

ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБНОВЛЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, ГП «Днепркосмос»

Проанализировано состояние национального картографирования; приведены средства создания и обновления картографического материала и доказана оптимальность применения в этих целях данных дистанционного зондирования Земли. Перечислены этапы проведения автоматизированной классификации, показаны результаты работы и дальнейшие пути продвижения для выполнения проекта.

Ключевые слова: космические снимки, топографические карты, дистанционное зондирование Земли.

Ю. С. Долинец

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, ДП «Дніпрокосмос» ЗАСТОСУВАННЯ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ВИСОКОГО ПРОСТОРОВОГО РОЗДІЛЕННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТОПОГРАФІЧНИХ КАРТ

Проаналізовано стан національного картографування; наведено засоби створення й оновлення картографічного матеріалу й доведено оптимальність застосування з цією метою даних дистанційного зондування Землі. Перелічено етапи проведення автоматизованої класифікації й показано результати роботи та подальші шляхи просування для виконання проекту.

Ключові слова: космічні знімки, топографічні карти, дистанційне зондування Землі.

J. S. Dolinets

O. Gonchar Dnipropetrovsk National University, Dniprocosmos State Company AN APPLICATION OF HIGH RESOLUTION SPACE PHOTOGRAPHS FOR UPDATING THE TOPOGRAPHIC MAPS

The state of national mapping is analysed. Means of creation and updating of a map material are added. Using of remote sensing data is the most acceptable method in this case. The stages of carrying out of the automated classification are itemized. The results of the work and the means for realization of the project are presented.

Key words: space graphs, map material, classification.

В связи с непрерывными временными изменениями, обусловленными деятельностью человека и природными процессами, картографический материал требует постоянного обновления. Периодичность обновления зависит от количества и характера изменений, произошедших на местности после создания карт, а также важности районов для жизнедеятельности государства. Согласно нормативным документам карты для промышленно развитых густонаселенных территорий должны переиздаваться через 5-7 лет, для сельскохозяйственных среднетаселенных территорий – через 8-10 лет, а для горных, лесных и степных малонаселенных территорий – через 10-15 лет. Однако 85 % топографических карт масштабов от 1:100 000 до 1:200 000 соответствуют местности 1991 г., а около 55 % карт в масштабе 1:10 000 и 45 % карт в масштабе 1:25 000 созданы и изготовлены больше 20 лет назад (Сосса, 2005).

Аналогичная критическая ситуация в картографировании городских населенных пунктов Украины. За 1991-2002 гг. была проведена топографическая съемка 16 % населенных пунктов страны (не учитываются населенные пункты, где топографо-геодезические работы были начаты, но не закончены), другие поселения обеспечены устаревшими (до 1991 г.) топографическими планами.

Проблема обновления существующих топографических планов усугубляется тем, что абсолютное большинство из них (более 90 %) создано по традиционным технологиям.

Обновление топографических карт производится следующими способами:

- при помощи данных дистанционного зондирования путем камерального исправления;
- по данным полевой инструментальной мензульной съемки;
- по картографическим материалам более крупных масштабов, полученных в результате новых съемок или обновления.

Независимо от способа обновления обязательно используются имеющиеся на район работ картографические и литературно-справочные материалы, изданные или составленные после создания обновляемых карт.

Настоящим прорывом в технологии изготовления карт стало использование цифровых методов. Массовое внедрение компьютерных технологий дало возможность значительно сократить расходы на обновление карт, а также обеспечить картографической продукцией широкие слои населения и облегчить работу с геопространственными данными.

В настоящее время для получения цифровых карт применяют следующие методы:

- оцифровка карт на твердой основе;
- конвертирование существующих данных;
- использование данных дистанционного зондирования.

Принимая во внимание то, что большая часть существующего картографического материала устарела, можно сделать вывод, что оптимальным для создания и обновления цифровых карт является использование данных дистанционного зондирования. Это объясняется возможностью в сжатые сроки охватить огромную территорию с высоким разрешением, автоматизировать многие операции обработки снимков при помощи современного программного обеспечения, а также значительно сократить, а то и совсем исключить полевые работы.

В Украине имеется довольно много предприятий, занимающихся обработкой спутниковых снимков для различных прикладных задач, в том числе и картографии. В связи с этим важной задачей является разработка методики автоматизирования классификации и доведение ее до стандарта, для получения унифицированных корректных результатов работы различных операторов, действующих независимо друг от друга. Для карт масштабом 1:100 000 ГП «Днепрокосмос» совместно с Научно-исследовательским институтом геодезии, картографии (НИИГК) и немецкой фирмой RapidEye такая методика уже разработана, теперь ведутся работы для карт масштабом 1:10 000 и 1:25 000.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие этапы:

- определение многоуровневой номенклатуры классов земных покровов и требований к этим классам с ориентацией на региональных и местных пользователей;
- определение дешифровочных признаков для каждого класса и объектов комплексных классов;
- разработка моделей и алгоритмов предварительной обработки;
- создание многоуровневой модели классификации, основанной на объектно-ориентированных подходах;
- разработка постклассификационной модели;
- разработка методики валидации результатов классификации.

На сегодняшний день уже выполнено два этапа, а именно определена номенклатура классов и описаны признаки дешифровки для каждого из классов.

Для определения номенклатуры классов за основу был взят украинский Классификатор информации, отображаемой на топографических картах, изданный Главным управлением картографии геодезии и кадастра. В основе построения Классификатора лежит иерархическая структура классификации. На первом уровне содержится 8 классов, каждый из которых включает в себя классификационные группы, которые, в свою очередь, разделяются на другие группы, и так до отдельных объектов. Всем объектам присвоен свой индикаторный номер, цифры которого показывают, к каким классификационным группам он относится, также в Классификаторе приведены коды переменных признаков объектов (табл. 1).

Таблица 1

**Фрагмент украинского Классификатора информации, отображаемой
на топографических картах масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000,
1:200 000, 1:500 00, 1:1000 000**

Код объекта	НАИМЕНОВАНИЕ		Коды признаков, которые характеризуют объект классификации
	классификационной группы	объекта классификации	
10000000	Математические элементы, элементы плановой и высотной основы	...	
20000000	Рельеф суши		
30000000	Гидрогеография и гидротехнические сооружения		
40000000	Населенные пункты		
41000000	Городские поселения		
41100000		Города	03,06,09,38,43
41200000		Поселки городского типа	03,06,09,38,39,43
42000000	Сельские поселения		
42100000		Поселки сельского типа	03,06,09,38,39,42
42200000		Отдельные дворы (хутора)	03,09,47
42300000		Постоянные стоянки юрт, чумов	09
43000000	Другие поселения		
43100000		Поселки дачного типа	03,06,09,38
43200000		Поселки, не внесенные официально в категорию поселков городского типа	03,06,09,38,39,43
50000000	Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты	...	
60000000	Дорожная сеть и дорожные сооружения		
70000000	Растительный покров и грунты		
80000000	Границы, пределы, ограждения и отдельные природные явления		

Для возможности сотрудничества с иностранными партнерами было решено гармонизировать украинский Классификатор с европейской четырехуровневой номенклатурой классов (табл. 2).

Таблица 2

Фрагмент сводной таблицы европейской CLC- и TLCC-номенклатуры классов земных покровов

Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4
1. Искусственные поверхности	1.1 Городская застройка	1.1.1 Непрерывная городская застройка	1.1.1.1 Многоэтажная застройка 1.1.1.2 Малоэтажная застройка

Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4
		1.1.2 Прерывная городская застройка	1.1.2.1 Многоэтажная застройка 1.1.2.2 Малоэтажная застройка 1.1.2.3 Частный сектор
	1.2 Индустриальный, коммерческий и транспортный модули	1.2.1 Индустриальные и коммерческие модули 1.2.2 Дороги и связанная земля 1.2.3 Области порта 1.2.4 Аэропорты	
	...		
2. Сельскохозяйственные области			
3. Лес и полустепенные области			
4. Заболоченные земли			
5. Водные объекты			

Гармонизация основана на разумном компромиссе между возможностью автоматизированной классификации и потребностями национального картирования.

В результате проделанной работы была получена расширенная до пяти уровней таблица классов, совместимая как с европейской, так и с украинской классификацией (табл. 3).

Таблица 3

Пример сводной таблицы классов европейской и украинской классификаций для городской застройки

Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4	Уровень 5
1. Искусственные поверхности	1.1 Городская застройка	1.1.1 Непрерывная городская застройка	1.1.1.1 Многоэтажная застройка 1.1.1.2 Малоэтажная застройка	<i>Отдельные здания (44 000 000)</i> <i>Улицы (45 200 000)</i> <i>Площади (45 300 000)</i>
		1.1.2 Прерывная городская застройка	1.1.2.1 Поселки городского типа (41 200 000) 1.1.2.2 Поселки сельского типа (42 100 000) 1.1.2.3 Отдельные дворы (хутора) (42 200 000)	<i>Отдельные здания (44 000 000)</i> <i>Улицы (45 200 000)</i>

Кроме того, под задачи совместного пилотного проекта «Land Cover Classification» была составлена и утверждена тремя организациями (ГП «Днепрокосмос», НИИГК и Rapid Eye) таблица соответствия классов европейской классификации Land Cover и кодов объектов, приведенных в украинском Классификаторе информации, отображаемых на топографических картах масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1000 000 (табл. 4).

Таблица 4

Фрагмент таблицы соответствия классов европейской классификации Land Cover и кодов объектов, приведенных в украинском Классификаторе информации, отображаемых на топографических картах

CORINE Land Cover Classification				Классификация в соответствии с украинским Классификатором Similarity of the Ukrainian classifier with CLC-nomenclature		
№ class a	Class name	Название класса	Наименование класу	Object of classification on topographical maps	Код объекта Cod	Объект классификации на топографических картах
111	Continuous urban fabric	Непрерывная городская застройка	Безперервна міська забудова	Cities	41 100 000	Города
				Settlements of city type	41 200 000	Поселки городского типа
				Settlements of rural type	42 100 000	Поселки сельского типа
				Farmstead	42 200 000	Отдельные дворы (хутора)
112	Discontinuous urban fabric	Прерывная городская застройка	Перервна міська забудова	Settlements of country type	43 100 000	Поселки дачного типа
				Quarters in human settlements	45 100 000	Кварталы в населенных пунктах
				Streets	45 200 000	Улицы
				Embankments	32 140 000	Набережные
				The areas	45 300 000	Площади
				Separate buildings	44 000 000	Отдельные здания
				City sites	45 400 000	Части населенного пункта
<i>Целесообразно выделить объекты преимущественно низкоэтажной и высокоэтажной застройки It is expedient to classify objects mainly low and high buildings</i>						

После определения перечня картографируемых объектов следующим этапом было распознавание и описание этих объектов. Поскольку современное программное обеспечение позволяет автоматизированно классифицировать снимки не только по спектральным характеристикам, но и по объектно-ориентированным качествам, то для описания объектов подходят все признаки визуального распознавания, а именно: прямые (размер, форма, тени, цвет, рисунок или текстура объекта) и косвенные, указывающие на наличие или характеристику объекта, хотя он и не получил непосредственного отображения на снимке.

Проиллюстрируем полученный результат на примере путей сообщения (*рисунк*), которые согласно украинскому Классификатору разделяются:

- на автострады – дороги, имеющие твердое основание и прочное покрытие шириной проезжей части не менее 15 м;
- усовершенствованные шоссе – дороги, имеющие усовершенствованное покрытие на твердом основании шириной проезжей части не менее 7 м;

- шоссе – дороги, имеющие покрытие и основание из камня, щебенки, гравия обработанные специальным связующим веществом, ширина проезжей части 5–6 м;
- усовершенствованные грунтовые дороги – профилированные и регулярно ремонтируемые дороги, не имеющие твердого основания и покрытия, ширина проезжей части не менее 4,5 м;
- грунтовые дороги – непрофилированные, не имеющие твердого основания и покрытия, но регулярно используемые дороги;
- полевые и лесные дороги – дороги, используемые нерегулярно, только в период полевых и лесозаготовительных работ.

Для облегчения дальнейшей работы операторов космических систем был составлен атлас дешифровки.



Распознанные на снимке QuickBird различные типы дорог

Основываясь на определениях, анализе снимков и полевых исследованиях для автомобильных дорог, можно принять следующие признаки дешифровки:

- протяженная форма, т.е. длина гораздо больше ширины;
- определенная ширина, которая дает возможность отличать дороги друг от друга и других объектов;
- спектральные характеристики, которые также различны для разных типов дорог.

Кроме того, можно учитывать объекты, которые находятся в непосредственной близости, такие как деревья, линии электропередач вдоль дороги или машины. Также дорога не отбрасывает тень, отсутствие которой тоже является признаком дешифровки.

Результаты проделанной работы

1. Создана гармонизированная 5-уровневая номенклатура классов подстилающей поверхности на основе украинского и европейских классификаторов.
2. Составлена и утверждена таблица соответствия классов европейской классификации Land Cover и кодов объектов, приведенных в украинском Классификаторе информации, отображаемой на топографических картах.
3. Описаны признаки дешифровки для объектов, отображаемых на топографических картах масштабов от 1:10 000 до 1:1000 000.
4. Составлен атлас дешифровки космических снимков высокого разрешения.

Для дальнейшей работы утвержден тестовый участок в Винницкой области. Основными критериями для выбора территории были изученность территории, наличие контрольных точек для фотограмметрических исследований и присутствие на территории всех необходимых замерочных данных. Следующим шагом будет перевод выбранных признаков дешифровки на формальный язык программного комплекса для автоматизированной классификации снимков «Definiens Developer».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Сосса Р. І. Картографування території України: історія, перспективи, наукові основи / Р. І. Сосса. – К.: Наук. думка, 2005. – 292 с.

Отчет о выполнении научно-исследовательской работы «Создание космической системы мониторинга природных и техногенных катастроф. Разработка научно-технологических основ получения совершенных полупроводниковых и композитных материалов в космосе, создание специализированной технологической аппаратуры и конструкций. Разработка технологии автоматизированной классификации земных покровов».

Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 00, 1:1000 000.

Надійшла до редколегії 18.08.09