

Снижение погрешности оценок площадей озимых по данным дистанционного зондирования Земли с учетом структуры сельскохозяйственных угодий

В.И. Повх¹, Е.А. Воробейчик¹, Б.Р. Беков¹, Л.А. Шляхова²

¹ Южный региональный информационно-аналитический центр,
344082 Ростов-на-Дону, Буденовский проспект, 27
E-mail: dzz@dzz.ru

² Ростовский государственный университет путей сообщения,
344038 Ростов-на-Дону, пл. Народного Ополчения, 2
E-mail: Shell221@mail.ru

Предложена методика снижения погрешности оценки посевных площадей озимых сельскохозяйственных культур для районов с насыщенной структурой сельскохозяйственных угодий, основанная на использовании спутниковых данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) детального пространственного разрешения и план-схемы землеустройства. Разработан ДЗЗ-проект структуры сельскохозяйственных угодий и определены площади составляющих этой структуры. Полученные результаты свидетельствуют о возможности снижения погрешности оценки рассматриваемых площадей озимых в 2–3 раза за счет включения в процедуру классификации спутниковых снимков операции выделения полей пашни. Показано, что в этот и аналогичные проекты может быть включена кадастровая информация [www.rosreestr.ru], что позволяет пользователю расширить возможности информационного описания объектов сельскохозяйственных угодий.

Ключевые слова: спутниковые снимки высокого разрешения, дешифровочный признак, тестовый участок, векторные слои, территория интереса.

Введение

При оценке посевных площадей озимых культур на территории Ростовской области в период вегетации 2010–2011 гг. по разработанной методике (Повх и др., 2008) получены значения площадей озимых по природно-климатическим зонам (ПКЗ) и административным районам (табл. 1). Расхождение итоговых оценок по области в сравнении с данными сельскохозяйственной статистики, в среднем, составила 5...8 %. В то же время для районов с насыщенной структурой сельскохозяйственных угодий (представлены все составляющие сельскохозяйственного землепользования) расхождение оценок достигает уровня 30 %, что свидетельствует о необходимости использовать в масштабе района спутниковой информации более высокого разрешения по сравнению с данными радиометра MODIS. Спутниковые данные высокого разрешения представляют более детальную информацию о структуре сельскохозяйственных угодий (пашня, многолетние насаждения, пастбища, сенокосы, залежи) до отдельного поля включительно. Результат позволит дать ответ об уровне достоверности результатов оценки посевных площадей озимых культур на основе данных дистанционного зондирования и провести сравнение с данными сельскохозяйственной статистики. Целью настоящей работы является разработка методики повышения достоверности оценки площадей озимых по данным ДЗЗ для районов с насыщенной структурой сельскохозяйственных угодий. В качестве территории интереса выбран Семикаракорский район Ростовской области, для которого уровень расхождения близок к максимальному.

Таблица 1. Оценка посевных площадей озимых культур на территории Ростовской области

№ п/п	ПКЗ и районы Ростовской области	МСХ РО*	ДЗЗ**	№ п/п	ПКЗ и районы Ростовской области	МСХ РО*	ДЗЗ**
1	Шолоховский	20,6	20,4		<i>Центральная орошаемая</i>	<i>217,0</i>	<i>261,1</i>
2	Верхнедонской	22,9	15,8	25	Аксацкий	17,5	17,8
3	Боковский	24,0	23,7	26	Октябрьский	42,6	53,3

№ п/п	ПКЗ и районы Ростовской области	МСХ РО*	ДЗЗ**	№ п/п	ПКЗ и районы Ростовской области	МСХ РО*	ДЗЗ**
4	Чертковский	33,9	34,2	27	Мясниковский	19,8	19,6
5	Миллеровский	61,8	59,5	28	Неклиновский	78,6	78,5
6	Кашарский	63,8	57,2	29	Матвеево-Кург,	57,8	63,1
7	Тарасовский	50,0	53,0	30	Куйбышевский	24,5	36,0
8	Каменский	37,8	48,5	31	Родионово-Несв.,	50,6	45,0
9	Красносулинский	44,1	48,3	32	Азовский	79,1	79,2
Северо-западная		358,9	360,6	Приазовская		370,5	392,5
10	Белокалитвенский	47,7	51,2	33	Кагальницкий	53,0	30,0
11	Тацинский	48,6	63,1	34	Зерноградский	91,9	92,0
12	Морозовский	72,9	77,8	35	Егорлыкский	41,2	34,7
13	Милютинский	38,0	52,3	36	Целинский	75,5	91,0
14	Советский	17,0	23,8	37	Сальский	115,3	120,9
15	Обливский	33,5	45,8	38	Песчанокопский	71,2	76,3
16	Константиновский	47,3	46,9	Южная		448,1	444,9
17	Усть-Донецкий	20,8	16,0	39	Орловский	84,3	78,8
18	Цимлянский	45,3	30,6	40	Зимовниковский	110,9	101,1
Северо-Восточная		371,2	407,5	41	убовский	59,3	65,2
19	Волгодонской	20,4	21,3	42	Ремонтненский	56,1	56,8
20	Мартыновский	51,5	70,1	43	Заветинский	34,7	45,5
21	Семикаракорский	25,1	40,0	Восточная		345,3	347,4
22	Багаевский	17,6	14,3	Итого		2110,9	2214,0
23	Веселовский	38,0	52,1				
24	Пролетарский	64,4	63,3				

* Площади посевов озимых по данным МСХ РО 2010 г., тыс. га

** Площади озимых по данным ДЗЗ за период ноябрь 2010 г. – май 2011 г., тыс. га

Исходная информация

*Данные дистанционного зондирования Земли,
данные ГИС-проектирования и планово-картографический материал*

- Изображения, полученные в красном (620...670 нм) и ближнем инфракрасном каналах (841...876 нм) спектрорадиометра MODIS с 250-метровым пространственным разрешением;
- разновременные спектрзональные снимки разрешением 30 м с космического аппарата Landsat 7 за период декабрь 2010 г. – июль 2011 ;
- районные план-схемы землепользования, дежурные кадастровые карты, планы внутрихозяйственного землеустройства;
- ГИС-проект, содержащий векторные слои по целевой территории на основе снимков, в составе границ полей пашни, района, тестовых хозяйств и др., полученных в соответствии с методикой (Повх и др., 2008);
- протоколы полевого обследования.

Тематическая обработка космических снимков

Для оценки площадей озимых, а также других составляющих сельскохозяйственных угодий использовался программный комплекс ENVI (процедуры геопривязки, классификации, вычисления площадей по классам). Выделяемые классы: поля озимых, пар, другие культуры пашни, единым классом — сенокосы, пастбища, многолетние насаждения и про-

чье. Эталоны для классификации изображений в классах озимые и пар выбирались по полям тестовых хозяйств. В условиях облачного покрытия территории целесообразно использовать алгоритм предварительной обработки снимков (Барталев и др., 2005).

Наземные тестовые данные

Для проведения тематического анализа космической информации необходимы обучающие выборки синхронно или квазисинхронно измеренных дистанционных и опорных наземных данных на специально отобранных тестовых участках посевов озимых сельскохозяйственных культур. Последние были получены как результаты полевого обследования тестовых хозяйств по одному из выбранных районов Ростовской области. В состав опорных наземных данных также включается информация о размещении и посевных площадях озимых сельскохозяйственных культур в тестовых хозяйствах в вегетационный период 2010–2011 гг.

Методика и пример реализации

При решении задачи снижения погрешности оценок площадей озимых по данным ДЗЗ с учетом структуры сельскохозяйственных угодий проведено следующее:

- инвентаризация сельскохозяйственных угодий (пашни, сенокосы, пастбища залежи, многолетние насаждения), с возможностью добавления атрибутивной информации по кадастровому учету соответствующих земельных участков;
- разработка ГИС-проекта структуры сельскохозяйственных угодий и определения их составляющих на основе официальной схемы землевладений Семикаракорского района Ростовской области (2005), данных кадастрового учёта и других плановых материалов, имеющих оборот в структурах административного управления АПК района;
- актуализация (обновление) структуры сельскохозяйственных угодий путем параллельного ГИС-проектирования на основе данных ДЗЗ пространственного разрешения 30 м (КА Landsat 7);
- оценка площади озимых на территории Семикаракорского района с использованием методики на основе данных ДЗЗ.

Выявление на начальном этапе предлагаемой методики структуры сельскохозяйственных угодий в масштабе района, а также её актуализация на основе данных ДЗЗ позволяет в дальнейшем исключить те участки территории района, которые не относятся к пашне и снизить вероятность ошибки при реализации процедуры тематического дешифрирования и оценки посевных площадей озимых культур. На рис. 1 представлены результаты инвентаризации и актуализации сельскохозяйственных угодий территории Семикаракорского района Ростовской области. В табл. 2 приведены соответствующие значения площадей в тыс. га.

Таблица 2. Площади сельскохозяйственных угодий Семикаракорского района Ростовской области (тыс. га)

Угодья	Площадь, тыс. га
Пашни	64,3
Пастбища	11,6
Сенокос	4,4
Залежи	1,7
Многолетние насаждения	9,4
Земли лесного фонда	4,7
Итого	96,1
Прочие территории	43,9

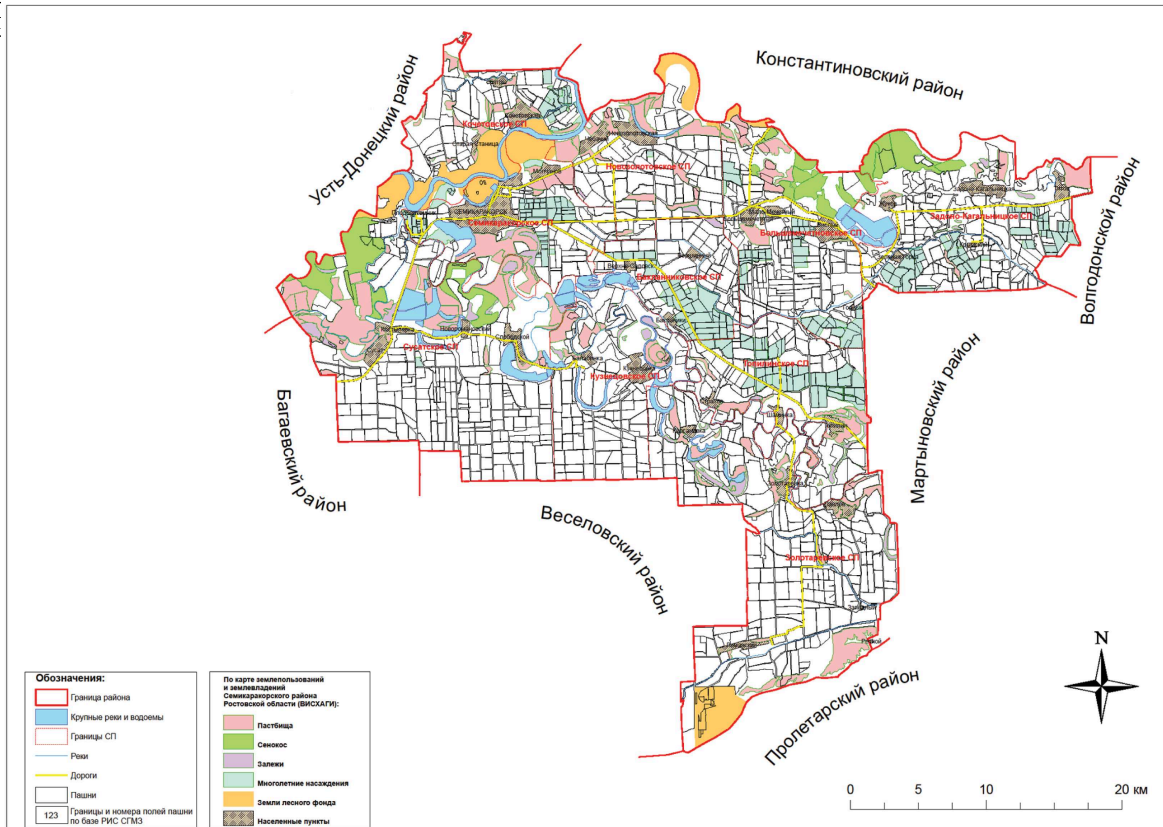


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных угодий Семикаракорского района Ростовской области

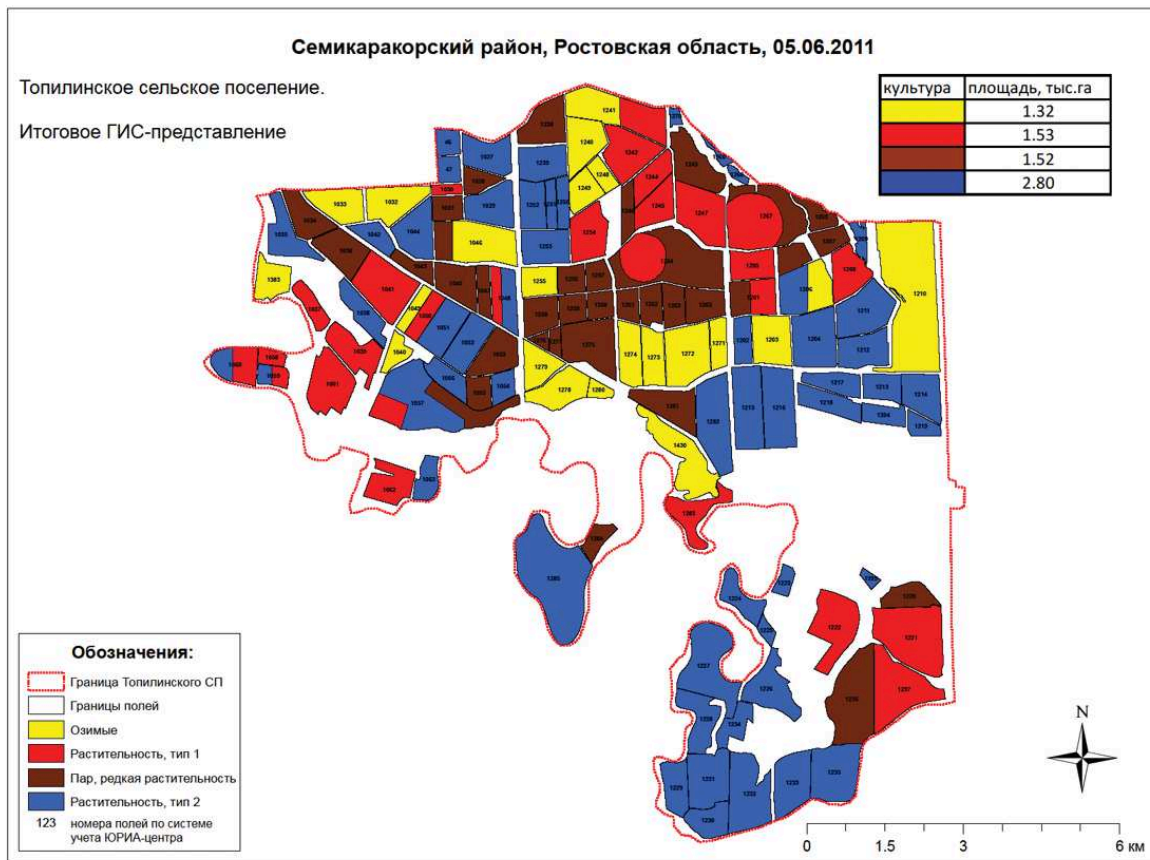


Рис. 2. Тестовая оценка посевных площадей озимых культур

Алгоритм классификации и оценки площадей озимых сельскохозяйственных культур включает анализ нескольких космических последовательных съемок целевой территории Ростовской области («пакетная» технология (Повх и др., 2008), полученных в разные даты вегетационного периода 2010–2011 гг. Классификация изображения по тестовым участкам выполнялась по методу максимального правдоподобия (решающее правило — Maximum Likelihood). В соответствии с предложенной методикой на основе спектральных признаков изображения и тестовых наземных данных кластерный анализ в среде ПК ENVI 4.1 и, используя гистограммы распределения яркости, статистически описаны выделенные классы.

В развитие методик тематического дешифрирования спутниковых снимков (Повх и др., 2008) при решении поставленной задачи в процесс обработки космической информации дополнительно включена процедура маскирования территории интереса по векторным контурам, полученным по снимкам высокого разрешения. Реализация ГИС-проекта с новыми векторными слоями на основе данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения позволила не только актуализировать структуру сельскохозяйственных угодий, но и получить более точную оценку площадей по выделенным классам. Результаты по основным этапам обработки данных ДЗЗ для каждой даты космической съемки рассматриваются как самостоятельные ГИС-проекты:

- снимок КА Landsat 7 в границах района с нанесением полей пашни; поля, выступающие в качестве эталонов для классификации;
- результаты классификации с определением площадей классов для одного из сельских поселений Семикаракорского района Ростовской области.

Поскольку даты снимков (20.12.2010, 10.03.2011, 05.06.2011, 16.07.2011) практически укладываются во временной интервал вегетации озимых, при инструментальной проверке результатов применяемой методики осуществляется мониторинг озимых. При реализации алгоритма классификации максимально использовался фактор спектротрического контраста озимых культур и других сельскохозяйственных культур, в данном случае идентифицируются как другая растительность (без определения вида культуры). На заключительном этапе методики выполняется классификация изображений, соответствующих территориям интереса, и получают оценки площадей классов, которые можно рассматривать как площадные оценки структуры посевных площадей. После этого формируются ГИС-представления полученных результатов.

Полученный результат по указанной последовательности операций для классификации снимков КА Landsat 7 даёт значение посевных площадей озимых культур в 27,5 тыс. га.

Тестирование методики осуществлялось на территории Топилинского сельского поселения, путём сравнения оценки посевных площадей озимых культур на основе данных ДЗЗ и результатов полевого обследования с применением технологии ГЛОНАСС-планиметрии. На рис. 2 представлены результаты оценки посевных площадей озимых культур тестовой территории на основе данных ДЗЗ. Результат полевого обследования – 1,47 тыс. га.

Результаты

1. Тестирование предлагаемой методики оценки посевных площадей озимых культур на территории Топилинского сельского поселения Семикаракорского района Ростовской области даёт расхождение результатов полевого обследования и ДЗЗ оценки в размере 0,15 тыс. га, что составляет 10 % от действительной посевной площади.
2. Сравнение результатов оценки площадей озимых культур на основе данных ДЗЗ использующих среднее (MODIS) и высокое разрешение (LANDSAT) даёт расхождение равное 2,4 тыс. га, что тоже не превышает 10 %.
3. Результаты на основе данных ДЗЗ могут использоваться для оценки достоверности

данных сельскохозяйственной статистики и значительно улучшить точностные характеристики при оценке площадей озимых культур.

4. Дополнительным результатом проведённого исследования является уточнение реальной структуры сельскохозяйственных угодий Семикаракорского района и выявление расхождений между официальными данными и результатом на основе данных ДЗЗ.

Литература

1. *Барталев С.А., Лулян Е.А., Нейштадт И.А., Савин И.Ю.* Дистанционная оценка параметров сельскохозяйственных земель по спутниковым данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса, 2005. Вып. 2. Т. 2. С. 228–236.
2. *Повх В.И., Шляхова Л.А., Воробейчик Е.А.* (2008а) Использование технологий и услуг данных дистанционного зондирования Земли из космоса для решения задач экологического мониторинга в Южном федеральном округе // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Т. 2. С. 419–423.
3. *Повх В.И., Шляхова Л.А., Воробейчик Е.А.* (2008б) Оценка условий зимовки зерновых культур по спутниковым данным для территории Ростовской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008. Т. 2. С. 374–380.

Errors diminishing in estimates of the winter crop areas using Earth's remote sensing data taking into account the agricultural lands structure

V.I. Povkh¹, E.A. Vorobeichik¹, B.R. Bekov¹, L.A. Shlyakhova²

¹ *South Regional Information & Analytical Centre
344082 Rostov-on-Don, Bydenovsky street, 27
E-mail: dzz@dzz.ru*

² *Rostov State Transport University
344038 Rostov-on-Don, sq. Narodnogo Opolchenya, 2
E-mail: Shell221@mail.ru*

Technique is proposed of error diminishing in estimates of winter agricultural crop areas for the regions with a saturated structure of the agricultural fields that is based on the satellite data usage with a detailed spatial resolution as well as the usage of the land use organization plan-schemes. A remote sensing project has been elaborated concerning the structure of the agricultural lands and the areas have been assigned of the structure components. The obtained results verify an opportunity to diminish the estimation error for the considered areas encompassed by winter crops by 2–3 times for the expense of incorporating the selecting operation of the ploughed fields into the classification procedure of satellite images. Cadastre information [www.rosreestr.ru] has been shown to be included into this and similar other projects that enables the user to enhance the possibility of the information description for the objects represented by the agricultural lands.

Keywords: satellite images of high resolution, recognizable feature, test site, vector layers, territory of interest.