

## **ПРИВЛЕЧЕНИЕ АРХИВНОЙ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

***Кирилл Иванович Калашников***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант; Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова, 670024, Россия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства, тел. (902)458-18-55, e-mail: kalashnikovkir@mail.ru

***Екатерина Николаевна Кулик***

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (383)361-08-66, e-mail: e.n.kulik@ssga.ru

В государственных фондах данных имеется огромная база различной землеустроительной информации на всю территорию Российской Федерации. Данная база данных требует постоянного обновления и на данный момент значительно устарела. В большинстве регионов не проводится инвентаризация сельскохозяйственных угодий, нет актуальных данных об их количественном и качественном состоянии, не проводятся почвенные и геоботанические обследования, не обновляются тематические карты состояния и использования земель. В работе показаны возможности совместного применения результатов почвенных, геоботанических обследований и планово-картографических материалов с архивными данными спутников Landsat. Проанализированы особенности выявления процессов зарастания сельскохозяйственных угодий по данным сенсора Landsat Thematic Mapper. Продемонстрирована технология учета вегетационного периода при распознавании кормовых угодий на спутниковых снимках.

**Ключевые слова:** Landsat Thematic Mapper, сельскохозяйственные угодья, залежь, мониторинг земель, зарастание, геоботанические обследования, почвенные обследования.

## **THE USE OF ARCHIVAL LAND SURVEY DATA AT STUDY THE STATUS OF AGRICULTURAL LAND ACCORDING TO REMOTE SENSING**

***Kirill I. Kalashnikov***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student; Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, 8, Pushkina St., Ulan-Ude, 670024, Russia, Ph. D., Associate Professor of Land Management Department, phone: (902)458-18-55, e-mail: kalashnikovkir@mail.ru

***Ekaterina N. Kulik***

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor of Photogrammetry and Remote Sensing Department, phone: (383)361-08-66, e-mail: e.n.kulik@ssga.ru

The state data funds have a huge database of various land management information on the entire territory of the Russian Federation. This database requires constant updating and is now signifi-

cantly outdated. In most regions, not inventory of agricultural land, there are no actual data about their qualitative, quantitative condition is not carried out soil, and geobotanical surveys, are not updated thematic maps of the status and use of lands. The article shows the possibility of joint application of the results of soil, geobotanical surveys and planning and cartographic materials with archival data of Landsat satellites. The features of identifying the processes of overgrowth of agricultural land according to the sensor Landsat Thematic Mapper are analyzed. The technology of accounting for the vegetation period in the recognition of agricultural land on satellite images is demonstrated.

**Key words:** Landsat Thematic Mapper, agricultural land, fallow land, land monitoring, overgrowth, geobotanical surveys, soil surveys.

### *Введение*

Эффективность экономики страны во многом определяется развитием отраслей сельского хозяйства. Количество населения в мире постоянно растет, соответственно растет и потребность в сельскохозяйственной продукции.

В последние три десятилетия в России осуществляется земельная реформа и за этот период огромное количество сельскохозяйственных угодий выведено из оборота. Многие сельскохозяйственные предприятия прекратили свое существование, а на заброшенных территориях активно произрастает сорная и древесно-кустарниковая растительность.

При этом, в большинстве регионов не проводится инвентаризация сельскохозяйственных угодий и нет актуальных данных об их количественном и качественном состоянии, не проводятся почвенные и геоботанические обследования, не обновляются тематические карты состояния и использования земель. Реализация эффективной земельной политики и управления земельными ресурсами на различных уровнях невозможна без совершенствования системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Изучение состояния земель и информационное обеспечение управления земельными ресурсами осуществляется на основе почвенных, геоботанических и других обследований и изысканий. В результате проведения почвенных обследований создается информационная основа для выполнения зонирования территорий, районирования и агроэкологической оценки земель и множества других мероприятий по рациональному использованию и охране земель [1].

Материалы геоботанического обследования используются для рациональной организации кормовых угодий, эффективной организации сенокосно-пастбищного хозяйства [1].

На большую часть территории Российской Федерации имеются результаты почвенных и геоботанических обследований, планово-картографический материал различных масштабов. Например, по данным [2] на территории Республики Бурятия почвенные обследования не проводились только в Муйском районе, а геоботанические в Баунтовском эвенкийском, Муйском и Прибайкальском муниципальных районах (таблица).

Обеспеченность территории Республики Бурятия  
результатами почвенных и геоботанических обследований

№ п/п	Муниципальные районы	Почвенные обследования, годы выполнения	Геоботанические обследования, годы выполнения
1	Баргузинский район	1982–1985	1982
2	Баунтовский эвенкийский район	1986–1990	не проводились
3	Бичурский район	1991–1995	1985
4	Джидинский район	1991–1995	1986–1990
5	Еравнинский район	1991–1995	1986–1990
6	Заиграевский район	1996–2001	1991–1995
7	Закаменский район	1986–1990	1986–1990
8	Иволгинский район	1982–1985	1991–1995
9	Кабанский район	1982–1985	1991–1995
10	Кижингинский район	1996–2001	1973
11	Курумканский район	1982–1985	1997
12	Кяхтинский район	1996–2001	1991–1995
13	Муйский район	не проводились	не проводились
14	Мухоршибирский район	1991–1995	1986–1990
15	Окинский район	1967	1974
16	Прибайкальский район	1991–1995	не проводились
17	Северо-Байкальский район	1986–1990	1986–1990
18	Селенгинский район	1986–1990	1986–1990
19	Тарбагатайский район	1991–1995	1991–1995
20	Тункинский район	1996–2001	1999
21	Хоринский район	1986–1990	1986–1990

Как следует из таблицы, наиболее актуальные материалы почвенных обследований датируются 2001 годом, а геоботанических – 1997 годом. В связи с этим, использование результатов почвенных обследований невозможно без проведения их корректировки или выполнения новой почвенной съемки. Результаты геоботанических обследований теряют свою актуальность гораздо быстрее и обновления должны проводиться не реже чем через 10 лет.

В связи с отсутствием финансирования перечисленных выше работ, необходим поиск новых технологий и методик оперативного получения актуальной информации о земельных ресурсах. Одним из современных методов получения информации о земной поверхности является дистанционное зондирование. Характеристики земной поверхности, полученные дистанционными методами, должны проходить обязательную верификацию с полевыми данными. Использование архивных землеустроительных сведений позволит установить закономерности признаков и проследить изменения исследуемых качественных и количественных показателей во времени.

В условиях реформирования земельных отношений и формирования нового земельного строя, произошло резкое сокращение пахотных угодий. Однако, несмотря на очевидность данной проблемы, до сих пор не дана точная количественная оценка масштабов зарастания сельскохозяйственных угодий на территории Российской Федерации. Архивный землеустроительный планово-картографический материал на территории муниципальных районов в масштабе 1:100 000 и отдельных хозяйствующих субъектов в масштабе 1:25 000 может быть использован в качестве исходных данных для оценки зарастания сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью и для контроля точности данных дистанционного зондирования.

Для этого необходимо провести полиномиальную трансформацию растров, и осуществить пространственную привязку архивных карт, используя характерные опорные точки [3].

### *Методы и материалы*

Имеются научные исследования [4-10], в которых предложена методология оценки динамики зарастания сельскохозяйственных угодий на региональном уровне. В общем случае, она включает в себя не только наземные и дистанционные наблюдения, но и картографические методы. Для определения динамики процессов зарастания необходимо иметь данные, которые могли бы выступить в качестве «точки отсчета». Наиболее подходящими являются данные ресурсных спутников серии Landsat. Это обусловлено следующими основными факторами: наличием огромного архива разновременных данных, позволяющих подобрать снимки с минимальной облачностью; количеством каналов в требуемых диапазонах электромагнитного спектра; средним пространственным разрешением и обширным охватом территории спутниковой сценой, позволяющим выполнять исследования на муниципальном и региональном уровнях.

Для использования сельскохозяйственных карт районов, которые были изданы в 80-х и начале 90-х гг. прошлого столетия, наиболее подходящими являются данные сенсора Landsat 5 Thematic Mapper. Во-первых, у данного сенсора имеется 7 каналов, в том числе ближний и средний инфракрасный каналы, пространственное разрешение соответствует 30 м/пиксел, радиометрическое разрешение – 8 бит, размер каждой сцены составляет 180 на 185 км. Для качественного выполнения анализа, следует использовать геопривязанные снимки уровня L1T, прошедшие радиометрическую коррекцию и ортотрансформирование.

По данным [11, 12] выявление зарастания сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью возможно с использованием снимков в периоды устойчивого снежного покрова, при этом используется ближний инфракрасный, красный и зеленый спектральные каналы, и классификация по методу максимального подобия.

При выполнении оцифровки данных следует учитывать, что изображения контуров угодий на карте даже при применении полиномиальной трансфор-

мации 3 порядка будут иметь определенное смещение относительно снимка. В этом случае при векторизации следует принять контура границ на снимке за истинные, используя изображения контуров на сельскохозяйственной карте только в качестве ориентира.

### *Результаты*

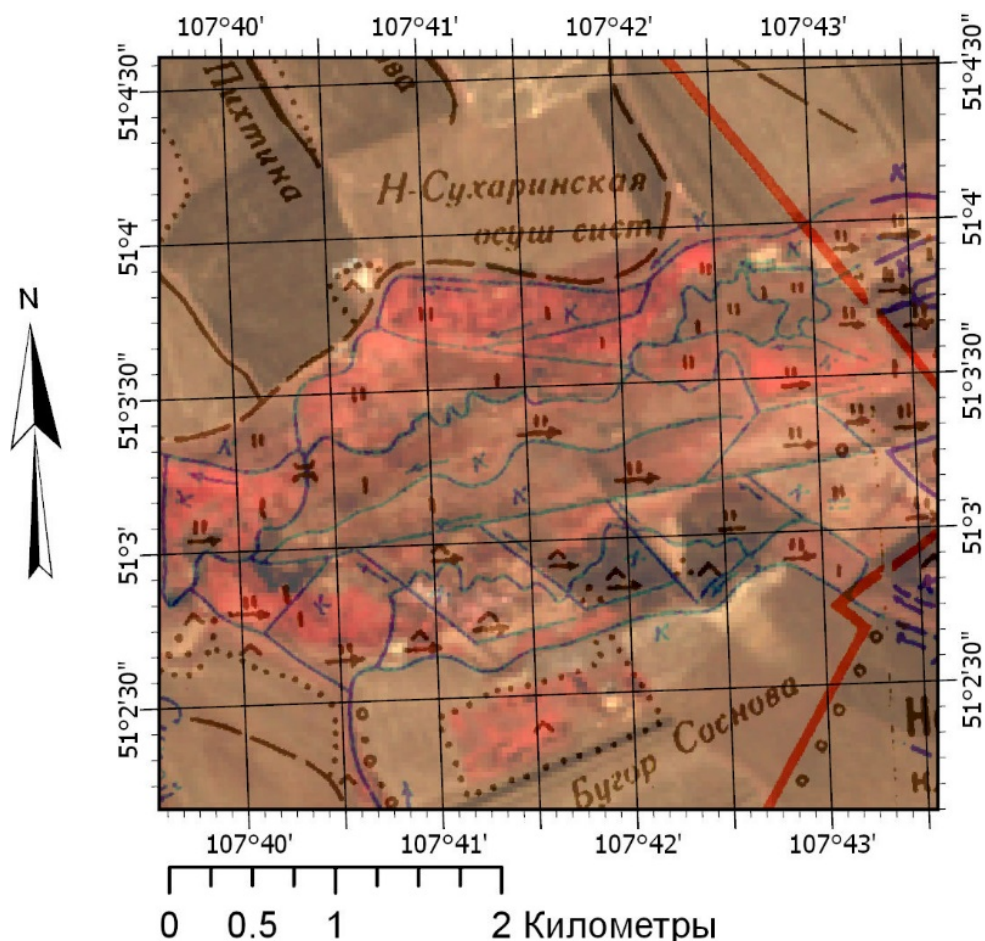
Конечным результатом выявления изменений состояния сельскохозяйственных угодий должны являться карты и атласы использования земель сельскохозяйственного назначения. Поэтому, важно определить не только процессы зарастания, но и выявить виды сельскохозяйственных угодий, на которых данные процессы происходят. Так как зарастание сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой и сорной растительностью является индикатором их неиспользования, то процессы зарастания больше всего проявляются на залежах, расположенных близ лесных массивов.

Идентификация залежей на космических снимках является трудоемкой задачей. В связи с тем, что на залежах произрастает различная растительность, невозможно создать единый спектральный образ для их автоматического распознавания. Поэтому, наиболее эффективным способом определения залежей является метод исключения [13]. Для этого необходимо выявить другие виды угодий, такие как пашня, пастбища, сенокосы и многолетние насаждения.

Учет особенностей изменения характеристик растительного покрова кормовых угодий в течение вегетационного периода способствует точности их распознавания [14, 15]. Использование снимков на начало вегетационного периода до появления всходов культурных растений, позволяет выделить кормовые угодья. На рисунке продемонстрировано применение синтезированного изображения по данным сенсора ТМ в комбинации каналов band 4 (ближний инфракрасный, 0,76–0,90 мкм), band 3 (красный, 0,63–0,69 мкм), band 2 (зеленый, 0,52–0,62 мкм) с наложением сельскохозяйственной карты района.

В данной комбинации растительность отображается в оттенках красного. Как видно на изображении, пары и поля с пожнивными остатками не влияют в данный период времени на распознавание кормовых угодий. Расположенные в долинах рек сенокосные угодья имеют более яркий оттенок красного цвета, чем пастбищные угодья, что является дополнительным признаком для их правильной идентификации. Для более точной классификации следует использовать дополнительные данные в виде результатов геоботанических обследований, что позволит точнее выполнить разделение кормовых угодий на пастбища и сенокосы.

Пашня, находящаяся в стадии парования, идентифицируется на спутниковых снимках на основе текстурных и спектральных признаков. В исследованиях [16-18] показано, для определения пашни можно использовать вегетационный индекс NDVI, низкие значения которого служат индикатором вспаханной почвы.



Применение ближнего инфракрасного канала для распознавания кормовых угодий в начале вегетационного периода

Пахотные угодья, занятые посевами сельскохозяйственных культур, можно идентифицировать по сезонным изменениям характеристик растительного покрова. В вегетационном периоде можно выделить 3 основных периода, в которых спектральные различия естественной растительности и яровых посевов наиболее существенны. Первый период наблюдается в начале июня, когда появляются первые всходы. В начале августа наступает период колошения-цветения, и культурные растения набирают максимальную биомассу. И наконец, последний период наступает в конце августа и продолжается до конца сентября, то есть до окончания уборочной кампании [19, 20].

### *Обсуждение*

Таким образом, данные дистанционного зондирования могут использоваться совместно с архивной землеустроительной информацией в таких исследованиях, как:

1. Определение состояния сельскохозяйственных угодий, выявление пашни и залежи.

2. Выявление зарастания сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью.

3. Картографирование почв и кормовых угодий при геоботанических и почвенных обследованиях.

### *Заключение*

В государственных фондах данных имеется огромная база различной землеустроительной информации на всю территорию Российской Федерации. Совместное применение результатов почвенных, геоботанических обследований, планово-картографических материалов с данными, полученными со спутников Landsat, после соответствующих преобразований позволит организовать информационное обеспечения системы управления земельными ресурсами. Данные дистанционного зондирования не могут полностью заменить результаты полевых обследований, но позволяют выполнить оценку динамики проявления процессов зарастания на сельскохозяйственных угодьях для эффективного планирования и прогнозирования использования земель сельскохозяйственного назначения.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков С. Н., Широкоград И. И. Землеустройство в условиях рыночной экономики. – М.: ФГБОУ ВПО Государственный университет по землеустройству, 2014. Ч. 1. – 655 с.

2. Абгалдаев Ю. В., Коменданова Т. М. Проблемы землепользования в Бурятии // Научное обеспечение развития АПК и сельских территорий Байкальского региона: материалы научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки. – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, 2018. – С. 148-152.

3. Калашников К. И., Кулик Е. Н. К проблеме совершенствования системы мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 38–42.

4. Барталев С. А., Лупян Е. А., Нейштадт И. А. Метод выявления используемых пахотных земель по данным дистанционного зондирования со спутников // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2006. – т.2, №3. – С. 271-280.

5. Барталев С. А., Лупян Е. А., Нейштадт И. А., Савин И. Ю. Классификация некоторых типов сельскохозяйственных посевов в южных регионах России по спутниковым данным MODIS // Исследование Земли из космоса. – 2006. – №3. – С. 68-75.

6. Белорусцева Е. В. Мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий Нечерноземной зоны Российской Федерации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9. – №1. – С. 57-64.

7. Белорусцева Е. В., Шаповалов Д. А. Оценка динамики и прогноз развития негативных процессов на землях сельскохозяйственного назначения Калужской области с применением ГИС-технологий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2009. – № 9 (57). – С. 34-43.

8. Курбанов Э. А., Губаев А. В., Воробьев О. Н., Лежнин С. А. Использование космических снимков ALOS для выявления площадей бывших сельскохозяйственных угодий, зарастающих лесом // Геоматика. – 2010. – № 4. – С. 68-72.
9. Маслов А., Гульбе А., Гульбе Я., Медведева М., Сирин А. Оценка ситуации с зарастанием сельскохозяйственных земель лесной растительностью на примере Угличского района Ярославской области // Устойчивое лесопользование. – 2016. – № 4 (48). – С. 6-14.
10. Potapov P. V., Turubanova S. A, Tyukavina A. et al. Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive // Remote Sensing of Environment. – 2015. – V. 159. – P. 28-43.
11. Белоусова А. Н., Чашин А. Н. Оценка интенсивности зарастания почв сельскохозяйственных угодий лесной растительностью по данным дистанционного зондирования // Вестник Удмуртского Университета. – 2018. – Т.28, вып.3. – С. 269-278.
12. Peterson U., Pussa K., Liira J. Issues related to delineation of forest boundaries on Landsat Thematic Mapper winter images // International Journal of Remote Sensing. – 2004. – V. 25. – N 24. – P. 5617-5628.
13. Маринина О. А., Терехин Э. А., Кириленко Ж. А., Курлович Д. М., Ковальчик Н. В. Особенности дистанционного выявления залежных участков и проблемы целевого использования земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – с. 535.
14. Ерошенко Ф. В., Лапенко Н. Г., Сторчак И. Г. Использование данных дистанционного зондирования Земли для оценки состояния и степени деградации естественных пастбищных угодий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5(73). – С. 14-17.
15. Стыщенко Е. А. Возможности распознавания сельскохозяйственных угодий с использованием методики совместной автоматизированной обработки разносезонных многозональных космических изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – т.14, №5. – С. 172-186.
16. Кулик Е. Н., Сахарова Е. Ю. Распознавание пахотных земель на основе сезонной изменчивости характеристик растительного покрова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотogramметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 3–6.
17. Сахарова Е. Ю., Сладких Л. А., Кулик Е. Н. Идентификация сельскохозяйственных культур в хозяйствах Тогучинского района // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотogramметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 1. – С. 12–16.
18. Wiegand C. L., Richardson A. J., Escobar D. E., Gerbermann A. H. Vegetation Indices in Crop Assessments // Remote Sensing of Environment, 1991, №35. P.105-119.
19. Муратова Н. Р., Терехов А. Г. Опыт пятилетнего оперативного мониторинга сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана с помощью спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2007. – Т. 4, № 2. – С. 277-283
20. Султангазин У. М., Муратова Н. Р., Терехов А. Г. Контроль севооборота пахотных земель Северного Казахстана по данным TERRA/MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Сборник научных статей. Том II.– М.: «GRANP polygraph», 2005. – С.302-307.

© К. И. Калашников, Е. Н. Кулик, 2019