



## **МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ ВЫБРАННОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**С. А. Ганиева**

*Азербайджанский университет архитектуры и строительства,  
11, ул. Айна Султанова, г. Баку, AZ 1073.  
E-mail: s.ganiyeva@hotmail.com*

*Получена 01 августа 2019; принята 27 сентября 2019.*

**Аннотация.** В разработанной статье предлагается метод создания и обновления цифровых электронных карт для выбранного района с использованием современных технологий. Для этого в качестве исследовательского района был выбран поселок Локбатан Гарадагского района. В качестве исходных данных использовались топографические карты масштаба 1:100 000, 1:10 000, 1:5 000 и космические снимки. Процесс реализован на основе топографических карт, наземных и спутниковых геодезических измерений и данных дистанционного зондирования. Топографические карты масштаба 1:10 000, состоящие из 14 планшетов, были векторизованы и сопоставлены с тем же географическим местоположением на картах масштаба 1:100 000. На основе векторизации исходных картографических материалов созданы различные тематические слои. Слои, полученные на основе карт с масштабом 1:100 000, были сравнены с картами масштаба 1:10 000 и определены изменения. На основе топографических карт была создана электронная карта, а карты были обновлены на основе GPS-измерений и космических изображений. Объекты на полученном изображении сравнивались с объектами, созданными на основе топографической карты в масштабе 1:5 000 данной части области. В результате было установлено, что в последние годы было построено большое количество жилых зданий и было проложено много дорог к поселку Локбатан.

**Ключевые слова:** Локбатан, космические снимки, ГИС-технологии, цифровая карта, обновление карт.

## **МЕТОДИКА СКЛАДАННЯ ТА ПОНОВЛЕННЯ ЦИФРОВИХ ЕЛЕКТРОННИХ КАРТ ОБРАНОЇ ТЕРИТОРІЇ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**С. А. Ганієва**

*Азербайджанський університет архітектури і будівництва,  
11, вул. Айна Султанова, м. Баку, AZ 1073.  
E-mail: s.ganiyeva@hotmail.com*

*Отримана 01 серпня 2019; прийнята 27 вересня 2019.*

**Анотація.** У розробленій статті пропонується метод створення та оновлення цифрових електронних карт для обраного району з використанням сучасних технологій. Для цього як дослідницький район було обрано селище Локбатан Гарадазького району. За вихідні дані використовувалися топографічні карти масштабу 1:100 000, 1:10 000, 1:5 000 і космічні знімки. Процес реалізований на основі топографічних карт, наземних і супутникових геодезичних вимірювань і даних дистанційного зондування. Топографічні карти масштабу 1:10 000, які складаються з 14 планшетів, були векторизовані і зіставлені з тим же географічним місцем розташування на картах масштабу 1:100 000. На основі векторизації вихідних картографічних матеріалів створені різні тематичні шари. Шари, отримані на основі

карт з масштабом 1:100 000, були порівняні з картами масштабу 1:10 000 та визначені зміни. На основі топографічних карт була створена електронна карта, а карти були оновлені на основі GPS-вимірів і космічних зображень. Об'єкти на отриманому зображенні порівнювалися з об'єктами, створеними на основі топографічної карти в масштабі 1:5 000 даної частини області. В результаті було встановлено, що останніми роками було побудовано велику кількість житлових будинків і прокладено багато доріг до селища Локбатан.

**Ключові слова:** Локбатан, космічні знімки, ГІС-технології, цифрова карта, поновлення карт.

## METHODS OF COMPILING AND UPDATING DIGITAL ELECTRONIC MAPS OF SELECTED TERRITORIES BASED ON MODERN TECHNOLOGIES

**Sachli Ganiyeva**

*Azerbaijan University of Architecture and Construction,*

*11, Aina Sultanova Str., Baku, AZ 1073.*

*E-mail: s.ganiyeva@hotmail.com*

*Received 01 August 2019; accepted 27 September 2019.*

**Abstract.** The developed article proposes a method for creating and updating digital electronic maps for a selected area using modern technologies. To do this, the Lokbatan settlement of the Garadagh district was chosen as a research area. The topographic maps of the scale 1 : 10 000, 1: 10 000 and 1: 5 000 and satellite images were used as input data. The process has been put into action based on topographic maps, ground and satellite geodetic measurements and remote sensing data. Topographic maps of 1: 10 000 scale, consisting of 14 tablets, were vectorized and compared with the same geographical location on maps of 1: 100 000 scale. Based on the vectorization of the input cartographic materials, it has been created the various thematic layers. Layers obtained on the basis of maps with a scale of 1: 100 000 were compared with maps of a scale of 1 : 10 000 and determined the changes. Based on topographic maps, it has been created an electronic map, and the maps were updated based on GPS measurements and space images. The objects received from image, were compared with objects, which were created based on the topographic map at a scale of 1: 5 000 in this part of the region. As a result, it was established that in recent years a large number of residential buildings have been built, many roads in the settlement of Lokbatana have been built.

**Keywords:** Lokbatan, space images, GIS technologies, digital map, updates.

### Введение

Для создания и обновления карт в качестве исследовательской площадки была взята территория поселка Локбатан Гарадагского района Баку. Расположенный в 40 км к югу от Баку, Локбатан – поселок городского типа в Гарадаге. Инфраструктура Гарадагского района, одного из крупнейших в городе Баку, очень сложна. Большинство существующих нефтяных и газовых месторождений в Азербайджане расположены в Гарадагском районе. Район также славится своей древней историей. Большая часть крупных запасов природного газа в Азербайджане также

находится в Гарадагском регионе. Промышленное производство началось в 1957 году [5].

В Гарадагский район включены объекты: Локбатан, Сахиль, Сангачал, Пута, Гызылдаш, Шубаны, Коргоз, Гобустан, Пирсаат, Шонгар, Шорчала, Агчала, Эйричашор, Мейли-Куличала, Таддичала, Красный, Дашахагилские озера, Касмалы, Учтапа, Боздаг, Кызылдаг, Агбурун, Дегидаш и другие, в том числе горы [5]. Гарадагский регион является крупным регионом, и наличие различной инфраструктуры наряду с жилыми зданиями требует разработки современной электронной карты этих территорий.

### Исходные данные

В качестве исходных данных использовались топографические карты масштаба 1:100 000, 1:10 000 и 1:5 000 и космические снимки Terra Aster 250 метров, Landsat-TM и Spot с 30-метровым разрешением.

Карты масштаба 1:100 000 охватывают весь Гарадагский район. Однако на картах, состоящих из 9 планшетов масштаба 1:5 000, представлены только населенные пункты Локбатан и Сахил Гарадагского района. Основная цель статьи — создание и обновление цифровых электронных карт территории Локбатана Гарадагского региона. Материалы по Локбатану были собраны в базе данных (ВД) ГИС.

Информация о поселке Локбатан была собрана в реляционном ВД ГИС. Вся собранная информация помещена в базу данных Arc GIS.

### Методика

Поскольку основной целью статьи является создание и обновление цифровых электронных карт, этот процесс реализован по следующим этапам:

- на основе топографических карт;
- на основе наземных и спутниковых геодезических измерений в районе;
- на основе данных дистанционного зондирования.

Каждый из этих способов процесса получения информации для создания карты реализован различными способами. Следующая схема представляет схематическое описание (методику) этапов создания и обновления цифровых карт (рис. 1).

### Ход работы

В номенклатуре карт территория Азербайджана охватывает 3 штуки — 1:500 000, 28 штук 1:200 000, 81 топографическую карту масштаба 1:100 000 (рис. 2).

Для построения цифровой электронной карты поселка Локбатан в качестве картографической базы были взяты топографические карты Гарадагского района с масштабом 1:100 000, состоящий из 4 планшетов, и с масштабом 1:10 000, состоящий из 12 планшетов. Сначала были отсканированы топографические карты масштаба

1:100 000. Разрешение карты составляло 300–400 точек на дюйм, формат был tiff, картографический материал был векторизован и получены снимки (рис. 3а). Полученное изображение геопривязано через Erdas Imagine, определены координаты и перекрыты друг на друга. Система координат была взята WGS 84, в проекции UTM [13, 1, 10].

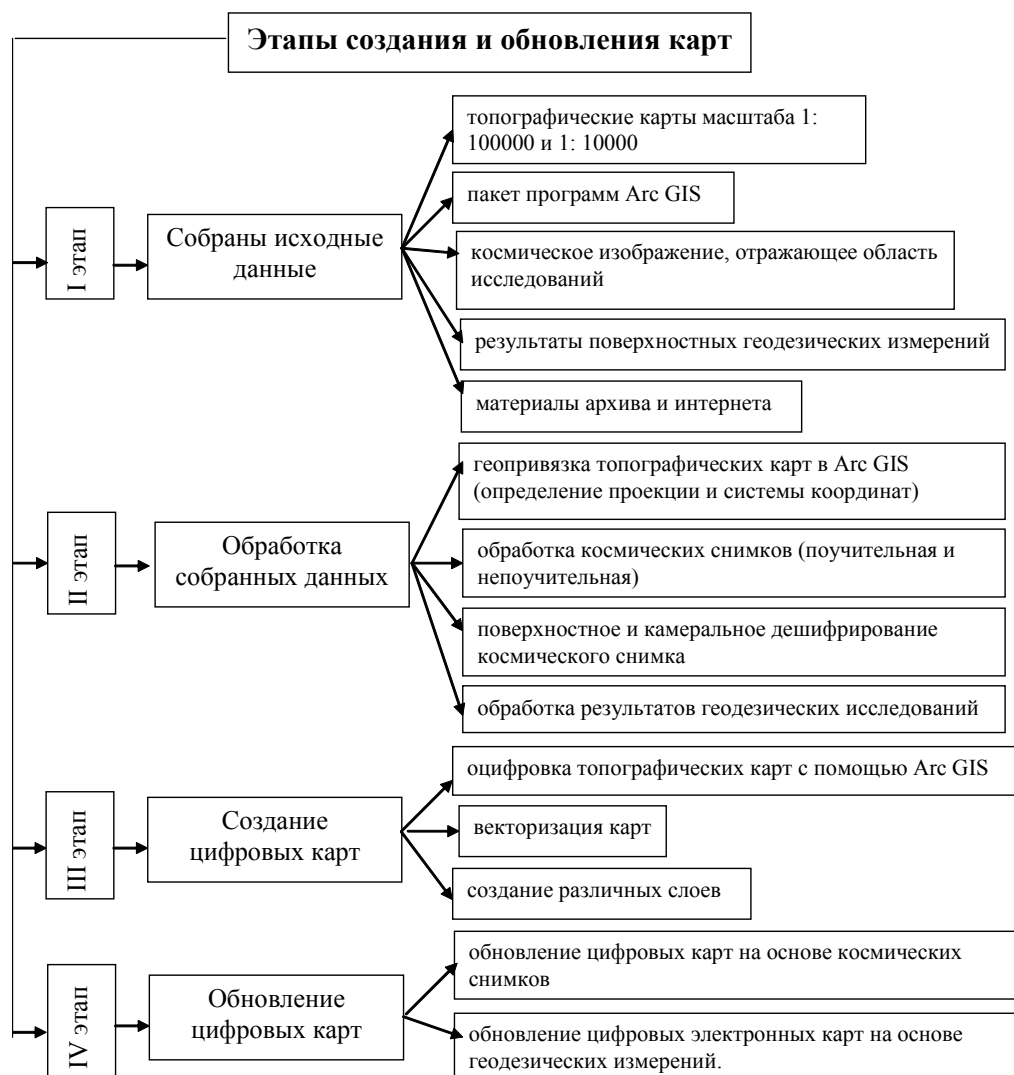
На следующем этапе топографические карты масштаба 1:10 000, состоящие из 14 планшетов, были векторизованы, имели географическую привязку и сопоставлены с тем же географическим местоположением на компьютере на картах масштаба 1:100 000 [6]. В это время на карте были взяты 30 опорных точек, которые сравнивались с предыдущими картами и были приведены к тем же географическим координатам (рис. 3б).

Для точного выполнения процесса в несколько этапов проводилась геометрическая коррекция изображения: были устранены искажения, сделанные во время центральной проекции на 1-м этапе, и рельефные искажения на 2-м этапе. В процессе геометрической коррекции, используемой для устранения искажений, была произведена коррекция положения узловых точек в сети координат. В системах раstra этот процесс осуществляется путем задания координат узлов сети координат [11]. В горных районах с плотным рельефом эти искажения встречаются чаще. Чтобы идентифицировать эти искажения, была создана цифровая модель рельефа (ЦМР) и была сделана геометрическая коррекция, другими словами, ортотрансформация [9].

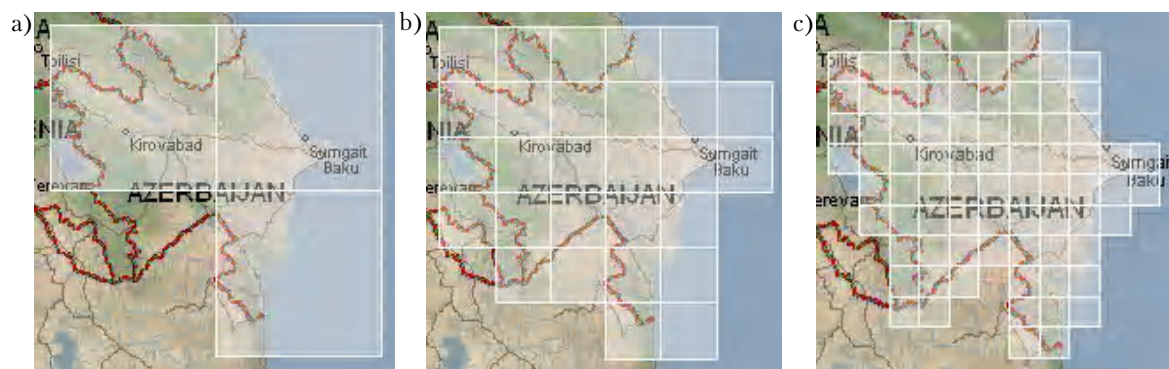
На основе отсканированной растровой формы топографической карты с использованием условных знаков для топографических планов масштаба 1:10 000 были векторизованы картографические материалы [3, 4]. На основе векторизации входных картографических материалов созданы различные тематические слои: жилые и нежилые здания, дороги, гидрографические элементы, изолинии, промышленные и коммунальные услуги и т. д.

В этом случае использовались данные, включенные в реляционные БД ГИС [6, 13]. Часть реляционной БД показана на следующей схеме (рис. 4).

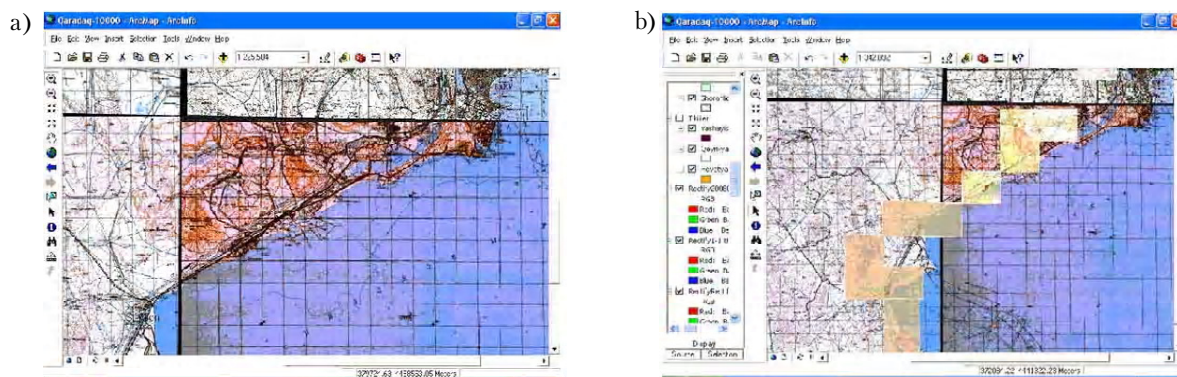
Эти слои группируются по отдельности на основе атрибутивных данных, указанных в базе



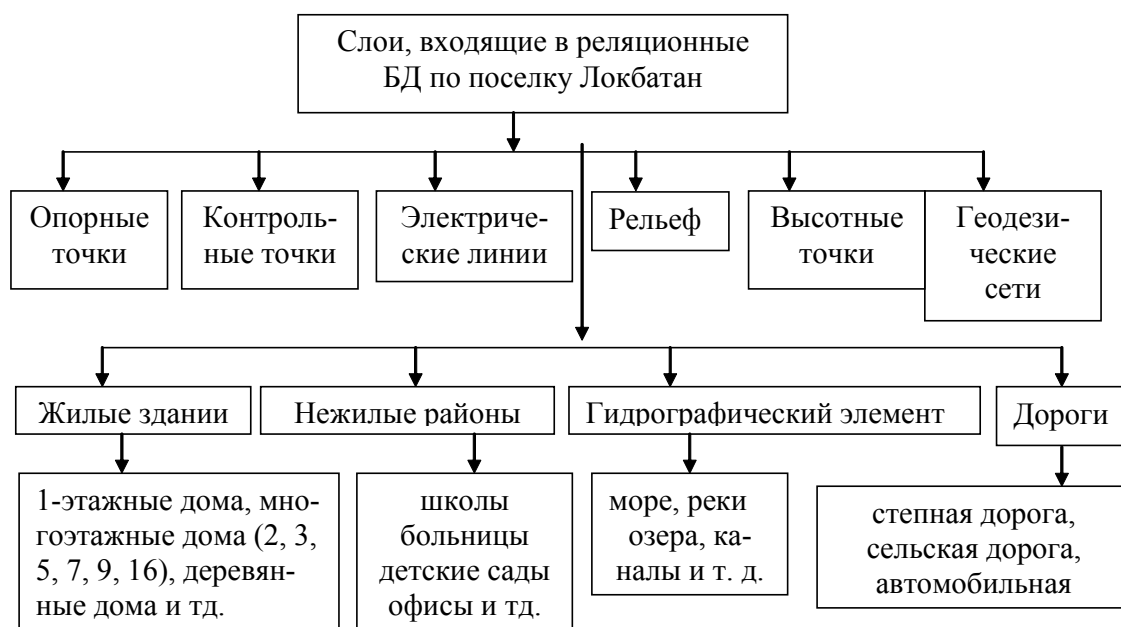
**Рисунок 1.** Схематическое описание процесса создания и обновления цифровых электронных карт.



**Рисунок 2.** Карты различного масштаба, охватывающие территории Азербайджана: а) 1: 500 000, б) 1: 200 000, в) топографические карты масштаба 1: 100 000.



**Рисунок 3.** Снимки: а) топографические карты масштаба 1:100 000, отражающие территорию района Гарага; б) топографические карты масштаба 1:100 000 и 1:10 000, отражающие часть района Гарага.



**Рисунок 4.** Состав реляционных баз данных.

данных ГИС, отображены на карте под определенным именем и созданы векторные модели.

Символизируемые объекты (дороги, жилые районы, гидрографические элементы и т. д.) объединяются в векторные слои. По характеру локализации объекты подразделяются на: полигонные, линейные, точечные, текстовые объекты. В качестве точечных объектов взяты: высотные пики, геодезические сети, месторождения нефти и газа; как линейные объекты — реки, дороги, каналы, надписи и т. д.; как полигонные объекты — жилые

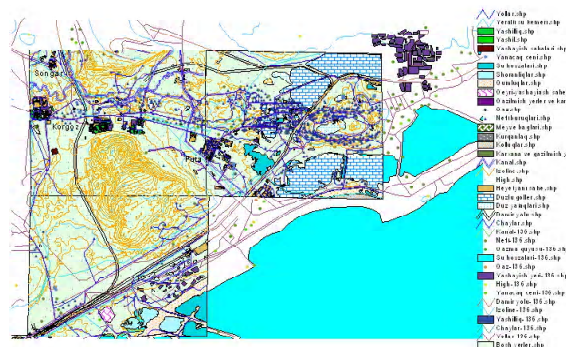
районы, нежилые помещения, промышленные и коммунальные помещения, которые сгруппированы. Для каждого векторного слоя создана легенда, таблица атрибутивных данных, информация об объектах приведена на схеме (рис. 4).

Тем не менее было невозможно получить более точные данные на топографической карте масштаба 1:100 000, и поэтому были использованы топографические карты Гарагадского региона с масштабом 1:10 000, состоящие из 14 планшета. Эти карты были отсканированы, и были определены

их проекции. На основе вышеупомянутых карт создан 21 тематический слой: жилые районы, нежилые помещения, садоводство, зеленые зоны, фруктовые сады, высоты, изолинии, железная дорога, грунтовые и сельские дороги, газовые и нефтяные месторождения, озера, каналы, подземные водопроводы, водохранилища, реки, карьеры и вырытые участки, кусты и т. д.

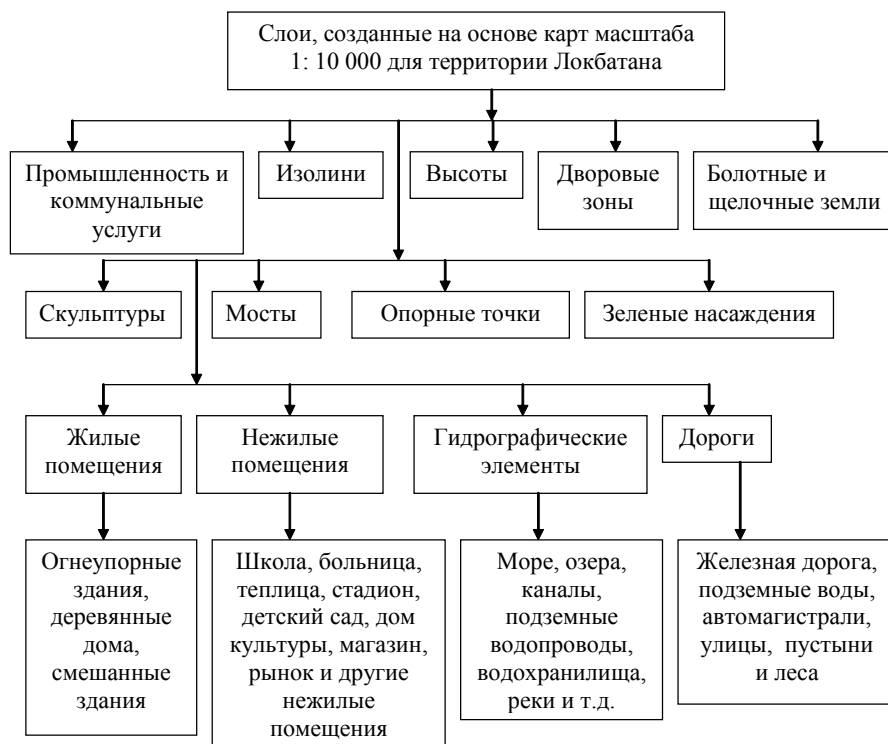
Слои, полученные на основе карт с масштабом 1:100 000, сравнивали с картами масштаба 1:10 000 и определяли изменения. Выявлено, что существуют некоторые различия между топографическими картами масштаба 1:100 000, составленными в период с 1975 по 1979 годы, и топографическими картами масштаба 1:10 000, составленными в 1980 году. В эти годы были построены новые дороги и жилые дома. Эти различия определяются перекрытием тематических слоев, которые приводятся в той же проекции и той же системе координат, как показано на следующем рисунке (рис. 5).

Основная цель статьи – создание цифровых электронных карт масштаба 1:10 000, позволяющих получить точную и большую информацию о Гарадагском регионе. Для этой цели были получены только топографические карты масштаба 1:10 000, отражающие поселок Локбатан,



**Рисунок 5.** Перекрывающиеся слои полученных карт с масштабом 1:10 000 со слоями, взятыми на основе карт масштаба 1:100 000 Гарадагского региона: (предоставляется только часть карт).

и созданы цифровые электронные карты. Существует ряд трудностей с распознаванием и расшифровкой карт. Чтобы устранить эти трудности, использовались условные знаки для топографических карт и метод классификации. Различные объекты идентифицированы на основе этих условных знаков, и созданы векторные модели карт. На основе карт масштаба 1:10 000 были взяты следующие слои (рис. 6). Каждый слой также разделен на несколько подслоев.



**Рисунок 6.** Тематические слои, созданные на основе топографических карт масштаба 1:10 000.



Ниже приведен пример одного из этих слоев – нежилой район и пример легенды (рис. 7а). В базу данных была включена атрибутивная информация (таблица атрибутов) этих слоев: названия зданий, материалы для укрытия, номер школы, этажи зданий, их адреса, номера телефонов и т. д. На следующем рисунке показана только часть таблицы, отражающая информацию, содержащуюся в БД Arc GIS (рис. 7б).

В другие слои тоже включена разная информация.

На следующих изображениях представлены карты, состоящие из различных слоев – дороги и населенные пункты, нежилые районы, дороги и т. д. созданных на основе топографических карт масштаба 1:10 000 по поселку Локбатан (рис. 8а, б).

Помимо топографических карт, при создании электронной карты также использовались космические снимки и GPS-измерений. На основе топографических карт была создана электронная карта, а карты были обновлены на основе GPS-измерений и космических изображений [2]. Здесь представлены космические снимки, отражающие территорию Локбатана (Terra Aster, Landsat-TM и Spot). Первоначально на снимке была выполнена геометрическая коррекция [7, 8]. Тогда были установлены географические координаты для каждого пикселя.

Сначала изображения были дешифрованы для видимых визуальных признаков, и были идентифицированы объекты на изображениях. В качестве признаков дешифрирования взяты

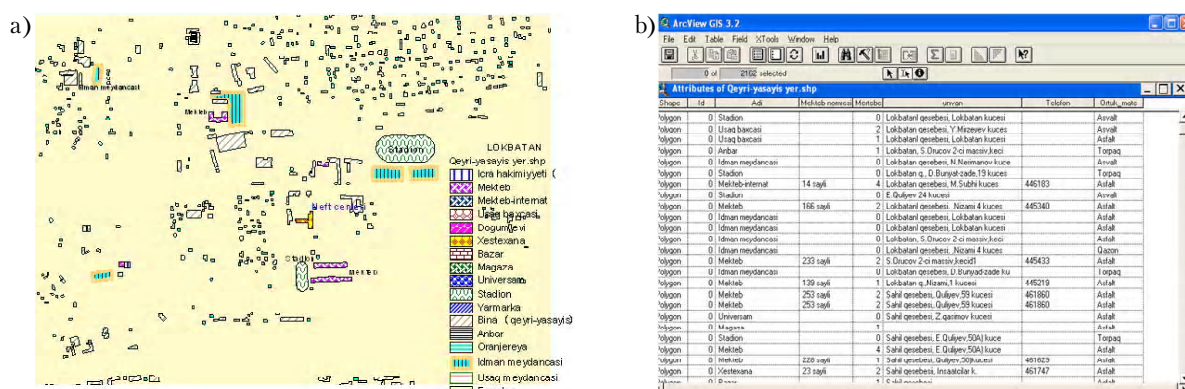


Рисунок 7. а) слои «нежилого помещения» и их легенды, б) информация, собранная на БД Arc GIS для поселка Локбатан.

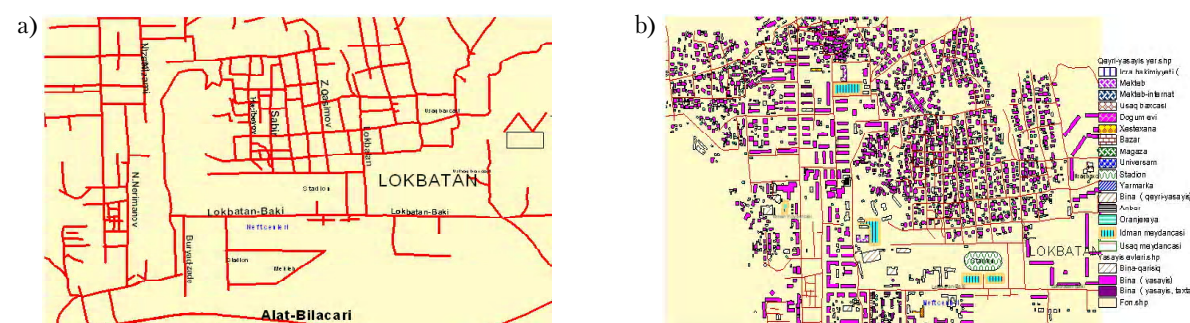


Рисунок 8. Электронные карты: а) описывающая дороги Локбатана, б) описывающая жилые, нежилые районы и дороги Локбатана.

геометрические и яркостные признаки, т. е., размер, форма, цвет, тон объектов [8, 12]. Объекты, которые не идентифицированы на основе этих признаков, определены на основе косвенных признаков дешифрирования.

Обработанные изображения были показаны в следующих рисунках (рис. 9а, б).

В результате обработки определено, что площадь, занимаемая зданиями вдали от центра изображения, была больше, чем у других. Там, где обнаруживаются плотные изолинии, отражающие рельеф, эти искажения встречаются чаще. С помощью повторных обработок были исправлены эти искажения.

Объекты на полученном изображении сравнивались с объектами, созданными на основе топографической карты в масштабе 1: 5 000 этой части области (рис. 10а, б).

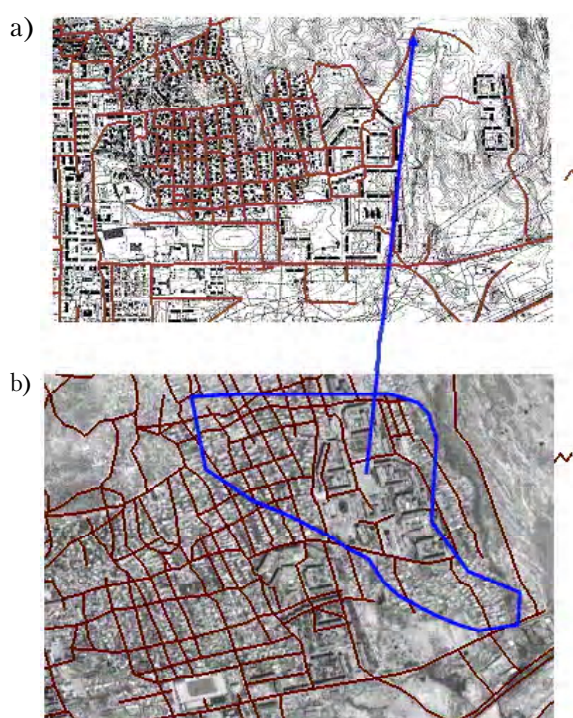


**Рисунок 9.** Космическое изображение Landsat-TM, отражающее территорию посёлка Локбатан.

## Результат

Сравнение было сделано для видимых признаков дешифрирования. Как упоминалось выше, топографические карты – это карты, составленные в 1989–1991 гг. Космические снимки – с 2008 года. На основе обработки изображений были обнаружены новые дороги в этом районе. Кроме того, в результате GPS-измерений четко неразличимые объекты (новые дороги) на изображениях были перенесены в Arc GIS, отмечены на карте и были обновлены.

В результате (рис. 10б) было установлено, что в области контура последние годы было построено большое количество жилых зданий и проложено много дорог.



**Рисунок 10.** Изображение и описание участка Локбатана: а) на топографической карте масштаба 1:5 000, б) описание участка Локбатан в обновленном виде на основе космической съемки.



## Литература

1. Де Мерс, Майкл. Географические информационные системы [Текст] / Майкл де Мерс. – М. : Дата+, 2000. – 490 с.
2. Дистанционное зондирование [Текст] / Ш. М. Дейнис, Д. А. Ландгребе, Т. Л. Филиппс, Ф. Х. Свейн и др.; под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвис. – Пер. с англ. – М. : Недра, 1983. – 415 с.
3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500 [Текст]. – М. : ФГУП «Картоцентр», 2005. – 287 : ил.
4. Məmmədov, Q. S. 1:10 000 miqyaslı topoqrafik xəritələrin şərti işarələri [Текст] / Q. S. Məmmədov, I. H. Əhmədov. – Bakı : [S. n.], 2005. – 70 s.
5. Qaradağ rayonu ərazisi haqqında məlumatlar. – [Giriş rejimi] : [https://az.wikipedia.org/wiki/Qarada%C4%9F\\_rayonu](https://az.wikipedia.org/wiki/Qarada%C4%9F_rayonu). – Elk. məl.
6. Бурбан, П. Ю. Технология создания цифровых карт Новгородской области [Текст] / П. Ю. Бурбан, В. Ф. Литвинов // Геодезия и Картография. 2003. № 11. С. 51–57.
7. Журкин, И. Г. Геоинформационное моделирование в ГИС при обработке данных дистанционного зондирования [Текст] / И. Г. Журкин, В. Я. Цветков // Исследование Земли из космоса. 1998. № 6. С. 66–72.
8. Зинчук, Н. Н. Возможности комплексного топографического дешифрирования аэрокосмических снимков [Текст] / Н. Н. Зинчук // Исследование Земли из космоса. 1998. № 6. С. 20–25.
9. Крючков, А. Н. Технология автоматизированного выделения изменений объектов цифровой модели местности по аэрокосмическим снимкам [Текст] / А. Н. Крючков, С. П. Боричев // Цифровая обработка изображений. 2001. Вып. 5. С. 58–68.
10. Stapor, K. Geographic map image interpretation – survey and problems [Текст] / K. Stapor // Machine Graphics and Vision. 2000. № 8(1). P. 192–196.
11. Janssen, R. D. Adaptive vectorization of line drawing images [Текст] / R. D. Janssen, A. M. Vossepoel // Computer Vision and Image Understanding. 1997. № 65(1). P. 38–56.
12. Müttəlibova, Ş. F. Böyük Qafqazın cənub yamacının torpaq-bitki örtüyünün aerokosmik üsullarla qiymətləndirilməsi və xəritələşdirilməsi [Текст] / Ş. F. Müttəlibova, C. Ə. Şabanov // Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri «Вестник News». 2013. № 3. P. 166–173.

## Reference

1. De Mers, Michael N. Fundamentals of geographic information systems [Text]. – Moscow : Date+. 2000. 490 p. (In Russian)
2. Davis Sh. M.; Landdrebe D. A.; Phillips T. L. et al. Remote sensing [Text] ; edited by. F. Sveyna and Sh. Davis. – Translated from English. – Moscow : Nedra. 1983. 415 p. (in Russian)
3. Conventional signs for topographical plans of scales 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 [Text]. – Moscow : «Kartocentr». 2005. 287 ill. (in Russian)
4. Məmmədov, Q. S.; Əhmədov, I. H. 1:10 000 miqyaslı topoqrafik xəritələrin şərti işarələri [Text]. Bakı : [S. n.], 2005. – 70 s.
5. Qaradağ rayonu ərazisi haqqında məlumatlar [Electronic resource]. – Acces mode : [https://az.wikipedia.org/wiki/Qarada%C4%9F\\_rayonu](https://az.wikipedia.org/wiki/Qarada%C4%9F_rayonu).
6. Burban, P. Yu.; Litvinov V. F. Technology for creating digital maps of the Novgorod region [Text]. In: *Geodesy and Cartography*. 2003, № 11. P. 51-57. (in Russian)
7. Zhurkin, I. G., Tsvetkov, V. Ya. Geoinformation modeling in GIS for remote sensing data processing [Text]. In: *Earth exploration from space*. 1998, № 6. P. 66–72. (in Russian)
8. Zinchuk, N. N. Possibilities of integrated topographic interpretation of aerospace images [Text]. In: *Earth exploration from space*. 1998. № 6. P. 20–25. (in Russian)
9. Kryuchkov, A. N.; Borichev S. P. Technology for automated highlighting of changes in objects of a digital terrain model from aerospace images [Text]. In: *Digital image processing*. 2001. Issue 5. P. 58–68. (in Russian)
10. Stapor, K. Geographic map image interpretation - survey and problems [Text]. In: *Machine Graphics and Vision*. 2000, № 8(1). P. 192–196.
11. Janssen, R. D.; Vossepoel, A. M. Adaptive vectorization of line drawing images [Text]. In: *Computer Vision and Image Understanding*. 1997. № 65(1). P. 38–56.
12. Müttəlibova, Ş. F.; Şabanov, C. Ə. Böyük Qafqazın cənub yamacının torpaq-bitki örtüyünün aerokosmik üsullarla qiymətləndirilməsi və xəritələşdirilməsi [Text]. In: Bakı Dövlət Universitetinin Xəbərləri «Вестник News». 2013. № 3. P. 166–173.

**Ганиева Сачлы Абдулхак** – кандидат физико-математических наук, доцент; заведующая кафедрой геоматики Азербайджанского университета архитектуры и строительства. Научные интересы: геодезия, картография, геоинформационные системы, данные дистанционного зондирования.

**Ганієва Сачли Абдулхак** – кандидат фізико-математичних наук, доцент; завідувач кафедри геоматики Азербайджанського університету архітектури і будівництва. Наукові інтереси: геодезія, картографія, геоінформаційні системи, дані дистанційного зондування.

**Ganiyeva Sachli** – Ph. D. (Physical and Mathematical Sciences), Associate Professor, the Head of Geomatics, Azerbaijan University of Architecture and Construction Department. Scientific interests: geodesy, cartography, geographic information systems, remote sensing data.