

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ ГОРОДОВ

А.А. Каримова

Рассматриваются вопросы создания и обновления цифровых топографических карт (ЦТК) и цифровых планов городов (ЦПГ) с использованием материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и автоматизации данных технологических процессов. Приводятся основные системы ДЗЗ и требования к материалам космической съёмки, рекомендуемым к использованию для обновления ЦТК и ЦПГ. Дана общая технологическая схема создания и обновления цифровой картографической продукции на основе данных ДЗЗ, на каждом этапе которой оценивается степень и особенности использования космической информации. Вопросы автоматизированного дешифрирования космических снимков, векторизации и генерализации полученных результатов рассмотрены с позиций их применения на этапах обновления ЦТК и ЦПГ базовых масштабов с использованием соответствующего комплекса обработки данных ДЗЗ. Помещение обновлённых цифровых топографических карт и планов во временный архив в целях «сводки» смежных номенклатурных листов карт и формирования единого покрытия для обновления базы пространственных данных обеспечит передачу наборов данных с помощью международных протоколов обмена информацией для обновления отдельных объектов и их метаданных в отраслевых реестрах.

Ключевые слова: цифровые топографические карты, цифровые планы городов, дистанционное зондирование Земли.

Одним из основных видов цифровой картографической продукции топографо-геодезической отрасли являются цифровые топографические карты (ЦТК) и цифровые планы городов (ЦПГ). Данные о пространственных объектах, содержащиеся на ЦТК и ЦПГ, используются в геоинформационных системах для решения задач в отраслях экономики, а также в целях обеспечения обороноспособности и национальной безопасности страны. В качестве основных источников геопрограммной информации для обновления ЦТК и ЦПГ применяются материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1].

Существует ряд методик создания и обновления ЦТК и ЦПГ, которые базируются на различных технологиях. Усовершенствование одной из таких методик в аспекте использования современных материалов космической съёмки для обновления цифровых топографических карт и планов городов рассмотрено автором в данной статье.

В современных условиях развития систем ДЗЗ создание и обновление карт и планов выполняется на основе сканерных оптико-электронных (панхроматических и мультиспектральных) снимков, полученных с помощью различных сенсоров воздушного и космического базирования (Канопус-В, БКА, Ресурс-П, GeoEye-1, WorldView-1,-2,-3 IKONOS, SPOT-5,-6,-7, FORMOSAT, CARTOSAT, Pleiades -1A,-1B, TH-1,-2, QuickBird2, Kompsat-3 и т. д.).

Основные требования к материалам ДЗЗ, используемым для обновления ЦТК и ЦПГ следующие:

- отсутствие облачности или дымки, которые визуализируются в коротковолновых («синих») спектральных каналах, при этом тон снимка дол-

жен быть однороден по всей площади (облака выделяются в виде белых пятен, сопровождаемых тёмным пятном той же формы – тенью от облака, дымка, как правило, приводит к существенному снижению контраста снимка);

- отсутствие ошибок сенсора, которые проявляются в виде полос яркого, или наоборот, тёмного цвета, регулярно расположенных тёмных пятен прямоугольных очертаний и т. п.;

- обеспечение полного покрытия материалами космической съёмки района работ, без разрывов;

- материалы ДЗЗ должны быть одинакового пространственного разрешения для создания ортофотопланов в рамках одного НЛ ЦТК;

- наличие сопроводительной информации (название спутника, название сенсора, дата съёмки, данные о системе координат, перечень спектральных каналов, пространственное разрешение).

Общая технологическая схема создания и обновления ЦТК и ЦПГ на основе данных ДЗЗ представлена на рис. 1.

На каждом из этапов технологического процесса в разной мере осуществляется использование данных ДЗЗ.

На этапе редакционно-подготовительных работ проводится оценка полноты и качества исходных материалов, в том числе материалов космической съёмки, изучение района работ, уточнение технологии и технологических особенностей выполнения задания.

Наиболее значимый для целей обновления ЦТК и ЦПГ – этап фотограмметрической обработки данных ДЗЗ, результатом которого является создание цифровой модели рельефа и цифрового ортофотоплана.

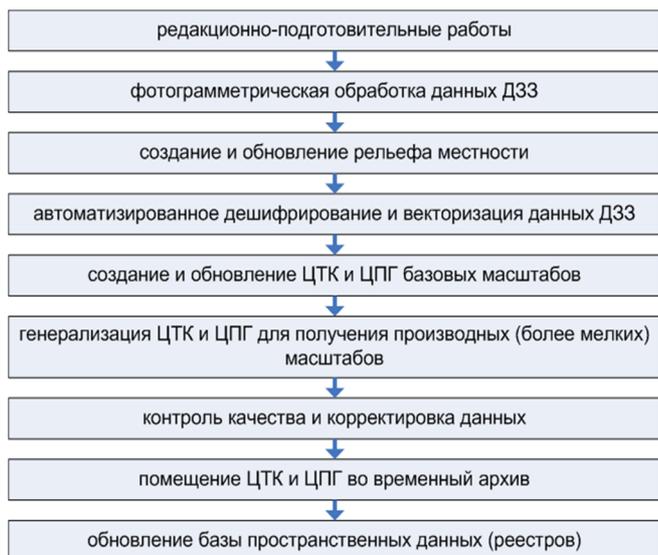


Рис. 1. Общая схема создания и обновления ЦТК и ЦПГ

Фотограмметрический метод отличается высокой оперативностью, точностью и объективностью получаемой информации. С развитием компьютерных технологий в фотограмметрии появились принципиально новые методы обработки аэрокосмической информации, позволяющие автоматизировать многие процессы фотограмметрической обработки.

Технические требования и допуски на фотограмметрические работы определяются на основе требований действующих нормативных документов к точности карт и планов [2]. Фотограмметрическая обработка данных ДЗЗ включает: создание проекта (создание и выбор активного профиля, формирование блока изображений проекта), измерение и уравнивание сети, построение цифровой модели рельефа (стереовекторизация, построение ЦМР в виде нерегулярной сети треугольников TIN, построение ЦМР в виде матрицы высот) и создание ортофотоплана.

Этап автоматизированного дешифрирования и векторизации данных ДЗЗ предназначен для распознавания на снимках местности объектов и формирования их контуров в векторном виде для дальнейшего создания и обновления ЦТК и ЦПГ [3]. Данный этап рассмотрен на примере работы комплекса автоматизированного дешифрирования и векторизации данных ДЗЗ (далее Комплекс), разработанного на базе ГИС Карта 2011, предназначенного для автоматической векторизации линейных и площадных объектов по цветным растровым изображениям земной поверхности (разработка ПО ЗАО КБ «Панорама»). В основу работы Комплекса

заложен принцип классификации, определение принадлежности отдельных пикселей исходного растра космического изображения тому или иному распознаваемому объекту (рис. 2).

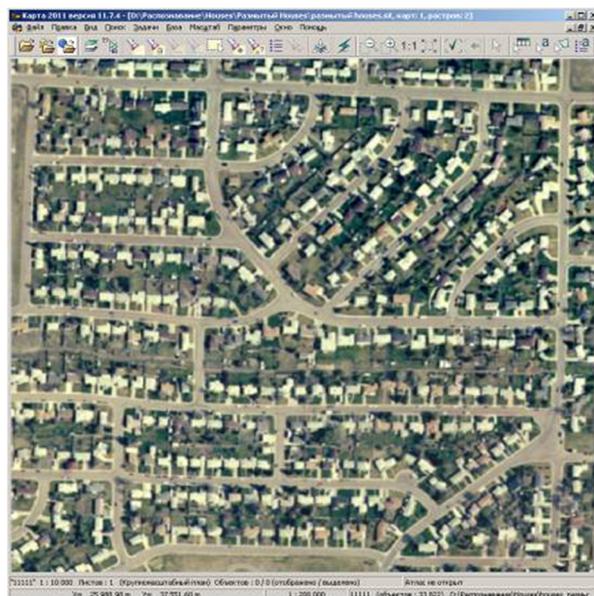


Рис. 2. Примеры исходных растров космического изображения

В процессе автоматизированного дешифрирования и векторизации данных ДЗЗ создаётся обучающая выборка (указываются области на снимке, однозначно принадлежащие распознаваемым объектам), на основании которых определяется принадлежность отдельных пикселей исходного растра распознаваемому объекту (рис. 3).

Распознанные объекты объединяются или удаляются на основе анализа их взаимного расположения. Объединённая сеть объектов совместно сглаживается и фильтруется перед сохранением в создаваемую карту (рис. 4).

Целью этапа создания и обновления ЦТК и ЦПГ базовых масштабов является ввод и корректировка координат объектов местности и семантических характеристик, согласование топологических отношений объектов (примыканий, пересечений, общих границ) по следующим слоям:

- планово-высотной основы (в процессе фотограмметрической обработки материалов ДЗЗ или нанесением точек планово-высотной основы путём обработки цифрового каталога координат геодезических пунктов);
- рельефа суши (в виде матрицы высоты (DEM) и нерегулярной сети треугольников (TIN), созданных на этапе подготовки материалов ДЗЗ или горизонталей в автоматическом режиме);

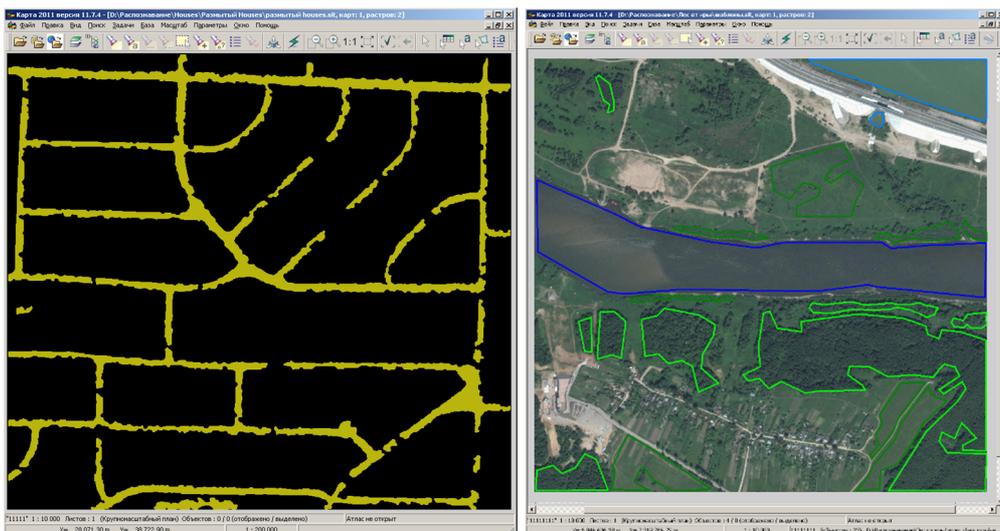


Рис. 3. Результат классификации

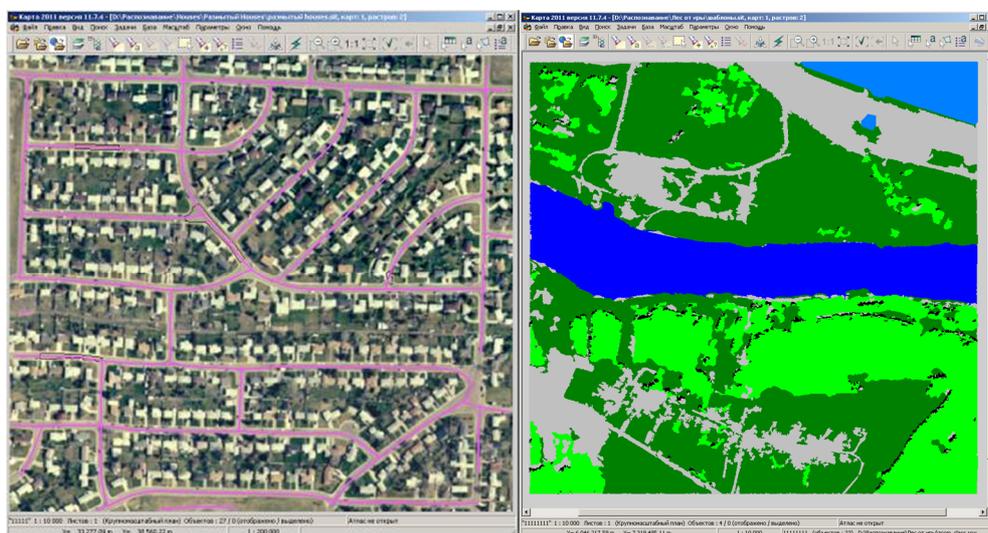


Рис. 4. Результат автоматизированного дешифрирования и векторизации

– гидрографии и гидротехнических сооружений; населённых пунктов (цифровое описание кварталов в населённом пункте выполняется путём последовательного использования нескольких режимов);

- промышленных, сельскохозяйственных и социально-культурных;
- дорожной сети;
- растительного покрова и грунтов;
- границ и ограждений;
- подписей картографических объектов (подписи географических названий формируются на этапе создания или обновления цифровой карты или плана, пояснительные подписи и подписи качественных и количественных характеристик формируются автоматизировано) [4].

Цифровое описание объектов ЦТК и ЦПГ по точности, полноте, правилам описания контуров объектов обычно соответствует правилам подготовки (составления) карт базового масштаба. Для населённых территорий рекомендуемым является масштаб 1:25000, для малообжитых и незаселённых территорий – масштабы ЦТК 1:50 000 и 1:100 000. Более мелкие масштабы (производные) создаются методом автоматизированной генерализации (отбор и обобщение контуров объектов и их характеристик), что обеспечивает согласованное представление объектов на разных масштабах [5].

Генерализация ЦТК и ЦПГ для получения производных масштабов выполняется для подготовки карт более мелких масштабов (например, подготовка карты масштаба 1:50 000 по картам масштаба 1:25 000).

На этапе контроля качества и корректировки данных проводятся автоматические процедуры проверки качества и корректировки цифровых карт. Для проверки качества ЦТК и ЦПГ выполняются следующие основные этапы контроля: контроль структуры исходных файлов карты, общий контроль карты, контроль абсолютных высот, контроль сводки смежных листов, просмотр результатов контроля.

Цель этапа помещения созданных и обновленных ЦТК и ЦПГ во временный архив заключается в накоплении готовых цифровых карт и планов для их применения в процедурах сводки смежных листов и формирования единых покрытий для обновления базы пространственных данных. Обновление базы пространственных данных выполняется с помощью протоколов OGC WFS для передачи наборов данных в форматах SXF и GML [6 – 8], а также для обновления отдельных объектов и метаданных в реестрах.

Вопросы использования данных ДЗЗ на технологических этапах создания и обновления ЦТК и ЦПГ, а также разработки методов автоматизации данных процессов, являются предметом дальнейших исследований в этом перспективном для топографо-геодезической отрасли направлении, имеющем большую практическую ценность для экономики и обороноспособности страны.

Литература

1. Использование современных и перспективных отечественных материалов космической съёмки для обновления государственных топографических карт и планов // Тезисы докладов Четвёртой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы со-

здания космических систем дистанционного зондирования Земли». – М., 2016. – С. 156 – 158.

2. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 ЦНИИГАиК. – М., 2002. – 100 с.

3. Комплекс автоматизированного дешифрирования и векторизации. Руководство пользователя. Редакция 3.0.2. //КБ «Панорама». 2012. – URL: <http://gistoolkit.ru/download/doc/automapdoc.pdf>. – (Дата обращения: 18.12.2014).

4. Каримова А. А., Майоров А. А. Особенности технологии создания базовых пространственных наборов данных в интересах наполнения инфраструктуры пространственных данных // Сборник статей по итогам научно-технической конференции. – М., 2013. – С. 136 – 139. – Вып. 6.

5. Беленков О. В., Каримова А. А., Демиденко Р. А. Проблемы автоматической идентификации пространственных объектов и их обновления при ведении базы пространственных данных на основе государственных топографических карт // Геодезия и картография. – 2012. – № 1. – С. 23 – 27.

6. ISO 19136:2007, Geographic Information – Geography Markup Language (GML). [Электронный ресурс] // We're ISO, the International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards. 2012. – URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?cs. – (Дата обращения: 18.12.2014).

7. Спецификация данных для обмена цифровыми топографическими картами в формате GML. Версия 1.3. //КБ «Панорама». 2011. – URL: <http://gistoolkit.ru/download/doc/specgml4topo.pdf>. (Дата обращения: 18.12.2014).

8. Векторный формат «SXF». Структура данных в двоичном виде. Редакция 4.0. // КБ «Панорама», 1998. – URL: <http://gistoolkit.ru/download/doc/sxf4bin.pdf>. – (Дата обращения: 18.12.2014).

Поступила в редакцию 16.08.2016.

*Анастасия Альбертовна Каримова,
директор производственного комплекса
АО «Научно-исследовательский
и производственный центр «Природа».
Т. (495)301-93-87, e-mail: nastyakarimova@ya.ru.*

METHODICAL ASPECTS of USING MODERN SPACE SURVEY IMAGERY for UPDATING of DIGITAL TOPOGRAPHIC MAPS and TOWN PLANS

A.A. Karimova

The article deals with issues of creation and updating of digital topographic maps (DTM) and digital town plans (DCP) using Earth remote sensing imagery and automation of technological processes data. In the article, basic Earth remote sensing systems are listed, as well as requirements to space imagery, recommended for updating DTM and DCP, are specified. General technological scheme for creating and updating digital mapping products, using Earth remote sensing imagery is given. All steps of the scheme include evaluation of utilization efficiency and usage specific of space imagery. Issues of computer-assisted interpretation of space images, vectorization and generalization of obtained results have been reviewed from the perspective of their use for updating DTM and DCP reference scales with the help of re-

spective Earth remote sensing data processing system. The article highlights that putting of updated digital topographic maps and plans into a temporary archive, allowing combining of related nomenclature map sheets, and generation of common coverage for updating of spatial data, will enable data sets transfer, using international data exchange protocols, for updating separate objects and corresponding metadata in branch registers.

Key words: digital topographic maps, digital town plans, Earth remote sensing

List of References

1. Use of modern and advanced domestic space imagery for updating state topographic maps and plans // Proceedings of the Fourth international scientific-technical conference «Topical issues of designing Earth remote sensing space systems». – М., 2016. – Pp. 156 – 158.
2. Instruction for photogrammetric works to be performed during creation of digital topographic maps and plans. – ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 ЦНИИГАиК. [ГКИНП (ГНТА) – Geodetic, cartographical guidelines, codes and regulations (State reference act); ЦНИИГАиК – Central Scientific-Research Institute for Geodesy, Aerial Photography, and Cartography]. – М., 2002. – 100 pages.
3. Computer-assisted interpretation and vectorization system. Operating manual. Version 3.0.2. // KB «Panorama» [GIS «Panorama»]. 2012. – URL : <http://gistoolkit.ru/download/doc/automapdoc.pdf>. – (Accessed date: 18.12.2014).
4. Karimova A. A., Maiorov A. A. Specific technology for creation of basic spatial data sets for provisioning of spatial data infrastructure // Collection of papers summarizing the results of scientific-technical conference. – М., 2013. – Pp. 136 – 139. – Issue 6.
5. Belenkov O. V., Karimova A. A., Demidenko R. A. Issues of computer-based identification of three-dimensional objects and their updating during maintaining a spatial data-base on the basis of state topographic maps // Geodezia i kartographia [Geodesics and Cartography Publ.]. – 2012. – No. 1. – Pp. 23 – 27.
6. ISO 19136:2007, Geographic Information – Geography Markup Language (GML). [Digital resource] // We're ISO, the International Organization for Standardization. We develop and publish International Standards. 2012. – URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?cs. – (Accessed date: 18.12.2014).
7. Data specification for digital topographic maps GML exchange. Version 1.3. // KB «Panorama» [GIS «Panorama»]. 2001. – URL : <http://gistoolkit.ru/download/doc/specgml4topo.pdf>. – (Accessed date: 18.12.2014).
8. Vector format SXF. Data structure in binary code. Version 4.0. // KB «Panorama» [GIS «Panorama»], 1998. – URL: <http://gistoolkit.ru/download/doc/sxf4bin.pdf>. – (Accessed date: 18.12.2014).

*Anastasia Albertovna Karimova,
Director of Manufacturing Complex
«Scientific-Research and Production Center «Priroda» JC.
T. (495) 301-93-87, e-mail: nastyakarimova@ya.ru.*