

Оперативная инвентаризация размеров яровых посевов Северного Казахстана на базе спутниковых данных MODIS и IRS LISS

А.Г. Терехов, А.С. Юсупова, Е.А. Зинченко, Н.Р. Муратова

*Институт космических исследований ЦАФИ МОН,
ул. Шевченко, 15, Алматы, 050010, КАЗАХСТАН
E-mail: aterekhov1@yandex.ru*

Спутниковые данные IRS LISS (каналы 2: 620-680 нм; 3: 770-860 нм) с разрешением 23 м и EOS MODIS (каналы 1: 620-670 нм; 2: 841-876 нм) с разрешением 250 м использовались для оперативного определения площади маски ярового сева в Костанайской области (4 млн. га) Казахстана в сезоне 2006 года. Ежедневные данные MODIS периода: май-начало июня, служили основой для классификации и построения маски ярового сева. Однократное покрытие Костанайской области снимками IRS LISS в сезоне 2005 года использовалось для реконструкции структуры сельскохозяйственных полей. Совмещение маски ярового сева со структурой полей позволяло определить совокупность полей занятых яровой культурой в 2006 году. Площадь ярового сева рассчитывалась с помощью пиксельного счета в равновеликой проекции Ламберта двумя вариантами. 1. Через набор используемых полей по мозаике снимков IRS LISS; 2) по снимку MODIS. Сравнительные результаты показали их хорошее соответствие, расхождение в целом для области в сезоне 2006 года составило менее 1,5 %.

Введение

Спутниковая система среднего разрешения EOS MODIS (разрешение 250 м) в настоящий момент представлена двумя активными спутниками (TERRA, AQUA) с широкой полосой сканирования (2200 км), что обеспечивает ежедневное полное покрытие всей территории республики. Единственным препятствием является облачный покров, который в условиях резко континентального и умеренно засушливого климата Северного Казахстана обычно не образует плотных, долго существующих структур. Крупный размер сельскохозяйственного поля (400 га), имеющий матричную величину: 8x8 пикселей, в представлении EOS MODIS позволяет ежедневно контролировать средние спектральные характеристики каждого поля. На базе этой информации можно с достаточной частотой регистрировать спектральные характеристики культурной растительности в течение всего вегетационного сезона и соответственно распознавать различные виды землепользований и строить сельскохозяйственные маски, представляющие собой совокупность отдельных полей, например: яровых посевов, паров, залежей и пр. Таким образом, в результате обработки спутниковой информации формируются различные маски, и возникает вопрос определения их площадей с возможно лучшей точностью.

Пиксельные маски среднего разрешения строятся на основе классификации набора снимков MODIS (1,2 каналы, разрешение 250 м). Для корректного использования спутниковой информации в задаче расчета площадных характеристик сельскохозяйственных объектов на первоначальном этапе обработки на приемной станции она переводится в равновеликую проекцию Ламберта.

Относительно небольшое разрешение (250x250 м) данных MODIS приводит к определенной ошибке в оценке площади сельскохозяйственной маски состоящей из набора полей с типичным размером 400 га. Ошибка связана с влиянием границ и наличием внутри некоторых полей небольших объектов других классов. На границах маски пиксели имеют составной характер. Часть площади занимает выделяемый класс, другая часть - прилегающие территории. В зависимости от спектральных характеристик сопредельной территории пиксель может быть отнесен либо к маске или исключен из нее. Баланс между этими разнонаправленными процессами определит ошибку, вносимую границами в определение площади маски такого сорта.

Другой класс ошибок завышающих оценку площади маски, это включение в учет небольших озер, болотин, тумарин, луговин и прочих объектов, часто присутствующих на полях, рис.1. Из-за их относительно небольшой площади происходит лишь незначительное изменение спектральных характеристик пикселей, и фактически все эти мелкие объекты включаются в маску яровых посевов.

Третьим важным объектом являются полевые дороги используемые для маневра сельскохозяйственной техникой. Их ширина варьируется от 5 до 20 м, что составляет от 1 до 4 % от площади стандартного поля (400 га). Поля в Северном Казахстане обычно располагаются крупными компактными группами, поэтому обширная сеть межполевых дорог находится внутри массивов. Пиксельная маска MODIS не выделяет подобные объекты из-за их малой ширины, несопоставимой с пространственным разрешением спутниковых данных - 250 м.

Таким образом, площадь пиксельной маски объекта построенной по данным MODIS может иметь заметные искажения от ее истинного значения. Это требует привлечения спутниковых снимков высокого разрешения для более точного определения площади маски и оценке достоверности спутниковых масок среднего разрешения на различных масштабах.

В 2006 году при определении размеров площади ярового сева Костанайской области применялась технология, дополнительно использующая спутниковые данные высокого разрешения для оценки точности площади маски ярового сева построенной на основе данных MODIS.

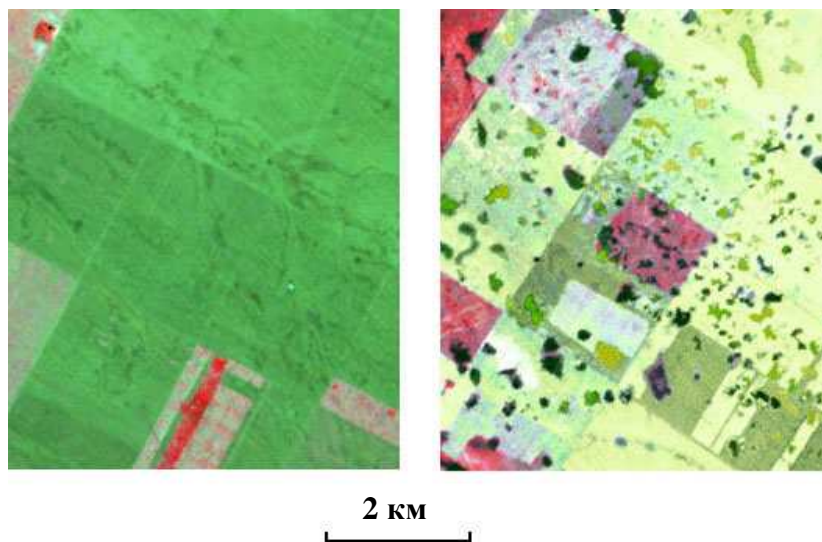


Рис. 1. Примеры типичных степных сельскохозяйственных ландшафтов Костанайской области с различным уровнем почвенного увлажнения

Спутниковые данные

Данные IRS LISS (1 канал: 520-590 нм; 2 канал: 620-680 нм; 3 канал: 770-860 нм) с разрешением 23 м накопленные в сезоне 2005 года обеспечивали полное однократное покрытие всей области. Для экспертного анализа территории использовался псевдоцветной композит RGB 322.

Данные мониторинга EOS MODIS (1 канал: 620-670 нм; 2 канал: 841-876 нм) с разрешением 250 м в период май-начало июня 2006 года использовались для построения маски ярового сева Костанайской области в сезоне 2006 года. В анализе участвовали снимки за 7,9,10,11,17,18,21 мая и 11 июня.

Сравнительная оценка площади маски ярового сева

Перспективным подходом к более точной оценке размера маски ярового сева построенной на базе спутниковых данных MODIS является ее сочетание с однократным покрытием всей территории снимками высокого разрешения.

Многозональная спутниковая съемка высокого разрешения, практически в любое время вегетационного сезона, способна весьма точно выделять структуру и состояние сельскохозяйственных полей, рис.2. Однако низкая периодичность полного покрытия территории Северного Казахстана не позволяет строить только на их основе точные сельскохозяйственные маски, отражающие землепользование текущего года.

На примере Костанайской области (4 млн. гектар) в сезоне 2006 года снимки IRS LISS (2 канал: 620-680 нм; 3 канал: 770-860 нм) с разрешением 23 м использовались для уточнения площади MODIS маски ярового сева. Спутниковая карта области, построенная на основе мозаики безоблачных, псевдоцветных (RGB 322) изображений IRS LISS, накопленных в течение вегетационного сезона 2005 года служила основой для оцифровки границ сельскохозяйственных полей, рис.2.

Весенние снимки MODIS периода май-июнь использовались для классификации и построения маски ярового сева по известным методикам [1,2].

Сочетание MODIS-маски ярового сева 2006 года с массивом границ всех с\х полей позволяет перейти от территории ярового сева, представленной как набор MODIS пикселей размером 250x250 м, к совокупности полей, в виде набора IRS LISS пикселей размером 23x23 м, рис.3. При этом из MODIS-маски вычлняются ошибочные объекты, попавшие в нее из-за схожей с посевами спектральной динамики в течение вегетационного сезона. В основном это заливные луга и некоторые поселки, рис. 4, 5. Площадь MODIS маски до и после уточнения данными IRS LISS (рис.6) сравнивались.

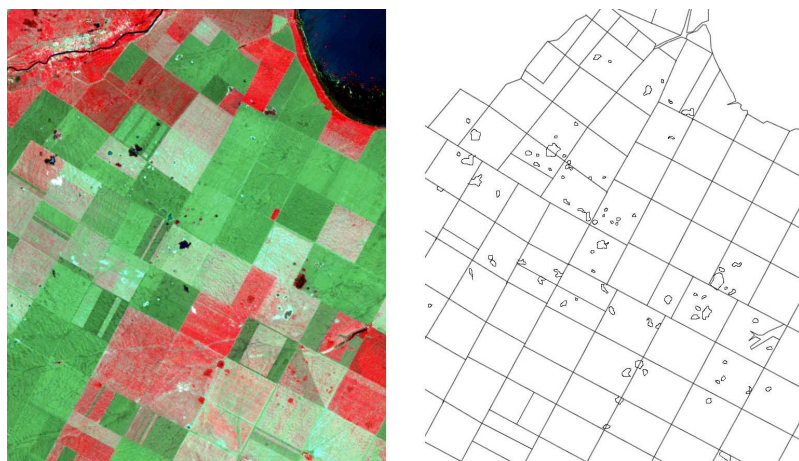


Рис. 2. Пример исходного изображения IRS LISS (разрешение 23 м, псевдоцветной композит RGB:322, май 2005 года) и оцифрованной на его основе структуры сельскохозяйственных полей. Фрагмент Карасуского района Костанайской области

Спутниковая IRS LISS карта Костанайской области служила основой для уточнения величин площадей ярового сева в районном разрезе. Посевные площади получались через пиксельный счет территории используемых полей, в рамках их предварительно оцифрованных границ. Полученные таким образом результаты сравнивались с исходными, полученными на основе MODIS маски, рис.7, табл.1.

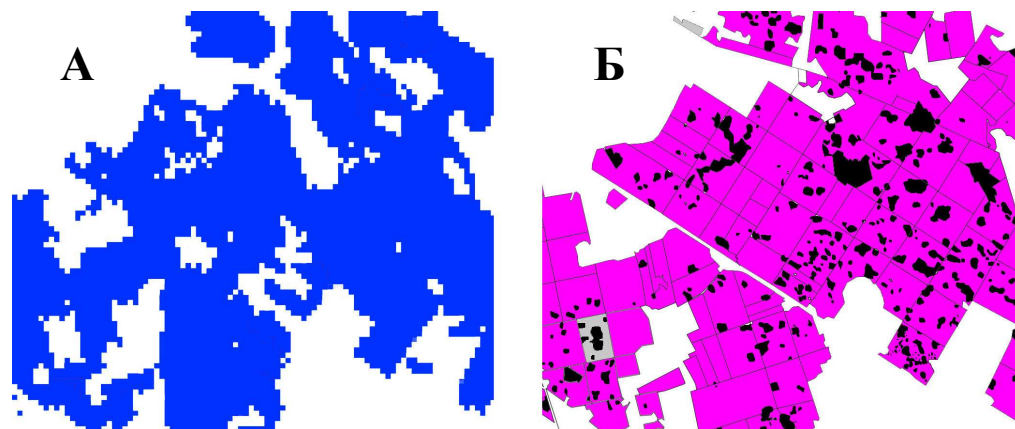


Рис. 3. Пример спутниковых масок ярового сева для части Сарыкольского района Костанайской области. А – данные MODIS (разрешение 250 м). Б – данные IRS LISS (разрешение 23 м)

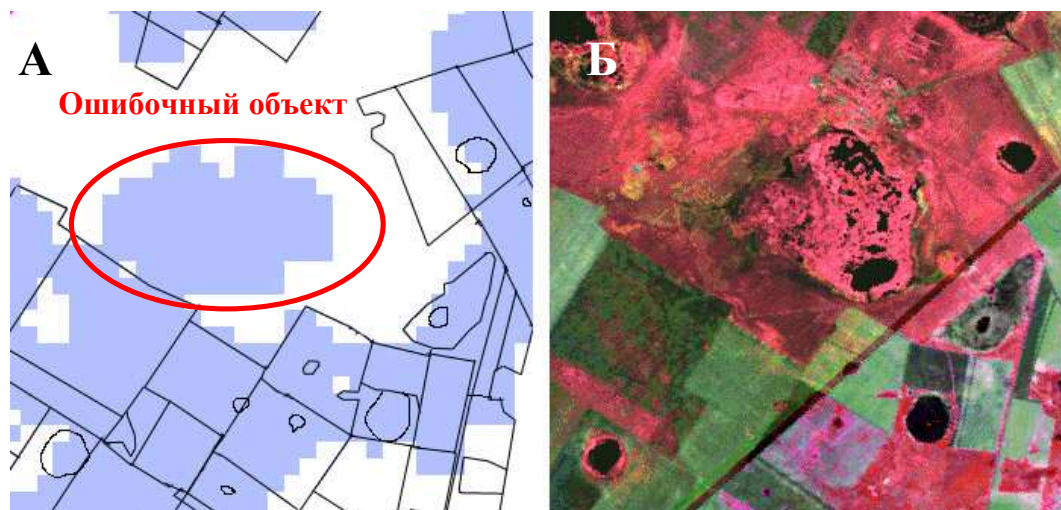


Рис. 4. Выделение ошибочных объектов (заливных лугов и болот) включенных в MODIS-маску ярового сева 2006 года Костанайской области. А – границы полей и MODIS-маска ярового сева; Б – снимок IRS LISS соответствующей территории, псевдоцветной композит RGB 322, май 2005

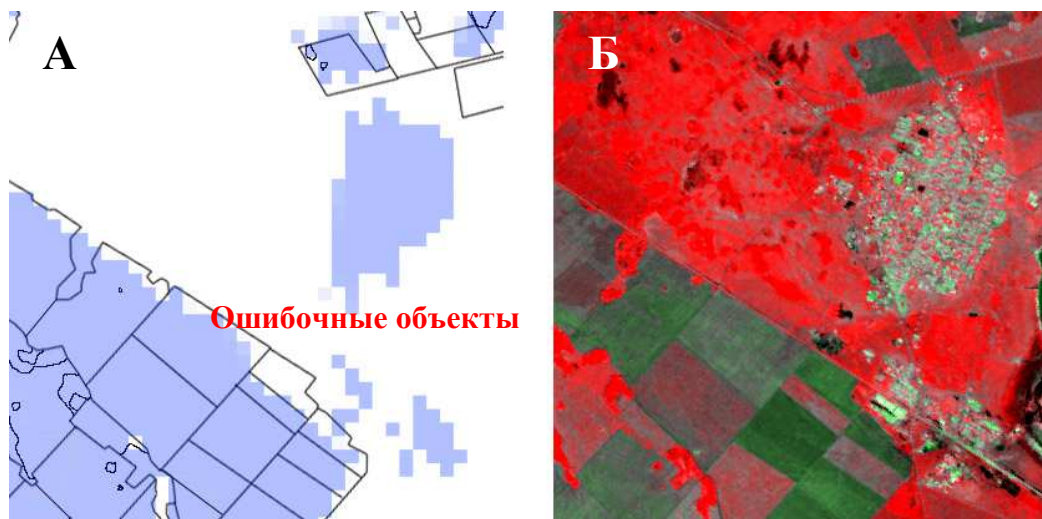


Рис. 5. Выделение ошибочных объектов (поселки) включенных в MODIS-маску ярового сева 2006 года Костанайской области. А – границы полей и MODIS-маска ярового сева; Б – снимок IRS LISS соответствующей территории, псевдоцветной композит RGB 322, май 2005

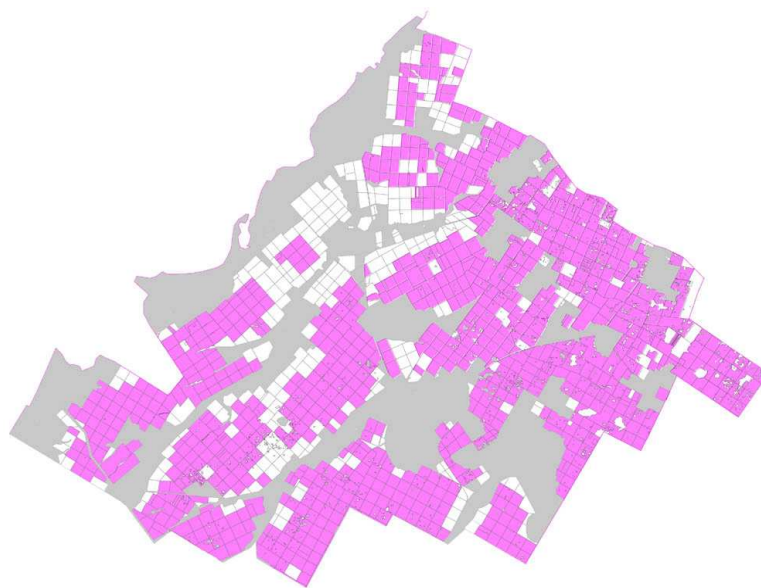


Рис. 6. Результат выделения полей используемых под яровые культуры в сезоне 2006 года. Северная половина Карасуского района Костанайской области

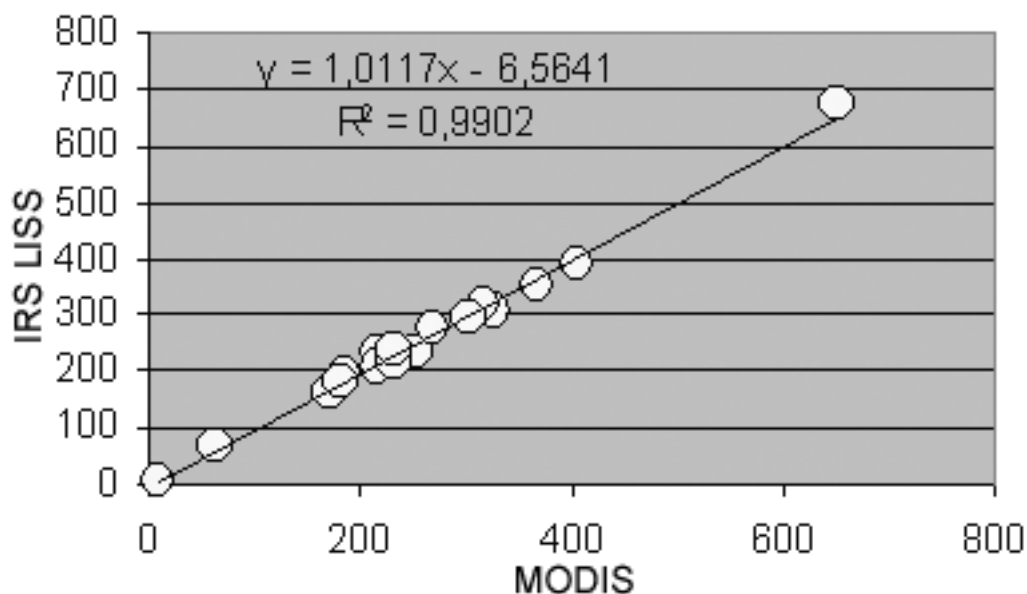


Рис. 7. Взаимосвязь между величинами посевных площадей районов Костанайской области (в тыс. га), полученными на основе различных спутниковых данных

Таблица 1. Сравнительная оценка площадей ярового сева 2006 года (включая пары) в районах Костанайской области по весенним данным EOS MODIS (разрешение 250 м), до и после уточнения с помощью IRS LISS (разрешение 23 м)

№	Название	MODIS (тыс. га)	IRS LISS (тыс. га)	IRS/MODIS %
1	Карабалыкский	252,2	229,9	91,2
2	Федоровский	405,6	389,7	96,1
3	Мендыкаринский	271,6	274,5	101,1
4	Узункольский	214,8	235,7	109,7
5	Костанайский	328,8	305,8	93,0
6	Сарыкольский	318,5	321,8	101,0
7	Алтынсаринский	185,2	192,6	104,0
8	Денисовский	305,0	295,9	97,0
9	Тарановский	171,1	164,2	96,0
10	Аулиекольский	182,8	179,8	98,0
11	Карасуский	650,6	675,6	103,8
12	Житикаринский	216,6	205,2	94,7
13	Камыстинский	369,6	351,1	95,0
14	Наурзумский	232,8	212,7	91,4
15	Джангильдинский	11,2	9,3	82,5
16	Амангельдинский	64,0	67,5	105,5
17	г. Аркалык	233,2	242,0	103,8
	Область в целом	4413,6	4353,3	98,6

Выводы

Таким образом, проведенное сопоставление показало что, несмотря на значительно лучшее разрешение спутниковых данных IRS LISS (23 м) в сравнении с MODIS (250 м) результаты оценки площади ярового сева на масштабе всей Костанайской области (4 млн. га) оказались близки, различие менее 1,5 %. На районном уровне (200-300 тыс. га) расхождения более существенны $\pm 9\div 10$ %.

Литература

1. *U. Sultangazin, N. Muratova, A. Terekhov.* Monitoring and assessment of spring crops in Kazakhstan // in book “Agro-meteorological Monitoring in Russia and Central Asian Countries”. Eds. Savin I., Negre T. EUR 22210. 2006. P. 85-104.
2. *Султангазин У.М., Муратова Н.Р., Терехов А.Г.* Использование космического мониторинга для планирования и прогнозирования зернового производства // Труды первой Всероссийской конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса», Москва, 10-12 ноября 2003 г. Сборник научных статей. С. 279-285.