

В таблице 4 приведен примерный материальный баланс установки безводородной каталитической депарафинизации дизельной фракции 280–350 °С ставропольско-дагестанской нефтесмеси мощностью по сырью 168 000 т в год.

Таблица 4

Материальный баланс установки каталитической депарафинизации
дизельной фракции 280–350 °С

Наименование продукта	Выход при переработке	
	% масс.	т/год
Углеводородный газ	2,0	3400
Бензиновая фракция C ₅ – C ₉ на изомеризацию	25,0	42000
Депарафинированная дизельная фракция	72,4	121600
Кокс + потери	0,6	1000
Итого:	100,0	168000

Основным товарным продуктом малого НПЗ мощностью 1 млн т/год после смешения продукта депарафинизации с прямогонной фракцией 180 – 280 °С будет дизельное топливо для умеренной климатической зоны в количестве 295 тыс. т/год.

Литература

1. Энглин Б. А. Применение жидких топлив при низких температурах. М.: Химия, 1980. 208 с.
2. US Pat. 4419220, C10G 45/64. Catalytic dewaxing process / R. B. LaPierre, R. D. Partridge, N. Y. Chen, et al. Filed Date: 18.05.1982; Issue Date: 06.12.1983.
3. US Pat. 4911823, C10G 11/0. Catalytic cracking of paraffinic feedstocks with zeolite Beta / N. Y. Chen, T. F. Degnan, C. R. Kennedy. Filed Date: 12.05.1989; Issue Date: 27.03.1990.
4. Овчарова А. С., Савенкова И. В., Овчаров С. Н. Обеспечение низкотемпературных свойств дизельных фракций путем безводородной каталитической депарафинизации // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону. Материалы XV региональной научно-технической конференции. Т. 1. Ставрополь: СевКавГТУ, 2011. С. 136–138.

УДК 528.88

Погорелов Анатолий Валерьевич*, Липилин Дмитрий Александрович*

*Кубанский государственный университет

О ДЕШИФРИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ НА ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

В статье представлены некоторые результаты распознавания земель разного хозяйственного назначения на территории Краснодарского края по данным спутниковых снимков Landsat 5. При дешифрировании применена европейская номенклатура земель CORINE. Выполнена оценка достоверности классификации земель по спутниковым снимкам разными методами.

Ключевые слова: землепользование, спутниковый снимок, дешифрирование, классификация земель, Краснодарский край.

Pogorelov Anatoly Valerievich*, Lipilin Dmitry Alexandrovich*

*Kuban State University

INTERPRETATION OBJECTS OF LAND USE ON SPACE IMAGES IN THE KRASNODAR REGION

Some results of the identification of various agricultural lands in Krasnodar region are presented. The results were based on Landsat 5 satellite pictures and CORINE European land nomenclature. Appraisal of the land classification was made with using different methods.

Key words: land use, satellite imagery, interpretation, classification of land, Krasnodar region.

Проблема сохранения земельных ресурсов, включая сельскохозяйственные угодья, тесным образом увязывается с мониторингом состояния земель и процессом землепользования. Мировой опыт показывает, что для эффективного управления земельными ресурсами, следовательно, и для сохране-

ния этих ресурсов, необходимы специальные программы по контролю использования земель. Наиболее известной из подобных программ является начатая в середине 1980-х годов Европейской комиссией «программа по координации информации об окружающей среде» («programme to COoRdinate INformation on the Environment» – CORINE). В программу вошли государства-члены Европейского Союза. Программа нацелена на получение согласованной информации о почвенно-растительном покрове, а также об его изменении в течение последующих десятилетий. Основным источником пространственных данных для программы CORINE – материалы дешифрирования спутниковых снимков с космических аппаратов SPOT, Landsat, MSS, NOAA. В качестве дополнительных источников данных использовались геодезические измерения, аэрофотоснимки. Собранная к началу 1990-х годов информация о землях, систематизированная в соответствии с номенклатурой CORINE Land Cover Classification System, вошла в базу данных CLS1990. В период 2000–2005 гг. по инициативе European Environment Agency (EEA) выполнены работы по коррекции и обновлению базы данных CLS1990, что позволило перейти к оценкам изменений природной среды. Обновленная база данных получила наименование CLS2000 (6), в ее составлении приняли участие 32 страны.

Мы считаем целесообразным прибегнуть к номенклатуре землепользования CORINE по ряду ее свойств, прежде всего, ввиду относительной простоты, универсальности, применимости к задачам ландшафтоведения и, что немаловажно, возможности распознавания тех или иных категорий земель по данным дистанционного зондирования (1–5). Принятые в России кадастровые описания не совпадают с классификатором CORINE и вовсе не ориентированы на оценку текущего и динамического состояния земель. Поэтому распознавание соответствующих классов земель по материалам спутниковых съемок является самостоятельной задачей с целым рядом возможных фундаментальных и практических приложений.

Программа CORINE опирается на трехуровневый классификатор категорий земель. В рамках программы в рабочем масштабе 1:100 000 составляются карты структуры земель; наиболее обобщенный первый уровень включает 5 групп земель, второй уровень – 15 категорий, третий (наиболее детальный) – 44 категории земель. Основные категории земель первого уровня отражают глобальную схему землепользования; второй уровень предназначен для идентификации земель в масштабах 1:1 000 000 и 1:500 000; третий уровень соответствует проектам в исходном масштабе 1:100 000.

В настоящей работе представлены результаты дешифрирования разных категорий земель на территории Краснодарского края по данным спутниковых снимков. Технические вопросы дешифрирования рассматриваются нами через призму организации эффективного контроля состояния и использования земель в регионе. Ввиду экспериментального характера дешифрирования мы ограничились первым и вторым уровнями классификации земель (табл. 1), выбор которых связан с представительностью соответствующих типов землепользования в регионе.

Таблица 1

Классификация земель по номенклатуре программы CORINE* (5)

№	1 уровень	№	2 уровень
1	Антропогенные (искусственные) поверхности	1.1	Земли под жилой застройкой
		1.2	Земли промышленных, коммерческих и транспортных объектов
2	Сельскохозяйственные земли	2.1	Пахотные земли
		2.2	Земли под многолетними культурами
		2.3	Пастбища
		2.4	Неоднородные сельскохозяйственные земли
3	Леса	3.1	Леса
		3.2	Кустарники и/или травянистая растительность
		3.3	Земли с редкой растительностью или без растительного покрова
4	Водно-болотные угодья	4.1	Внутренние заболоченные территории
		4.2	Прибрежные болота
5	Водные объекты	5.1	Воды суши
		5.2	Моря

*Жирным шрифтом отмечены категории земель, дешифрируемые в настоящей работе.

Исходными данными выступили: 1) мультиспектральные снимки спутника Landsat 5 с сенсоров ТМ, 2) сведения о кадастровых участках в виде базы геоданных с атрибутивной информацией о категории земель и по разрешенному типу землепользования. Кадастровые данные использованы нами в качестве эталонов.

Снимки Landsat 5 с разрешением 30 м обладают достаточным количеством спектральных каналов (табл. 2), позволяющих путем их комбинаций решать задачи распознавания основных категорий земель. Исходное пространственное разрешение снимков отвечает размерам дешифрируемых объектов землепользования на 1 и 2 уровнях классификации земель по номенклатуре программы CORINE.

Таблица 2

Характеристика спектральных каналов сенсора ТМ

Канал	Разрешение, м	Спектральный диапазон, мкм
1	30	0,45–0,515
2	30	0,525–0,605
3	30	0,63–0,69
4	30	0,76–0,90
5	30	1,55–1,75
6	120	10,40–12,50
7	30	2,09–2,35

В качестве тестовых нами выбраны территории Тихорецкого и Туапсинского административных районов Краснодарского края. Выбор районов обусловлен различающимися географическими характеристиками, одновременно типичными для землепользования края в целом. Тихорецкий район отражает равнинные ландшафты края с обрабатываемыми землями сельскохозяйственного назначения (пашни), Туапсинский район представляет приморские горно-предгорные территории с преобладающими лесными и прибрежными ландшафтами.

Дешифрирование выбранных категорий земель производилось в программном комплексе ENVI двумя распространенными методами классификации без обучения – ISODATA и K-means (3). Классификацию (процедуру автоматизированного подразделения пикселей снимка на классы, соответствующие разным поверхностям) без обучения предпочитают в случаях, если: а) заранее неизвестно, какие объекты имеются на снимке, б) имеется большое количество классов со сложными границами. Классификацию без обучения можно применять как предваряющую классификацию с обучением. В нашем случае в тестовых районах присутствуют категории земель (сельскохозяйственные земли, леса) со сложными границами, кроме того, включающие в себя на последующих уровнях объекты, сильно различающиеся по спектральным яркостям (см. табл. 1).

Метод ISODATA, базирующийся на кластерном анализе, применяют для пошаговой обработки снимков, что требует минимального количества входных параметров для проведения классификации. Оптимальными приняты следующие параметры: максимальное и минимальное количество кластеров – 10, максимальное количество итераций – 2, порог сходимости всех пикселей 97 %. Количество кластеров задано исходя из наличия у некоторых категорий земель существенно различающихся яркостей поверхности. Например, на сельскохозяйственных землях спектральная яркость поверхности зависит от произрастающих культур. Метод классификации без обучения K-means отличается от метода ISODATA тем, что требует изначального задания некоторого количества средних значений для формирования начальных классов, следовательно, этот метод используют, когда объекты на снимке достаточно хорошо различаются.

В процессе уточнения границ полигонов согласно классификатору CORINE рекомендуется использовать максимальное количество дополнительных источников информации (1, 2). Уточнение границ и разделение объектов антропогенных поверхностей на «землях под жилой застройкой» и «землях промышленных, коммерческих и транспортных объектов» осуществлялось нами с использованием топографических карт масштаба 1:100 000. Результаты дешифрирования показаны на рис. 1 и 2.

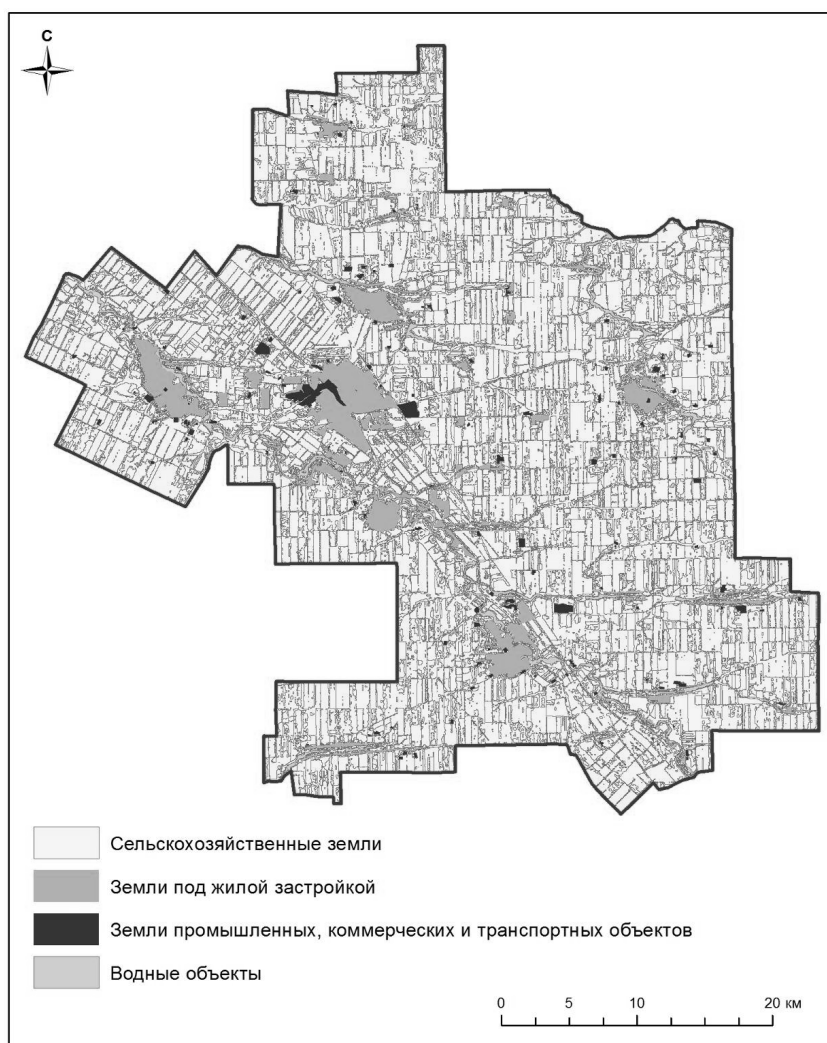


Рис. 1. Результаты дешифрирования категорий земель в Тихорецком районе по данным спутниковых снимков Landsat 5 TM

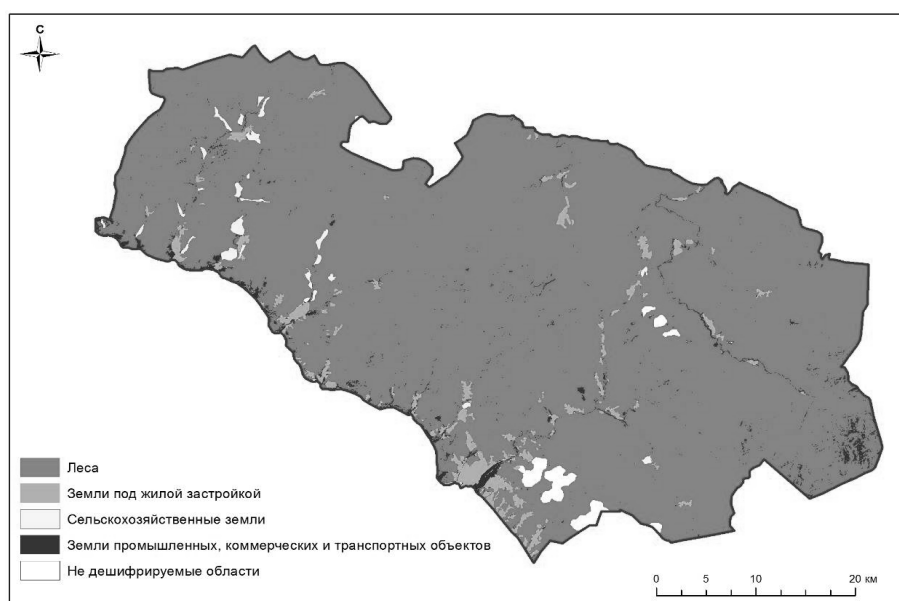


Рис. 2. Результаты дешифрирования категорий земель в Туапсинском районе по данным спутниковых снимков Landsat 5 TM

Необходимая верификация результатов дешифрирования выполнялась с помощью базы данных кадастровых участков, содержащей в качестве атрибутов сведения о категории земель и разрешенном использовании земель. Верификация проводилась в несколько шагов и подразумевала, что данные о кадастровых участках выступают в качестве эталонов. Точность результатов дешифрирования принято оценивать ошибкой положения опознанных объектов относительно положения эталонных объектов. Показателем качества может служить соотношение совместившихся пикселей эталонных и дешифрованных объектов или, что равнозначно, площадь их совпадения.

Предварительно для исследуемых районов по материалам кадастрового учета построены карты по категории «разрешенное использование земли» с исключением снятых с кадастрового учета участков, а также участков с атрибутом «категория не установлена» (рис. 3). На следующем шаге векторный слой кадастровых данных был преобразован в растровый с пространственным разрешением 30 м, что соответствовало разрешению исходных данных спутниковых снимков и производных карт.

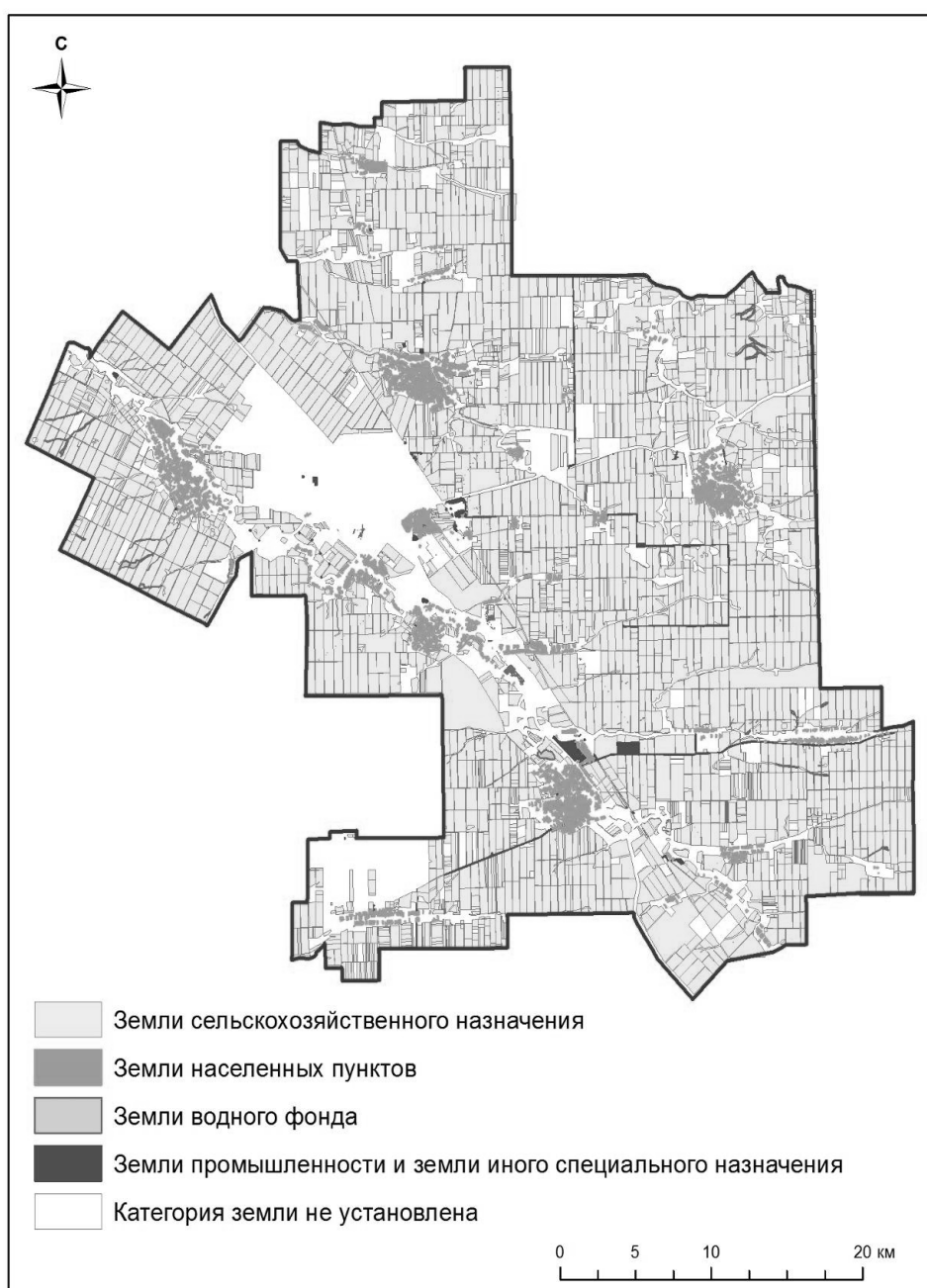


Рис. 3. Кадастровая основа территории Тихорецкого района по категориям использования земель

Далее выполнена операция наложения (оверлей) имеющихся растровых слоев, посредством которой определены площади пространственного совпадения / несовпадения эталонных и идентифицированных участков. Точность дешифрирования оценивалась нами как соотношение площади совпадения классифицированных земель с площадью кадастровых эталонов (табл. 3).

Таблица 3

Оценка достоверности классификации земель разного хозяйственного назначения по спутниковым снимкам Landsat 5 методами ISODATA (в числителе) и K-means (в знаменателе)

Туапсинский район			
Категория земель по CORINE	Площадь по кадастровым эталонам, км ²	Площадь по результатам дешифрирования, км ²	Площадь совпадения, км ²
Леса	1169	1147/1151	1118/1123
Земли под жилой застройкой	28	22/25	15/12
Сельскохозяйственные земли	25	12/10	8/7
Земли промышленных, коммерческих и транспортных объектов	2	6/4	1,6/1,4
Тихорецкий район			
Воды суши	3	5/4	1,4/1,1
Земли под жилой застройкой	37	26/18	23/15
Сельскохозяйственные земли	1239	1250/1258	1219/1205
Земли промышленных, коммерческих и транспортных объектов	8	6/7	4,6/3,5

В целом результаты классификации могут быть признаны удовлетворительными, а показатели достоверности метода ISODATA с принятыми параметрами на данном этапе экспериментов выглядят предпочтительнее (табл. 3).

По данным дешифрирования в Тихорецком районе сельскохозяйственные земли занимают около 1650 км², земли под жилой застройкой – около 100 км², воды суши – 30 км²; земли промышленных, коммерческих и транспортных объектов – 20 км². В Туапсинском районе площадь лесов составила около 2230 км², земли под жилой застройкой – 58 км², земли промышленных, коммерческих и транспортных объектов – 44 км², сельскохозяйственные земли занимают 20 км².

Выполненная работа несомненно свидетельствует о высокой эффективности применения спутниковых изображений не только для оценки структуры землепользования в регионе, но и в целях организации текущего и многолетнего контроля состояния земель Краснодарского края. Одновременно понятна и необходимость дальнейшего совершенствования технологии дешифрирования земель разного хозяйственного назначения по материалам дистанционного зондирования.

Литература

1. Проект ITAS по разработке автоматизированной технологии классификации земных покрытий: научные задачи, основные результаты и перспективы / Л. Бродский, Е. И. Бушуев, В.И. Волошин, А.А. Козлова и др. // Космічна наука і технологія. 2009. Т. 15. №2. С. 36–48.
2. Гурьянова Л. В. Использование ГИС и данных дистанционного зондирования для мониторинга застроенных территорий // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2. 2008. № 3. С. 107–112.
3. Лурье И. К., Косиков А. Г. Теория и практика цифровой обработки изображений / Дистанционное зондирование и географические информационные системы / под ред. А. М. Берлянта. М.: Научный мир, 2003. 168 с.
4. Погорелов А. В., Антоненко М. В., Кузнецова Е. В. Использование данных дистанционного зондирования Земли при инженерных изысканиях для проектирования и обустройства нефтяных месторождений // Нефтяное хозяйство. 2012. № 11. С. 72–75.
5. Погорелов А. В., Кузнецов К. В. Применение нечеткой классификации для оценки состояния сельскохозяйственных посевов по данным дистанционного зондирования // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 4(47). С. 170–175.
6. The thematic accuracy of CORINE Land Cover 2000. Assessment using LUCAS (land use / cover area frame statistical survey) // Techn. Rept EEA. 2006. № 7. 85 p. (www.eea.europa.eu)