

На правах рукописи

КОРШУНОВ Александр Павлович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОТОБРАЖЕНИЯ
ГОРОДСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ НА ОБЩЕГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ
МЕЛКОГО МАСШТАБА**

Специальность 25.00.33. – Картография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2009

Работа выполнена в Московском государственном университете
геодезии и картографии (МИИГАиК)

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Макаренко Алла Александровна

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Сладкопевцев Сергей Андреевич

кандидат географических наук
Лухманов Дмитрий Николаевич

Ведущая организация: ФГУП «Производственное
картосоставительское объединение
«Картография»

Защита состоится «___» _____ 2009 г. в _____ часов на
заседании диссертационного совета Д. 212.143.01 при Московском
государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК) по
адресу: 105064, Москва, Гороховский пер., 4, зал заседаний Учёного совета

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК).

Автореферат разослан «___» _____ 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Краснопевцев Б.В.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы:

Городские поселения являются наиболее быстро изменяющимся элементом содержания общегеографических карт. С ними связан наибольший объём картосоставительских работ при создании и обновлении общегеографических карт, поэтому совершенствование традиционной методики отображения городских поселений на общегеографических картах – актуальная задача практической картографии.

Современная стадия развития городских поселений происходит в условиях глобального процесса урбанизации, который проявляется не только в росте городского населения, концентрации населения в крупных городах, но и в формах проявления территориального роста городов. С учётом принципов общегеографического картографирования чрезвычайно актуально отображение визуально проявляемых пространственных форм урбанизации – площади сплошной городской застройки. Их впервые выявили космические снимки, и данные анализа показали, что одним из выразительных внешних признаков проявления урбанизации являются площади, занятые сплошной городской застройкой. Первый опыт отображения сплошной застройки имеет место и в картографии – на региональных общегеографических картах Атласа мира, 3-го издания (1999 г.). Отображение этого явления на общегеографических картах не противоречит принципам формирования содержания общегеографических карт и только расширяет область их применения как картографической основы при тематическом картографировании.

Но отображение территорий сплошной городской застройки на картах требует разработки способов их выделения, отображения, разработки изображений, уточнения терминологии, применяемой в легенде карты, т.е. новые видоизменения привнесённые урбанизацией в территориальный аспект системы городских поселений требуют разработки методики их отображения.

Отсюда формализация и контурное отображение на картах пространственных форм процесса урбанизации является актуальной научно-

методической задачей не только построения картографических изображений, но и географических исследований. Исследования, связанные с разработкой методики отображения городских поселений на общегеографических картах мелкого масштаба, выполнялись по двум направлениям:

– исследования методики отображения сети городских поселений на картах масштаба 1 : 7 500 000 и

– изучение и разработка способов контурного отображения городских поселений на картах масштаба 1 : 1 500 000 – 1 : 4 000 000.

Цель и задачи исследования:

Разработка методики отображения на общегеографических картах мелкого масштаба новых пространственных форм проявления процесса урбанизации с использованием данных дистанционного зондирования, а также сокращение объёма картосоставительских работ в условиях развития программно-аппаратных средств. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить информацию о процессе урбанизации, организованную географией в виде понятий, классификаций, которые непосредственно участвуют в построении картографического изображения.

2. Выполнить картометрический анализ отображения населённых пунктов на современных общегеографических картах мелкого масштаба и разработать методику отображения сети городских поселений, как основы расселения.

3. На основании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) разработать методику обработки исходных данных с целью контурного отображения городских поселений на общегеографических картах мелкого масштаба.

Объект исследования:

В качестве объекта исследования выбраны городские поселения, их отображение на общегеографических картах мелких масштабов. Сеть городских поселений, составляя основу системы расселения, относится к наиболее динамичным элементам содержания карт. В условиях постоянно развивающегося процесса урбанизации появилась необходимость разработки методики отображения обширных урбанизированных территорий, в пределах

которых находятся крупные, средние и малые города, которые тесно взаимосвязаны друг с другом.

Методы и средства исследования:

Исследованы современные обзорные общегеографические карты, материалы дистанционного зондирования, полученные с различных космических аппаратов. При обработке указанных материалов использованы:

- методы статистического анализа и трактовки данных.
- автоматизированные методы обработки данных ДЗЗ (классификационные методы анализа и обработки данных).
- картометрические методы.

При обработке цифровых данных использованы программные комплексы анализа и обработки изображений ArcGIS 9.3 и ENVI 4.2.

Состояние изученности проблемы:

Диссертационные исследования опирались на труды учёных-картографов в области мелкомасштабного картографирования, выполненные в МИИГАиК, ЦНИИГАиК, СГГА и МГУ; разработки в области аэрокосмических исследований, а также исследования в области социально-экономической географии.

На защиту выносятся следующие результаты исследований:

- необходимость отображений на общегеографических картах мелких масштабов новой пространственной формы, привнесённой урбанизацией в расселение населения, – ареалы сплошной застройки;
- возможность использования при генерализации сети городских поселений исключаящего норматива генерализации – ценза отбора поселений по числу жителей (наряду с традиционно применяемым нормативом – количество поселений на единицу площади карты);
- методика контурного отображения сплошной городской застройки на основе использования данных ДЗЗ.

Научная новизна:

Выполненные картометрические исследования (на примере обзорных общегеографических карт европейской России масштаба 1 : 7 500 000) позволили установить:

– сеть городских поселений передаёт центры концентрации населения путём отображения на карте от 1 до 5 наиболее крупных городов субъектов РФ; различие в густоте поселений возможно отобразить только в редкозаселённых районах;

– выявлена территориальная дифференциация сети городских поселений по числу жителей (вместо обычно применяемого количества поселений) и установлена возможность использования при картосоставлении исключяющего норматива – ценза отбора поселений по числу жителей;

– сеть городских поселений, находясь в постоянном взаимодействии с природной средой, в условиях процесса урбанизации формирует социально-экономический ландшафт, внешним признаком которого служит сплошная городская застройка. Поэтому наряду с контуром городских поселений обязательным объектом содержания справочных общегеографических карт должно стать контурное отображение сплошной городской застройки в местах концентрации населения.

Практическая значимость работы:

1. Сокращение объёма картосоставительских работ при отборе городских поселений на общегеографических картах мелких масштабов на основе предложенной шкалы цензов отбора с учётом дифференциации территории.

2. Усиление дешифровочных признаков космических снимков при выявлении ареала сплошной городской застройки на основе методики использования программных средств анализа изображений.

Апробация результатов работы:

Диссертационные исследования докладывались на ежегодных научно-практических конференциях студентов МИИГАиК в период с 2005 по 2009 г.; на 14-й Межрегиональной научно-технической конференции Научно-технического общества радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова (г. Нижний Новгород); на 5-й Международной научно-технической конференции "Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика" Рязанского государственного радиотехнического университета (г. Рязань).

По теме диссертации опубликована 1 статья.

Объем и структура работы:

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения. Общий объем работы составляет 92 страницы текста и включает 23 рисунка и 12 таблиц. Список литературы содержит 77 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыты актуальность темы, цель и задачи, научная новизна и практическая ценность работы.

1. Процесс урбанизации и развитие сети городских поселений

Термин «урбанизация» получил широкое распространение во второй половине прошлого столетия. В этот период были опубликованы обобщающие теоретические работы, в которых раскрывается сущность процессов урбанизации, сформулированы признаки и формы их проявления, а также определились основные направления исследования урбанизации.

Работы, связанные с исследованиями урбанизации как глобального социально-экономического процесса и результатов его развития, имеют особое значение для выявления общих черт, свойственных самому процессу урбанизации. Многие признаки процесса урбанизации (концентрация населения в крупных городах и агломерациях, непрерывное расширение городских территорий, усложнение функциональной структуры городов, формирование систем городских поселений) по существу являются проявлением его результатов. Процесс урбанизации видоизменяется под влиянием условий, в которых он протекает. Это является одной из причин, по которой термин «урбанизация» не имеет чёткого определения.

Термином «урбанизация» обозначают различные явления, относящиеся как непосредственно к процессам возникновения и формирования самих городов, так и к процессам, сопутствующим градообразованию. Под «урбанизацией» понимают:

а) рост городов и повышение удельного веса городского населения, а также возникновение всё более сложных сетей и систем городов;

б) социально-экономический процесс, выражающийся в росте городских поселений, концентрации населения в них и особенно в больших городах, в распространении городского образа жизни на всю сеть поселений и являющийся

отображением глубоких структурных сдвигов в экономике и социальной жизни, происходящих в современный период.

Для понимания сущности урбанизации важно понимание не только основы, на которой развивается этот процесс, но и его пространственное отображение, т.е. развитие сети городских поселений, усложнение форм городского расселения, вовлечение новых территорий в сферу влияния городов различного типа, расширение ареалов урбанизированной среды.

Главный пространственный признак урбанизации – развитие сети городов, возникновение новых городских поселений и рост уже существующих. Вследствие влияния городов происходят социально-экономические преобразования территорий, находящихся в зоне их влияния. Размеры этого влияния находятся в прямой зависимости от величины города и его социального и экономического потенциала.

С современным периодом урбанизации связано увеличение контрастности расселения, его концентрации в наиболее крупных городах при обезлюдении периферии. Происходит усиление неравномерности развития населённых мест страны и её крупных районов, в которых всё более заметно выделяются центры расселения на базе крупнейших городов.

Сущность новых видоизменений привнесённых урбанизацией в территориальный аспект системы городских поселений, состоит в том, что на смену городу как точечной форме расселения приходит сплошная «урбанизированная зона», «урбанизированная территория». Вместе со сгущением сети коммуникаций прилегающие к городу сельские поселения преобразуют свой внешний облик, увеличивая плотность застройки вдоль главных путей сообщения и постепенно смыкаясь с городом. Крупный город как бы «расползается» по окружающей его территории.

Современные исследования влияния процесса урбанизации на формирование городских территорий нашли отражение в 3-м томе Национального атласа России (НАР), 2006. В НАР теме «Городское расселение и урбанизация» отведено 8 страниц (с.127-135). Авторами данного раздела в НАР являются сотрудники Института географии РАН Г.М. Лаппо, П.М. Полян, Т.И. Селиванова.

Для картографирования городских поселений важны исследования, связанные с решением вопросов совершенствования расселения, в частности при разработке вопросов развития городов и форм городского расселения. Эти исследования относят к исследованиям конструктивного характера, т.к. результатами их являются нормативы и рекомендации, которые служат основой развития расселения, в частности развития сети городских поселений. В советский период в градостроительной практике эта проблема решалась на основе критерия экономичности городского хозяйства, предполагала заданные величины городов поддерживать с помощью административно-территориальных границ и мероприятий.

Результаты исследований конструктивного характера послужили также основой при подготовке Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 6 октября 2003 г. С учётом данного Закона городским поселением может быть один город или посёлок городского типа. Кроме того, в пределы его территории могут быть включены другие поселения, в т.ч. сельские населённые пункты, не являющиеся муниципальными образованиями. Новая реорганизация сети поселений законодательно закрепляет вовлечение близлежащих территорий и поселений различного типа в среду влияния города-центра.

2. Методика отображения городских поселений на общегеографических картах мелкого масштаба

Общегеографическими называются карты, отображающие внешний облик земной поверхности с обязательным совместным показом основных элементов местности (гидрография, населённые пункты, пути сообщения, границы, рельеф и другие элементы природного ландшафта). Главная задача общегеографических карт – отобразить внешние признаки обширных территорий с учётом их географических особенностей. Общегеографические карты составляют существо цифровых баз данных и базовых общегеографических слоёв ГИС, поэтому их относят к основным видам карт. К числу мелкомасштабных карт относят карты, масштабы которых мельче 1 : 1 000 000.

Основной принцип построения содержания общегеографических карт – отдельный и избирательный показ отображаемых объектов. Для обзорных

общегеографических карт требование геометрической точности выполняется при крупном масштабе изображения, при мелкомасштабном картографировании передаётся только правильность взаимного расположения объектов. Это вызвано тем, что на картах мелкого масштаба невозможен показ очертаний и размера большинства объектов. Использование внемасштабных условных знаков, размеры которых существенно превышают действительные размеры объекта, приводит к смещению изображения объекта относительно его действительного положения.

При отображении на общегеографических картах населённых пунктов основной задачей является показ территориальной организации населения в виде населённых мест, их размещения и заселённости территории. Заселённость территории на общегеографических картах передаётся средней плотностью населённых пунктов на единицу площади карты (1 см^2 , 1 дм^2) или средней площадью карты (см^2), которая приходится на изображение одного населённого пункта.

Для отображения внешнего облика земной поверхности важно знать основные формы территориальной организации населения. К ним относят:

1. Одиночные населённые пункты, удалённые друг от друга на значительные расстояния. В редкозаселённых районах они показываются почти полностью, отображая на картах границы расселения и независимо от масштаба изображения степень заселённости территории.

2. Групповое расположение населённых пунктов, густота (плотность) размещения которых выделяется на фоне сети населённых пунктов меньшей густоты (плотности), при которой населённые пункты постепенно срастаются в группы поселений. Такое расположение населённых пунктов встречается и в городском, и в сельском расселении.

Групповое расположение городских поселений характеризуется территориальной сближенностью поселений, с единой системой транспорта и компактностью размещения их вокруг города-центра. Среди них выделяют агломерации, конурбации и мегалополисы. Эти формы расселения получили распространение во многих странах мира, приводя иногда к образованию обширных «урбанизированных пространств». Данные формы территориальной организации населения хорошо просматриваются в «рисунке»

картографического изображения населённых пунктов на общегеографических картах. Внешний признак такого расселения визуально выражается в рисунке сети городских поселений и коммуникаций, в территориальной структуре городов, интенсивности использования территории.

На картах масштаба 1 : 1 000 000 и крупнее отображается площадь многих населённых пунктов не только городских, но и сельских. Примером такого отображения служат региональные общегеографические карты масштаба 1 : 1 000 000 в первом томе НАР. Этот способ изображения позволяет передать многообразие ситуаций в пространственном положении населённых пунктов. Но большая часть населённых пунктов на общегеографических картах более мелкого масштаба отображается условными знаками (пунсонами) и шрифтом надписей. Эти условные обозначения характеризуют населённые пункты по трём признакам: числу жителей, административной принадлежности и типу поселения. На картах масштаба 1 : 4 000 000 и мельче тип поселения продолжает отображаться только на некоторых из них. Разнообразие изображений на общегеографических картах создаётся комбинацией условных знаков (пунсонов) и шрифтов надписей, их рисунка и размера.

Для определения предельного масштаба изображения при общегеографическом картографировании России и выявления поселений составляющих основу сети населённых пунктов, проведены картометрические исследования. С этой целью выбраны справочные общегеографические атласы различных лет издания: Атлас мира, 3-е издание (1999), Географический атлас России (1997 и 2005), Национальный атлас России. Том первый (2004), Атлас для учителей средней школы, 4-е издание (1980). Последний атлас включен в список для сравнения нагрузки одномасштабных карт различных по назначению. В каждом атласе приведена обзорная общегеографическая карта европейской части России масштаба 1 : 7 500 000 или 1 : 8 000 000. Территория Европейской России позволяет проследить все географические особенности расселения.

Общегеографические карты данных изданий на первом этапе исследования сравнивались по количеству населённых пунктов, показанных на картах, числу жителей в них, типу поселения и административному значению. В качестве территориальной единицы выбран субъект РФ. Выбранная

территориальная единица позволила сопоставлять полученные картометрические данные с данными Росстата.

Результаты первого этапа показали:

– все населённые пункты, отображённые на картах разных атласов, являются преимущественно городами; полностью без отбора показаны города с населением 50 тысяч и более жителей, в которых проживает от 80 до 98% городского населения. Дополнительно показанные населённые пункты в отдельных субъектах РФ, являются также городами с населением более 10 тысяч жителей. Города с населением менее 10 тысяч жителей и сельские населенные пункты, показаны в слабозаселенных районах Севера и Нижнего Поволжья. Независимо от назначения атласов количество городов, показанных в одних и тех же субъектах РФ, различалось на 10–20%, что составляет 1–3 города, т.е. нагрузка населёнными пунктами на единицу площади карты практически одинакова в атласах разных по назначению.

Поэтому последующий картометрический анализ отображения населённых пунктов выполнялся на основе одной карты – общегеографической карты «Европейская часть России» масштаба 1 : 7 500 000 Атласа мира, 3-е изд. (1999 г.). Анализ содержания данной общегеографической карты показал, что на картах мелких масштабов уменьшается количество отображаемых населённых пунктов, отображая которые сложно дифференцировать сеть поселений по густоте. В то же время общепринятые территориальные единицы 1 дм² и 1 см² в масштабе 1 : 7 500 000 достигают соответственно 562,5 и 5,6 тыс. км², которые уже сложно относить к однородным территориям. Второй этап картометрических исследований показал, что при отображении сети населённых пунктов генерализация их на карте масштаба 1 : 7 500 000 выполняется, в основном, из числа городских поселений.

Анализ сети городских поселений на основе данных Росстата позволил установить пороговые значения людности поселений и дифференцировать территорию европейской части России с учётом выявленных пороговых значений, исключающих показ на данной карте поселений с определённым числом жителей (рис. 1). Из картосхемы №1 видно, что полностью можно показать все города в северных районах европейской части РФ, в субъектах РФ, расположенных вдоль 60-й параллели и вдоль западной границы страны, цензом

Картосхема №1. Дифференциация городских поселений европейской части РФ по цензам отбора по цenzам отбора

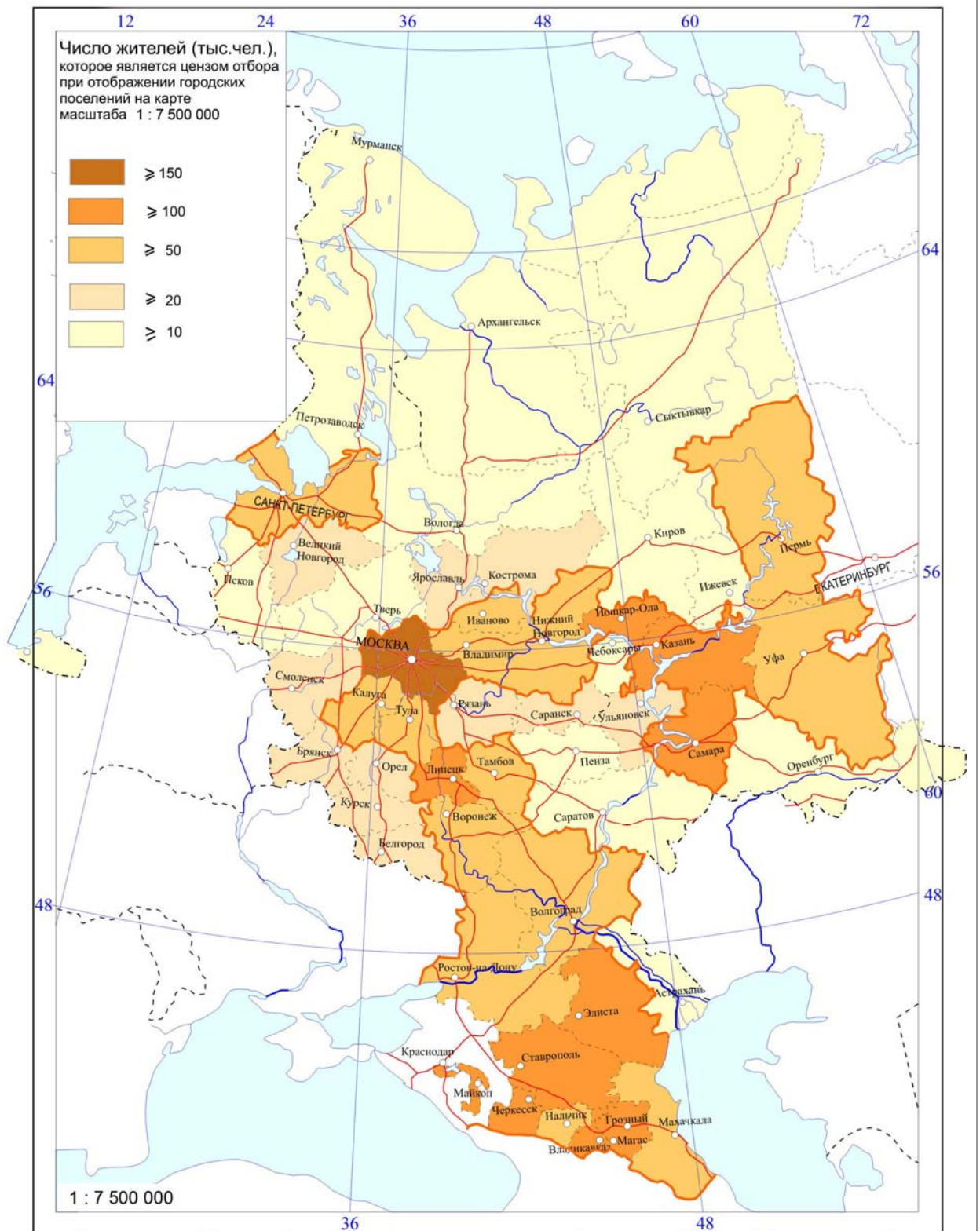


Рис. 1.

их отбора служат 20-тысячные города. Ценз отбора для городов Центра и Поволжья повышается, изменяясь в отдельных субъектах РФ от 20 до 50 тыс. жителей. В субъектах РФ Среднего Поволжья и Предкавказья ценз отбора повышается до 50 – 100 тыс. жителей. Высокий ценз отбора в этих районах связан с тем, что в данных районах расположены не только крупные городские, но и сельские поселения. Отдельные сельские поселения Предкавказья насчитывают более 20 тыс. чел.

Установленную шкалу пороговых значений – менее 10 – 10 – 20 – 50 – 100 – 250 – более 250 тыс. чел. – можно использовать как дифференцированный ценз отбора при генерализации населённых пунктов (наряду с избирательным нормативом – количество населённых пунктов на единицу площади карты). Данный ценз отбора позволяет выполнить отбор в автоматическом режиме бóльшей части городских поселений, отображаемых на карте европейской части РФ масштаба 1 : 7 500 000.

Масштабы 1 : 7 500 000 – 1 : 8 000 000 можно считать предельными для отображения сети населённых пунктов страны на общегеографических картах. На это указывает небольшое количество населённых пунктов в пределах каждой административно-территориальной единицы (от 1 до 58 поселений). Кроме того, 1/3 надписей названий поселений размещается за пределами границ субъектов РФ, что затрудняет визуальное определение административной принадлежности поселений, отображаемых на картах данных масштабов.

3. Исследование и разработка методики контурного отображения городских поселений

На общегеографических картах мелких масштабов населённые пункты в основном отображаются внемасштабными условными знаками (пунсонами) и только наиболее крупные городские поселения показываются контуром. Поэтому методике контурного отображения городских поселений в литературе не уделяется должного внимания. Это приводит к искажениям отображения контура городов. Возможности совершенствования методики контурного отображения городов на общегеографических картах мелкого масштаба в работе рассматриваются по двум направлениям:

- 1) разработка методики отображения ареала сплошной городской застройки по данным ДЗЗ;

2) развитие оформительских приёмов контурного отображения крупнейших городов.

Разработка методики отображения ареала сплошной городской застройки по данным ДЗЗ. Сгущение сети поселений в центрах концентрации и сращивание периферийных пригородных поселений с городом-центром становится одним из основных признаков развитых форм городских поселений и внешним признаком современного социально-экономического ландшафта. Внешним признаком пространственных форм процесса урбанизации служит сплошная городская застройка.

Увеличение площади застройки и её уплотнение приводит к заметному (даже на картах мелких масштабов) увеличению площади урбанизированных территорий и сокращению площади природных ландшафтов в центрах концентрации населения. Поэтому отображение контуров сплошной застройки на общегеографических картах является актуальной задачей, а развитие способов отображения этого явления – одним из направлений совершенствования общегеографического картографирования.

В практической картографии уже сделаны первые шаги: в Атласе мира 3-го изд. (1999 г.) на картах масштаба 1 : 1 500 000 и крупнее показаны ареалы сплошной застройки вокруг городов с населением 100 тыс. чел. и более. В данном Атласе изменен способ отображения крупных городов, вместо избирательно генерализированной сети поселений пригородной зоны, вместо отдельно показанных наиболее значимых населённых пунктов в этой зоне на картах масштаба 1 : 1 500 000 и крупнее отображается ареал сплошной застройки. Чтобы при таком способе отображения сохранить принцип общегеографического картографирования – отдельное отображение объектов – желательно в пределах данного ареала выделять не только город-центр, но и один-два наиболее значимых города. Они могут быть выделены и контуром, и условным знаком (пунсоном) в пределах ареала сплошной городской застройки.

Отображение ареала сплошной застройки на общегеографических картах, не следует рассматривать как перспективы роста города-центра, а как попытку отобразить на общегеографической карте социально-экономический

ландшафт, создаваемый городом-центром, как внешний визуальный признак процесса урбанизации, который становится одним из основных признаков социально-экономического развития страны.

В зависимости от развитости связей между населенными пунктами, расположенными на данной территории, в географической литературе такие территории именуют «городскими районами», «урбанизированными территориями», «агломерациями», «конурбациями», но в таблице условных знаков (легенде) общегеографических карт они должны именоваться терминами, раскрывающими принцип их выделения на картах. Нами предлагается именовать такие территории «сплошной застройкой» и в зависимости от типа поселений называть их «сплошной городской застройкой» или «сплошной сельской застройкой».

В условиях быстро изменяющихся ареалов городской застройки и увеличения плотности близлежащих поселений единственным источником для отображения их ареалов, т.е. внешних признаков роста городских поселений являются данные ДЗЗ.

При использовании методов дистанционного зондирования мы получаем поле яркости объектов, а не изображение самих объектов, поэтому выполненное исследование направлено на изучение закономерностей отображения на снимках признаков, в данном случае, социально-экономических объектов.

На рис. 2 приведено контурное отображение города Казани и окрестностей в Атласе мира, 3-го изд. (1999 г.) и площадь контура, построенного интерактивно по данным ДЗЗ (2007 г.) превышает площадь контура г. Казани в Атласе мира на 47 %. Необходимо заметить, что внедрение автоматизации в процесс дешифрирования не исключает полностью визуального дешифрирования.

Снимки очень высокого и сверхвысокого разрешения (лучше 10 м) не требуют автоматизированной обработки в целях дешифрирования,



Рис. 2. Совмещение изображения населённых пунктов, полученных по разным источникам

детальность их изображения достаточна для визуального дешифрирования. Несмотря на то, что наилучшее разрешение космических снимков в настоящее время составляет 0,5 м (спутник GeoEye-1) и возможно визуальное дешифрирование функциональных типов городских территорий и построение контуров в интерактивном режиме, массовое их использование затруднительно как по причине дороговизны снимков (например, \$27 за 1 км² для данных GeoEye-1), так и по причине небольшой (15–30 км для разных спутников сверхвысокого разрешения) полосы обзора. Для автоматизированной обработки применяют снимки более низкого разрешения – среднего и относительно высокого (от 50 м) и имеющие несколько спектральных каналов.

Обработка цифровых снимков в диссертационной работе выполнена с целью получения ареала сплошной городской застройки. Для автоматизированной обработки данных ДЗЗ использован алгоритм классификации. Из известных методов классификации – неконтролируемая и контролируемая – выбрана неконтролируемая классификация. При неконтролируемой классификации сначала выделяют спектральные классы, на основании только той информации, которая представлена в данных, и затем результат сопоставляется с реальными пространственными объектами.

Для контролируемой классификации порядок действий противоположный: используют эталонные области, которые выбираются в соответствии с их принадлежностью к определенному информационному классу. При выборе этих областей опираются на знание территории и расположенных на ней объектов.

Неконтролируемая классификация позволяет создать методику работы со всем рядом данных ДЗЗ (имеющихся и перспективных), как тех, которые сопровождаются данными о калибровке (калибровочными коэффициентами), так и тех, которые таких данных не имеют. Применение данных о калибровке подразумевает проведение довольно серьезной предварительной обработки. Тем не менее, даже пересчет яркостей с использованием калибровочных коэффициентов может не дать эталонного результата, и сигнатуры (образы), подобранные на снимке, полученном одним прибором, могут быть не применимы для другого снимка, полученного другим прибором. Применение алгоритма неконтролируемой классификации и разработанной нами методики не зависит от вышеуказанных факторов.

Для разработки методики контурного отображения сплошной городской застройки в качестве исходных данных использованы данные МСУ-Э со спутника Метеор-3М и данные ETM+ со спутника Landsat7. Данные МСУ-Э для решения поставленной задачи оказались непригодными. Последующая серия экспериментов проводилась с использованием данных ETM+ со спутника Landsat7; дата приёма: 05.09.2000 года; формат растра – GEOTIFF.

В начале исследования выполнено агрегирование данных, разрешение приведено к 57 м. Для анализа результата классификации выбраны эталонные участки, уверенно относящиеся к городской застройке. Таких участков выбрано 5. Они однородны по типу застройки, величина их 0,7 – 1,2 км². Одновременно выбраны эталонные участки природного ландшафта. Объекты, относящиеся к городской застройке, имеют значительный диапазон яркости объектов. Они представлены 8 классами, в отличие от объектов природной среды (лес, водные объекты), каждый из которых представлен 1 – 4 классами.

Далее результат классификации разбивался на блоки. Эксперимент проведён для четырёх размеров блока: блок со стороной 5 пикселей (размер на местности 285×285 м), блок со стороной 7 пикселей (размер на местности 399×399 м); блок со стороной 9 пикселей (размер на местности 513×513 м); блок со стороной 11 пикселей (размер на местности 627×627 м). Результат представлен на рис. 3. Для каждого блока рассчитывается процент городской застройки.

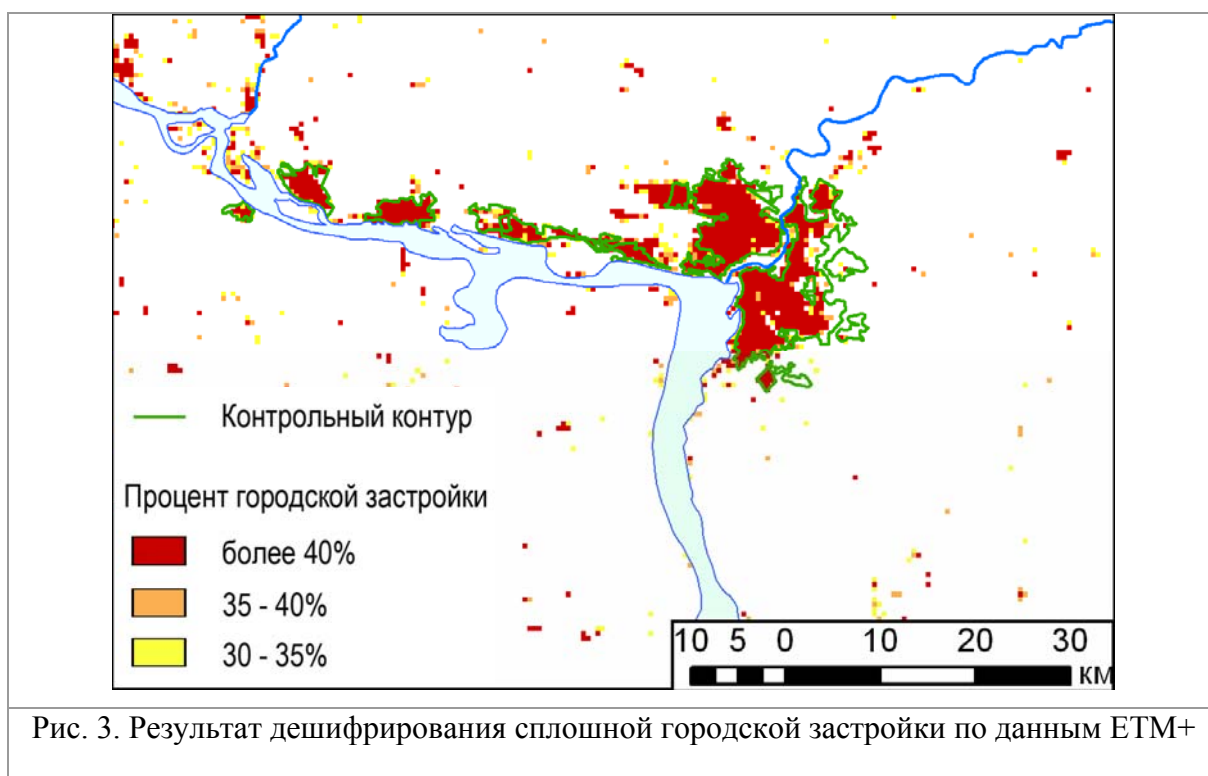


Рис. 3. Результат дешифрирования сплошной городской застройки по данным ETM+

Расчёт процента городской застройки реализован с помощью разработанной программы, работающей в среде IDL. Пороговые значения городской застройки определены эмпирически и первоначально приняты 30%, 35% и 40%. Достоверность результатов обработки данных проведена путём сравнения полученных контуров с контрольным контуром (таким контуром назовём контур, построенный интерактивно по данным ДЗЗ высокого разрешения).

Присутствие блоков, идентифицируемых как блоки с высоким процентом городской застройки, помимо ареалов сплошной городской застройки, является погрешностью классификации. Устранение таких ареалов является несложной задачей, реализуемой в программных комплексах на основе порогового значения (при площади ареала, величина которого менее

заданного размера (км²) ареал удаляется). В качестве оптимального размера выбран блок из 9 пикселей со стороной 513 м (0,2 мм в масштабе 1 : 2 500 000).

Сравнение с контрольным контуром показывает, что при пороговом значении 30% полученный ареал занимает 95,0% от площади контрольного контура, при пороговом значении 35% – 87,9% от площади контрольного контура, при пороговом значении 40% – 81,3% от площади контрольного контура.

Далее получаем растровый файл, содержанием которого являются пиксели (число которых равно числу в исходном файле), сгруппированные в блоки. Каждый блок содержит значения от 0% до 100% (сплошной городской застройки). Этот растровый файл в программном комплексе ArcGIS 9.3 может быть преобразован в векторный файл, который позволит подразделить процент сплошной городской застройки в ареалах с определённым шагом: 30 – 35 – 40 – 45% и т.д. Поскольку на всех этапах мы работаем с геопривязанными данными, содержание векторного файла может быть интегрировано в любую ГИС для дальнейшего отображения на общегеографических, а при необходимости и на тематических картах.

Разработанная методика обработки данных ДЗЗ позволяют оперативно отображать ареалы сплошной городской застройки, причём не однозначно «город»/«негород», а через полосу относительно редкой застройки, которая может быть показана только на картах крупных масштабов, а на мелкомасштабных картах вырождается в линию, которая и будет служить границей сплошной городской застройки. По этой методике возможно получение данных о величине ареалов сплошной городской застройки.

Контурное отображение крупнейших городов как оформительский приём. Наглядное и выразительное отображение крупнейших городов на картах мелких масштабов – одна из основных задач оформления общегеографических и политико-административных карт учебного назначения.

Методика оформления крупнейших городов разработана с учётом следующих факторов: сравнительно небольшое общее количество поселений,

показываемых на картах мелких масштабов (их число на картах европейской России масштаба 1 : 7 500 000 изменяется от 1 до 58 поселений) и высокая плотность населения в центрах концентрации городов.

Картометрические исследования, выполненные по карте масштаба 1 : 7 500 000 в пределах условной территориальной единицы, центром которой служил центр субъекта РФ, показали что визуально графическая нагрузка, создаваемая на карте условными знаками, в основном передаёт ареалы концентрации городов с высокой плотностью населения (превышение плотности населения в центрах концентрации городов превышает среднюю плотность населения области в целом в несколько раз, например в Московской области в 13,6 раз, в Самарской области – в 6,1, в Нижегородской области – в 6,7 раз, в Чувашии – в 1,5 раза).

Генерализация, связанная с уменьшением масштаба, приводит к тому, что контурные изображения крупных поселений «расширяют» свою площадь за счёт других. Преувеличение площади контурных отображений на картах масштабов 1 : 500 000, 1 : 1 000 000 и 1 : 1 500 000 может достигать 12–15%, а в отдельных случаях до 50% (А.М. Берлянт). По мере уменьшения масштаба это ведёт к преувеличению сначала средних площадей (за счёт уменьшения малых площадей), а затем к преувеличению крупных площадей. Таким образом, обобщая контур путём исключения мелких деталей очертания, на карте «проявляются» главные структурные признаки контурного отображения населённого пункта, и одновременно с понижением точности контурного отображения на мелкомасштабных картах выделяются крупные населённые пункты и улучшается их восприятие.

Для разработки методики оформления контурного отображения выполнены экспериментальные работы.

Компактная пространственная группировка поселений (агломерация) принимается за круг радиуса R_0 , центр которого совпадает с положением города центра (рис. 4). Пространственная группировка поселений принимается за множество точек. Радиус R приравнивается среднему расстоянию между точками множества.

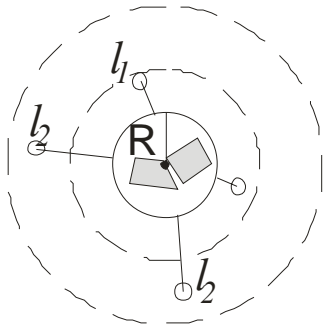


Рис. 4. Формализованный контур города-центра и его периферийная зона

Населённые пункты ближайшего окружения образуют первый пояс, в пределах которого расстояния l_1 между городом-центром и поселениями изменяются от 1,5 до 7,5 км (в масштабе 1 : 1 500 000 – от 1 до 5 мм), во втором поясе расстояния l_2 изменяются от 7,5 до 15 км (в масштабе 1 : 1 500 000 – от 5 до 10 мм).

Картометрические определения выполнялись по общегеографической карте масштаба 1 : 1 500 000. Измеренные величины l_i показали, что наибольшее количество поселений сосредоточено на расстоянии 3,6 км (2,4 мм в масштабе 1 : 1 500 000) и 7,5 км (5 мм). Если ориентироваться на второе значение l_2 радиус города-центра R следует увеличить на 1 мм, то площадь контурного отображения в масштабе 1 : 5 300 000 составит 36,2 мм². Площадь контурного изображения города-центра может быть увеличена до масштаба 1 : 3 750 000 или 1 : 2 500 000 соответственно площадь контурного отображения в масштабе 1 : 7 500 000 увеличится в 5 или 8 раз.

Укрупнение масштаба изображения и соответственно увеличение контура города связано с уменьшением расстояния до населенных пунктов, составляющих ближайшее окружение, или отказ от показа на карте какого-либо крупного поселения. Например, на карте масштаба 1:7 500 000 расстояние между Самарой и Новокуйбышевском составляет 1 мм (7,5 км), при увеличении контура Самары между ними сохраняется только просвет 0,3 мм (2,2 км).

При данном способе оформления площади контура крупнейшего города сохраняют географичность изображения, его конфигурацию и географическое соответствие относительно других объектов. Такой способ оформления позволяет отображать укрупненные контура в едином масштабе, кратном главному масштабу карты, позволяющем сравнивать площади выделенных городов. Единый масштаб изображения укрупненных контуров, отличный от главного масштаба, позволяет дать на карте пояснение. Например, под рамкой карты масштаба 1 : 7 500 000 дать примечание: «Изображение контура городов с числом жителей 1 млн. и более на карте увеличено в два раза. Масштаб изображения 1 : 3 750 000». Пример контурного отображения г. Казани приведён на рис. 5.



Рис. 5. Контурное отображение г. Казани в масштабе
 а) 1 : 4 000 000; б) 1 : 4 000 000, контур г. Казани преувеличен в 2 раза

Заключение

1. Исследование отображения городских поселений на общегеографических картах мелкого масштаба выполнялось по двум направлениям: исследования методики отображения сети городских поселений на картах масштаба 1 : 7 500 000 (1 : 8 000 000), а также разработка способов контурного отображения городских поселений на картах 1 : 1 500 000 – 1 : 7 500 000.

2. Выполненные картометрические исследования на примере общегеографических карт европейской части России масштаба 1 : 7 500 000 позволили установить:

- сеть городских поселений передаёт центры концентрации населения путём отображения на картах от 1 до 5 наиболее крупных городов субъектов РФ. Пространственная концентрация городских поселений вблизи города-центра выражается также высокой плотностью населения, в некоторых случаях многократно превышающей среднюю плотность населения области;

- выявлена территориальная дифференциация сети городских поселений по числу жителей (на примере европейской части РФ) и установлена возможность использования при картосоставлении исключаящего норматива генерализации – ценза отбора поселений по числу жителей (наряду с традиционно применяемым нормативом отбора поселений – количество поселений на единицу площади карты). Установленная шкала цензов отбора – менее 10 – 10 – 20 – 50 – 100 – 250 – 250 тыс. жителей и более позволяет выполнить в автоматическом режиме отбор основной части городских поселений на карте данного масштаба.

3. С учётом принципов общегеографического картографирования в работе разработана методика отображения визуально проявляемых пространственных

форм урбанизации – ареалов сплошной городской застройки – на основе метода неконтролируемой классификации данных ДЗЗ. Формальным признаком для выделения контура сплошной городской застройки принят процент городской застройки, рассчитанный программой, работающей в среде IDL. Формализация признаков сплошной городской застройки является сложной задачей, требующей дальнейшего развития не только картографических способов отображения, но и развития географических знаний и методов ДЗЗ.

В работе обоснована возможность и разработана методика оформления контуров крупнейших городов на основе преувеличения их действительных площадей.

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Коршунов А.П. Применение неконтролируемой классификации для контурного изображения городской застройки на общегеографических картах // Геодезия и картография.– 2009.– №7.– с.19-21.
2. Коршунов А.П. Методика отображения городских агломераций на общегеографических картах на основе данных дистанционного зондирования // Материалы 14-й межрегиональной научно-технической конференции «Обработка сигналов в системах наземной радиосвязи и оповещения» НТОРЭС им. А.С. Попова.– М.: Моск. техн. ун-т связи и информатики, 2006.– с. 135-137.
3. Макаренко А.А., Коршунов А.П. Основные признаки процесса урбанизации и их отображение на мелкомасштабных картах // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.– 2006.– Спецвыпуск.– с. 55-64.
4. Коршунов А.П. Картографирование городских агломераций на мелкомасштабных картах с использованием данных ДЗЗ // 5-я международная научно-техническая конференция «К.Э. Циолковский – 150 лет со дня рождения. Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика»: Тез. докл. / Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2007.– с. 327-328.