



УДК 528.946 (470.44)

## ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ (на примере создания площадных анаморфированных геоизображений, отражающих социальные характеристики Советского муниципального района Саратовской области)



**А. В. Молочко, С. С. Басамыкин, А. С. Басамыкин**

Саратовский государственный университет  
E-mail: farik26@yandex.ru

В статье рассматривается методика создания площадной анаморфозы, характеризующей распределение учащихся в общеобразовательных учреждениях по муниципальным образованиям Советского района Саратовской области.

**Ключевые слова:** площадная анаморфоза, ГИС, Советский муниципальный район, Саратовская область, число учащихся общеобразовательных учреждениях.

**Principles of Complex Mathematical and Cartographical Models Creation (with Areal Anamorphoses, Characterized Social Characteristics of Sovetskiy Municipal District of Saratov Region as an Example)**

**A. V. Molochko, S. S. Basamikin, A. S. Basamikin**

The article shows the methodic of areal anamorphose creation, characterizing the distribution of educational institution students by district municipalities of Sovetskiy municipal district.

**Key words:** areal anamorphose, GIS, Sovetskiy municipal district, Saratov region, number of students of educational institutions

Математико-картографическое моделирование как неотъемлемая часть аппарата геоанализа в географических информационных системах, – наверное, наиболее сложная часть взаимосвязанных блоков (функциональных групп) любой ГИС. В общем виде математико-картографическое моделирование как системное сочетание математических и картографических моделей, образующих циклы «карта ↔ математическая модель», способные длиться бесконечно долго, замещать один другой или варьироваться в зависимости от типа создаваемых моделей [1], как известно, направлено на создание [2]:

- элементарных математико-картографических моделей;
- сложных математико-картографических моделей;
- анаморфированных картографических изображений.

В рамках осуществления геоанализа и моделирования в ГИС картографы зачастую редко используют в своей работе анаморфированные картографические изображения, неоправданно ссылаясь на возможность их использования только лишь в качестве описательных и визу-

ально-оценочных материалов. Анаморфозы – прекрасный наглядный материал, особенно при изучении различных расчетных демографических характеристик. Велика роль анаморфированных картографических изображений и в процессе организации градостроительного анализа, где важно показать уже не просто расстояние от, скажем, места жительства населения до работы или центров досуга, а в большей степени время, которое затрачивается на перемещение из одной точки в другую [3].

В издании «Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов» [1] под анаморфозой понимается технологически преобразованная непространственно-подобная карта, в уравнении проекции которой, кроме географических координат, входит и сам картографируемый показатель. В «Англо-русском толковом словаре по геоинформатике» [4] анаморфоза – искажение изображения, проводимое по определенному закону, применительно к картографии – через изменение пропорций объектов на карте соответственно какой-либо характеристике. В. С. Тикуннов, один из основателей российской школы создания картографических анаморфированных изображений [2, 5], предлагает, на наш взгляд, наиболее понятное и логичное определение анаморфозы. Это графические изображения, производные от традиционных карт, масштаб которых трансформируется и варьирует в зависимости от величины характеристики явлений на исходной карте.

Теория геоизображений относит анаморфозы к классу плоских (двумерных) изображений, ставя их в один ряд с классическими картами, планами, космическими и аэрофотоснимками [6].

В рамках картографической визуализации данных в ГИС анаморфозы (а также картоиды и мысленные карты) относят к изображениям в неевклидовой метрике, тем самым проводя определенный барьер (в самом названии группы указывая, что данные изображения не относятся к привычной нам метрике Евклида) от классических вариантов картографической визуализации [5].

Традиционная классификация анаморфоз логически связана с иерархией сложности их создания, иными словами, выделяют [3, 5]:

- линейные;
- площадные;
- объемные.



Среди анаморфированных картографических изображений наибольшую популярность, по понятным причинам, приобрели площадные. Основная суть площадного картографического анаморфирования сводится к тому, что площади изображаемых единиц (зачастую единиц административно-территориального деления) отображаются пропорционально показателю, на основе которого ведется анаморфирование. Более того, наиболее часто в качестве показателя принимаются статистические данные социальной или демографической характеристики, иногда синтетические. Эти особенности дают возможность графически поставить площадные анаморфозы наиболее близко к картограммам.

Площадные анаморфозы как геоизображения, не загруженные дополнительными слоями и данными, дают возможность провести абстрагирование от излишней информации, которой обычно изобилуют традиционные карты, акцентируя внимание на конкретной количественной характеристике, трансформируемой в пространстве.

В качестве примера реализации создания площадной анаморфозы в данной статье рассмотрена методика площадного анаморфирования числа учащихся в общеобразовательных учреждениях по муниципальным образованиям Советского муниципального района Саратовской области.

Советский муниципальный район занимает территорию 1,43 тыс. км<sup>2</sup> на западе Саратовского Левобережья. Районный центр – р.п. Степное [7]. Численность населения Советского муниципального района, по данным переписи населения на 1 января 2011 г., составляла 28,0 тыс. чел. В составе района 9 муниципальных образований, в том числе 3 городских поселения и 6 сельских [8].

В Советском муниципальном районе функционируют 12 дневных общеобразовательных учреждений, среди них одна основная школа и 11 средних. Общая численность учащихся в дневных общеобразовательных школах составила 2875 чел. (по данным 2009 г.). Размещение средних общеобразовательных школ на территории района достаточно равномерное [7]. Практически во всех муниципальных образованиях наблюдается резкое превышение количества мест в общеобразовательных учреждениях над численностью обучающегося в них контингента школьников. Проектная и фактическая вместимость школ значительно отличается, что связано с плохой демографической ситуацией в районе [7].

Исходя из вышеизложенных фактов, важными являются пространственный анализ и визуализация статистической информации для целей принятия решений и стабилизации демографической ситуации в районе.

В качестве основных обозначений, используемых в предложенной методике создания площадной анаморфозы, выделяют:

*параметр* – значение, на основе которого будет производиться анаморфирование;

*общий контур* – внешняя граница анаморфированной территории;

*примитивы* – относительно простые многоугольники, из которых «собирается» упрощенный вариант территории;

*естественная граница* – вид территории, изображаемый на картографических произведениях;

*упрощенная граница* – территория, составленная из сетки переходных фигур;

*фрагмент территории* – часть территории, для которой задан параметр.

Для расчета трансформации территории муниципальных образований Советского муниципального района Саратовской области пропорционально картографируемому явлению (в данном случае числу учащихся в общеобразовательных учреждениях) используется следующая методика расчетов в ходе ручного построения площадной анаморфозы:

1. Вычисляется сумма параметров:

$$S = \sum E [i],$$

где  $S$  – сумма параметров,

$E [i]$  –  $i$ -й параметр;

2. Рассчитывается доля каждого параметра в этой сумме:

$$d [i] = E [i] / S,$$

где  $d [i]$  – доля  $i$ -го параметра,

$S$  – сумма параметров.

3. В геоинформационную систему (в данном примере MapInfo Professional) подгружается картографическая основа (границы территории района, муниципальных образований, оцифрованные в системе координат Гаусса–Крюгера, Пулково, 8-я зона), поверх которой накладывается сетка примитивов.

4. Создается сетка примитивов. В качестве примитивов в данном примере выступают квадраты заданного размера. Их создание может быть организовано вручную либо с помощью программных утилит. Реализацию данной операции в пользовательской среде программы можно провести с использованием программной предустановленной утилиты Gridmakr. MBX («нарисовать/создать сетку»). Данная программа предназначена для создания координатной сетки. Своеобразной лимитирующей особенностью этой программы является тот факт, что для ее работы необходимы только градусные проекции (система координат Гаусса–Крюгера, Пулково, 8-я зона считается подходящей для данной операции).

Работа по созданию сетки примитивов начинается с добавления программной утилиты в каталог программ и дублирования ее основных возможностей в пиктограммное пользовательское меню. Для решения определенных задач можно выбрать разные типы представления объектов – замкнутые области либо прямые полилинии. Кроме того, можно сразу задать вид отображения



создаваемых элементов сетки. Менеджер «Создать градусную сетку» также отображает границы рамки, которые можно изменить, не покидая окно опций утилиты. Опция «Шаг линий» позволяет определить частоту создаваемых замкнутых областей или прямых полилиний. По желанию можно выбрать единицы измерения, необходимые для работы: метры, градусы, футы.

Следует учитывать размер и количество примитивов: если оно незначительно, искажения площадей будут слишком велики, если слишком большое, это замедлит дальнейшие расчёты. В частности, при размере элемента в 1 км<sup>2</sup> искажение составляет до 6%, при 5 км<sup>2</sup> – до 20%. В данной работе использовался размер элемента в 1 км<sup>2</sup>.

Создаваемая сетка автоматически записывается в новую таблицу **MapInfo TAB** и по умолчанию сохраняется в программной временной директории. Проекция по умолчанию остается такой же, как и проекция всех таблиц окна карты, в пределах которого проводилось создание сетки.

В связи с тем, что программная утилита создает сетку в размер прямоугольника или квадрата, оконтуривающего территорию, необходимо удалить «лишние» ячейки, которые выходят за границу территории. Это можно сделать 3 способами:

- вручную;
- с помощью инструмента «Выбор в области»;
- с помощью создания SQL-запроса.

5. Полученная сетка примитивов копируется в новый слой, где создается упрощенная схема исходной территории: примитивы, лежащие на фрагменте, равном более половины площади, объединяются в многоугольник (рис. 1).

6. Новая площадь каждого из фрагментов территории рассчитывается по формуле

$$K = d \times F,$$

где  $K$  – площадь анаморфированного фрагмента (или количество примитивов составляющих новый фрагмент);

$d$  – доля параметра в общей сумме;

$F$  – количество примитивов, из которых состоит вся сетка.

7. Реализация процесса анаморфирования (перераспределение элементов сетки).

На данном этапе необходимо ввести важное требование: примитивы или элементы сетки, лежащие на общем контуре и составляющие границу фрагмента (в данном случае муниципального образования), должны остаться в пределах фрагмента, т. е. заранее возможен подсчет минимального

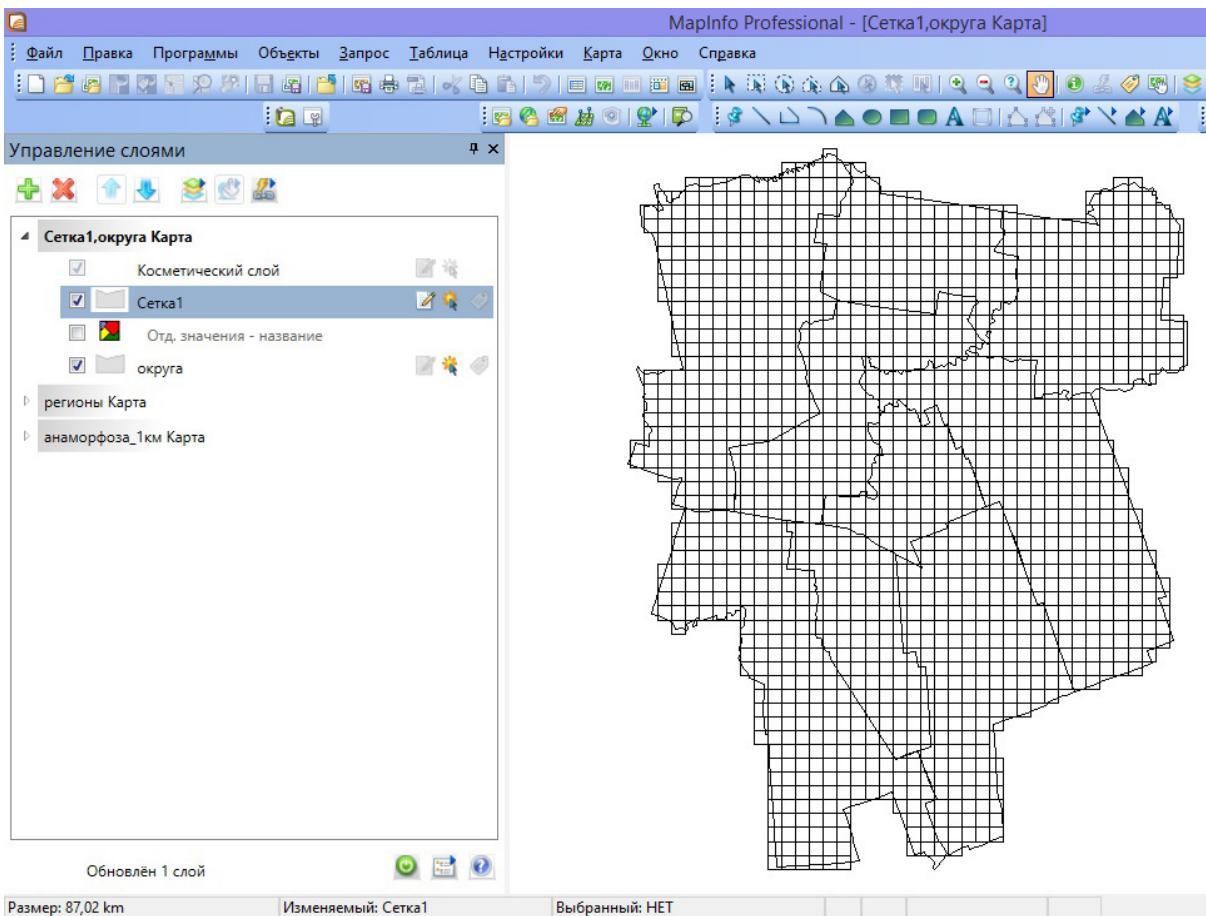


Рис. 1. Сетка переходных фигур



количества примитивов, которые будут составлять анаморфированное изображение.

Процесс анаморфирования:

- проводится выборка фрагмента с самым незначительным значением площади анаморфированного фрагмента ( $K$ ), а также имеющего «выход» к общему контуру территории;
- выделяются примитивы вдоль общего контура в том месте, где фрагмент имел «выход» к контуру;
- проводится подсчет выделенных элементов. Если их количество получилось меньше, чем площадь анаморфированного фрагмента ( $K$ ), то добавляются элементы вторым слоем вдоль общего контура, если количество элементов больше площади анаморфированного фрагмента ( $K$ ), то осуществляется генерализация числа выделенных элементов (рис. 2). Выборка дополнительных примитивов проводилась на основе экспертной авторской оценки;
- выделенные элементы копируются в новый слой, объединяются. Для каждого фрагмента вносятся сематическая информация.

8. Завершающим этапом является проверка и организация процесса анаморфирования оставшихся фрагментов (муниципальных образований), имеющих «выход» к общему контуру, в порядке увеличения значения площади анаморфированного фрагмента ( $K$ ). В случае если остается один

неанаморфированный фрагмент, оставшиеся не тронутыми примитивы включают в его анаморфозу, если несколько фрагментов, анаморфирование проводится по остаточному принципу по тем же правилам. При этом по возможности необходимо повторить исходный контур или его ориентировку.

Таким образом, в процессе анаморфирования исходное картографическое изображение было дважды трансформировано, причем первая трансформация необходима для представления формы фрагментов после перехода на примитивы, а вторая является результатом перераспределения примитивов между полученным в ходе первой трансформации фрагментами (рис. 3, 4).

Картограмма и анаморфоза по числу учащихся в общеобразовательных учреждениях по муниципальным районам Саратовской области представлены на рис. 4. На первый взгляд анаморфоза демонстрирует только свое основное назначение – наглядность оценки параметров. Однако эта наглядность является ключом к широкому использованию данных моделей различными категориями пользователей, что может не только заключаться в оперативной оценке демографических и социальных параметров, но и стать инструментом для прогнозирования устойчивого развития демографической ситуации территории исследования.

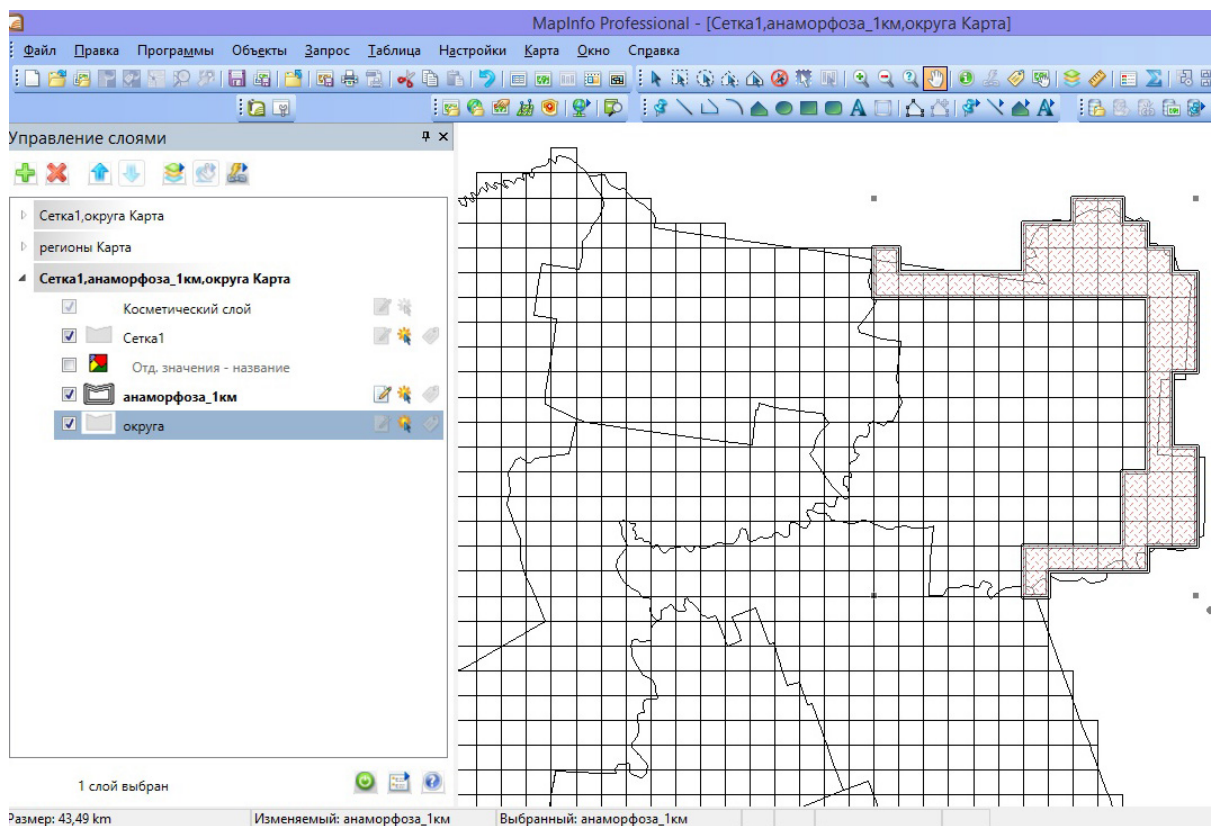


Рис. 2. Перераспределение площади при анаморфировании

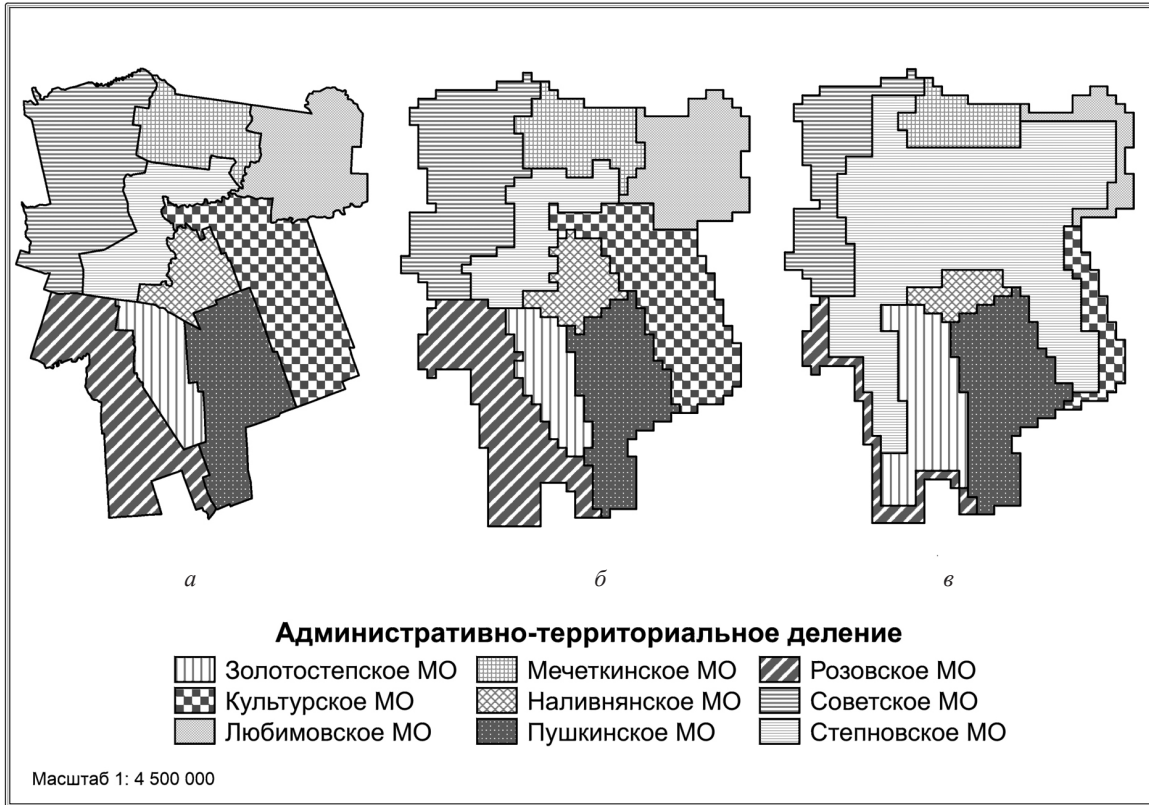


Рис. 3. Сравнение вида территории на различных этапах анаморфирования: естественные границы (а), упрощенные границы (б) и анаморфоза (в)

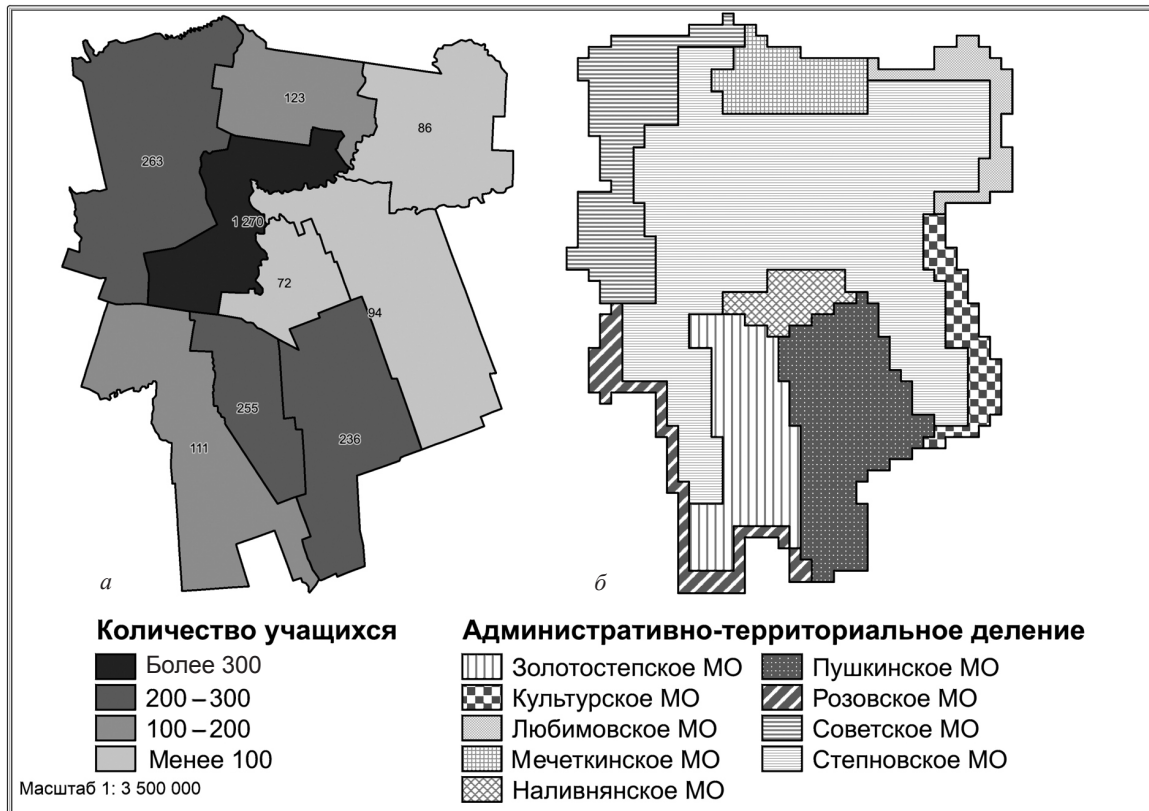


Рис. 4. Сравнение картограммы (а) и анаморфозы (б)

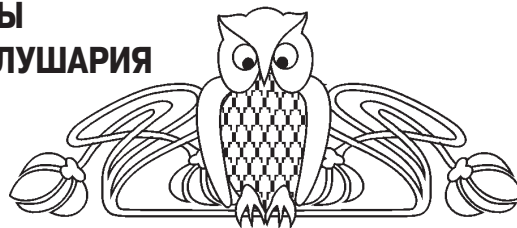


## Библиографический список

1. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. М. : ГИС-Ассоциация, 1999. 204 с.
2. Тикунов В. С. Моделирование в картографии : учебник. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. 405 с.
3. Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Анаморфозы : что это? 2-е изд. М. : Изд-во ЛКИ, 2008. 168 с.
4. Андрианов В. Ю. Англо-русский толковый словарь по геоинформатике. М. : ДАТА+, 2001. 122 с.
5. 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.
6. Картоведение : учебник для вузов / А. М. Берлянт, А. В. Востокова, В. И. Кравцова и др. ; под ред. А. М. Берлянта. М. : Аспект Пресс, 2003. 477 с.
7. Схема территориального планирования Советского муниципального района Саратовской области. материалы по обоснованию проекта : в 4 т. Т. 2. Саратов : ГУПП «Институт Саратовгражданпроект», 2009. 166 с.
8. Города и районы Саратовской области в 2010 году : стат. сб. : в 2 т. Т. 1 / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. Саратов, 2010. 261 с.

УДК 551.589

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ В АТЛАНТИКО-ЕВРАЗИЙСКОМ СЕКТОРЕ ПОЛУШАРИЯ НА ФОНЕ НАСТОЯЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕТОМ (на примере июля)



С. В. Морозова

Саратовский государственный университет  
E-mail:kafmeteo@sgu.ru

В настоящей статье рассматривается характер циркуляции в атлантико-евразийском секторе полушария на среднем уровне тропосферы в июле. Изменение барического поля на АТ-500 гПа прослеживается в естественные климатические периоды состояния земной климатической системы. Показана роль циркуляции в формировании изменчивости регионального климата летом.

**Ключевые слова:** климатическая изменчивость, общая циркуляция атмосферы, региональный климат.

### Research of the Atmospheric Circulation in the Atlantic-Eurasian Sector of the Hemisphere on the Background of these Climatic Changes in the Summer (for Example July)

S. V. Morozova

In the present article explores the nature of the circulation in the Atlantic-Eurasian sector of the hemisphere at the average level of the troposphere. The change of the pressure field at 500 hPa is observed in natural climatic periods of state the earth's climate system. Shown the role of circulation in the formation of regional climate in the summer.

**Key words:** climatic variability, of the General circulation of the atmosphere, regional climate.

Исследования циркуляции атмосферы на пространстве I естественного синоптического района традиционно проводятся на кафедре метеорологии и климатологии СГУ. В опубликованных ранее работах [1–3] изменения характера циркуляции рассматривались в основном в зимние сезоны, поскольку одной из особенностей глобального потепления являлся рост температур именно холодной части года [4, 5]. В [3] установлено, что на пространстве I естественного синоптического

района характер изменения температуры зимой тесно связан с особенностями циркуляции. Интересно посмотреть, какова роль циркуляции в формировании изменчивости регионального климата летом. Для этого в настоящей работе исследуется характер изменения барического поля на среднем уровне тропосферы в различные естественные климатические периоды состояния земной климатической системы (ЗКС). Средний уровень тропосферы соответствует среднему энергетическому уровню тропосферы и наиболее объективно представляет её волновые возмущения.

Естественные климатические периоды состояния ЗКС выделяются по ходу глобальной температуры воздуха: первая волна глобального потепления (с конца XIX века по 40-е годы XX века), период стабилизации (40–60-е годы XX века) и вторая волна глобального потепления (с середины 70-х годов XX века по настоящее время) [3].

Выделенные по ходу глобальной температуры воздуха естественные климатические периоды состояния ЗКС отчётливо проявляются и в центральные месяцы основных сезонов года (рис. 1), однако в январе и июле ход средней полушарной температуры имеет свои особенности.

С конца XIX века до 50-х годов XX века зимой и с начала XX века до 30-х годов XX века летом на полушарии наблюдается рост средней глобальной температуры воздуха (первая волна глобального потепления), что можно заключить по рис. 1, 2. Далее и для зимы, и для лета имеет место небольшой период стабилизации в середине XX века. Однако если вторая волна глобального потепления и зимой, и летом проявилась идентично, то период стабилизации летом и зимой имеет свои особен-