построение регулярной сети ячеек на исходном изображении;
- присваивание ячейкам значения картографируемого показателя в зависимости от принадлежности к той или иной единице административного деления (спорные случаи решаются экспертным выбором);
- расчёт нового распределения ячеек между единицами административного деления, приводящего в соответствие значение картографируемого показателя и площади административных единиц.
- экспертное распределение ячеек между административно-территориальными единицами (в оригинальной работе для обозначения принадлежности ячеек использовался цвет).

Метод имеет определенную ценность в связи с возможностью в упрощенной форме продемонстрировать построение анаморфоз в любом доступном ГИС-пакете. Простота реализации позволяет широко применять указанный алгоритм не только в прикладных исследованиях, но и в образовательной сфере [11].

В настоящее время подобные алгоритмы доступны для использования в следующих свободно-распространяемых программных продуктах:

- Scape Toad;
- QGIS (модуль «Cartogram»).

Пример построения топологической анаморфозы, выполненный в среде программы QGIS, представлен на рис. 1.



Рис. 1. Пример анаморфозы с пространственным изменением формы



Алгоритмы анаморфирования без изменения формы

Кроме привычных анаморфоз, «перетягивающих» картографическое изображение, существуют такие, в которых подобная особенность отсутствует. Один из подобных алгоритмов был предложен в 1976 г. Его суть заключается в изменении размеров каждой территориальной единицы простым масштабированием так, чтобы новая площадь была равна предварительно вычисленной функциональной площади [12].

Между регионами при использовании данного алгоритма построения появляются разрывы, что, по мнению автора, не является недостатком: «Пустые области, или разрывы, между территориальными единицами являются отражением несоответствий в значениях, которые и являются главной причиной построения анаморфозы» [12, с. 5]. Далее он отмечает, что «на анаморфозах с разрывами присутствуют только дискретные единицы территории, для которых доступна информация и только линии, которые могут быть точно смещены относительно исходной карты; распознавание территорий упрощено для читающего» [12, с. 5].

В 2016 г. нами был предложен алгоритм, который является модификацией алгоритма Дж. Олсон (цит. по: [12]), но имеет ряд отличий:

– дополнительно вводится процедура автоматического размещения (раскладывания) полигонов для обеспечения их взаимного непересечения (достигается масштабированием всего исходного изображения), для облегчения восприятия информации;

– к оригинальному алгоритму добавлена возможность общего масштабирования для того, чтобы территориальная единица, получившая наибольшую площадь, приобрела исходный размер, а все остальные пропорционально уменьшились.

Данный алгоритм представлен в виде MBX-приложения для ГИС Mapinfo Professional, что позволяет существенно расширить возможности этого ГИС-пакета.

Зарубежными и отечественными авторами алгоритмы построения анаморфоз без изменения формы упоминаются и реализуются реже. При этом в них упрощено восприятие информации за счет отсутствия деформации контуров регионов и процедуры расчетов, поскольку отсутствуют общие границы регионов с разными показателями.

Пример анаморфозы без изменения формы представлен на рис. 2. Данная анаморфоза выполнена на основе модифицированного метода Дж.Олсон при помощи MBX-приложения ГИС MapInfo Professional.

Таким образом, наиболее востребованными на настоящий момент являются алгоритмы кон-

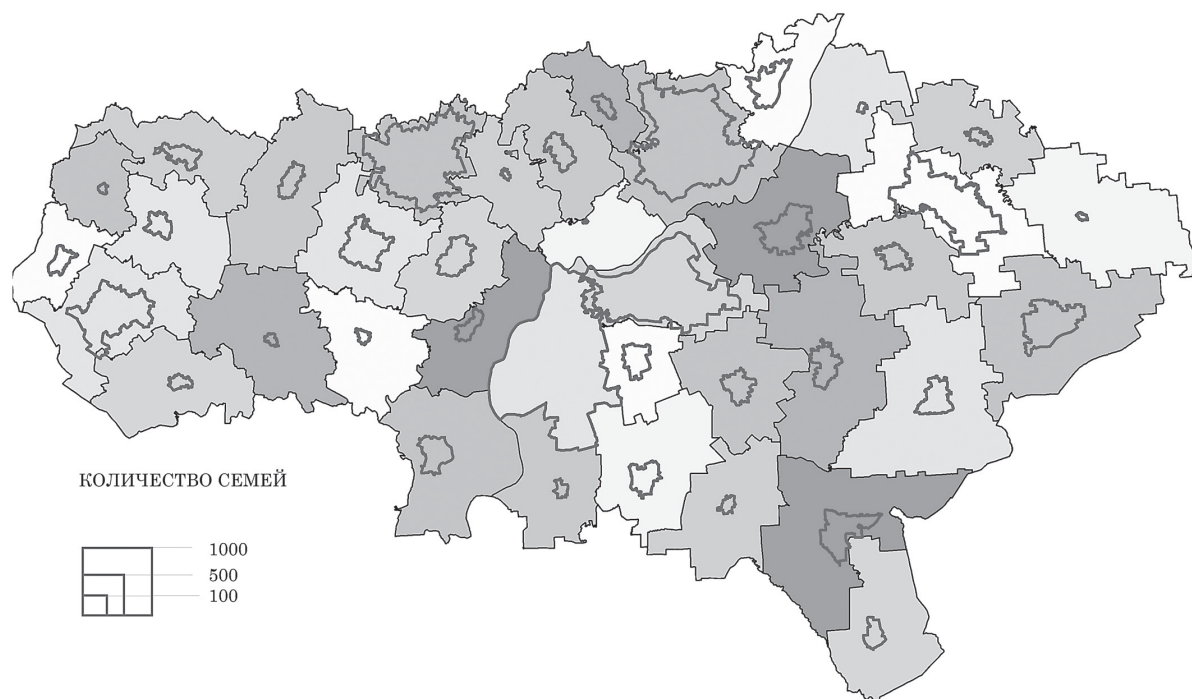


Рис. 2. Пример анаморфозы без изменения формы



струирования анаморфоз с изменением формы, поскольку они более наглядны и имеют широкую методологическую базу создания. Несмотря на это, вторая группа алгоритмов обладает большим потенциалом к использованию в различных сферах хозяйственной жизни и научных исследованиях ввиду простоты своего создания и более традиционной формы для восприятия.

Библиографический список

1. Молочко А. В., Макаров В. З., Гусев В. А., Чумаченко А. Н. Опыт применения геоинформационных технологий на географическом факультете // Информационные технологии в образовании : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. Саратов : ИЦ «Наука», 2014. С. 137–141.
2. Молочко А. В., Федоров А. В. Основы геоинформационного картографирования : метод. указания по выполнению лабораторных работ. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2015. 60 с.
3. Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Анаморфозы : что это? Изд. 2-е. М. : Изд-во ЛКИ, 2008. 168 с.
4. Основы геоинформатики : учеб. пособие для студ. вузов : в 2 кн. / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарёв, В. С. Тикунов [и др.] ; под ред. В. С. Тикунова. М. : Академия, 2004. Кн. 1. 352 с.
5. Молочко А. В., Басамыкин С. С., Басамыкин А. С. Методика создания линейных анаморфоз и возможности их применения в сельском хозяйстве // Управление земельно-имущественными отношениями : материалы X междунар. науч.-практ. конф. Пенза : ПГУАС, 2014. С. 187–191.
6. Молочко А. В., Басамыкин С. С., Басамыкин А. С. Принципы проектирования сложных математико-картографических моделей (на примере создания площадных анаморфированных геоизображений, отражающих социальные характеристики Советского муниципального района Саратовской области) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 16–21.
7. Tobler W. Thirty Five Years of Computer Cartograms // Annals of the Association of American Geographers. 2004. № 94(1). P. 58–73.
8. Gastner M. T., Newman M. E. J. Diffusion-based method for producing density equalizing maps // Proc. Natl. Acad. Sci. 2004. Vol. 101. P. 7499–7504.
9. Cart : Computer software for making cartograms. The WEB Environment for the University of Michigan. URL: <http://www-personal.umich.edu/~mejncart> (дата обращения: 20.11.2016).
10. ScapeToad – cartogram software by the Choros laboratory. ScapeToad. URL: <http://scapetoad.choros.ch/> (дата обращения: 11.01.2017).
11. Молочко А. В., Гусев В. А., Хворостухин Д. П. Географические информационные системы в территориальном планировании и управлении : методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ. Саратов : ИЦ «Наука», 2016. 96 с.
12. Olson J. M. Noncontiguous area cartograms // The Professional Geographer. 1976. November. Vol. 28, iss. 4. P. 371–380.

Образец для цитирования:

Басамыкин С. С., Басамыкин А. С., Молочко А. В., Федоров А. В. К вопросу систематизации и конструирования площадных анаморфированных геоизображений // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 1. С. 13–16. DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-1-13-16.

Cite this article as:

Basamikin S. S., Basamikin A. S., Molochko A. V., Fedorov A. V. To the Issue of Systematization and Designing Areal Anamorphic Geoimages. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Earth Sciences*, 2017, vol. 17, iss. 1, pp. 13–16 (in Russian). DOI: 10.18500/1819-7663-2017-17-1-13-16.