Сопоставление землеустроительных и спутниковых данных IRS LISS о размерах полей в Северном Казахстане

А.Г. Терехов

Институт космических исследований ул. Шевченко, 15, Алматы, 050010, Казахстан E-mail: aterekhov1@yandex.ru

Проведено сопоставление наземных (планы землепользования) и спутниковых (IRS LISS, разрешение $23\,$ м) данных по размерам сельскохозяйственных полей в степной зоне Северного Казахстана. Показано, что для полей расположенных в простых агроландшафтах спутниковые оценки площади полей имеют очень хорошее соответствие с планами землеустройств (R^2 =0.99). Для полей находящихся на переувлажненных землях с большим количеством мелких озер, болотин, тумарин, луговин спутниковые оценки имеют существенные закономерные различия (R^2 =0.90). Таким образом, землеустройство полей расположенных в сложных агроландшафтах, проводимое в период освоения целины, на фоне недостатка фактической информации о потенциальной возможности использования переувлажненных земель приводило к систематическому завышению учетной площади полей на планах землеустройств.

Введение

Регулярный спутниковый контроль площадей под зерновыми культурами в Северном Казахстане осуществляется в интересах Министерства сельского хозяйства РК с 2002 года [1, 2]. Требования к точности спутниковых оценок возрастают с каждым годом. В настоящий момент на масштабе отдельных областей (более 3 млн. га) допустимым считается уровень ошибок в определении площади ярового сева порядка 2-4 %.

Высокие требования к точности площадных оценок на региональном масштабе делают актуальным вопрос детального понимания процесса формирования ошибок и расхождений между спутниковым и наземным описанием с\х полей, являющихся элементарными единицами посевных площадей. В Северном Казахстане типичный размер с\х поля составляет около 400 гектар. Для таких больших полей технология оценки площади ярового сева основывается на двух отдельных стадия [3]. Первая, включает картирование границ полей на базе однократного покрытия спутниковыми данными IRS LISS (разрешение 23 м). Вторая, распознавание полей под яровыми культурами на основе ежедневного мониторинга с помощью EOS MODIS (канал 1: 620-670 нм; канал 2: 841-876 нм с разрешением 250 м). Подобная система сочетает подробность деталировки снимков IRS LISS с высокой периодичностью (ежедневно) покрытия всей территории Северного Казахстана снимками EOS MODIS. Такая технология оправдывает себя при стабильных границах полей, которые не меняются год от года.

В рамках используемой технологии можно выделить два типа ошибок. 1. Ошибки, возникающие при оценке площади поля. 2. Ошибки распознавания типа землепользования поля, и соответственно пропуск или включение в маску ложных целей. Данная работа касается точности спутникового определения размеров площади отдельных полей.

Спутниковые данные

Оценка площадных характеристик полей основывалась на спутниковых данных IRS LISS (канал 2: 620-680 нм; канал 3: 770-860 нм; разрешение 23 м). Для создания мозаичного покрытия Костанайской области в проекции Ламберта привлекались майские и сентябрьские снимки, на которых имелся хороший спектральный контраст между с\х полями и природными травами, рис. 1. Структура землепользования в Северном Казахстане весьма консервативна, границы полей из-

меняются относительно редко, поэтому использовались более доступные архивные спутниковые данные за 2005 год.

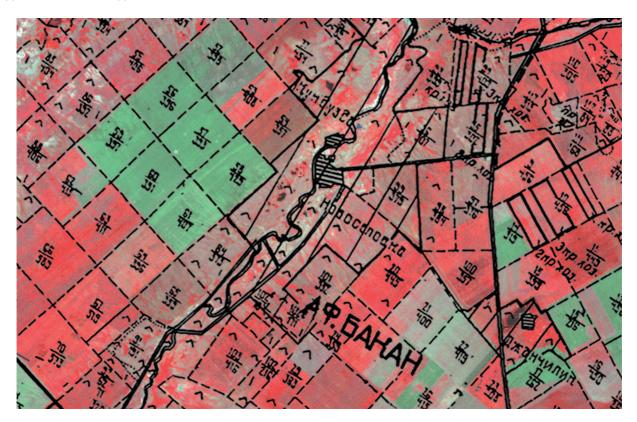


Рис. 1. Совмещение снимка IRS LISS (RGB 322) на 25 мая 2005 года с планом землепользования. Фрагмент Костанайской области

Методика спутниковой оценки площади полей

Поля Северного Казахстана имеют крупный размер. Стандартное поле площадью в 400 гектар на снимке IRS LISS с разрешением 23 м представляется матрицей 87х87 пикселей. Отношение граничных пикселей к их общему числу для такого поля составляет около 4 %, что потенциально обеспечивает достаточно точную оценку его площади, поскольку доля смешанных пикселей невелика.

В весенний период с\х поля под яровыми культурами имеют чистый почвенный покров (фаза сева), что позволяет на мультиспектральных снимках визуально легко выделять границы полей. В период созревания и уборки с\х поля под яровыми зерновыми культурами также имеют значительные спектральные различия (стерня или светлая солома) и оцифровка границ поля не встречает затруднений [4].

Картирование границ полей проводилось путем экспертной фотоинтерпретации с ручной оцифровкой. Расчет площадей полей велся через пиксельный счет полученных полигонов.

Наземные данные

Официальные статистические данные о размерах посевных площадей собираемые соответствующими государственными органами базируются на планах землепользований масштаба отдельных хозяйств, в которых каждое поле имеет определенную регистрационную площадь.

В данной работе использовались районные планы землеустройства, масштаба 1:100000, на которых имелась информация о площади всех с\х полей, рис. 1.

Обсуждение полученных результатов

Было отобрано две группы полей. Первая – квадратные поля, расположенные в простых агроландшафтах, однозначно распознаваемые на планах землепользования и снимках IRS LISS. Вторая – поля с включениями переувлажненных земель: небольших озер, болотин, луговин, тумарин и понижений; на которых невозможно возделывание яровых зерновых культур – монокультуры Северного Казахстана.

Уравнение линейной регрессии между величинами площадей полей в первой группе имело вид:

$$Y = 0.9643 * X - 0.3836$$

где X – площадь поля (га) на плане землеустройства, Y – оценка площади поля по снимку IRS LISS; коэффициент корреляции R^2 =0.9853, рис. 2. Незначительное (3.6%) систематическое занижение спутниковых оценок, связано с наличием межполевых дорог, ширина которых при пиксельном счете оказывается завышенной. Пространственное разрешение исходных снимков равное 23 м автоматически определяет избыточную ширину межполевых дорог, фактическая ширина которых варьируется от 3 до 15 м.

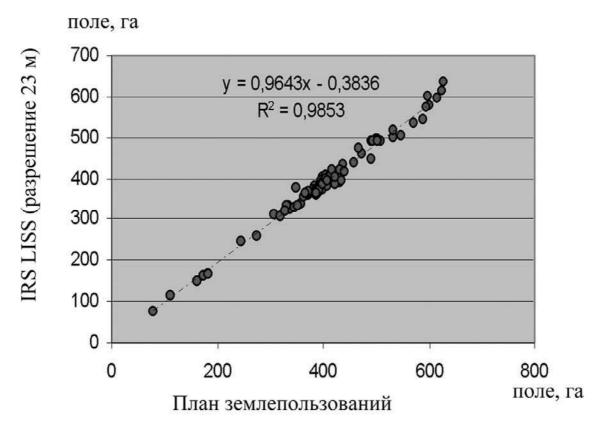


Рис. 2. Взаимосвязь между наземными и спутниковыми оценками размеров тестовых полей, расположенных в простых агроландшафтах

Аналогичное уравнение для второй группы имело вид:

$$Y = 0.948 * X - 32.107$$

с коэффициентом корреляции R^2 =0.9046, рис. 3. Большая величина свободного члена (-31.107 га), составляющая почти 8% от площади типичного поля (400 га), отражает проблемы наземного картирования полей в сложных агроландшафтах.

Для выявления наличия систематичности в расхождениях между оценками площади полей, расположенных на сложных агроландшафтах, было проведено сопоставление наземных и спутниковых данных (рис. 4). На всех тестовых полях фиксировалось завышение учетной площади поля относительно ее спутниковой оценки, что указывает на систематичный характер этого отклонения.

Использование переувлажненных земель зависит от погодных условий года (сухой или влажный), а регулярная обработка требует дренирования. Таким образом, фактическая площадь обрабатываемых земель внутри внешних границ поля варьируется год от года, что создает принципиальные сложности при определении учетной площади таких полей. Типичные примеры переувлажненных земель на полях Северного Казахстана представлены на рис. 5-6.

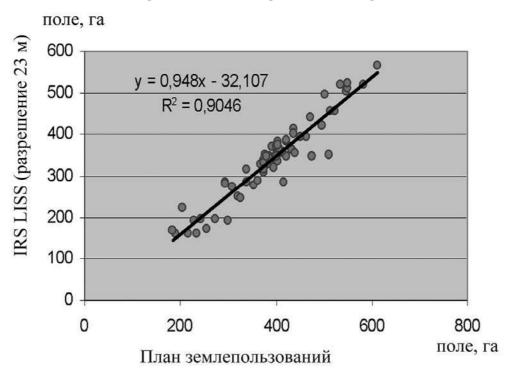
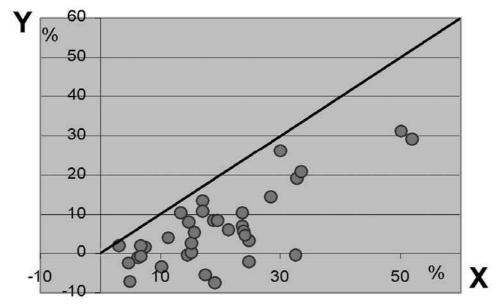


Рис. 3. Взаимосвязь между наземными и спутниковыми оценками размеров тестовых полей расположенных в сложных агроландшафтах



 $Puc.\ 4.\ B$ заимосвязь между величинами: X=100* ([S]noле - [S]nauня/ [S]noле); Y=100* ([S]noле - [S]nлан/ [S]noле); где

[S]поле – спутниковая оценка формальной площади поля (по внешним границам); [S]пашня – спутниковая оценка фактической площади пашни внутри внешних границ; [S]план – площадь поля, согласно плану землепользования

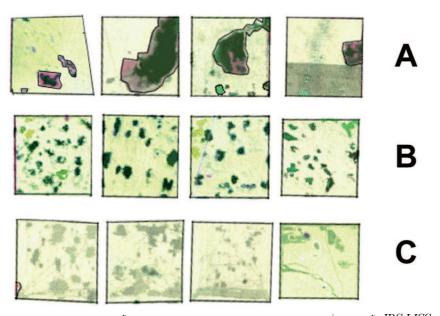


Рис. 5. Типичные примеры включений переувлажненных земель внутри с\х полей. IRS LISS, май 2005 года, Северный Казахстан, Костанайская область.

А − включения озер и луговин с постоянными границами.

В- понижения подтопляемые весенними водами, с переменными границами.

С − понижения с большей почвенной увлажненностью, которые обычно используются под пашню



Рис. 6. Фотографии типичных переувлажненных мест на с\х полях. Северный Казахстан, Костанайская область, июль 2007 г.

Выводы

Землеустройство сельскохозяйственных полей в сложных агроландшафтах Северного Казахстана, масштабно проводимое в период освоения целины (1951-1954 гг.), на фоне недостатка фактической информации о потенциальной возможности использования переувлажненных земель привело к систематическому завышению регистрационной площади. Масштаб неопределенности в регистрационной площади полей в ряде районов сопоставим с требованиями к точности, предъявляемым к дистанционным оценкам.

Литература

- 1. Sultangazin U., N. Muratova, A. Terekhov. Monitoring and assessment of spring crops in Kazakhstan // in book "Agro-meteorological Monitoring in Russia and Central Asian Countries". Ed. Savin I., Negre T., EUR 22210, 2006, p.85-104.
- 2. Муратова Н.Р., Терехов А.Г. Опыт пятилетнего оперативного мониторинга себльскохозяйственных культур Северного Казахстана с помощью спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. Сб. научн. статей. Вып. 4. Т. II. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. С.277-283.
- 3. Терехов А.Г., Юсупова А.С., Зинченко Е.А., Муратова Н.Р. Оперативная инвентаризация размеров яровых посевов Северного Казахстана на базе спутниковых данных MODIS и IRS LISS // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. Сб. научн. статей. Вып. 4. Т. II. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. С.365-371.
- 4. *Муратова Н.Р.*, *Терехов А.Г.* Технология уборки зерновых культур Казахстана в представлении спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. Сб. научн. статей. Вып. 4. Т. II. М.: OOO «Азбука-2000», 2007. С.269-276.