

Формирование комплекса информационных ресурсов по архивным картам поволжских губерний съемки А.И. Менде

© В. Г. Щекотилов

Тверское отделение РГО,
Тверь

globus-t@yandex.ru

© М. В. Шалаева

maria-geo@yandex.ru

Аннотация

Предложен метод формирования комплекса растровых электронных карт и Интернет-ресурса для серии архивных крупномасштабных карт губерний середины XIX в. съемки А.И. Менде. Произведена обработка 5 из 8 карт губерний (Тверская, Ярославская, Владимирская, Нижегородская, Симбирская). Сформированные информационные ресурсы включены в состав автоматизированной интернет-коллекции.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 14-06-00282.

1 Введение

В современных условиях лавинообразного развития компьютерных, информационных технологий, средств сканирования, хранения, оперативной передачи и просмотра пользователями больших объемов информации происходит формирование Интернет-ресурсов с исторической, географической, краеведческой информацией [1]. Значительные информационные ресурсы (ИР) с электронными архивными документами сформированы Российской национальной (РНБ), Президентской библиотеками, всероссийскими и областными архивами, музеями.

Важнейшей частью архивных документов являются картографические произведения. Информационная насыщенность, структурированность и взаимосвязанность данных на картах и сопутствующих текстовых документах (экономические примечания, статистические сведения, списки населенных мест – СНМ) обуславливает их широкое использование. Использование Интернета позволяет реализовать

оперативный функциональный доступ к ним без очного посещения места хранения.

В силу больших размеров, многолистной структуры и нетривиальности создания электронных версий данных карт и Интернет-ресурсов на порталах библиотек и архивов АК обычно представляются отдельными отсканированными листами.

При этом значительная часть пользователей Интернета уже активно использует в исследованиях ряд геопорталов, на которых представлены современные карты и космические снимки (например, Яндекс, Гугл, Космоснимки, Росреестра, OpenStreetMap). К сожалению для исследователей, архивные карты (АК) на них отсутствуют.

Из первых отечественных попыток создания ИР по объединению листов многолистных архивных карт можно отметить CD по двухверстной карте Московской губернии (около 2003г.). Из современных отечественных ресурсов с архивными картами можно отметить «Старые карты Москвы и подмосковья» [9], а также [7, 10]. «Картографическая справочно-информационная система «Генеральное межевание Олонецкой губернии»» (<http://maps.karelia.ru/mez/>) [4, 10] оперирует картографическими материалами генерального межевания. Следует отметить, что на ряде тематических Интернет-ресурсов архивные карты используются как растровые графические изображения, например, ресурс «Пути сообщения Российской империи в XVIII – начале XX в.» (<http://5.letops.z8.ru/>) [6]. Примечательным является «Муниципальный геопортал Самары» (<http://map.samadm.ru/p?cxs>) [5], на котором среди картографических слоев представлена архивная карта.

Из зарубежных можно отметить объединения листов карт Франции и Германии, представленные а ресурсе «David Rumsey Map Collection» <http://www.davidrumsey.com/> [15], карты Шотландии на «National Library of Scotland» <http://maps.nls.uk/> [17] и другие [14, 16, 18].

Неоправданно является исключением ситуация использования общедоступных материалов по

Труды 16-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL-2014, Дубна, Россия, 13–16 октября 2014 г.

архивным картам на официальных сайтах, например, Российский государственный архив древних актов [8], муниципальный геопортал Самары [5].

Наиболее информативными среди архивных карт являются крупномасштабные топографические межевые и военно-топографические карты XIX в. губерний и территорий России. Выполненные авторами исследования по созданию общедоступных информационных ресурсов (ИР) с применением ГИС и интернет-технологий для крупномасштабных карт отдельных губерний (Тверская) и межгубернских пространств («межстоличный» регион) являются базой для развития исследований на серии смежных архивных карт, среди которых выделяются топографические межевые карты XIX в. [3].

Для отечественных архивных крупномасштабных многолистовых карт XIX в.,

авторам не известны подходы непрерывного объединения листов. В отмеченных отечественных ресурсах (публикации отсутствуют, можно предполагать) производится регистрация отдельных листов, ограничение отображаемой части, как результат свodka углов смежных листов приближительная. В данном материале рассматривается более сложная задача – объединение листов нескольких карт с параллельной минимизацией рассогласований на границах смежных карт.

На рис.1 выделены 5 поволжских губерний (Тверская, Ярославская, Владимирская, Нижегородская, Симбирская) из съемки А.И. Менде, которые включены в первый этап создания комплекса информационных ресурсов. На втором этапе предполагается обработка карт Рязанской, Тамбовской и Пензенской губерний.

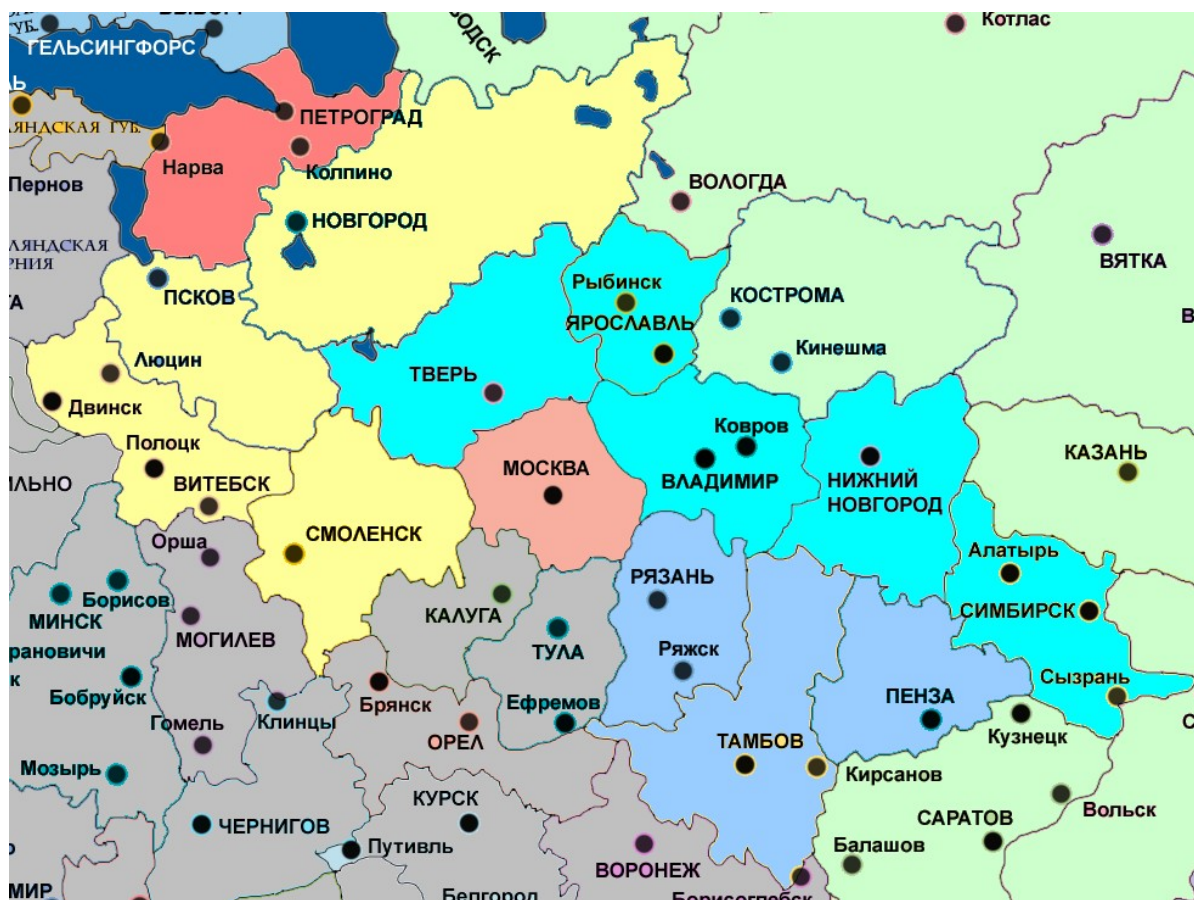


Рис. 1. Карты 8 губерний съемки А.И. Менде

На рис. 2 в качестве примера показано объединение листов одноверстной (масштаб 1 : 42000) топографической межевой карты Ярославской губернии, созданной в 1855–1861 гг.

Геодезические работы по составлению Атласа Российской Империи были начаты в конце 1847 г. с исправления атласа Тверской губернии [3]. В 1849 г. было принято решение продолжить подобные геодезические работы, начать с Рязанской, затем приступить к Владимирской, потом Ярославской, Тамбовской, Воронежской, Пензенской,

Нижегородской, Симбирской, Саратовской и Казанской губернии.

В результате данных работ до 1866 г. было изданы детальнейшие топографические межевые цветные одно- (1 : 42000) и двухверстные (1 : 84000) картографические произведения на 8 губерний: Тверскую, Владимирскую, Нижегородскую, Симбирскую, Рязанскую, Тамбовскую и Пензенскую (рис. 1).

Карты на Казанскую и Саратовскую губернии в силу сокращения объемов работ не были созданы.

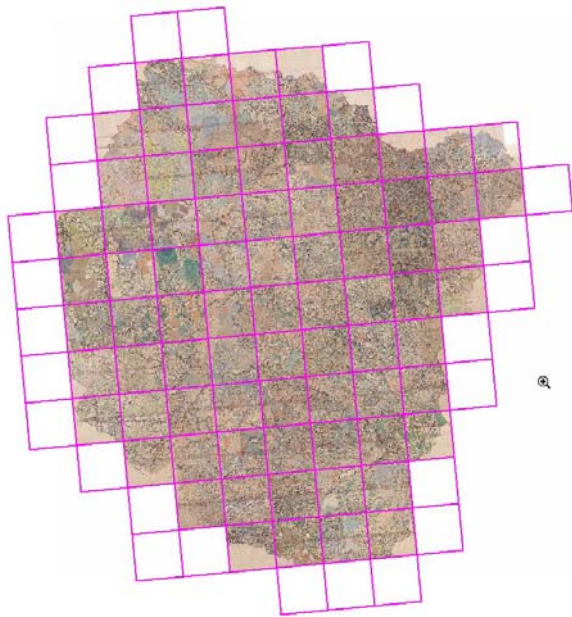


Рис. 2. Карта Ярославской губернии

либо по характерным ориентирам на современной и архивной карте.

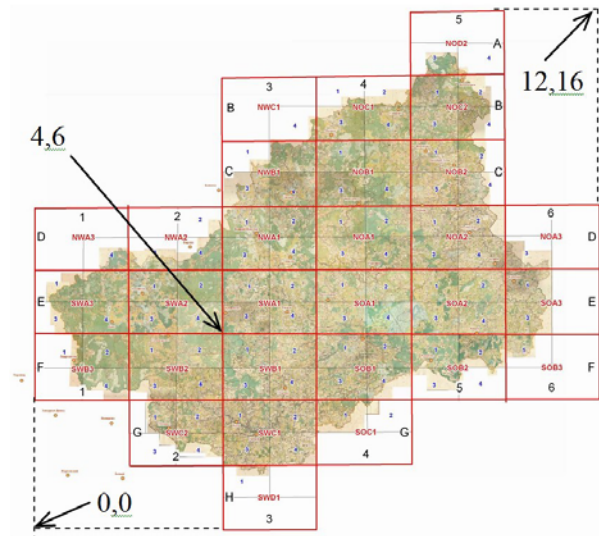


Рис. 3. Объединение листов карты

2 Метод формирования комплекса РЭК

Основой метода являются решения следующих частных задач.

1. Отображение картографической части листа в виртуальный четырехугольник прямоугольной системы координат (СК) на местности.

2. Определение параметров виртуальной сетки листов в СК на местности на основе минимизации невязки по результатам автономной привязки тестовых листов карты.

3. Согласованное определение параметров комплекса виртуальных сеток положения листов карт губерний с добавлением условия минимизации расхождения точек границ на картах сопредельных губерний.

4. Формирование системы блоков графических изображений карты с использованием виртуального изображения карты на местности.

При решении вышеперечисленных пунктов остается отобразить картографическую часть конкретного листа (четверти) в соответствующую ячейку эквидистантной сетки.

Определим следующие параметры расположения эквидистантной сетки листов отдельной карты (рис. 3) на прямоугольной системе координат (рис. 4).

На рис. 4 обозначены: X_0, Y_0 – начало отсчета сетки листов; D_x, D_y – метрические размеры листов; F – угол наклона сетки листов относительно прямоугольной СК.

Рассмотрим возможность определения данных параметров как аргумента при минимизации функционала среднего значения отклонений узлов сетки от точек углов картографической части тестовых листов, получаемых в результате привязки (регистрации) в ГИС листов по геодезической сетке

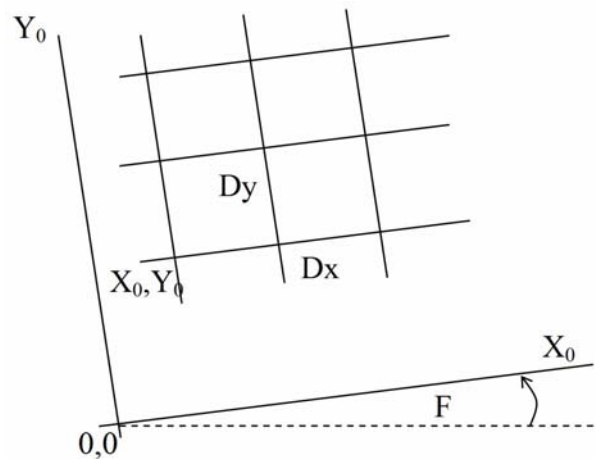


Рис. 4. Размещение листов в СК

Выполнение автономной привязки листов карты с сохранением преобразования подобия (перенос, масштабирование и поворот) выполняется в результате решения отдельной оптимизационной задачи, которая сводится к решению системы линейных уравнений.

На основании выполненных автономных привязок (регистраций) тестовых листов функционал невязки углов листов и узлов сетки имеет вид [12]

$$F(S) = \frac{1}{K^u} \sum_{k=1}^K \left(\sum_{i=1}^{K^R_k} \left((X_{ki}^S - X_{ki}^R)^2 + (Y_{ki}^S - Y_{ki}^R)^2 \right) \right), \quad (1)$$

где $K^u = \sum_{k=1}^K K^R_k$ – количество узлов сетки, по которым вычисляется невязка;

$S = (X^{PS}_0, Y^{PS}_0, dX^{PS}, dY^{PS}, \varphi^{PS})$ – параметры сетки;

X^S_{ki}, Y^S_{ki} – координаты (представляют линейную форму от параметров сетки) узлов эквидистантной сетки k-го листа карты, $j = 1 \dots K^R_k, k = 1 \dots K$;

X_{ki}^R, Y_{ki}^R – координаты углов зарегистрированных тестовых листов карты k-го листа, $j = 1 \dots K_k^R, k = 1 \dots K$; K – количество листов;
 K_k^P – количество точек привязки k-го листа, $k = 1 \dots K$;
 K_k^R – количество точек сетки (угловых точек) у k-го листа;

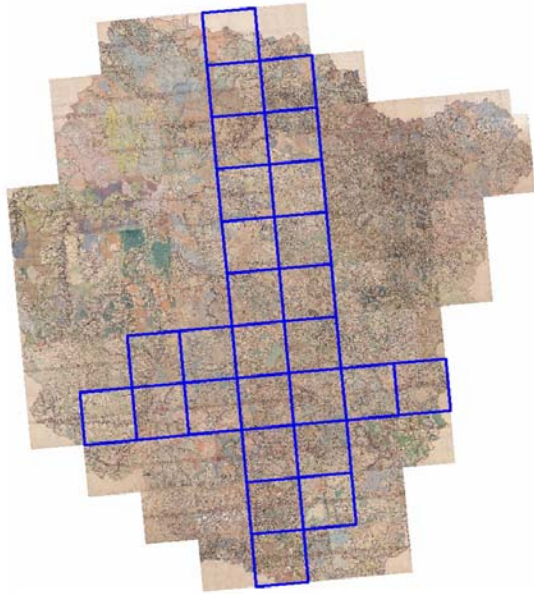


Рис. 5. Тестовые листы

На рис. 5 показан пример системы тестовых листов при определении параметров эквидистантной сетки листов для Ярославской губернии.

При формировании серии растровых электронных карт (РЭК) для серии карт сопредельных губерний наряду с независимым определением параметров эквидистантных сеток возможно согласованное определение их параметров с учетом в функционале рассогласования для сформированного набора точек границ смежных губерний. На рис. 6 показан пример независимого построения РЭК для сопредельной Тверской Ярославской губернии.

Функционал для согласованного (с учетом невязок по точкам границ сопредельных губерний) определения параметров систем листов карт 5 губерний $F_{5G}(S)$ может быть построен на основе функционала (1)

$$F_{5G}(S) = F_{Tv}(S) + F_{Ja}(S) + F_{Vl}(S) + F_{NN}(S) + F_{Si}(S) + G_{TJ}(S) + G_{TV}(S) + G_{JV}(S) + G_{VN}(S) + G_{NS}(S), \quad (2)$$

где

$F_{Tv}(S), F_{Ja}(S), F_{Vl}(S), F_{NN}(S), F_{Si}(S)$ – функционалы невязок для систем листов карт Тверской, Ярославской, Владимирской, Нижегородской и Симбирской губерний;

$G_{TJ}(S), G_{TV}(S), G_{JV}(S), G_{VN}(S), G_{NS}(S)$ – функционалы невязок для точек границ пар губерний Тверская–Ярославская, Тверская–Владимирская, Ярославская–Владимирская, Владимирская–Нижегородская, Нижегородская–Симбирская.

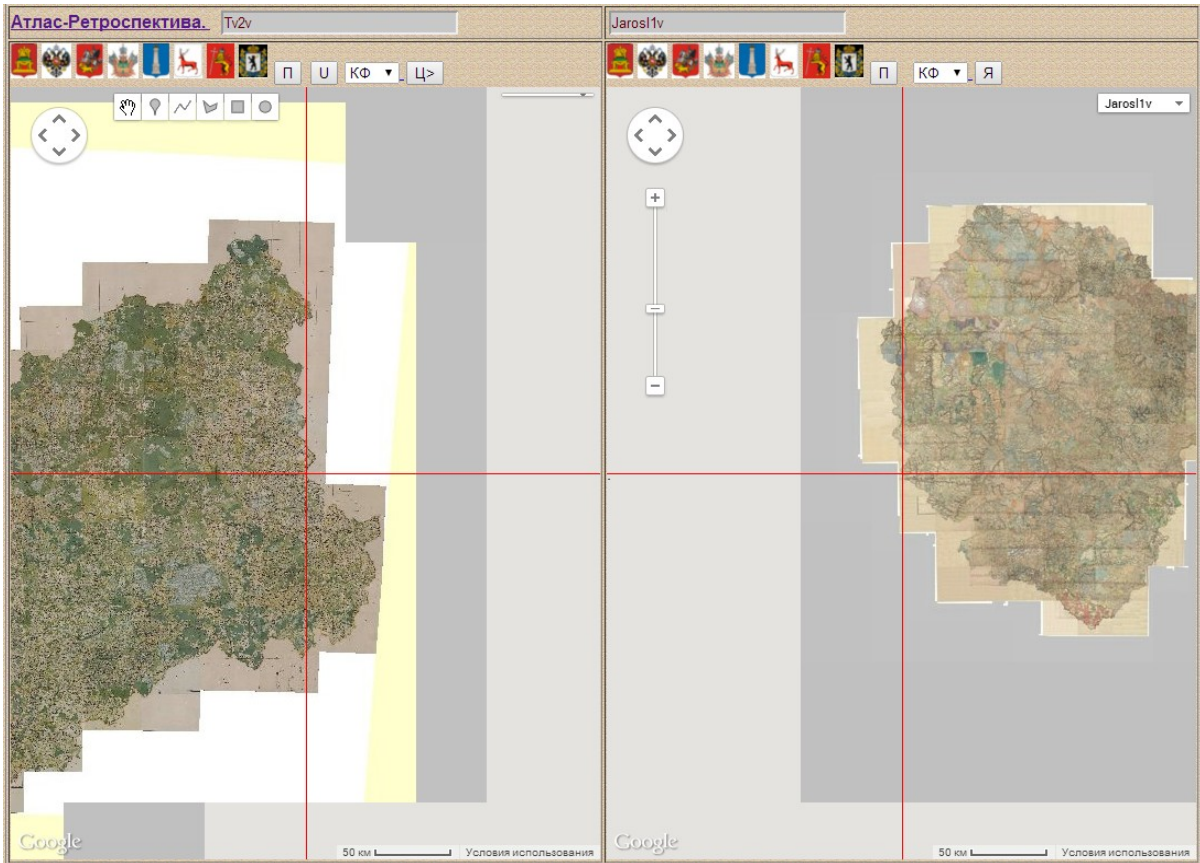


Рис. 6. Сопредельные губернии

Исходными данными для функционалов невязок по точкам смежных границ являются пары векторов:

$$T_{G1} = (N^{R1}_1, N^{X1}_1, N^{Y1}_1, M^{X1}_1, M^{Y1}_1, I = 1 - K_{G1,G2}),$$

$$T_{G2} = (N^{R2}_1, N^{X2}_1, N^{Y2}_1, M^{X2}_1, M^{Y2}_1, I = 1 - K_{G1,G2}),$$

где N^{R1}_1 – номер раstra листа карты губернии G1, N^{X1}_1 – номер ряда листа карты (рис. 3) губернии G1, N^{Y1}_1 – номер столбца листа карты (рис. 3) губернии G1, M^{X1}_1 – номер пикселя точки границы в строке изображения листа карты губернии G1, M^{Y1}_1 – номер столбца пикселя точки границы в изображении листа карты губернии G1, K_{12} – количество точек согласования границ губерний G1 и G2.

Параметры точек смежных границ листов карт двух губерний (3) позволяют выразить функционал невязок в виде

$$G_{12}(B_1, B_2) = \frac{1}{K_{12}} \sum_{i=1}^{K_{G1,G2}} \left[\left(\frac{(p^1_{i10} b^1_{11} + p^1_{i11} b^1_{12} + b^1_{13})}{(p^2_{i10} b^2_{11} + p^2_{i11} b^2_{12} + b^2_{13})} - \right)^2 + \left(\frac{(p^1_{i20} b^1_{21} + p^1_{i21} b^1_{22} + b^1_{23})}{(p^2_{i20} b^2_{21} + p^2_{i21} b^2_{22} + b^2_{23})} - \right)^2 \right],$$

где

$$B_1 = \begin{pmatrix} b^1_{11}, b^1_{12}, b^1_{13} \\ b^1_{21}, b^1_{22}, b^1_{23} \end{pmatrix}, B_2 = \begin{pmatrix} b^2_{11}, b^2_{12}, b^2_{13} \\ b^2_{21}, b^2_{22}, b^2_{23} \end{pmatrix}$$

– параметры аффинного преобразования для сеток листов карт губерний G1 и G2 (связаны линейной формой с параметрами оптимизации);

$$P_1 = \begin{pmatrix} p^1_{i10}, p^1_{i11} \\ p^1_{i20}, p^1_{i21} \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} p^2_{i10}, p^2_{i11} \\ p^2_{i20}, p^2_{i21} \end{pmatrix}$$

– числовые значения, которые рассчитываются по точкам границ.

Таким образом, может быть выполнен переход от решения K_G (количество карт) оптимизационных задач с 6 параметрами каждая к одной оптимизационной задаче с $6 \cdot K_G$ параметрами (для рассматриваемой задачи с 5 губерниями – 30 параметров). Для предложенного вида функционала невязки (4) равенство нулю частных производных по параметрам образуют систему линейных уравнений.

Составными элементами методики обработки и представления архивных карт также являются следующие операции:

– виртуальное объединение листов карты в единое растровое изображение с последующим разделением его на реальные равновеликие растровые изображения, т.к. реальное объединение возможно выполнить только при использовании сложных вычислительных комплексов;

– отображение изображения карты отдельного листа в часть виртуального объединения листов;

– представление виртуального объединения листов в форме виртуальной электронной карты на

основе параметров сетки листов карты в системе прямоугольных координат;

– определение параметров сетки равновеликих листов карты (базовая точка, наклон сетки относительно СПК, размеры листа) посредством решения оптимизационной задачи минимизации отклонения от узлов сетки зарегистрированных тестовых листов карты;

– формирование в форматах распространенных в профессиональной и научной среде растровых электронных карт (РЭК) по объединению листов (MapInfo, Global Mapper, Панорама, Google Earth, Google Map);

– создание программного обеспечения для согласованной навигации по нескольким картам (архивная – современная, сопредельные архивные и более сложные варианты);

– комплексирование (геокодирование) объемных списков географических объектов с сервисом навигации по картам (погубернские списки населенных мест XIX в. и другие);

– реализация локальной коррекции согласования современной и архивной карты по одной точке (использование преобразования переноса), либо по системе точек (использование аффинного преобразования координат: переноса, поворота, масштабирования);

– создание серии разноформатных электронных ресурсов, которые могут использоваться в различных программных средах (MapInfo, Global Mapper, Панорама, Google Earth, Google Map API и др.);

– формирование печатных информационных ресурсов на основе созданных растровых электронных карт от обзорных карт-схем губерний до книжных атласов.

Среди частных составных элементов методики определяющими в части сложности решения были:

– объединение листов многолистной карты в единое реальное (с низким разрешением пикселя) или виртуальное (с высоким разрешением пикселя на местности) изображение;

– создание РЭК для изображения больших размеров;

– создание, наряду с РЭК для профессионального и научного использования, реализации для максимально доступного использования.

Формирование виртуального изображения объединения листов карты M^v с последующим разделением (нарезкой) его на реальные растровые электронные карты B_{nm} можно выразить следующими соотношениями

$$M^v = \cup O(R_{ij}, S_{ij}),$$

где S – сетка положения листов в прямоугольных координатах карты; $O(\cdot)$ – отображение изображения листа карты в виртуальную ячейку

сетки листов в СК на местности; R_{ij} – отсканированные изображения листов карты.

$$B_{nm} = M^v \cap Q_{nm}, M^v = \cup B_{nm}, \quad (6)$$

где Q – система равновеликих прямоугольных блоков в пикселах, делящих виртуальное изображение объединения листов карты; B_{nm} – система непрерывно стыкуемых растровых электронных карт, полученных в результате нарезки из виртуальной электронной карты объединения листов.

Для 5 обработанных карт съемки А.И. Менде определенные параметры эквидистантных сеток представлены в таблице 1.

В таблице 1 обозначены: X_0, Y_0 – начало отсчета сетки листов; D_x, D_y – метрические размеры листов; φ – угол наклона сетки листов относительно прямоугольной системы координат; d_φ – рассогласование угла наклона осей СПК; K – количество тестовых листов; n_x, n_y – количество используемых столбцов и строк листов.

Таблица 1

Параметры сеток расположения листов в СК карт

№	Карта	X_0, Y_0	D_x, D_y	K
1	Тверская губ.	6430301.04 6147266.44	36296.245 25614.959	18
2	Ярославская губ.	6761634.20 6272223.59	21371.939 21383.232	27
3	Владимирская губ.	6765801.59 6075431.42	72697.865 51424.504	8
4	Нижегородская губ.	8296667.22 6021423.20	21331.693 21359.556	6
5	Симбирская губ.	7342331.22 5904275.96	21566.976 21586.351	28

На рис. 7 в СК Гаусса-Крюгера, Пулково-42, 6-я зона представлены рассчитанные системы листов карт 5 поволжских губерний съемки А.И. Менде. На рис. 7 показаны точки сопредельных границ карт губерний, условия по которым включены в функционал невязки.

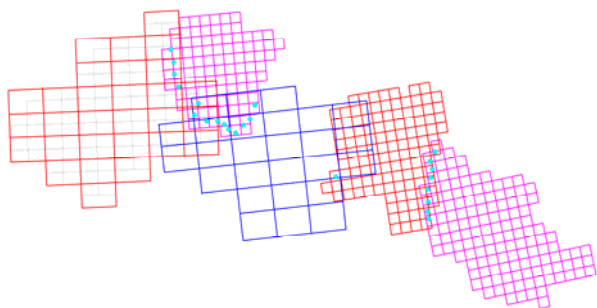


Рис. 7. Системы листов карт 5 поволжских губерний из съемки А.И. Менде

Различный размер листов у карт губерний объясняется следующими обстоятельствами (табл. 1):

– карты Ярославской, Нижегородской и Симбирской губернии являются одноверстными

(1 : 42000) и соответственно меньший охват территории;

– карты Тверской и Владимирской губернии являются двухверстными (1 : 84000) и соответственно близкий размер листа;

– для карты Тверской губернии карта издана на четверти листов (для издания в том числе в виде альбома).

3 Интернет-коллекция крупномасштабных архивных карт губерний и территорий

Объединение листов карты губернии позволило создать комплекс растровых электронных карт различного формата и с различным разрешением, которые могут использоваться как в профессиональных ГИС (Панорама, MapInfo, Quantum GIS и т.д.) и специализированных картографических приложениях (Google Earth, САС.Планета), так и в интернет-браузерах (www.boxpis.ru) [11]. На основе электронных ИП по архивным картам могут формироваться печатные ресурсы в форме обзорных (губерния/область, уезд/район) и детальных (волость/поселение) карт-схем, комбинированных атласов.

Для варианта использования Интернет-браузера (рекомендуется Google Chrome, т.к. он более полно учитывает формат электронных карт – Google Map) реализованы функции:

– совместного отображения с современными картой (рис. 10, а) и космическим снимком (рис. 10, б) портала Google;

– с современной картой Open Street Map;

– позиционирование карты для списка объектов;

– копирование координат объектов карты в электронные документы;

– копирования URL адреса для текущего положения и масштаба карты;

– поиска и позиционирования карты по названию современного населенного пункта;

– локальной (местной) коррекции согласования архивной и современной карты;

– совместного отображения карт сопредельных губерний (Тверской–Ярославской).

С использованием данного Интернет-ресурса авторами апробировано выполнение прикладных исследований, например, распределение ветряных и водяных мельниц в Тверской и Нижегородской губерниях. Производится комплексирование ресурса с геокодируемыми архивными данными (списки населенных мест, статистические сведения, экономические примечания) [13].

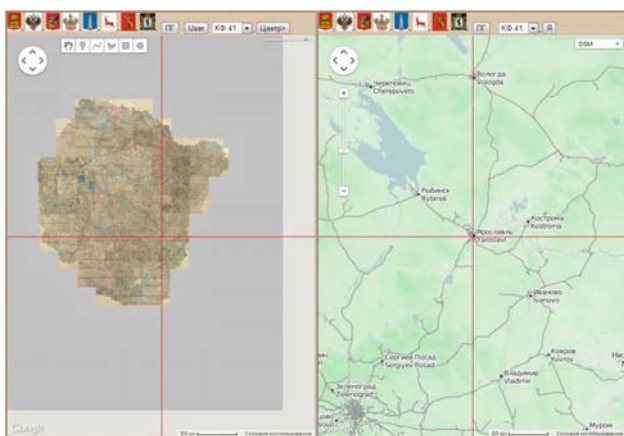
4 Заключение

В данной работе предложен метод построения информационных ресурсов для комплекса сопредельных многолистных архивных карт с практическим применением его к картам

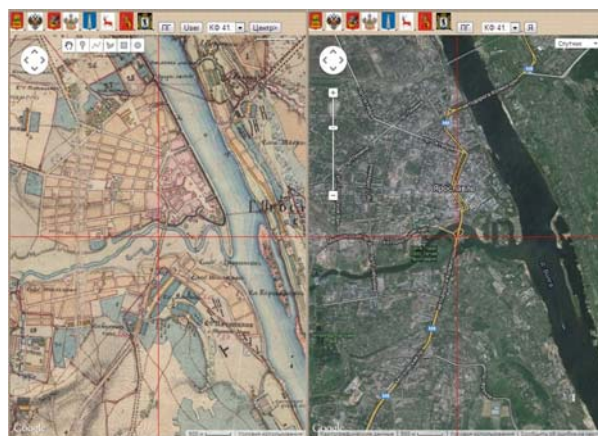
5 поволжских губерний (Тверская, Ярославская, Владимирская, Нижегородская, Симбирская) съемки А.И. Менде.

Предложенный вид функционала невязки позволил свести оптимизационную задачу определения параметров сеток листов карт с

30 переменными к решению системы линейных уравнений. Подход позволяет перейти от построения ресурсов по отдельным картам губерний и территорий к созданию комплексных ресурсов, например, по картам всех 8 губерний съемки А.И. Менде.



а) карта Ярославской губернии



б) Ярославль и космический снимок

Рис. 10. Интернет ресурс с архивными картами

Формируемые информационные ресурсы включают разноразмерные и разноформатные растровые электронные карты, которые практически используются в профессиональных ГИС (Панорама [2], MapInfo, Quantum GIS и т.д.), приложениях комплексующих карты из разных источников (Google Earth, САС.Планета), а также на картографических компонентах Интернет-ресурсов (www.boxpis.ru, www.rgada.info/).

Ресурс информационно объединяется с внешними сайтами, например, аэрофотоснимки периода Великой Отечественной войны (<http://warfly.ru/>), коллекция D.Rumsey (www.davidrumsey.com/).

По завершении обработки по предложенному подходу всех 8 карт съемки А.И. Менде представляется целесообразным согласованная обработка с созданием ресурса по комплексу различных крупномасштабных карт России XIXв.: топографические межевые съемки А.И. Менде, трехверстная военно-топографическая Европейской России, пятиверстная карта Кавказа.

Создаваемые ресурсы по архивным картам России могут стать составной частью Интернет-ресурсов библиотек и архивов (например, www.rgada.info/).

Предложенный подход позволяет создавать ресурсы, расширяющие возможности по доступу и автоматизированному использованию архивных картографических произведений с исторической, географической и краеведческой информацией в научных, образовательных, просветительских, управленческих и справочных целях.

Литература

- [1] Белова Е.Б., Бородин Л.И., Гарскова И.М. и др. Историческая информатика / под ред. Л.И. Бородин, И.М. Гарсковой. – М., 1996.
- [2] Геоинформационные технологии. <http://www.gisinfo.ru/>.
- [3] Дополнение ко 2-му Полному собранию законов Российской империи (ПСЗ-2). Часть 2. Законы 1844–1850 г. – №21470а (1847 г.). – Санкт-Петербург, 1855. – С. 89-93.
- [4] Жуков Ю.А., Ляля Е.В. Создание геоинформационной системы (ГИС) «Электронный каталог населенных мест Карелии XV–XX вв.», «Рябининские чтения – 20072, Музей-заповедник «Киж». – Петрозаводск, 2007. – 497 с.
- [5] Муниципальный геопортал Самары. <http://map.samadm.ru/p?cxh>
- [6] Пути сообщения Российской империи в XVIII – начале XX в. – <http://5.letops.z8.ru/>.
- [7] Ресурс «Старые карты on-line. ЭтоМесто». – <http://www.etomesto.ru/>
- [8] Российский государственный архив древних актов. – <http://www.rgada.info/>.
- [9] Тарасов С.А. Старые карты Москвы и Подмосковья. – <http://retromap.ru/>.
- [10] Чернякова И.А. Картографическая справочно-информационная система «Генеральное межевание Олонецкой губернии». – <http://maps.karelia.ru/mez/>.
- [11] Щекотилов В.Г., Лазарев О.Е., Щекотилов А.В. Электронный атлас по крупномасштабным картам XIX века для Тверской и сопредельных

- губерний // Геодезия и картография. – 2010. – № 3. – С. 23–27.
- [12] Щекотилов В.Г. Метод оценки параметров эквидистантной системы листов крупномасштабной карты XIX в. // Вестн. Твер. гос. ун-та. Сер. «География и геоэкология». – 2010. – № 33, 1(8). – С. 66–77.
- [13] Щекотилов В.Г. Создание информационных ресурсов по крупномасштабным картам России XIX в.: сборник статей по итогам торжественного заседания, посвященного 200-летию Российской военной топографической службы. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2012. – С. 76–83.
- [14] Christopher Fleet, Charles W.J. Withers and Margaret Wilkes. Scotland: Mapping the Nation. Birlinn, 2012.
- [15] David Rumsey, Edith M. Punt. Cartographica Extraordinaire: The Historical Map Transformed. 2004. – <http://www.davidrumsey.com/>
- [16] Map Archive of Wojskowy Instytut Geograficzny 1919–1939. – <http://english.mapywig.org/news.php>
- [17] NLS Map Georeferencer. – <http://maps.nls.uk/projects/georeferencer/index.html>.
- [18] The OldMapsOnline Portal is an easy-to-use gateway to historical maps in libraries around the world. – <http://project.oldmapsonline.org/>

Formation of the Complex of Information Resources on Archive Maps of Volga Provinces by A.I. Mende Shooting

Vladimir G. Shekotilov, Marija V. Shalaeva

The method of formation of the complex of raster electronic maps and the Internet resource for a series of archival large-scale maps of provinces of the middle of XIX century by shooting of A.I. Mende is presented. 5 maps of provinces (Tver, Yaroslavl, Vladimir, Nizhny Novgorod, Simbirsk) out of 8 provinces were processed. Generated information resources were included into the automated Internet collection.