

## Опыт создания цифрового изображения Украины по космическим снимкам высокого разрешения

В. С. Готынян, И. О. Буйницкий, Н. А. Минкевич

Государственный научно-производственный центр «Природа», Киев

В ГНПЦ «Природа» выполнена работа по созданию цифрового изображения всей территории Украины по данным космической съемки высокого разрешения путем монтажа отдельных снимков, полученных камерой КАТЭ-200 со спутника «Ресурс-Ф1».

Обработка информации осуществлялась при помощи геоинформационной системы «ERDAS Imagine 8.4».

Работа по составлению цифрового изображения состояла из нескольких этапов:

1. Подбор снимков и оценка их качества.
2. Преобразование снимков в электронные файлы.
3. Синтез каналов и геометрическая коррекция снимков.
4. Составление мозаики изображений.
5. Отображение векторных данных.
6. Зарамочное оформление и подготовка к печати твердой копии цифрового изображения.

**Первый этап.** При подборе снимков необходимо учитывать, что исходные материалы должны удовлетворять требованиям детальности и обзорности и быть представлены в нескольких информативных спектральных диапазонах. Детальность предполагает опознание по материалам съемки минимальных объектов, подлежащих дешифрированию. В большинстве случаев объекты выявляются по совокупности природных индикаторов, размеры которых примерно на порядок меньше, чем сам объект.

Способность эффективно различать индикаторы при дешифрировании обеспечивается при пространственном разрешении изображения 810 лин/мм, что в пересчете для масштаба 1:200 000 дает разрешение на местности 2030 м. Обзорность обеспечивается снимками, на которых просматривается значительная часть территории.

Вышеназванным требованиям удовлетворяют многозональные снимки, полученные со спутников «Ресурс-Ф1» фотокамерой КАТЭ-200 (таблица).

**Второй этап.** Сканирование отобранных снимков выполнено на сканере высокого уровня UMAX Power Look 2100 (сканер не фотограмметрический) в автоматическом режиме с разрешением 1200 точек на дюйм с использованием программы Magis

Параметры многозональных снимков, полученных со спутников «Ресурс-Ф1» фотокамерой КАТЭ-200

Спектральный диапазон, нм	500—600 600—700 700—900
Разрешающая способность, м	20—30 15 25—35
Площадь съемки за одну экспозицию, км <sup>2</sup>	32 000
Фокусное расстояние, мм	200
Формат кадра, мм	180×180
Высота съемки, км	275

Scan. Отсканированным поканально в формате TIFF снимкам присвоено имя файла, соответствующее номеру фильма, кадра и канала.

В архиве ГНПЦ «Природа» находится большое количество таких снимков. Для покрытия всей территории Украины понадобилось более пятидесяти снимков. Фрагмент нормализованного изображения снимка КАТЭ-200, увеличенный до масштаба 1:200 000, приведен на рис. 1.

Для каждого снимка создана папка, названная номером фильма и кадра. Один трехканальный снимок занимает приблизительно 210 МВ. Таким образом были отсканированы, систематизированы и записаны на CD-R все подготовленные для составления мозаики снимки.

Следует подчеркнуть, что для обработки снимков, полученных фотографическими системами, сканирование — важнейший этап, и результаты некачественного сканирования зачастую нельзя исправить никакой последующей обработкой.

**Третий этап.** Для работы в программе «ERDAS Imagine» отсканированные снимки были переведены в соответствующий данной геоинформационной системе img-формат, и выполнен синтез всех трех спектральных диапазонов.

Можно синтезировать не один, а несколько вари-



Рис 1. Фрагмент снимка КАТЭ-200 (масштаб 1:200000)

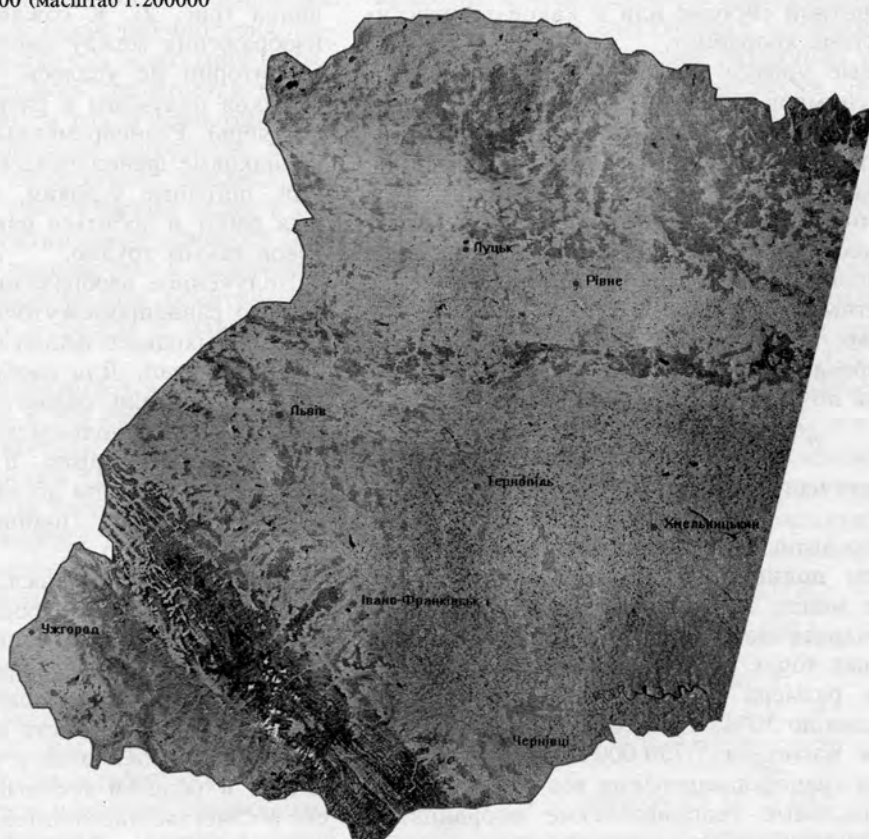


Рис 2. Мозаика десяти космических снимков западной части Украины

антов цветного изображения, причем каждый вариант синтеза содержит несколько отличную информацию о снятых объектах. На одном лучше выделяются дороги и сооружения, на другом — водные объекты, на третьем — растительность. Нами был использован вариант синтеза каналов I, III, II.

Дальнейшая обработка изображения заключалась в выполнении геометрической коррекции снимков. Процедуры геометрической коррекции предназначены для устранения или минимизации искажений, вызванных различной высотой и ориентацией спутника, наклонным углом визирования съемочной аппаратуры, кривизной земной поверхности и другими геометрическими факторами.

Основной метод геометрической коррекции — трансформирование исходного изображения в заданную картографическую проекцию с последующей точной координатной привязкой. При трансформировании происходит геометрическое преобразование снимка и пересчет значений пикселей на новую сетку раstra. Само по себе трансформирование не дает возможности использовать снимок совместно с цифровыми картами и другими данными в реальных координатах. Необходимо еще «сообщить» снимку информацию о привязке его к реальной координатной системе или к какой-то относительной системе координат.

Есть разные уровни геометрического трансформирования снимков и методики проведения трансформирования, использующие различные математический аппарат и дополнительную информацию. Примененный нами метод с использованием полиномов (полиномиальная ректификация) позволяет получить достаточно точную привязку за счет трансформирования с помощью опорных точек с точно известными координатами.

Количество необходимых опорных точек для трансформирования полиномами разного порядка определяется по формуле

$$n = (t + 1)(t + 2)/2,$$

где  $n$  — количество опорных точек,  $t$  — степень полинома.

Нами было выполнено трансформирование с использованием полинома третьей степени и, как правило, не менее 20 опорных точек на снимок. Средняя квадратичная ошибка определения координат опорных точек не превышала 1 пиксел. Для уменьшения размера выходного файла точность была понижена до 50 м, что вполне достаточно для изображения масштаба 1:750 000. После завершения процесса трансформирования все точки снимка получали реальные географические координаты. Для проверки качества привязки одновременно открывались несколько смежных снимков и при боль-

шом увеличении изображение просматривалось в пределах полосы перекрытия и стыка снимков. Объекты на местности совпадали при увеличении изображений до масштаба 1:50 000 и крупнее.

Координатная привязка и геометрическое трансформирование снимков — процессы трудоемкие и требующие определенных навыков. Здесь сказываются все погрешности, связанные с предыдущей обработкой снимка, начиная с фотохимической, условиями их хранения, сканирования и синтеза изображения. Этот этап работы занял основную часть времени создания цифрового изображения Украины.

**Четвертый этап.** После выполнения геометрической коррекции отдельных снимков стало возможным формирование единого файла мозаики изображения.

Чтобы определиться с полосой перекрытия между снимками, все подготовленные к монтажу снимки были просмотрены в режиме виртуальной мозаики. Понадобилось 53 снимка, чтобы перекрыть территорию Украины, все эти снимки полностью или частично были задействованы при сшивке.

После сшивки снимков, снятых в одно и то же время, получилось достаточно однородное изображение, на котором линия сшивки практически не видна (рис. 2). К сожалению, сгладить контраст изображения между смежными снимками по всей территории не удалось, так как более половины снимков получены в разное время года (с мая по сентябрь). Разновременные снимки отображают неодинаковые фенологические фазы развития растений, погодные условия, этапы сельскохозяйственных работ и добиться равномерного перехода цветовой гаммы трудно.

Полученное изображение преобразовано в конечную равнопромежуточную проекцию. При этом размер выходного файла составил 1.7 Гб.

**Пятый этап.** Для отображения государственной границы, границ областей и контуров областных городов была использована картографическая основа электронной карты. В геометрическом отношении векторные слои достаточно точно совпадают с растровой картой. Подписи названий городов выполнены вручную.

**Шестой этап.** На последнем этапе работ к изображению добавлена координатная сетка, зарамочное оформление и выполнена растеризация в *img*-формате. Созданное цифровое изображение Украины может быть использовано для решения широкого круга задач в области водного, лесного, сельского хозяйства, экологии и охраны природы. В частности, в области геологии возможно применение его в качестве дистанционной основы для составления геологических карт масштабов 1:500 000 и 1:1 000 000.