

## ОБНОВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ ГОРОДСКОГО КАДАСТРА НА ОСНОВЕ КОСМОСНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

С.В. Абламейко<sup>1, 2</sup>, Г.П. Апарин<sup>1</sup>, А.Н. Крючков<sup>1</sup>, Л.Н. Соболь<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск;

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, Минск

*Рассматриваются средства обработки космических снимков высокого разрешения для решения задач автоматизированного обнаружения изменений в городской застройке с целью обновления цифровых карт городского кадастра. Приводятся примеры использования разработанных средств.*

### Введение

В настоящее время из-за большой важности и актуальности задач ведения городского кадастра все интенсивнее развиваются технологии обновления цифровых карт городского кадастра (ЦКГК) с использованием космических снимков (КС) высокого разрешения. Способ обновления ЦКГК по КС высокого разрешения обладает по сравнению с другими способами тем преимуществом, что использует самую актуальную информацию о местности, позволяющую в более короткие сроки обеспечить необходимую точность и информативность цифровых карт местности (ЦКМ). Современные спутниковые изображения КС высокого разрешения предоставляют широкий спектр метрических характеристик для обновления картографических материалов и для более точного нанесения геометрических характеристик на ЦКГК.

В силу происходящих изменений на местности земельный кадастр с течением времени «устаревает» и перестает соответствовать его фактическому состоянию. Особенно быстрому изменению подвержены ЦКМ городского кадастра. Под термином «городской кадастр» понимается всеобъемлющая информация об объектах застроенной территории города (зданиях, инженерных сооружениях, транспортных коммуникациях и др.) [1]. Для обеспечения актуальности данных ЦКМ необходимо их периодически обновлять – приводить информационное содержание к современному фактическому состоянию объектов и явлений на местности городской территории. Объемы работ и трудовые затраты по обновлению ЦКМ из-за их старения постоянно растут. Одним из способов обновления ЦКМ, выполняемых с меньшими трудозатратами, является обновление по цифровым космоснимкам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Особое значение представляет задача оперативного мониторинга городской застройки с целью актуализации карт городского кадастра для принятия решений по регистрации вновь появившихся или незарегистрированных объектов недвижимости. Такая задача оперативно решается с помощью КС высокого и сверхвысокого разрешения, получаемых с различных спутниковых систем [2].

В развитых странах при решении комплекса задач обновления ЦКМ на основе данных ДЗЗ широко используются зарубежные программные ГИС-пакеты: ArcGIS, ArcView и MapInfo (США), ПАНОРAMA (Россия), SICAD/open (Германия), WinGIS (Австрия) и др. Однако использование зарубежных пакетов ограничено такими факторами, как стоимость, закрытость форматов представления данных, невозможность их расширения и дополнения. Кроме того, как правило, системы государственного управления накладывают жесткие ограничения на защиту информации и сертификацию про-

граммных продуктов. Хотя практика показывает, что наряду с отечественными разработками иногда целесообразно использовать и зарубежные пакеты [3].

## 1. Технология выявления изменений и обновления ЦКГК

Обновление ЦКГК выполняется по космическим снимкам или фотодокументам, составленным по материалам космической съемки с помощью цифровых фотограмметрических систем (ЦФС). В процессе обновления контурной части содержание карты приводится в соответствие со снимком, устраняются обнаруженные ошибки в изображении форм рельефа (если рельеф был получен на ЦФС). В процессе обновления из ЦКГК исключаются отсутствующие на снимке объекты, включаются вновь появившиеся объекты, корректируется форма или семантика существующих объектов (рис. 1).

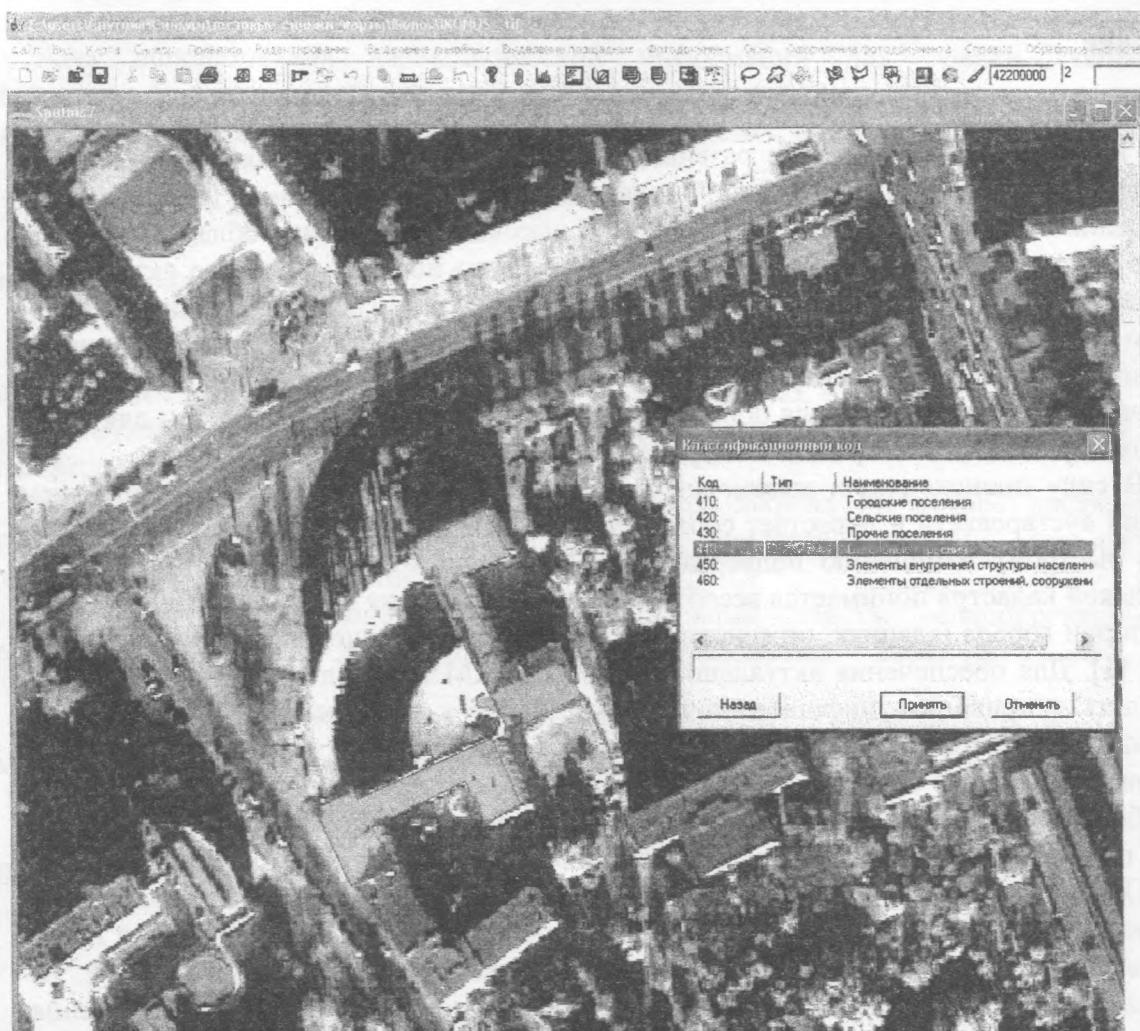


Рис. 1. Копия экрана: результат операции интерактивного выявления изменений в городской застройке

Технология выявления изменений и обновления ЦКГК включает следующие операции:

- запрос и получение из базы данных исходных материалов (КС, ЦКГК, цифровых матриц рельефа (ЦМР));
- предварительная обработка КС;

- привязка КС к ЦКГК;
- автоматическое и интерактивное дешифрирование объектов КС;
- формирование массива изменений;
- формирование результатов дешифрирования;
- автоматизированное внесение изменений в ЦКГК;
- контроль и редактирование обновленной ЦКГК;
- помещение ЦКГК в базу данных.

Запрос в базу данных обеспечивает получение исходных материалов: ЦКГК, КС, ЦМР, покрывающих обновляемую ЦКГК, необходимых для трансформирования КС к ЦКГК. Для обновления может быть использован цифровой фотоплан. В случае отсутствия в базе данных, ЦМР может быть построена с заданным шагом сетки по имеющимся в ЦКГК горизонталям, отметкам высот и урезам воды. При загрузке ЦКГК может осуществляться их конвертация из обменных форматов (Shapefile, SXF и Mid/Mif) во внутренний формат обработки F20S. При этом осуществляется приведение карт в единую проекцию и систему координат (поддерживаются: локальная система координат, геодезическая; проекция Гаусса – Крюгера (эллипсоид Красовского), проекция UTM (эллипсоид WGS-84)).

Предварительная обработка снимка включает функции по обработке КС, необходимые для улучшения изображения с целью дальнейшего дешифрирования снимков. В этот блок входят функции контрастирования, коррекции, подавления шумов, предварительной увязки снимков различных диапазонов и источников, получение синтезированных изображений и др.

Привязка КС к ЦКГК предназначена для формирования математической модели пространственного преобразования изображений КС и ЦКГК в системы координат друг друга. Задача решается путем определения параметров пространственного преобразования по известным координатам опорных точек, измеренным одновременно на снимке и на карте. В качестве таких опорных точек используются характерные точки на контурах объектов городской застройки, надежно опознающиеся на изображениях КС и ЦКГК. В состав программного блока привязки входят модули: формирования массива опорных точек; полиномиальных преобразований 1 – 3 порядка; полиномиально-триангуляционных преобразований; проективных преобразований; анализа геометрических искажений изображения КС.

При привязке снимков к ЦКГК в качестве опорных точек выбираются наиболее информативные для сопоставимых надежно распознанных объектов (рис. 2, 3):

- зданий;
- инженерных сооружений;
- транспортных коммуникаций и др.

При привязке снимка к карте осуществляется контроль привязки как визуально, так и по отклонению в опорных точках. В дальнейшем параметры пространственных преобразований используются в блоке трансформирования векторной модели объектов обновления.

Операция выделения изменений на ЦКГК выполняется с использованием средств автоматической и интерактивной классификации объектов КС с использованием ЦКМ и базы эталонов [3]. В процессе дешифрирования осуществляется поиск и обнаружение на КС объектов местности с заданными параметрами яркости, размера и конфигурации.

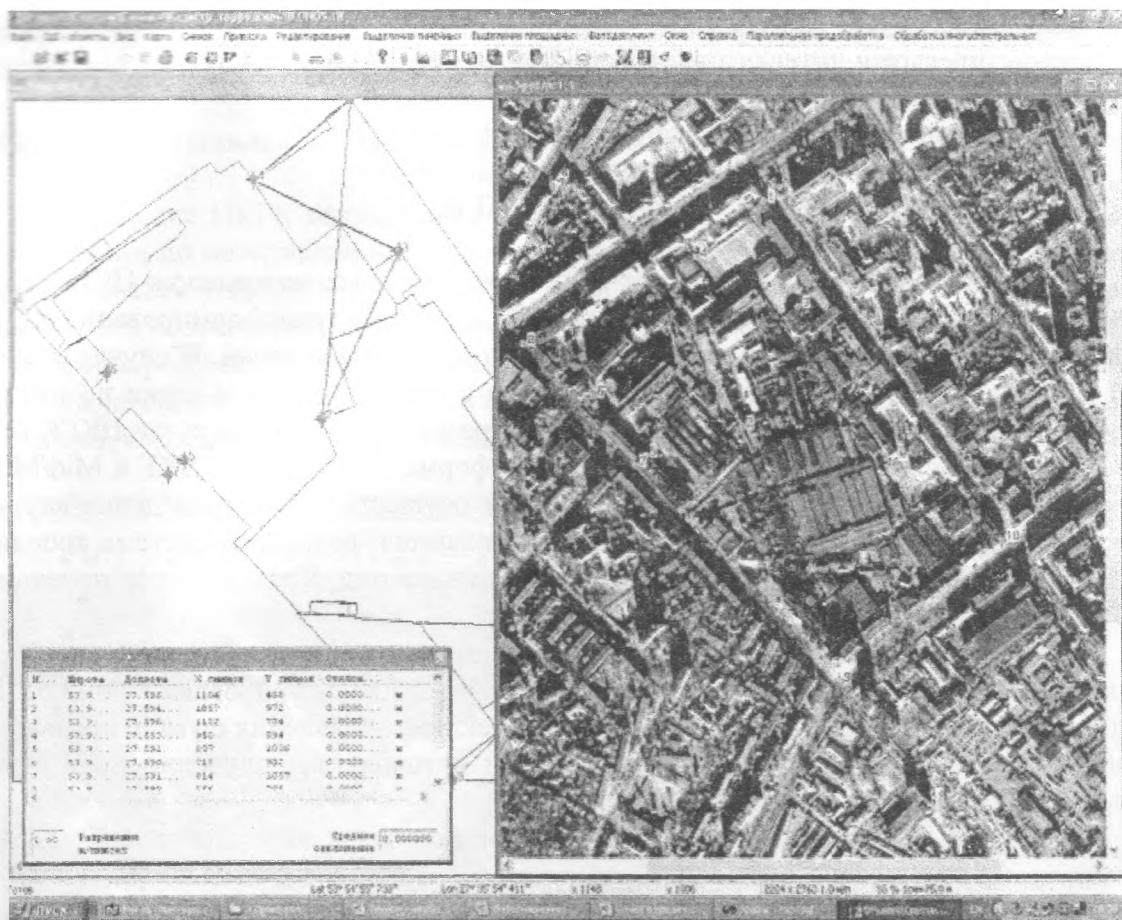


Рис. 2. Фрагмент карты на район интереса г. Минска с фрагментом снимка на тот же район со снятыми опорными точками

Для выделения протяженных контурных объектов (классы объектов дорожной и гидрологической сети) используется интерактивный подход, который позволяет производить сегментацию объектов и осуществлять ручную коррекцию результатов обработки.

На космических снимках с высоким разрешением (менее 2 м на пиксель) линейные объекты представлены набором однородных по яркости регионов с приблизительно постоянной толщиной, ограниченные двумя параллельными границами, на которых градиент имеет противоположные направления.

Кроме того, выделение объектов городского кадастра может осуществляться путем ручного ввода на панхроматическом и многозональном изображениях. По результатам обработки формируются объекты заданного класса в векторном формате с назначением им семантических характеристик, которые могут редактироваться средствами специального графического редактора. Полученный массив изменений трансформируется в систему координат ЦКМ и передается в картографический блок для обновления ЦКМ.

После внесения изменений в ЦКМ выполняется контроль обновленной ЦКГК (метрического описания, семантики, правильности приписания высот) и ее редактирование с помощью картографического редактора. После редакторских работ ЦКМ помещается в базу данных.

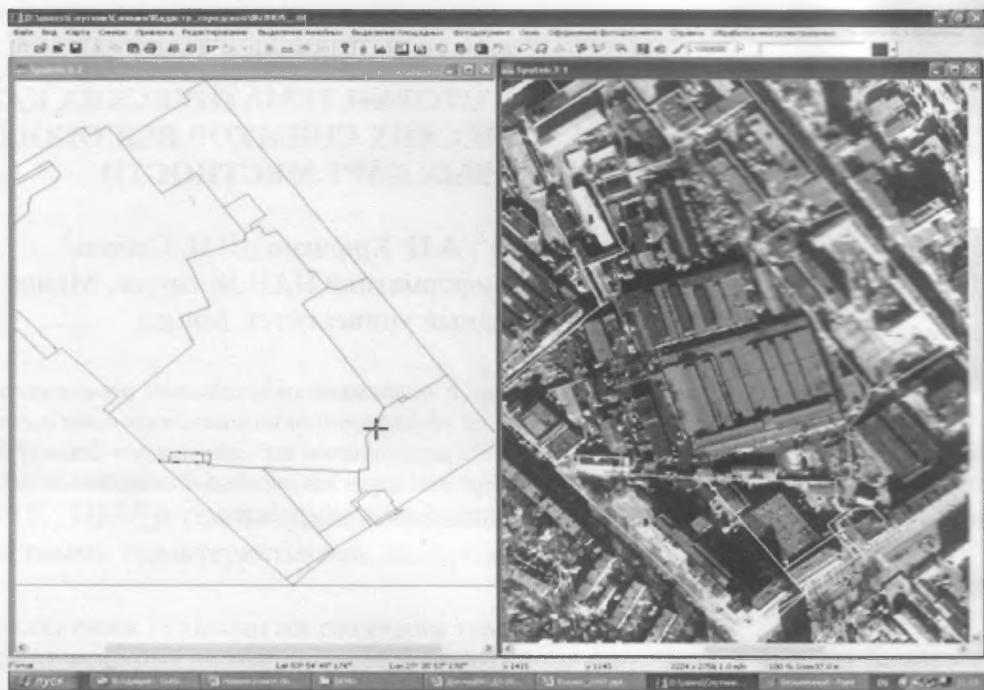


Рис. 3. Копия экрана операции выделения объектов городской застройки и присвоения им семантических характеристик

## 2. Экспериментальная проверка

Проверка технологии обновления карт городского кадастра производилась с использованием космических снимков IKONOS с разрешением 1 пиксель на метр и карта района г. Минска масштаба 1:5000 в геодезической системе координат проекции Гаусса – Крюгера (см. рис. 2 и 3).

## Заключение

Разработанная технология обновления цифровых карт городского кадастра на основе результатов дешифрирования космоснимков высокого разрешения может быть использована для решения различных комплексных геоинформационных задач, связанных с обнаружением интересующих пользователя объектов и ситуаций, выявлением изменений на местности, с получением количественных и качественных характеристик этих изменений с целью их анализа и принятия решений по обновлению цифровых карт.

## Список литературы

1. Городской кадастр / И.В. Лесных [и др.] – Новосибирск: СГГА, 2000. – 120 с.
2. Государственная регистрация недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним. В 3 т. Т.3. Земельное администрирование / С.А. Шавров. – Минск: Рифтур, 2008. – 342 с.
3. Технология выявления изменений и обновления цифровых карт городского кадастра на основе космических снимков высокого разрешения / С.В. Абламайко [и др.] // Таврический вестник информатики и математики, Крымский научный центр НАН Украины. - Симферополь, 2008. – № 1. – С. 32 - 37.