

Мониторинг зерновых культур на юге Западной Сибири по данным MODIS и ERS-2

В.М. Брыксин, А.В. Евтюшкин, Г.А. Кочергин, Н.В. Рычкова

*Югорский НИИ информационных технологий (ЮНИИ ИТ)
628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, 151*

E-mail: avy@uriit.ru

В последние годы все активнее для изучения природной среды применяются радиолокационные системы с синтезируемой апертурой, главным достоинством которых является возможность получения изображений независимо от состояния атмосферы и условий естественной освещенности местности. Однако физические и технические особенности формирования радарных изображений не позволяют полностью использовать методы автоматического дешифрирования, применяемые для сканерных космических снимков. Целью работы является показать особенности визуального дешифрирования видового состава сельскохозяйственных культур при анализе многовременных изображений со спутников TERRA, AQUA и ERS-2.

Используемые данные

В 2004-06 гг. в период с мая по сентябрь проведены мониторинговые многовременные наблюдения сельскохозяйственной зоны Западной Сибири с помощью сканера MODIS. С июня 2005 г. ведется создание архива радарных космоснимков ERS-2\SAR в формате PRI. Полоса захвата сканера 100 км, разрешение 12.5 м, длина волны С (5.6 см), поляризация VV, интервал между полосами перекрытия 3-е суток, временной интервал повторения подспутниковых трасс – 35 суток. Период планирования витков ERS-2 Европейским космическим агентством для съемки сельскохозяйственной зоны Западной Сибири – с мая по октябрь. Космоснимки оперативно принимаются в Центре ДЗЗ ЮНИИ ИТ на антенные комплексы «ОПТЭКС» и ТНА-9.

Компьютерный сегмент, называемый системой непосредственного ввода и обработки данных, разработанный фирмой ACS, Италия, является ядром приемной станции ERS установленной в Центре ДЗЗ ЮНИИ ИТ. Его назначение – ввод данных радара с синтезированной апертурой ERS со скоростью 105 Мбит/с, обработка и архивирование данных. Компьютерный сегмент состоит из высокоскоростного демодулятора HR ERS-1, Сервера SGI “Challenge” и управляющей рабочей станции SGI “O2”.

Дальнейшая обработка изображений ERS-2 проводится на суперкомпьютере SUN FIRE 15K. Разработано программное обеспечение для пакетного геотрансформирования стандартных кадров ERS-2 PRI размером 100*100 км в проекцию UTM. Для построения полного многовременного покрытия территории выполняются следующие виды обработки: сшивка в мозаику геотрансформированных кадров, коррекция геопривязки сшитых полос для каждого витка для совпадения разновременных витков с точностью до пикселя. На рисунке 1 приведено мозаичное покрытие юга Западной Сибири из разновременных витков ERS-2 в летний период 2006 года.

Выполнялись следующие виды обработки изображений сканера MODIS со спутников TERRA и AQUA на территорию Западной Сибири: геопривязка в проекцию ALBERS_WGS84 фрагмента изображения по заданной области, коррекция деструкции по строке изображения (эффекта «бабочки»), вычисление вегетационного индекса NDVI и листового индекса LAI с пространственным разрешением 250м. Обработка проводилась в пакетном режиме в специально разработанной для этой цели программе на языке IDL в операционной системе Windows. Входными данными являются файл изображения сканера MODIS с разрешением 250м после обработки пакетом IMAPP и файл индекса NDVI с аналогичным разрешением рассчитанный по алгоритму MOD13 в программе для ОС Windows разработки фирмы СКАНЭКС. Изображения за различные даты после прохождения процедуры геопривязки обрезаны по единому контуру и совмещены поканально в формате пакета ENVI. Созданы единые кадры из многовременных изображений 1 и 2

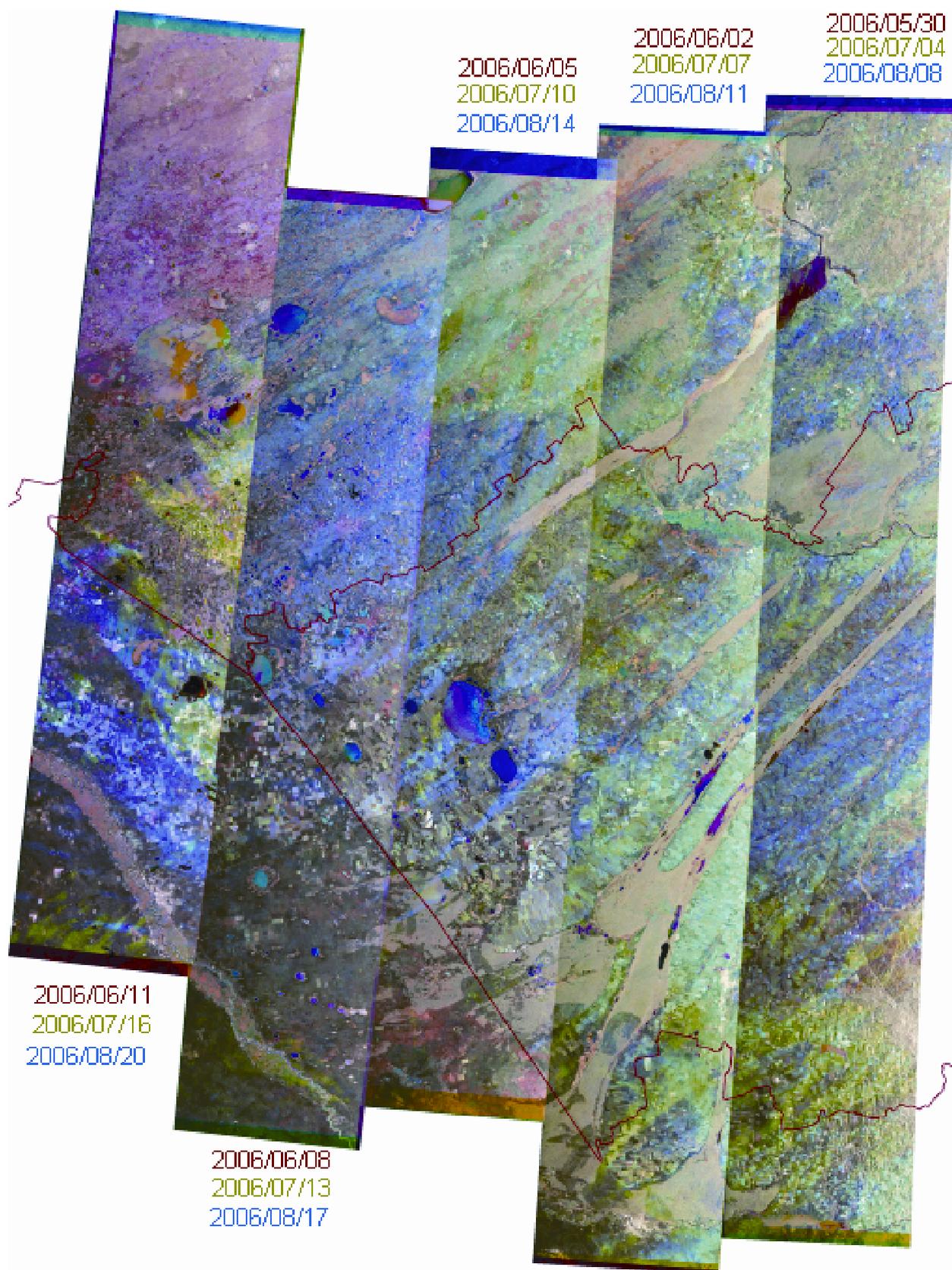


Рис. 1. Мозаика цветового композита ERS-2\SAR из повторных полос с интервалом 35 суток за период с мая по август 2006 года на Новосибирскую область и Алтайский край

каналов сканера MODIS, а также индексов NDVI и LAI с пространственным разрешением 250м. Пересчет значений индекса NDVI в значения листового индекса LAI реализован в разработанной программе на языке IDL с использованием кусочно-линейной зависимости, предложенной авторами алгоритма MOD15 (NASA) для обработки изображений радиометра MODIS.

Совмещенные с точностью до пикселя разновременные снимки MODIS-LAI использовались для коррекции модели биопродуктивности при прогнозировании урожайности яровой пшеницы [1]. При прогнозировании урожайности зерновых на территории Тюменской области в 2004г использовались витки за 44 дня, Новосибирской области и Алтайского края в 2005г - 16 дней, в 2006 г - 27 дней. Использование данных Ресурс\МСУ-СК и AVHRR-NDVI за 1982-2001 гг. на территорию юга Западной Сибири позволило выявить закономерности проявления локальных засух в размерах районов в различные годы [2, 3]. Достоверным индикатором локальных засух размером несколько районов также являются данные MODIS (NDVI, LAI), что подтверждалось при контрольном наземном обследовании в Тюменской области в 2004г при прогнозировании биологической урожайности на основе метеоданных по модели EPIC.

Полевое дешифрирование

Полевые наблюдения для дешифрирования видового состава сельскохозяйственных культур на радарных снимках ERS-2 проводились в 2006 году синхронно с космической съемкой в различных районах Новосибирской области и Алтайского края. На рис. 2 представлен фрагмент цветного RGB композита из разновременных витков ERS-2. Результаты полевого наблюдения состояния основных культур, проведенного 15-16 августа в основном зерносеющем регионе Кулундинской степи Алтайского края для дешифрирования витков ERS-2 за 5 июня, 10 июля и 14 августа, представлены на рисунке 3.

Установлено, что цветовой RGB синтез из снимков, выполненных в июне, июле и августе на одну и ту же территорию позволяет визуально разделять следующие культуры: подсолнечник, пшеница, кукуруза, просо. Не разделяются пшеница и овес, что связано с совпадением фенофаз развития культур. Ранее [4, 5] была установлена невозможность разделения этих культур на многовременных космоснимках, выполненных сканером МСУ-Э в оптическом диапазоне. При включении в цветовой синтез снимков за май и сентябрь достоверно выделяются паровые поля, стерня

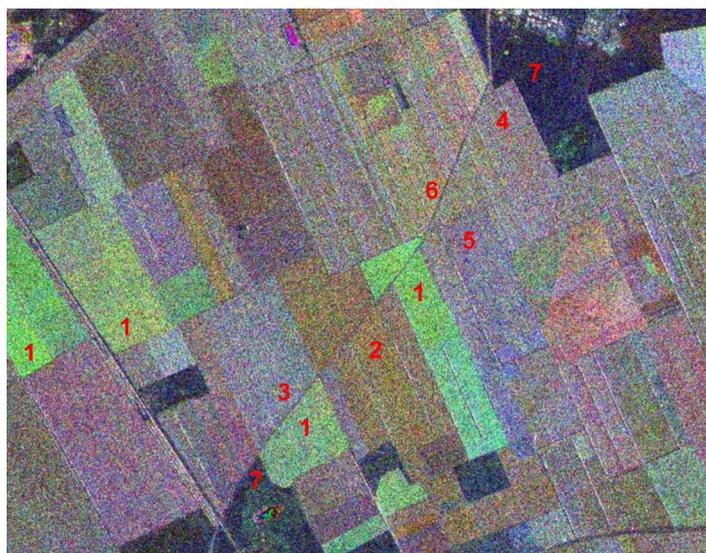


Рис. 2. Видовой состав культур при цветовом RGB композите из витков ERS-2 за 5 июня, 7 июля, 19 сентября 2006г: 1 - подсолнечник, 2 - пар, 3 - пшеница, 4 - стерня пшеницы, 5 - овес, 6 - кукуруза, 7 – степь

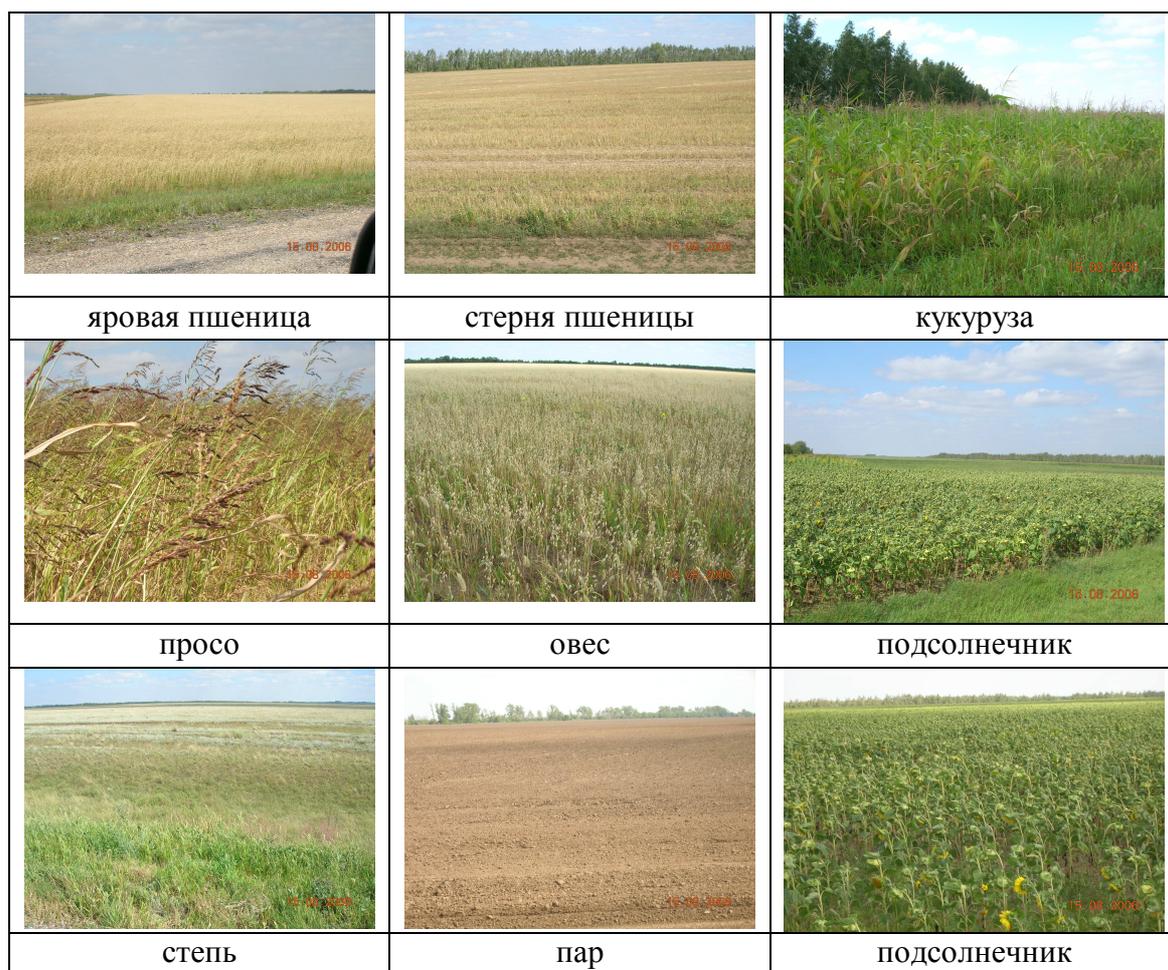


Рис. 3. Синхронное подспутниковое полевое дешифрирование видового состава сельскохозяйственных культур в Кулундинской степи Алтайского края 15 августа 2006 г.

и естественная нераспаханная степь, используемая под пастбище. Снимки за октябрь позволяют контролировать осеннюю вспашку почвы и ход уборки подсолнечника, убираемого по агротехнике возделывания культуры в Западной Сибири при наступлении заморозков для достижения наибольшей масличности. На рис. 4 выделяются посевы с локально выпавшими на сухую почву осадками за день до съемки 14 августа радаром ERS-2\ SAR. Искажение в снимках ERS-2 представлены в виде полос совпадающих с направлением ветра. Это связано с изменением диэлектрической проницаемости влажных почв и растений [6]. Искажения за счет локальных осадков выпавших на отдельные группы полей не позволили использовать снимок ERS-2 за 14 августа для корректного дешифрирования видового состава зерновых культур на больших площадях. Влажная почва выделяется в виде узких полос протяженностью до 200 км. Сильнее этот эффект проявляется на засоленных почвах и наблюдался на убранных полях в 2005 году на снимках ERS-2 в регионах Восточного Зауралья и Северного Казахстана.

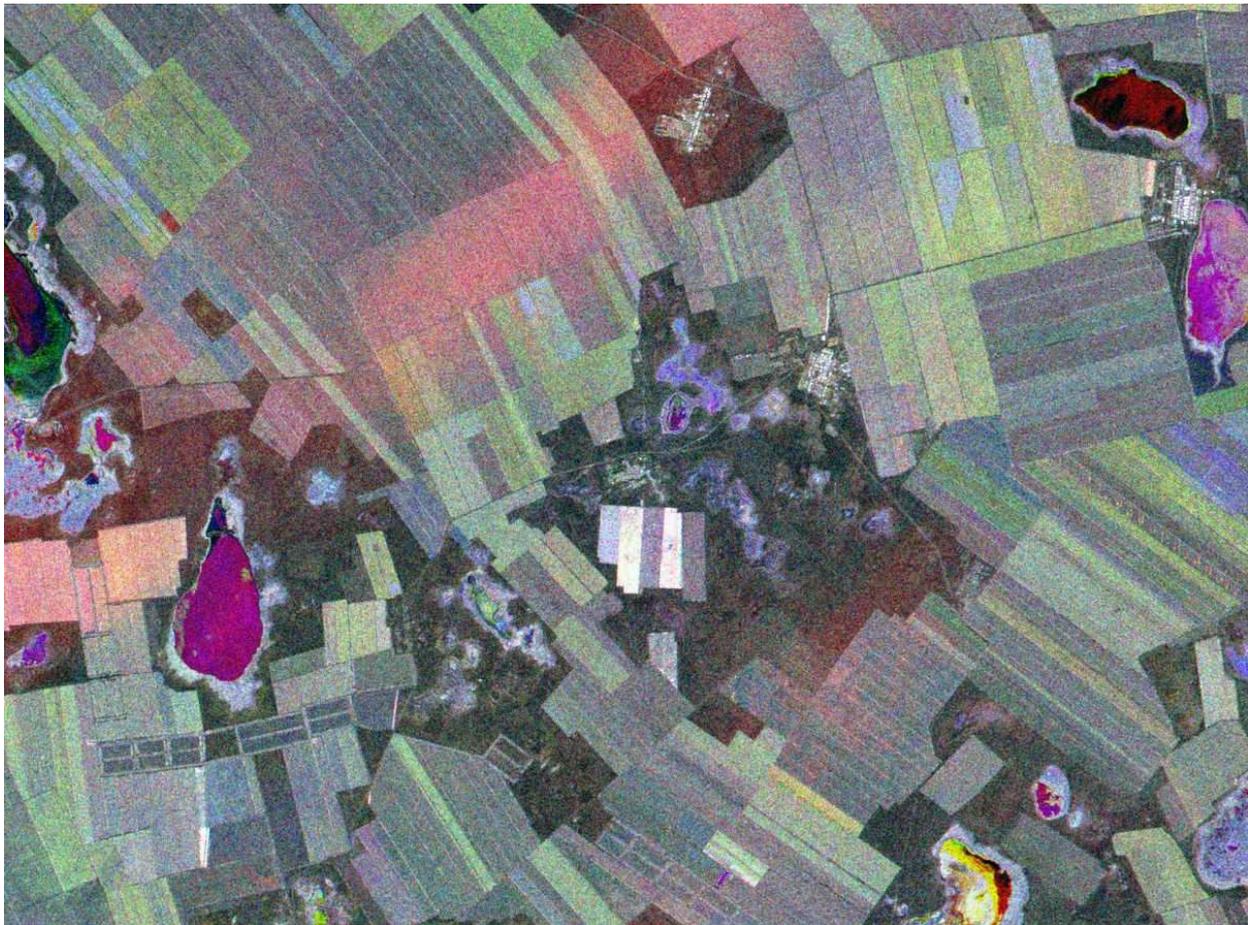


Рис. 4. Разнообразие видового состава культур и неоднородности посевов при цветовом RGB композите из витков ERS-2 за 5 июня, 7 июля, 14 августа 2006 г. Красное пятно в верхней части кадра – проявление искажающего влияния локальных осадков на снимке ERS-2 за 14 августа

Заключение

Цветосинтезированные изображения MODIS-NDVI и ERS-2\SAR за разные даты съемки отображают многообразие фенофаз развития зерновых культур в различных агроклиматических зонах юга Западной Сибири. Различия связаны со сроками сева в связи с затяжной весной и неравномерностью выпадения осадков по территории в летние месяцы. Достоверно выделяются группы полей засеянных одной культурой и отдельные паровые поля. Разновременные данные всепогодного космического радара ERS-2\SAR среднего разрешения позволяют определить видовой состав культур, с точностью до поля, для всей территории юга Западной Сибири в дождливые годы с большим числом облачных дней. Для различных агроклиматических зон требуется привлечение информации с тестовых полей и экспертных оценок по размещению основных возделываемых культур.

Применение моделей биологической продуктивности растений в сочетании с космическими снимками среднего пространственного разрешения позволяет достоверно оценивать валовые сборы основных зерновых культур на региональном уровне [1]. Дополнительные исследования в этом направлении позволят повысить точность и достоверность дистанционного контроля и оценки урожайности и валовых сборов зерновых культур на юге Западной Сибири.

Работы проводятся при поддержке проекта ESA Category-1 ID 3158.

Литература

1. *Брыксин В.М., Евтюшкин А.В.* Оценка урожайности зерновых культур на основе данных дистанционного зондирования и модели биопродуктивности // ГЕО-Сибирь-2005. Т. 5. Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования Земли: Сб. материалов научного Конгресса «ГЕО-Сибирь-2005», 25-29 апреля 2005г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2005. – 294 с. С.218-223.
2. *Евтюшкин А.В., Юшаков В.Н.* Выделение районов засухи по космическим изображениям МСУ-СК // Проблемы предотвращения деградации земель Западной Сибири и осуществление государственного контроля за их использованием и охраной. Сб. науч. тр. Барнаул. 1997. 212с. С.140-141.
3. *Евтюшкин А.В., Рычкова Н.В.* Изучение динамики вегетационного индекса сельскохозяйственной зоны Западной Сибири по данным NOAA и подспутниковых полигонных измерений // Информационные технологии и космический мониторинг: Материалы 3-й научно-практической конференции «Электронная Россия», Ханты-Мансийск, 2004г.- Екатеринбург: «Издательство Баско», 2004.- 80.:ил. С. 54-61.
4. *Байкалова Т.В., Евтюшкин А.В., Миронов В.Л., Рычкова Н.В., Юшаков В.Н.* Использование ГИС и данных дистанционного зондирования для оценки урожайности яровой пшеницы в Алтайском крае // Интеркарто-6: ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы Международной конференции. Апатиты, Россия, 22-24 августа 2000г. - Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2000. В 2-х томах. Т. 1. - 199с., Т. 2. - 170 с. Т. 2, С.68-72.
5. *Евтюшкин А.В., Юшаков В.Н., Рычкова Н.В.* Использование данных дистанционного зондирования для распознавания зерновых культур и коррекции моделей биопродуктивности // Известия Алтайского государственного университета. № 1. 2002. С.63-67.
6. *Миронов В.Л., Комаров С.А., Евтюшкин А.В., Рычкова Н.В.* Комплексный эксперимент по измерению влажности почв на территории Алтайского полигона // Исследование Земли из космоса. 1998. № 2. С.81-90.