

# МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И СОВМЕСТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АРХИВНЫХ И СОВРЕМЕННЫХ КАРТ\*

**В.Г. Щекотилев** (НПП «Эргоцентр», Тверь)

В 1981 г. окончил факультет вычислительной математики и кибернетики Горьковского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по специальности «математик». Работал в ЦНИИ 2 МО СССР, СПКБ СУ, ВА ПВО, НИИ ИТ, ТТГЦ. С 2004 г. работает в ОАО «НПП «Эргоцентр», в настоящее время — заместитель генерального директора по информационным технологиям. Кандидат технических наук.

**О.Е. Лазарев** («Верто-Тверь»)

В 2000 г. окончил химико-биолого-географический факультет Тверского государственного университета по специальности «геоэкология». Затем работал в Тверском государственном университете. С 2008 г. по настоящее время — директор ООО «Верто-Тверь».

В настоящее время отмечается активное использование возможностей геоинформационных систем (ГИС) при решении практических и научно-исследовательских задач. В силу развития технических средств в области сканирования и средств обмена информацией лавинообразно формируется общедоступный фонд исторической информации, в том числе архивных картографических произведений. Наряду с этим, можно отметить отсутствие электрон-

ных атласов по данным картам (даже на уровне отдельной области или губернии) — доступны только распечатки листов карт или их частей.

Очевидными являются значительный объем, историческая и практическая значимость информации, представленной на крупномасштабных архивных картах губерний. Например, для современной территории Тверской области с учетом существенного изменения административных границ актуально использование карт и сопутствующей информации по нескольким сопредельным областям (губерниям). Так, существенная часть территории Тверской области в современных границах находилась в Смоленской, Псковской, Витебской, Новгородской и Московской губерниях (рис. 1).

Особое место среди архивных карт занимают карты XIX века. В это время происходил переход от планов генерального межевания к топографическим межевым и топографическим картам. В России было издано значительное число уникальных даже по современным

меркам крупномасштабных карт [1, 2]. К их числу можно отнести одноверстные топографические межевые и генеральные топографические карты, двухверстные топографические межевые атласы, изданные на 8 губерний России: Тверскую, Рязанскую, Тамбовскую, Владимирскую, Ярославскую, Симбирскую, Нижегородскую, Пензенскую (карты А.И. Менде) [3], а также трехверстные военно-топографические карты отдельных губерний и двухверстную карту Московской губернии 1860 г.

Использование архивных крупномасштабных карт в исследованиях с привлечением современных информационных технологий и ГИС является нетривиальной задачей по следующим причинам:

— архивные карты созданы в различных масштабах и не имеют однородного покрытия на региональном уровне;

— их характерной чертой является многолистная структура, например, карты А.И. Менде состоят из листов, которые, в свою очередь, могут делиться на четверти;



**Рис. 1**

*Соотношение современных границ Тверской области с границами губерний*

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ и Администрации Тверской области. Проект № 09-01-57103 а/Ц.

— для карт конца XVIII в. — начала XX в. характерно использование отсчета долготы от различных меридианов;

— при проведении исследований на региональном уровне необходимо привлекать картографические материалы на сопредельные губернии (рис. 1).

Автоматизация обработки архивных карт с использованием компьютерных технологий требует разработки частных методик, направленных на решение конечных задач — формирование электронных атласов и карт-схем. Ключевыми этапами при этом являются: создание математической и информационной модели карты; формирование изображений единиц карты (листов); разработка информационной модели карты для электронного атласа и карт-схем.

Создание электронного атласа (в различных вариантах исполнения) и макетирование карт-схем в рамках одного направления исследований обусловлено следующими причинами:

— актуальностью решения обеих задач применительно к крупномасштабным архивным картам, так как основной целью электронного атласа является автоматизация практических и исследовательских задач с использованием изображений карты, а серии карт-схем ориентированы на представление карт в нужных размерах и масштабах на конкретную территорию;

— необходимостью решения для обеих задач схожего набора частных вопросов (формирование изображения карты на основе системы блоков изображений, координирование системы блоков растровых изображений в профессиональных ГИС).

Для решения данных задач требуется электронная карта с возможностью представления любой ее части на экране или

для печати. Базовым положением реализованного подхода является блочная организация информационной модели с возможностью изменения размеров блока в зависимости от решаемой задачи (для электронного атласа используется большое число маленьких блоков, при составлении карт-схем предпочтительно минимальное число блоков значительных размеров).

Подход основывается на создании математической модели растровой карты большого размера и разработке основных методик: формирование информационной модели, формирование карт-схем и проектирование электронного атласа. Он включает также вспомогательные методики: формирование элемента архивной карты, формирование электронных карт для профессиональных ГИС, подготовку данных для Интернет-ресурсов и др.

Среди особенностей исследуемых архивных карт следует отметить следующие:

— современные границы Тверской области существенно отличаются от границ Тверской губернии (рис. 1);

— регион Тверской и сопредельных с ней губерний для системы прямоугольных плоских координат Гаусса-Крюгера располагается в основном в 6 зоне с выходом в 5 и 7 зоны;

— масштабы архивных карт различны (для Тверской, Ярославской и Владимирской губерний существуют одно и двухверстные карты съемки А.И. Менде (рис. 2а), для Московской губернии известна двухверстная топографическая карта 1860 г. (рис. 2б), а для Смоленской, Витебской, Псковской и Новгородской губерний имеются листы трехверстной военно-топографической карты России).

В соответствии с ГОСТ [4] в практике информационных технологий используются следую-

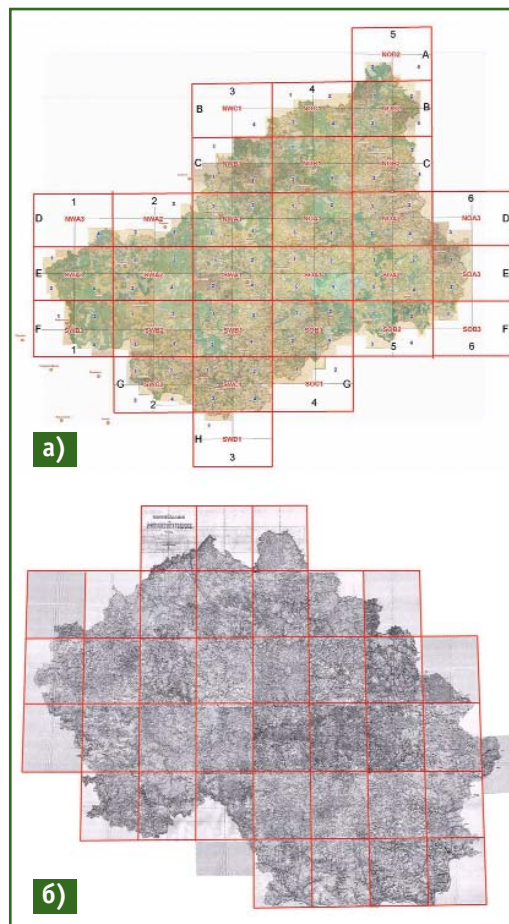


Рис. 2

Схема листов двухверстных карт на фоне сформированных электронных карт губерний: а) схема листов и четвертой карты Тверской губернии, 1853 г.; б) схема листов карты Московской губернии, 1860 г.

щие определения: «картографическое произведение — произведение, главной частью которого является картографическое изображение» и «электронная карта — векторная или растровая карта, сформированная на машинном носителе...».

Таким образом, растровая карта, созданная на основе бумажной карты, с одной стороны, является формой электронной карты и может использоваться в ГИС, а с другой — фиксирует картографическое произведение в электронном формате.

Данное обстоятельство определяет актуальность разработки информационных моделей растровых карт (в том числе и архивных). На практике (особенно для рассматриваемых

крупномасштабных карт XIX века) создание растровой электронной карты в виде одного файла в общем случае возможно, но работать с ней будет достаточно сложно или практически невозможно из-за большого объема файла.

Таким образом, актуальна задача разработки информационной модели растровой карты, которая допускает блочное описание раstra и сохраняет требуемую функциональность.

Рассматривая бумажную карту как картографическое произведение, целесообразно иметь вариант информационной модели на основе нетрансформированного изображения раstra. В [5] описана данная математическая модель и показаны особенности формирования электронной карты по растровому изображению в ГИС MapInfo и ГИС «Карта 2005» (КБ «Панорама»). В процессе исследований было отмечено, что при использовании аффинного преобразования (ГИС MapInfo) для регистрации растровых карт происходит отклонение от преобразования подобия. Для устранения данного эффекта предложена методика модификации файла регистрации изображения карты в ГИС MapInfo до преобразования подобия [6].

**Методика формирования информационной модели растровой электронной карты** заключается в проведении следующих операций:

- анализ структуры листов архивной крупномасштабной карты и определение координат углов листов (для современных топографических карт, для топографической карты Московской губернии 1860 г.), либо выявление зависимости по конфигурации и геометрическим размерам листов (равновеликий прямоугольный размер для карт А.И. Менде и трехверстных военно-топографических карт);

- выбор проекции для формирования электронных карт (например, в проекции Гаусса-Крюгера, 6 зона);

- формирование информационной таблицы соответствия координат углов картографического поля изображения листа карты и принятых прямоугольных координат;

- задание структуры системы блоков (точки отсчета в системе координат карты, количества строк и столбцов блоков, размера блока и разрешения в метрах для пикселя формируемых блоков);

- расчет системы блоков.

По предложенному подходу при создании электронного атласа Тверской области, начиная с 2003 г., были разработаны информационные модели с использованием четырех масштабов для более 50 картографических произведений общим объемом около 5 Гбайт [7]:

- карты-схемы городов;

- различные областные и региональные карты;

- объединенные листы топографических карт;

- космические снимки и аэрофотоснимки;

- объединенные листы «Межевого атласа Тверской губернии», 1853 г.;

- объединенные листы двухверстной топографической карты Московской губернии, 1860 г.;

- объединенные листы трехверстной топографической карты Смоленской, Псковской и Новгородской губерний.

Задача координирования системы блоков для электронного атласа может решаться в предположении наличия виртуального общего изображения карты. При создании карт-схем необходима фактическая привязка блоков в профессиональных ГИС. Данные особенности учитываются при реализации конкретной методики.

**Методика формирования карт-схем** содержит следующие

положения, направленные на разработку:

- классификации карт-схем;

- способа формирования изображения картографической части согласованных серий карт-схем с учетом информационной модели архивной карты и сопутствующих картографических, пространственных и тексто-графических материалов;

- основных решений по облику карт-схем (составу и расположению типовых элементов);

- оригинальных решений, позволяющих реализовать методику создания пространственно согласованных серий карт-схем.

Классификация карты-схемы выполняется с учетом ее масштаба, охвата территории и физического размера.

При разработке карт-схем предлагается использовать следующие группы элементов:

- элементы архивной карты (картографическое изображение по охвату территории, масштабу и размеру, соответствующее тематике, фрагменты карты для значимых объектов);

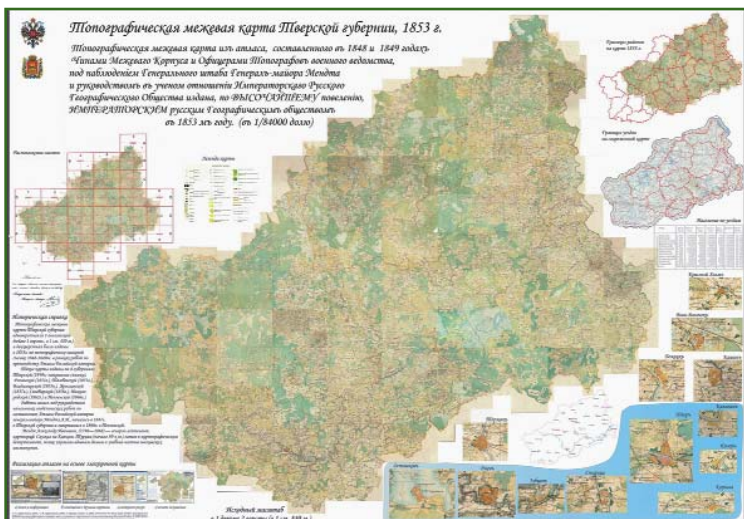
- картографические схематические элементы (положение фрагмента на карте, соотношение покрытия архивной карты и современных границ, соотношение современной карты и исторических границ);

- текстовые информационные элементы (наименование карты-схемы и исходной архивной карты, историческая справка по архивной карте, количественные данные по значимым объектам архивной карты в пределах карты-схемы, выходные данные разработчиков);

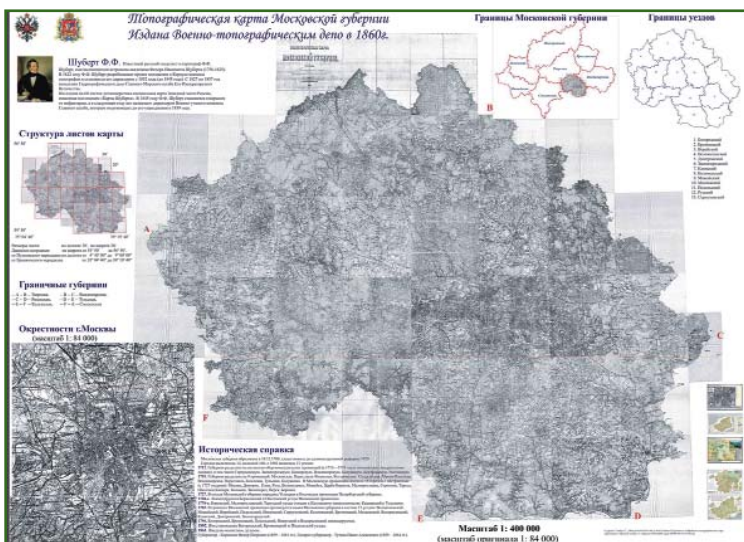
- графические элементы (легенда архивной карты, изображения гербов и фотографий значимых объектов архивной карты).

Примеры обзорных карт-схем для Тверской и Московс-





**Рис. 3**  
Макет обзорной карты-схемы на основе двухверстной топографической межевой карты Тверской губернии 1853 г.



**Рис. 4**  
Макет обзорной карты-схемы на основе двухверстной топографической карты Московской губернии 1860 г.

кой губерний представлены на рис. 3 и 4.

**Методика проектирования электронного атласа** на основе архивных карт построена на следующих положениях.

1. В качестве исходной информации используются:
  - нетрансформированное изображение карт;
  - архивные и современные списки населенных пунктов;
  - закоординированная информация;
2. Электронный атлас должен:

- носить региональный характер, т. е. включать карты области/губернии и сопредельных с ними областей/губерний;
- обладать возможностью расширения в части картографической и координированной информации;
- позволять совместно отображать несколько карт (архивную и современную, либо две архивные);
- иметь три варианта представления: автономный, в виде Интернет-ресурса и профессиональный (в качестве програм-

много ядра которого используется профессиональная ГИС).

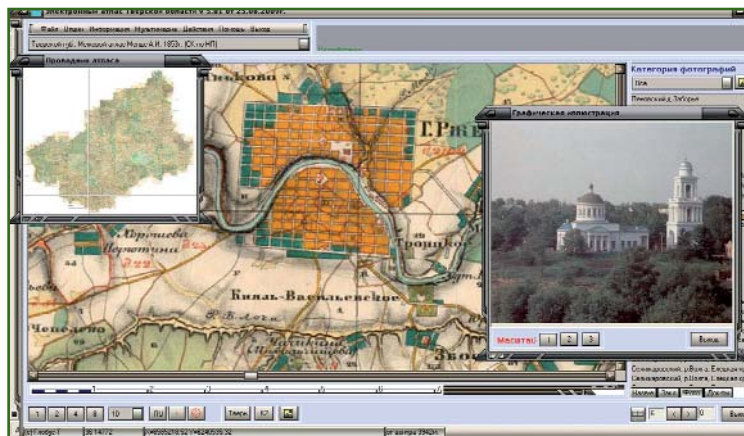
С некоторым опережением был разработан макет профессионального атласа на основе ГИС «Карта 2005» и средства GIS Toolkit (фактически как элемент региональной ГИС). Далее был создан макет автономного атласа с ретроспективой крупномасштабных и мелкомасштабных региональных карт (как архивных, так и современных). После этого была проведена адаптация накопленных растровых карт для их представления в сети Интернет.

Актуальность разработки электронного атласа обуславливается также необходимостью реализации функции формирования выборок по архивным и современным спискам населенных пунктов. Это может быть достигнуто за счет координатной привязки населенных пунктов к картографическим материалам. Кроме того, использование современных карт совместно с архивными позволяет облегчить и ускорить поиск и процесс идентификации объектов.

Функции электронного атласа, наряду с растровыми изображениями, объединенными в единый массив листов архивных карт, дают возможность отображать:

- современные растровые карты и космические снимки;
- современные и архивные списки населенных пунктов;
- пространственно привязанные фотографии объектов территории (памятников, архитектурных сооружений, природных объектов, транспортных узлов, панорамных видов и т. д.);
- гипертекстовую информацию по объектам местности (сведения о населенных пунктах и местах, описание памятников и т. д.).

В электронном атласе реализованы следующие функциональные возможности:



**Рис. 5**  
Пример отображения электронного атласа на экране компьютера в режиме поиска и отображения объекта

— навигация по растровой карте (перемещение, масштабирование);

— совместная навигация по двум картам;

— поиск по названию населенного пункта (места) и отображение его местоположения на карте;

— выбор графического или гипертекстового документа объекта и отображение его местоположения на карте;

— ведение истории перемещения по объектам карты с возможностью возврата на последние позиции;

— ведение списка пользовательских закладок для быстрого позиционирования на карте.

Пример отображения автономного электронного атласа в

режиме поиска и пространственно привязанной мультимедийной информации на экране компьютера представлен на рис. 5.

В настоящее время неотъемлемой частью информационных технологий является Интернет. Доступ в этой среде реализован пока в основном только к мелко-масштабным архивным картам, например, на сайтах Российской национальной библиотеки ([www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)) и Президентской библиотеки (<http://prlib.ru>). К Интернет-ресурсам с совместным доступом к архивным и современным картам можно отнести геопортал Самарской области (<http://geosamara.ru/samobl/>) и систему SAS.Планета ([www.sasgis.ru](http://www.sasgis.ru)).

Авторами ведется разработка и апробация как отдельных Интернет-ресурсов (фактически перенос функциональности электронного атласа в сеть Интернет), так и электронных архивных карт для использования на уже существующих картографических ресурсах в Интернет, таких как Google, Yandex, Kosmosnĭmki и т. п. На рис. 6 представлена архивная карта с наложением гибридного слоя картографического ресурса Yandex, созданная с помощью программы SAS.Планета.

Результаты, полученные в процессе проведения данных

исследований, находят применение и при решении практических задач, например, при формировании комбинированных изображений топографических карт на требуемую территорию (могут использоваться листы различного масштаба в разных системах координат).

#### ▼ Список литературы

1. Постников А.В. Развитие крупномасштабной картографии в России. — М., 1989.

2. Новокшанова-Соколовская З.К. Картографические и геодезические работы в России в XIX — начале XX в. — М.: Наука, 1967.

3. Российский государственный архив древних актов. Фонд. 1357. Оп. 2. Опись карт и атласов, снятых при проведении картографических работ по составлению атласов Российской империи под руководством генерала А.И. Менде.

4. ГОСТ 21667–76. Картография. Термины и определения.

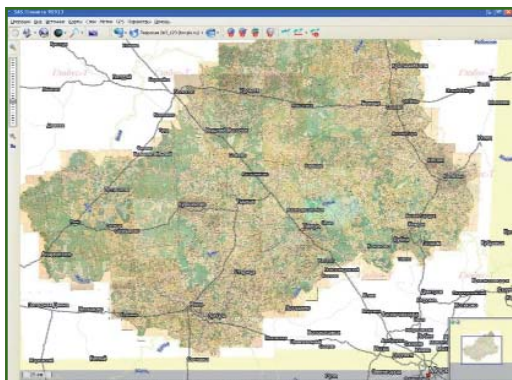
5. Щекотилов В.Г., Лазарев О.Е., Щекотилов А.В. Информационная модель растровой географической карты для электронных атласов и ГИС // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. «География и геоэкология». — 2007. — № 19 (47). — С. 139–147.

6. Лазарев О.Е., Щекотилов В.Г. Регистрация растровой электронной карты в ГИС с сохранением преобразования подобия // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. «География и геоэкология». — 2008. — № 22 (82). — С. 116–125.

7. Щекотилов В.Г., Лазарев О.Е., Щекотилов А.В. Электронный атлас по топографическим межевым картам Тверской губернии // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. «География и геоэкология». — 2008. — № 33 (93). — С. 118–126.

#### RESUME

The urgency of the studies is conditioned by big amount, history and practical value to information, submitted for large-scale archive map XIX century. The base of the approach are a mathematical model of the archive raster maps of the big size and quotient of the methods: shaping to information model, shaping the mapschemes, designing of electronic atlas.



**Рис. 6**  
Пример отображения архивной карты, размещенной в Интернет, с использованием программы SAS.Планета