

Использование данных ДЗЗ для контроля севооборотов на полях пашни

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

¹Южный региональный информационно-аналитический центр (ЮРИА-Центр)
344082 Ростов-на-Дону, Буденовский, 27, e-mail: dzz@dzz.ru

²Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС)
344038 Ростов-на-Дону, Народного Ополчения, 2

Предлагается решение задачи выявления динамики в структуре посевных площадей и получения оценок по соблюдению севооборотов на основе спутниковой технологии с использованием снимков высокого разрешения. Информация о динамике структуры посевных площадей формируется на уровне хозяйств. В качестве элемента такой структуры рассматривается поле. Для получения оценок по соблюдению севооборотов использованы требования агрономической науки Юга России. Предложены методика контроля динамики севооборотов и табличная форма представления информации для выявления их нарушений. Разработаны ГИС-проекты и получены оценки нарушения севооборотов для отдельных районов в рамках космического мониторинга Ростовской области.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, спутниковые снимки, ГИС-проекты, севооборот.

Введение

Соблюдение севооборотов, особенно для Южных регионов РФ, имеет решающее значение для сохранения плодородия почв и рационального землепользования. В государственной отчетности отсутствует информация о структуре севооборотов, что не позволяет выявлять нарушения научно обоснованных требований к чередованию культур на полях севооборота. Для решения данной проблемы проведено исследование возможности использования данных ДЗЗ для контроля нарушений севооборота на уровне хозяйствующего субъекта Ростовской области.

На основании обработки данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения предложено решение актуальной прикладной задачи контроля севооборотов – ежегодной смены сельскохозяйственных культур на полях пашни. Результат такой обработки – построение тематической план-схемы структуры посевных площадей (пространственное распределение возделываемых культур по полям). Этапы обработки спутниковых снимков: географическая привязка, классификация по опорным данным (эталонные для классификации), ГИС-представление план-схем. Предложено по серии план-схем структуры посевных площадей строить матрицу сельскохозяйственных культур на полях по годам, а по правилам чередования таких культур – строить характеристическую матрицу нарушений севооборотов. Решение задачи продемонстрировано на примере ПСХК «Александровский» Мясниковского района Ростовской области: проведена тематическая обработка фрагмента снимка КА Landsat 7 на уровне хозяйства для нескольких дат вегетационного периода 2011 года. Проведено сравнение результатов классификации с данными хозяйства по структуре посевных площадей, построены ГИС-проекты такой структуры на период 2005-2010 годы, выявлены нарушения севооборотов. Дана оценка экономической эффективности использования данных ДЗЗ по сравнению с полевыми обследованиями.

Исходные данные

Космическая информация. В качестве исходных спутниковых данных для проведения исследований использовались снимки КА Landsat 7 за следующие даты: 18.04.2011, 27.05.2011, 05.06.2011, 07.07.2011.

Информация о структуре посевных площадей. Для сельскохозяйственной организации ПСХК «Александровский» Мясниковского района Ростовской области в качестве априор-

ной информации использованы распределения сельскохозяйственных культур по полям за 2005–2010 годы, называемые «структура посевных площадей» (структура севооборота). Планирование севооборотов и реализацию полевых работ хозяйство осуществляет на основе структуры севооборота на определенный (например, текущий) год, однако в официальной статистической отчетности напрямую участвует определенная форма, содержащая данные только о площадях посеянных сельскохозяйственных культур. Это позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время практически единственным источником достоверной информации по структуре севооборотов могут являться результаты обработки данных ДЗЗ.

Требования к севооборотам. Для получения оценок по соблюдению севооборотов используются требования агрономической науки Юга России (Ермоленко В.П., 1999) (таблица 1).

Таблица 1. Типичные нарушения чередования культур для Южных регионов РФ по полям севооборота (по В.П.Ермоленко)

1	Горох по гороху с чередованием менее 5-6 лет
2	Подсолнечник по подсолнечнику с чередованием менее 7-8 лет
3	Чередование по году прямое и обратное: пшеница <=> ячмень ячмень <=> овес свекла <=> рапс

Контроль севооборотов по данным ДЗЗ на примере ПСХК «Александровский»

Для указанной выше серии снимков КА Landsat 7 за 2011 год выполнена классификация сельскохозяйственных культур ПСХК «Александровский». В качестве эталонов взяты крупные поля хозяйства, классификация проведена по методу максимального правдоподобия в программном обеспечении ENVI. ГИС-представление результатов классификации (рис. 1) получено с помощью программного комплекса ArcGIS.

Сравнение структуры посевных площадей, полученной по результатам классификации спутниковых снимков, с данными хозяйства показало, что из 52 полей расхождение отмечено по 2 полям (670 и 729) и составляет 3,8% (рис.2). ГИС-представления структур посевных площадей созданы для периода 2005-2010 гг. Как пример, одно из таких ГИС-представлений показано на рис. 3.

ГИС-представления в виде набора план-схем являются наглядным, но недостаточно компактным и удобным для анализа динамики севооборотов. Предложим представление динамики севооборотов в виде матрицы. Введем обозначения:

– $S(i,j)$ – матрица севооборотов, $i = 1, \dots, I$ – строки, соответствующие номерам полей, $j = 1, \dots, J$ – столбцы, соответствующие годам,

– коды культур в ячейках матрицы: 1- подсолнечник, 2 – пар, 3 – озимая пшеница, 4 – кукуруза, 5 – ячмень, 6 – эспарцет, 7 – горох, 8 – яровая пшеница, 11 – гречиха, 12 – бахча, 14 – тритикале, 15 – соя.

В качестве примера в таб. 2 показан фрагмент матрицы севооборотов.

Таблица 2. Фрагмент матрицы севооборотов ПСХК «Александровский» за период 2005-2011гг.

№ поля	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	код	культура
729	1	2	3	3	4	3	3	1	подсолнечник
728	1	3	5+6	6	3	3	1	2	пар
727	3	7	3	3	1	3	7	3	озимая пшеница
726	3	3	1	3	3	2	3	4	кукуруза
725	7	3	3	1	3	8	3	5	ячмень

№ поля	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
724	2	3	3	7	3	3	1
723	3	1	3	4	3	3	1
722	3	1	3	3	7	3	3
721	3	7	3	3	1	3	3
735	5+6	6	3	1	3	3	7
742	5	5+6	6	3	3	1	3
736	3	1	8	3	7	3	3
737	3	3	7	3	3	1	3
738	3	1	3	3	5+6	6	3
743	1	3+5	5	3	1	3	3
744	1	1	4+9	3	3	1	3
...							

код	культура
6	эспарцет
7	горох
8	яровая пшеница
9	силос
10	лен
11	гречиха
12	бахча
13	дыни
14	тритикале
15	соя

Сканирование матрицы $S(i,j)$ по строкам позволяет для каждого поля на выделенном временном интервале по годам проследить нарушения севооборотов. В результате этого получается характеристическая матрица $H(i,j)$ такого же размера, элементами которой являются коды нарушений севооборота или незаполненные ячейки, если нарушений нет. Принятые коды нарушений севооборота:

- (-1) – принятый номер нарушения севооборота по таблице 1,
- (-2) – принятый номер нарушения севооборота по таблице 1,
- (-3) – принятый номер нарушения севооборота по таблице 1.

Вид характеристической матрицы для ПСХК «Александровский» показан в таблице 3.

Таблица 3. Нарушение требований по севооборотам за период 2005-2011 гг.

№ поля	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
743				-3	-2		
674				-2			
665						-3	
687				-3			
682							-2
655					-2		
670						-3	
653							
663					-2		-2

Матрица севооборотов $S(i,j)$ и матрица нарушений севооборотов $H(i,j)$ являются удобными формами для хранения и обмена данными о структуре посевных площадей и динамике севооборотов в электронном виде. Хранение указанной информации необходимо в автоматизированных системах управления растениеводством, а обмен данными необходим при получении с территорий интереса опорных данных.

На основании проведенных ранее исследований (Повх и др., 2008) получены оценки удельной стоимости тематического дешифрирования спутниковых снимков и стоимости детального наземного обследования для территории интереса. Для тематического дешифрирования учитываются затраты на приобретение данных ДЗЗ и зарплата специалистов, срок исполнения, для наземного обследования учитываются соответствующие затраты на объезд сельскохозяйственных полей на автотранспорте. Стоимость результатов по обработке данных ДЗЗ примерно в полтора раза ниже для снимков высокого пространственного разрешения. Удельные затраты на дешифрирование для снимков КА SPOT, RapidEye составили 0,35 руб./га, а удельные затраты на наземное обследование 0,56 руб./га. Для ПСХК «Александровский», имеющего площадь пашни 2,5 тыс. га затраты на обработку данных ДЗЗ составят 875 руб., а затраты на наземное обследование 1400 руб.

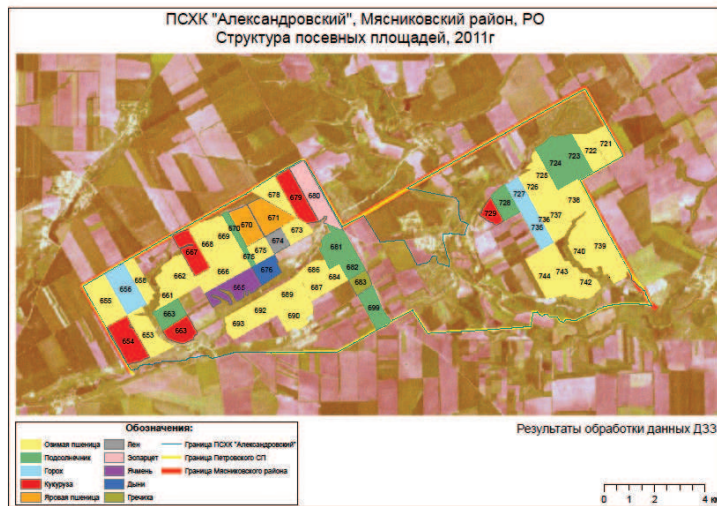


Рис. 1. Тематическая карта структуры посевных площадей по результатам классификации снимков КА Landsat 7 (апрель-июнь 2011г.)

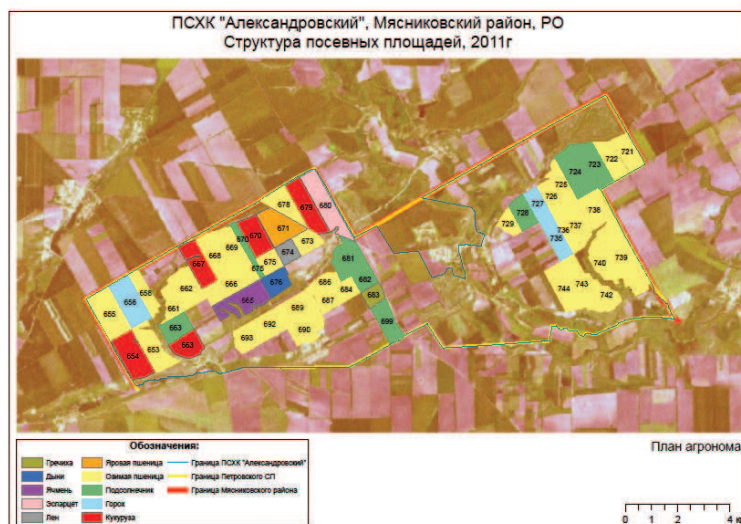


Рис. 2. Пример структуры посевных площадей территории интереса, 2011г.

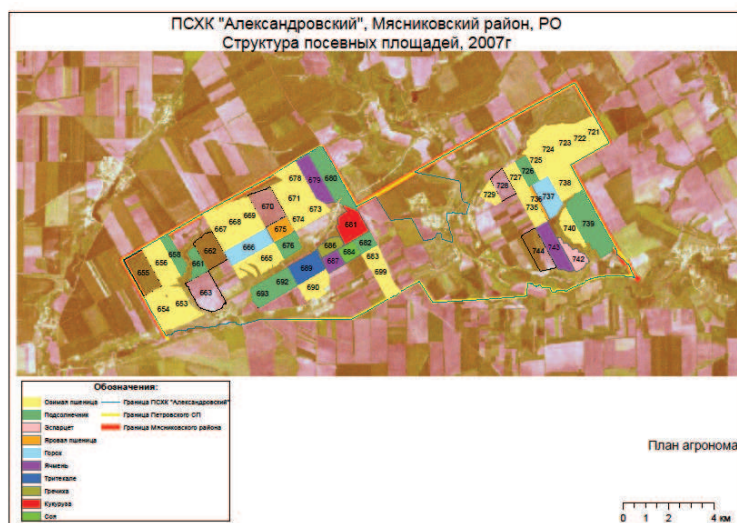


Рис. 3. Пример структуры посевных площадей территории интереса, 2007г.

Выводы

1. Использование данных ДЗЗ в настоящее время является единственным источником объективных данных по севооборотам на уровнях хозяйства, сельского поселения, муниципального района,
2. Предложено матричное представление о севооборотах, ориентированное на простые процедуры контроля нарушений севооборотов и удобный обмен информацией в электронном виде о структуре посевных площадей.

Литература

1. Повх В.И., Шляхова Л.А., Воробейчик Е.А. 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.
2. Повх В.И., Шляхова Л.А., Воробейчик Е.А. 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.
3. Ермоленко В.П. Научные основы земледелия Дона // Родина, 1999, 175 стр.

On an opportunity to use Earth's remote sensing data to control the violations in crop rotation

V.I. Povkh, E.A. Vorobeichik, B.R. Bekov, L.A. Shlaykhova

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

A solution of the problem is proposed concerning dynamics revealing in the crop area structure and estimates in the crop rotation observation based on satellite technologies using images of high resolution. Information about dynamics structure of the crop areas is formed on the level of single farms. Any agricultural field is considered as an element of such structure. To obtain the estimates of the crop rotation demands, requirements of the agronomy science for the South of Russia are used. Technique is proposed of the crop rotation dynamics and a table form of the information representation to observe their violations. GIS projects have been elaborated and the estimates of the crop rotation violations have been obtained for separate areas within space monitoring of Rostov region.

Key words: remote sensing of the Earth, satellite images, FIS-projects, crop rotation.