

Опыт применения спутниковой информации Landsat 7 ETM+ для изучения растительности агрофитоценозов на территории Хакасии

Е.Ю. Жукова¹, Т.М. Зоркина¹, В.М. Жукова¹, А.П. Шевырногов²

¹Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова
655 017, Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Ленина, 90
E-mail: biosara@mail.ru

²Институт биофизики СО РАН
660036, г. Красноярск, Академгородок
E-mail: ap@ibp.ru

На основе проведенных геоботанических исследований в пределах Алтайского района (Хакасия) выделены основные типы агрофитоценозов, в том числе и залежей. На основе спутниковой информации проведено картирование растительности и составлена картосхема сельскохозяйственных угодий на примере хозяйства «Алтайское» (Хакасия). Осуществлено сравнение состояния различной растительности в осенний период с помощью спектральных индексов.

Введение

Сельскохозяйственное изучение территории – одно из эффективных направлений использования космической информации. Круг вопросов, решение которых возможно по космическим снимкам очень широк и включает в себя как задачи оперативного получения информации о фенологическом состоянии, степени поврежденности посевов, составе культур, используемые, главным образом, для прогнозирования урожайности, так и задачи тематического картографирования сельского хозяйства и создания карт сельскохозяйственных угодий, использования земель, почв [1].

Цель работы - разработка комплексного подхода для изучения агрофитоценозов с привлечением спутниковой и наземной информации. Цель включала в себя следующие задачи:

- создание векторной карты территории исследования;
- анализ спутниковых данных для оценки состояния различных агрофитоценозов по спектральным индексам;

Вышеуказанный подход был реализован на территории хозяйства «Алтайское» (Алтайский район, Хакасия), где предварительно проводились геоботанические исследования растительных сообществ залежных, сенокосных и пастбищных земель (Зоркина, 2001). Территория исследования общей площадью 142 тыс. га относится к Алтайскому холмисто-степному району Койбальского округа, который характеризуется резко континентальным климатом. Радиационный баланс составляет 33-34 ккал/см², из которого на испарение затрачивается 65%. Сумма температур за теплое время года составляет 1880-1950⁰С. Продолжительность безморозного периода 117-119 дней (наибольшая на территории Хакасии). Годовое количество осадков 320 мм; с апреля по октябрь осадков выпадает около 270 мм [2]. На данной территории посевы сельскохозяйственных культур расположены узкими полосами (кулисами), что затрудняет картографирование пахотных земель с позиции спутникового мониторинга.

Методика исследований

Для построения векторной картосхемы использовали снимок Landsat 7 ETM+ за 4 сентября 2001 г. Состояние растительности определяли на основе вегетационного (NDVI) и водного (NDWI) индексов, полученных с помощью программы ENVI 4.0. [3]. Наземные исследования

растительности сельскохозяйственных угодий проводились в 2001 г. стандартными геоботаническими методами.

Результаты

Полученные при наземном картографировании контура растительности сельскохозяйственных угодий были отвекторизированы и наложены на космический снимок с соответствующей УТМ проекцией (рис. 1). Полученные векторные контуры были переведены в тестовые участки (регионы интереса), для каждого из них были рассчитаны спектральные индексы и получена площадь (табл. 1).

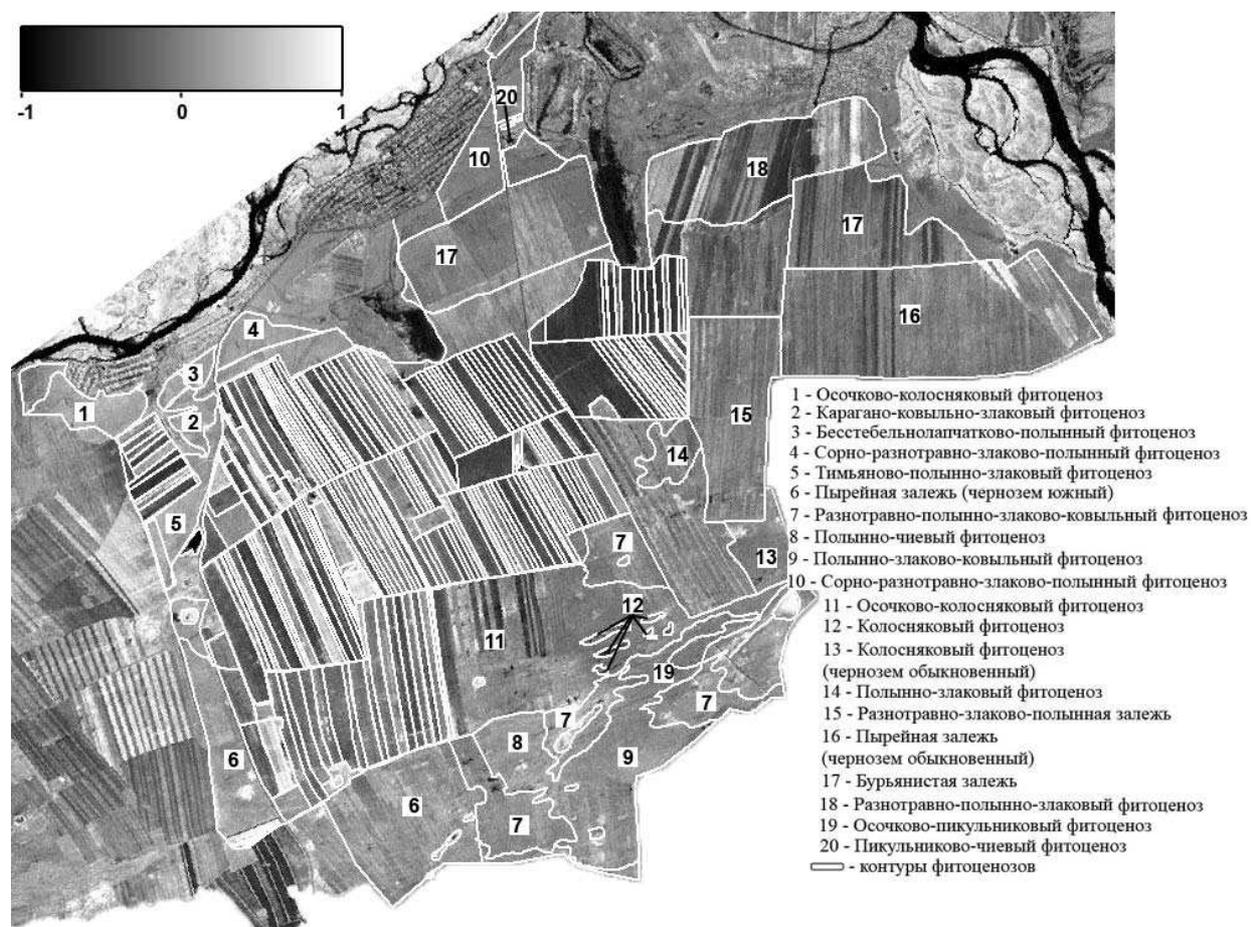


Рис. 1. Векторная картосхема хозяйства Алтайское, наложенная на снимок Landsat 7 ETM+ (NDVI) с указанием отдельных агрофитоценозов

Анализ полученных результатов показал, что в 2001 г. наибольшими по площади были фитоценозы пырейной залежи на черноземах южных, разнотравно-полынно-злаково-ковыльный, осочково-колосняковый, пырейной залежи на черноземах обыкновенных и бурьянистой залежи – соответственно - 1907, 1304, 1536, 1380 и 1206 га. Минимальные значения вегетационного индекса (0,16-0,17) отмечены у колоснякового фитоценоза, пырейной залежи, расположенной на черноземе обыкновенном, бурьянистой залежи и разнотравно-полынно-злаковом фитоценозе. При этом данным контурам соответствовал достаточно низкий водный индекс, например NDWI 2130 в среднем около 0,10-0,11;

Высокие значения вегетационного и водного индекса отмечены в осочково-колосняковом, бесстебельнолапчатково-полынном и тимьяно-полынно-злаковом фитоценозах – NDVI=0,28-0,29,

NDWI 1640=0, NDWI 2130=0,25. Таким образом, в основном фитоценозы с высоким вегетационным индексом имеют и высокий водный индекс и наоборот.

Таблица 1. Сравнение спектральных индексов основных агрофитоценозов на территории хозяйства «Алтайское»

№ кон-тура	Фитоценоз	NDVI		NDWI 1640		NDWI 2130		Площадь, га
		x	mx	x	mx	x	mx	
Ф1	Осочково-колосняковый	0,29	0,05	0,00	0,03	0,25	0,05	193,72
Ф2	Карагано-ковыльно-злаковый	0,27	0,04	-0,03	0,04	0,21	0,05	182,68
Ф3	Бесстебельнолапчатково-полынный	0,28	0,03	-0,01	0,03	0,25	0,03	73,35
Ф4	Сорно-разнотравно-злаково-полынный	0,27	0,03	-0,01	0,03	0,24	0,04	339,85
Ф5	Тимьяно-полынно-злаковый	0,29	0,05	-0,02	0,05	0,24	0,06	238,96
Ф6	Пырейная залежь (чернозем южный)	0,24	0,08	-0,04	0,08	0,19	0,10	1907,41
Ф7	Разнотравно-полынно-злаково-ковыльный	0,23	0,06	-0,04	0,05	0,18	0,07	1304,39
Ф8	Полынно-чиевый	0,27	0,05	-0,02	0,04	0,22	0,05	229,70
Ф9	Полынно-злаково-ковыльный	0,25	0,06	-0,04	0,04	0,18	0,06	399,47
Ф10	Осочково-пикульниковый	0,18	0,04	-0,06	0,03	0,13	0,05	408,07
Ф11	Осочково-колосняковый	0,19	0,09	-0,07	0,08	0,13	0,12	1536,37
Ф12	Колосняковый	0,16	0,09	-0,08	0,05	0,10	0,08	55,56
Ф13	Колосняковый (чернозем обыкновенный)	0,21	0,06	-0,07	0,06	0,15	0,08	201,03
Ф14	Полынно-злаковый	0,20	0,06	-0,06	0,06	0,14	0,08	145,72
Ф15	Разнотравно-злаково-полынная залежь	0,19	0,05	-0,09	0,04	0,12	0,05	778,79
Ф16	Пырейная залежь (чернозем обыкновенный)	0,17	0,06	-0,11	0,04	0,10	0,06	1379,53
Ф17	Бурьянистая залежь	0,17	0,07	-0,08	0,04	0,11	0,07	1206,19
Ф18	Разнотравно-полынно-злаковый	0,16	0,14	-0,05	0,12	0,13	0,16	857,66
Ф19	Сорно-разнотравно-злаково-полынный	0,22	0,05	-0,04	0,06	0,20	0,07	498,23
Ф20	Пикульниково-чиевый	0,17	0,12	0,00	0,07	0,18	0,10	33,55

Также были составлены векторные картосхемы пространственной структуры полей по спутниковым снимкам Landsat 7 ETM+ за 2001 и 2006 гг, которые были интерпретированы на основе наземных данных (Табл. 2). Как видно из таблицы 2 точность оценки площадей пахотных земель составляет в среднем 5-10 %. Максимальная погрешность в 2001 составила на посевах гречихи (24,4 %), в 2006 г. для посевов кукурузы (18,2%). Это связано с небольшими размерами данных полей.

Таблица 2. Анализ состояния пространственной структуры полей на основе спутниковых снимков Landsat 7 ETM+ (2001 и 2006 гг.)

Культура	2001			2006		
	Площадь по наземным данным, га	Площадь по спутниковым данным, га	Отклонение, %	Площадь по наземным данным, га	Площадь по спутниковым данным, га	Отклонение, %
ячмень	577	549,7	4,7	-	-	-
кукуруза	326	354	8,6	162	132,6	18,2
пар	577	566,2	1,9	-	-	-
подсолнечник	322	303,9	5,6	-	-	-
пшеница	1199	1247,8	4,1	194	186,1	4,1
овес	255	262,9	3,1	1345	1368,1	1,7
картофель	54	61,2	13,4	-	-	-
гречиха	47	58,5	24,4	-	-	-
костер	-	-	-	583	570,3	2,2
Всего:	3357	3404,2		2284	2257	

Наиболее точные показатели представлены для паров в 2001 г - 1,9 % и для посевов овса в 2006 г. - 1,7 %. В период с 2001 по 2006 г. наблюдалось по спутниковым данным уменьшение в 2 раза используемых сельскохозяйственных земель на территории АО «Алтайское».

Заключение

Таким образом, спутниковые данные Landsat 7 ETM+ являются пригодными для картографирования растительности и подсчета площадей сельскохозяйственных угодий на территориях со сложной пространственной структурой, обусловленной условиями возделывания в засушливой зоне.

Литература

1. Салищев К.А., Книжников Ю.Ф. Космическая съемка и тематическое картографирование. М.: Изд-во МГУ, 1980. 272 с.
2. Куминова А.В. Растительный покров Хакасии / А.В. Куминова. – Новосибирск: Наука, 1976. 424 с.
3. Daoyi Chen, Jingfeng Huang, Tomas J. Jackson. Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near-and short-wave infrared bands// Remote Sensing of Environment 2005, P. 225 – 236.