

*Г. К. Ботпаева<sup>1\*</sup>, М. А. Зиновьев<sup>1</sup>, С. Г. Ожигин<sup>1</sup>*

## **Совершенствование процесса создания цифровой карты на основе космического снимка**

<sup>1</sup>НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,  
г. Караганда, Республика Казахстан  
\*e-mail: gauharask@gmail.com

**Аннотация.** С давних пор человечество стремилось к исследованию земной поверхности. Первые космические данные были получены в далеких 1960-х годах и представляли из себя снимки низкого качества с околоземной орбиты. Дальнейшее развитие космических технологий, на современном этапе позволяет производить карты основываясь на космоснимках. Данная статья рассматривает совершенствование процесса получения цифровой карты на примере г. Караганды, путем улучшения исходных данных в ENVI и построения на их основе карты в QGIS. В результате проведенного исследования в данной статье обзревается алгоритм работы со снимком для получения наилучшего качества последнего, а также процесс создания на основе усовершенствованного исходного материала карты, с отображением рельефа, строений, водных объектов, дорожных проездов и автомагистралей, а также зоны благоустройства.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, цифровая карта, космоснимки, ПК ENVI, ПК QGIS

*Г. К. Botpaeva<sup>1\*</sup>, M. A. Zinovyev<sup>1</sup>, S. G. Ozhigin<sup>1</sup>*

## **Improving the process of creating a digital map based on a space image**

<sup>1</sup>NPO «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Karaganda, Kazakhstan Republic  
\*e-mail: gauharask@gmail.com

**Abstract.** For a long time, humanity has strived to explore the earth's surface. The first space data was obtained back in the 1960s and consisted of low-quality images from low-Earth orbit. The further development of space technologies at the present stage makes it possible to produce maps based on satellite images. This article examines the improvement of the process of obtaining a digital map using the example of the city of Karaganda, by improving the source data in ENVI and constructing a map based on it in QGIS. As a result of the research, this article reviews an algorithm for working with an image to obtain the best quality of the latter, as well as the process of creating a map based on improved source material, displaying relief, buildings, water bodies, roadways and highways, as well as improvement areas.

**Keywords:** remote sensing of Earth, digital map, space images, PC ENVI, PC QGIS

### ***Введение***

Современные темпы развития технологий и мира позволяют нам наблюдать стремительные преобразования во всех сферах нашей жизни. Вчерашняя пустынная равнина, сегодня уже является успешным строительным проектом.

В связи с чем получение актуальных карт местности приобретает существенное значение. В данном исследовании рассматривается процесс коррекции космоснимков в программном комплексе ENVI (Environment for Visualizing Images), а также создание на их основе цифровой карты г. Караганды в ПО QGIS. ПК ENVI предоставляет возможности для обработки и анализа различных типов данных, включая данные ДЗЗ, мультиспектральные и гиперспектральные изображения, данные радарной и лидарной съемки, данные стереоизображений, и многое другое. Комплекс ENVI соответствует всем основным требованиям, необходимым при обработке изображений. Эти требования включают в себя:

- визуализация и обработка данных ДЗЗ;
- пространственная привязка изображений;
- создание цифровых моделей рельефа на основе стереоизображений;
- интерактивное дешифрирование и классификация;
- геометрическая и радиометрическая коррекция;
- спектральное и пространственное улучшение изображений;
- калибровка и атмосферная коррекция.

ENVI является комплексным инструментом, который обеспечивает разнообразные возможности для обработки, анализа и интерпретации данных, полученных из различных источников, и широко используется в области обработки изображений, геоинформационных систем и исследований в области земельных ресурсов, экологии, геологии и других областей [1]. Одной из ключевых возможностей ПК QGIS является способность импортировать и обрабатывать различные форматы космических снимков, включая GeoTIFF, JPEG, PNG и многие другие. Благодаря этому пользователи могут легко взаимодействовать с данными, полученными из космоса, используя удобный и интуитивно понятный интерфейс программы. Кроме того, ПК QGIS предоставляет широкий набор инструментов для обработки растровых данных, что позволяет проводить различные операции с космическими снимками. Это включает в себя изменение контраста и яркости, фильтрацию, наложение различных слоев, классификацию объектов и многое другое. Такие операции позволяют пользователям получать более детальную и информативную картографическую информацию. Для улучшения точности обработки и анализа космических данных в ПК QGIS доступны специализированные плагины и инструменты. Например, плагин QuickMapService предоставляет полный доступ к картографическим данным, которые могут использоваться в качестве подложки, а также способствует более точному дешифрированию объектов на космических снимках.

### ***Методы и материалы***

Для создания тематической карты местности требуется подходящий космоснимок. Космические снимки являются мощным инструментом для мониторинга городских территорий, который помогает в решении различных задач, связанных с устойчивым развитием, охраной окружающей среды, безопасностью и инфраструктурой городов. Однако высокоточные актуальные снимки не всегда до-

ступны рядовому пользователю в силу высокой стоимости. Поэтому задача заключалась в использовании снимков средней точности, с целью дальнейшей обработки, коррекции различных атмосферных, геометрических и радарных искажений в программном комплексе ENVI, и получении изображения лучшего качества и детализации. В рамках поставленной задачи были отобран ряд снимков изучаемой местности от различных спутников, таких как Sentinel-2, Landsat -5, 6, 7 и 8, Envisat, Meris. После анализа соответствия снимков поставленным задачам, выбор пал на снимок спутника Sentinel-2 полученный в период 20 апреля 2024 года (рис. 1). Данный снимок обладает наибольшей актуальностью, изображение не имеет погрешность из-за снежного образования, а также растительные массивы на момент получения материала не перекрывают строения и дороги. Сам снимок был получен в формате GeoTIFF, что является одним из лучших форматов космоснимков за счет своей информативности и качества.

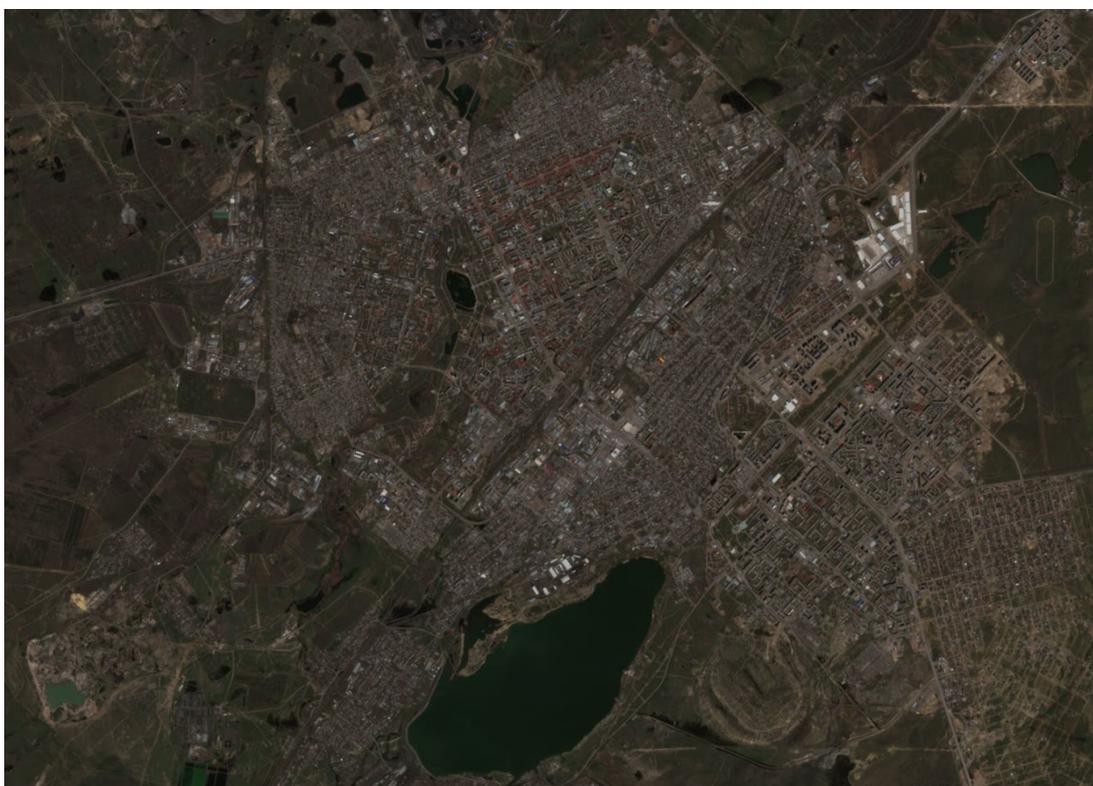


Рис. 1. Снимок с Sentinel-2 города Караганды

Для корректного отображения и обработки снимка необходимо определить используемую систему координат. Выбрав снимок в окне «Обозреватель проектов» и открыв меню «Информация» → «Пространственные метаданные» → «Обозреватель пространственных метаданных», в разделе «Проецирование» проверяется используемая система координат. В данном случае это «World Geodetic System 1984» (WGS84) с проекцией «Универсальная поперечная проекция Меркатора» (UTM) 43N. Снимки Sentinel-2 могут содержать радиометрические искажения, влияющие на точность отображения результатов.

Каждый датчик обладает своим набором характеристик, для этого проводится калибровка излучения, с целью устранения радиометрических ошибок, обусловленных дефектом сенсоров, изменением угла сканирования и системных помех. Инструмент Radiometric Calibration позволяет осуществить просчет условных значений яркости пикселей DN, в значения яркости, регистрируемой сенсором, значения отражения, яркости температуры.



Рис. 2. Снимок с Sentinel-2 после DOS и RC коррекций

После проведения Radiometric Calibration, необходимым пунктом является устранение влияния атмосферы. Состояние атмосферы влияет на значение яркости, регистрируемые съемочной аппаратурой двумя способами, путем рассеяния и путем поглощения энергии. Конкретно для данного снимка был выбран алгоритм атмосферной коррекции методом DOS – Dark Object Subtraction, основанный на вычитании темного объекта на снимке (рис. 2). Данное преобразование используется для коррекции влияния атмосферного рассеивания на значениях яркости, зафиксированной на сенсоре. Недостатком способа является возможное появление исправленных данных [2].

Далее с целью получения лучшего разрешения скорректированного снимка, была проведена процедура выполнения алгоритма Gram-Schmidt Pan-Sharpening. Процедура Pan-Sharpening заключается в увеличении геометрического размера пиксела изображения, путем использования изображения с более высоким пространственным разрешением, в данном было использовано панхроматическое изображение (рис. 3).



Рис. 3. Исходный RGB снимок и панхроматический снимок

В результате объединения снимков, в программе ENVI был получен новый снимок, обладающий большей разрешающей способностью и четкостью, в сравнении с исходным изображением (рис. 4).



Рис. 4. Обработанный в ПО ENVI снимок г. Караганды

На основании нового снимка возможно приступить к отрисовке топографической карты в ПО QGIS. Данное программное обеспечение с открытым исходным кодом обладает высокой мощностью для анализа и визуализации, также модульность и большой инструментарий увеличивает функционал при работе с геопространственными данными.

В данной статье используется модуль QuickMapService, а также работа с SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) данными исследуемой территории для отрисовки рельефа.

Процесс начинается с загрузки данных высот из источника SRTM, затем эти данные используются для определения высотных уровней и создания горизонталей местности. Процесс обработки данных включает создание линий или контуров, соответствующих определенным интервалам высот, их подпись, цвет, что позволяет создать визуализацию рельефа и его характеристик. Шаг горизонталей выбран – 1 метр, основные горизонталы подписаны и отрисованы сплошной линией, промежуточные – пунктирной (рис. 5).

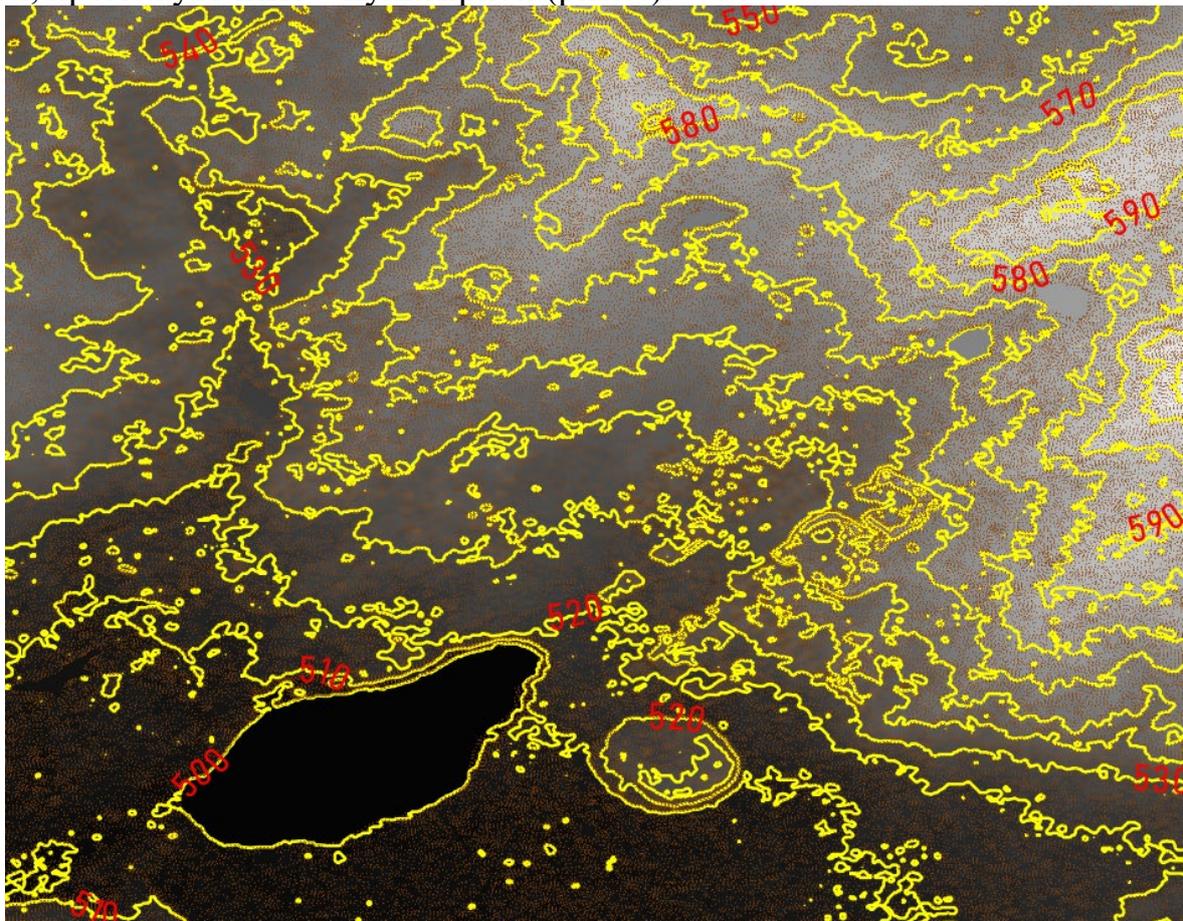


Рис. 5. Отрисовка горизонталей по SRTM данным

С использованием плагина QuickMapService можно получить доступ к различным картографическим слоям, также способствует более точному дешифрированию объектов. На анализируемом космическом снимке были выделены различные элементы: здания различной этажности, водоемы, зеленые зоны, дороги и железные пути. После сбора необходимых данных для создания карты города была выполнена ручная отрисовка объектов в виде полигонов.

По завершении этапа отрисовки объектов на космическом снимке была наложена карта горизонталей, что позволило создать цифровую карту города Караганды (рис. 6).



Рис. 6. Цифровая карта г. Караганды:  
 а) М 1: 20 000; б) М 1:10 000; в) М 1:5 000

### *Заключение*

Благодаря своим мощным функциям и гибкости программный комплекс ENVI является важным инструментом для исследований в области дистанционного зондирования Земли. Его возможности фильтрации изображений, инструменты атмосферной, геометрической и радиометрической коррекции и интеграции данных делают его идеальным выбором для обработки и совершенствования исходных материалов. Основываясь на проведенных преобразованиях, был получен улучшенный снимок, обладающий более высокой разрешающей способностью и детализацией объектов, благодаря чему результатом ручного дешифрирования была создана цифровая карта г. Караганды. Программное обеспечение QGIS зарекомендовало себя отличным инструментом создания карты, обладаю-

шее высокой гибкостью настройки выходного материала, а также обширным списком полезных модулей. Полученные в ходе работы результаты позволяют проводить дальнейшую работу с цифровой картой г. Караганды и демонстрируют широкий функционал возможностей ПК ENVI по совершенствованию качества космических снимков и ПО QGIS по созданию разнообразных тематических и топографических карт.

По результатам исследования было установлено следующее: для картографической продукции масштабов 1:2 000–1:5 000 космические снимки должны использоваться ограниченно в зависимости от характеристик местности и задач, для которых создается картографическая продукция. В целях создания цифровых топографических карт и планов, которые носят универсальный характер и предназначены для решения широкого круга задач, космические снимки могут уверенно использоваться для масштаба 1:10 000.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Онлайн хранилище курсов работы в ГИС сервисах [Электронный ресурс] Официальный сайт. – Режим доступа: [https://docs.nextgis.ru/docs\\_ngcourses](https://docs.nextgis.ru/docs_ngcourses).
2. Независимый информационный ресурс посвященным Географическим информационным системам (ГИС) и Дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) [Электронный ресурс] Официальный сайт. – <https://gis-lab.info/qa/atcorr-dos.html>.
3. Официальный сайт ведущего российского интегратора в области геоинформационных технологий и аэрокосмического мониторинга [Электронный ресурс] Официальный сайт. – Режим доступа: [https://sovzond.ru/products/software/thematic\\_processing/envi\\_platform/#::~:~:text](https://sovzond.ru/products/software/thematic_processing/envi_platform/#::~:~:text).

© Г. К. Ботпаева, М. А. Зиновьев, С. Г. Ожигин, 2024