

# Анализ структуры и состояния агрофитоценозов Минусинской котловины на основе применения спутниковой информации

Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск

Жукова Е.Ю.

**ap@ibp.ru**  
**biosara@mail.ru**

**Цель** – исследование пространственно-временных характеристик и состояния агрофитоценозов на основе комплексного использования многозональных спутниковых изображений и данных наземных исследований в пределах Минусинской котловины.

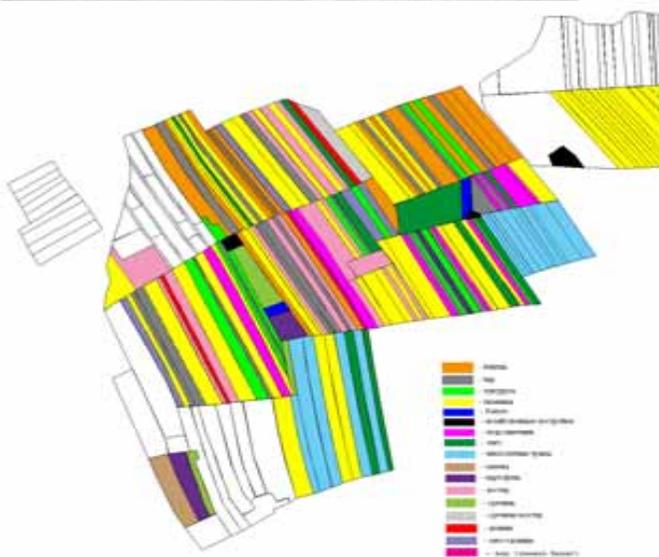
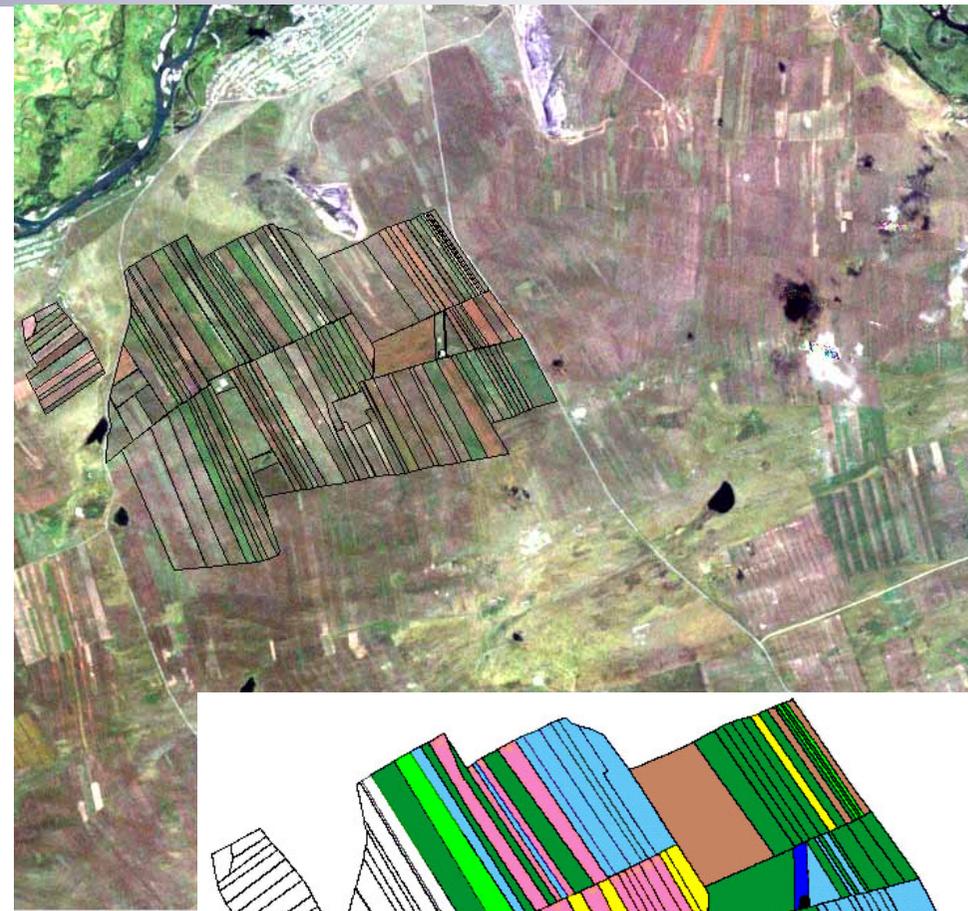
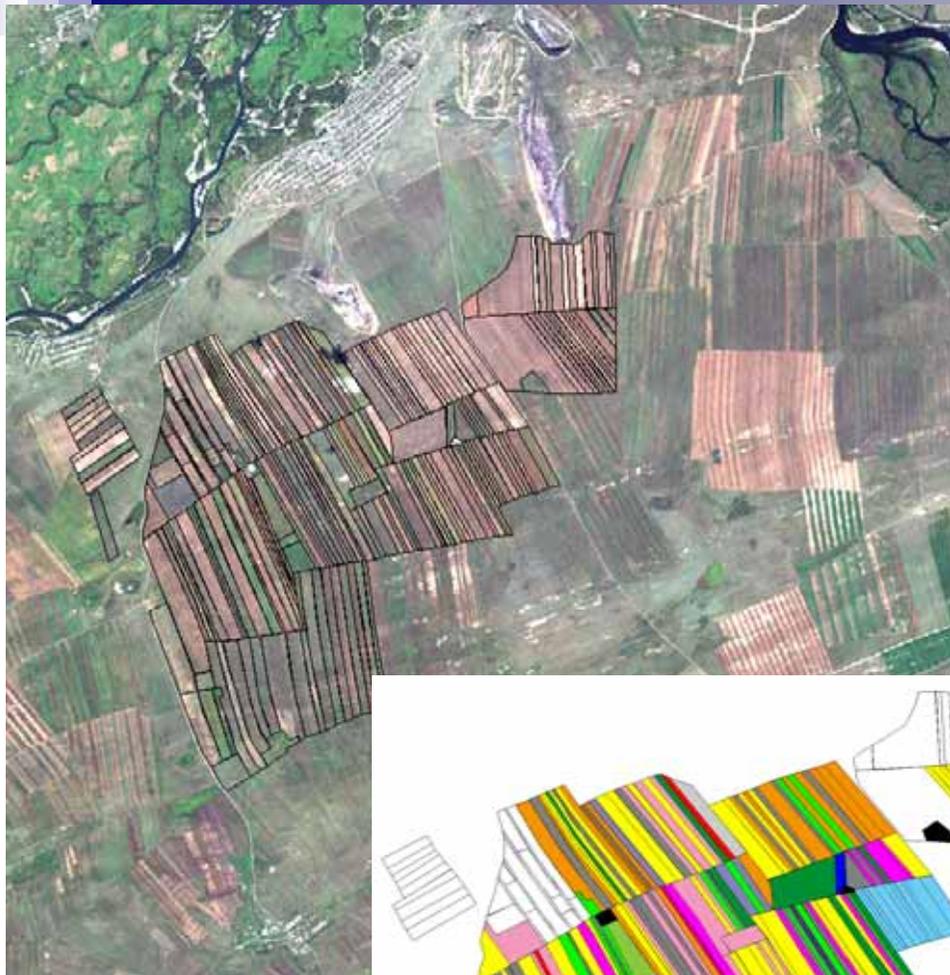
**Задачи:**

- изучение динамики надземной сырой и сухой фитомассы культурных посевов и залежей в пределах тестовых участков наземными методами;
- изучение состояния агрофитоценозов на основе анализа данных наземных наблюдений и спектральных индексов (NDVI и NDWI), полученных космической аппаратурой среднего разрешения;
- создание картосхем пространственной структуры пахотных земель и севооборота на основе совместного использования спутниковых и наземных данных.

Тестовый участок в Минусинском  
районе (Красноярский край).  
Снимок Landsat 7 ETM+, синтез  
RGB 3:2:1, 2 сентября 2006 г.



Тестовый участок в Алтайском  
районе (Республика Хакасия).  
Снимок Landsat 7 ETM+, синтез  
RGB 3:2:1, 2 сентября 2006 г.

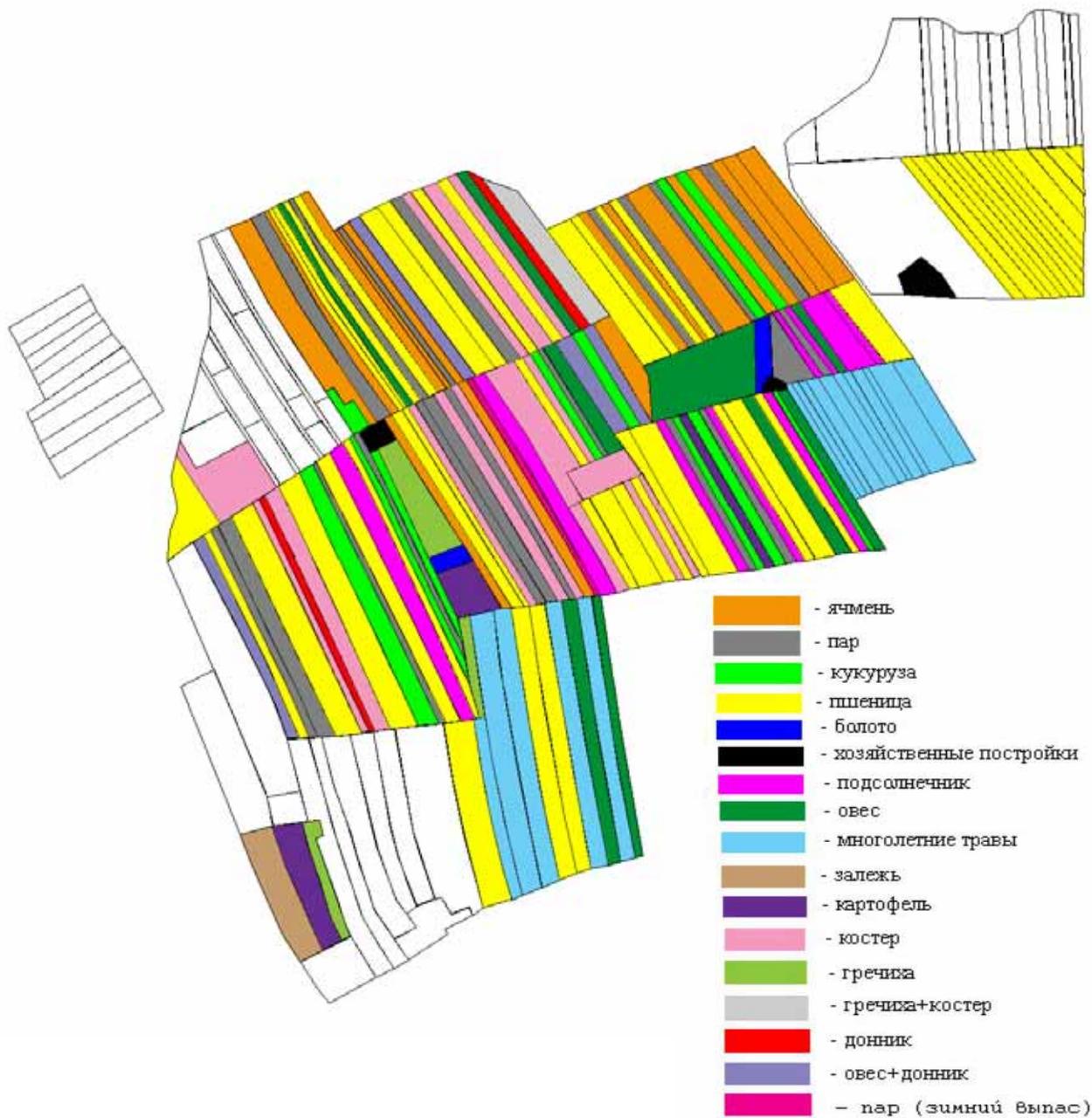


2001 г.

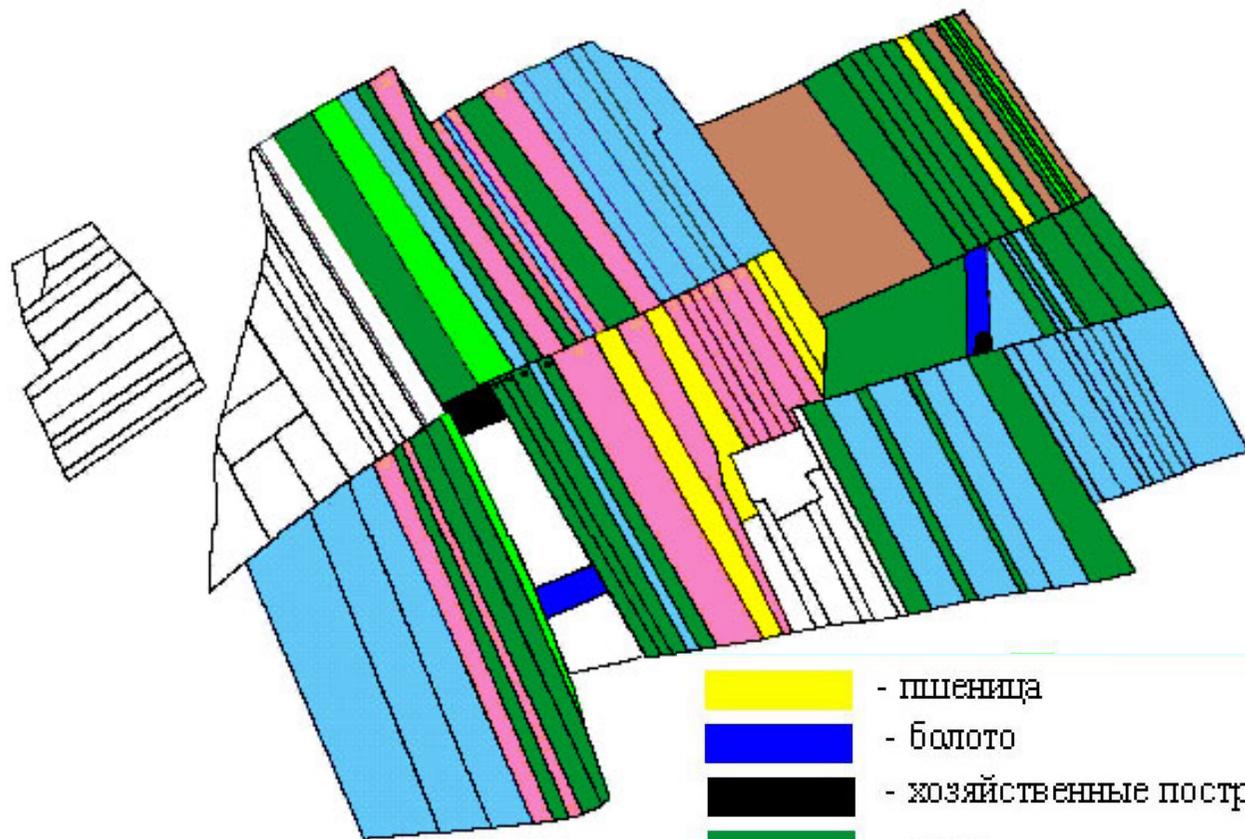
2006 г.

**Картосхемы севооборотов сельскохозяйственных угодий в Алтайском районе (Республика Хакасия) в 2001 и 2006 гг.**

# Пространственная структура посевов и севооборота в хозяйстве «Алтайское» (Алтайский район, Хакасия) в 2001 г.



## Пространственная структура посевов и севооборота в хозяйстве «Алтайское» (Алтайский район, Хакасия) в 2006 г.

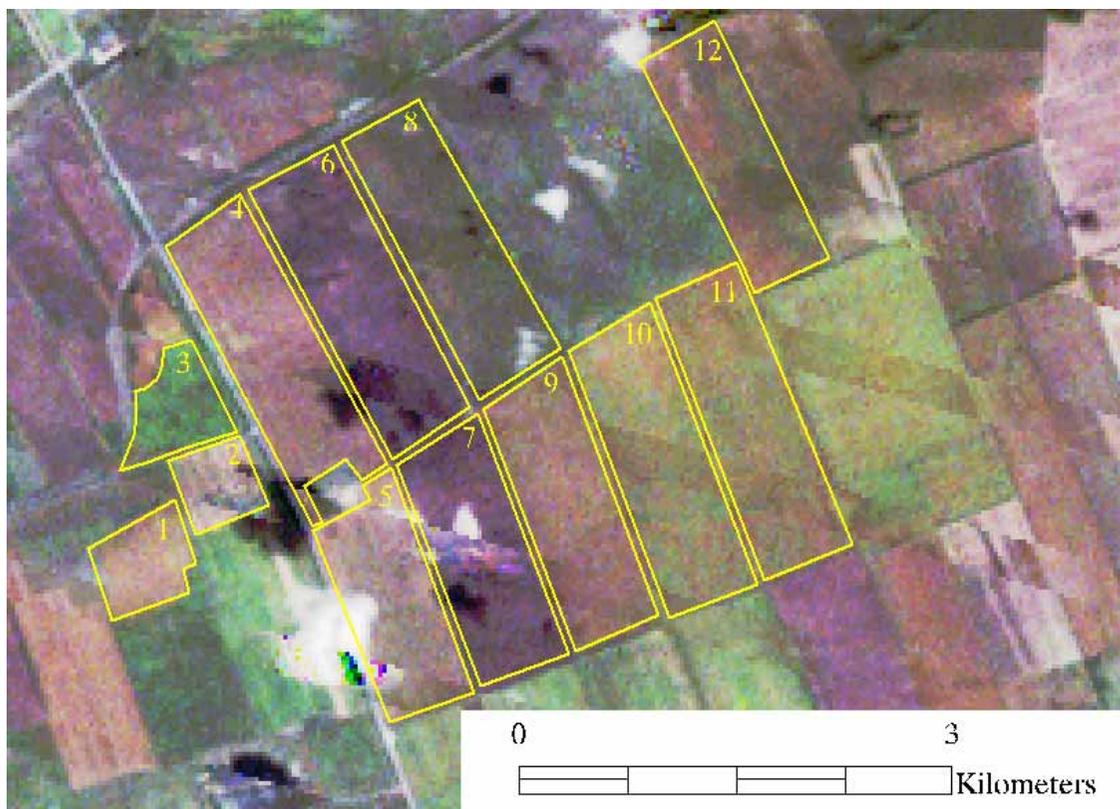


-  - пшеница
-  - болото
-  - хозяйственные постройки
-  - овес
-  - многолетние травы
-  - залежь
-  - коостер

**Анализ состояния пространственной структуры пахотных 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
<b>Всего:</b>	<b>3357</b>	<b>3404,2</b>		<b>2284</b>	<b>2257</b>	

## Картосхема пространственной структуры посевов и севооборота на тестовом участке в Минусинском районе (Красноярский край) в 2006 г.



№	Название культуры	Площадь, га
1	пшеница	38
2	убранная кукуруза	27
3	картофель	37
4	пшеница	129
5	пшеница	98
6	пары	135
7	пары	113
8	злаковая залежь	125
9	пшеница	116
10	гречиха	133
11	гречиха	129
12	пшеница на зеленую массу	101

## Вегетационный индекс

Нормализованный дифференциальный вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - показатель количества фотосинтетически активной биомассы:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \text{ где}$$

NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра (0,76-0,90 мкм)

RED - отражение в красной области спектра (0,63-0,69 мкм)

## Водный индекс

NDWI (Normalized Difference Water Index) нормализованный дифференциальный водный индекс – показатель относительного содержания воды в растениях:

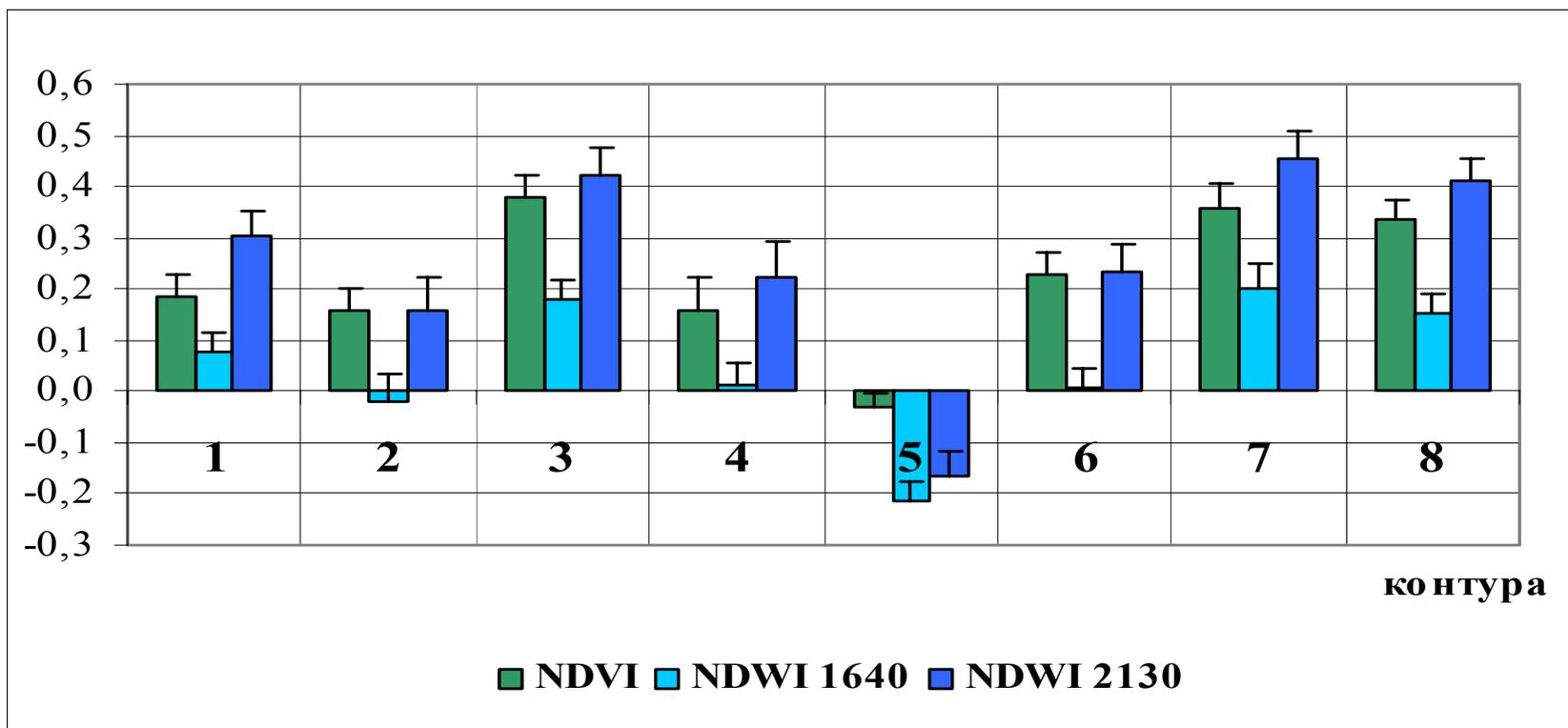
$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}, \text{ где}$$

NIR - отражение в ближней инфракрасной области спектра

SWIR – отражение в коротковолновой инфракрасной области спектра .

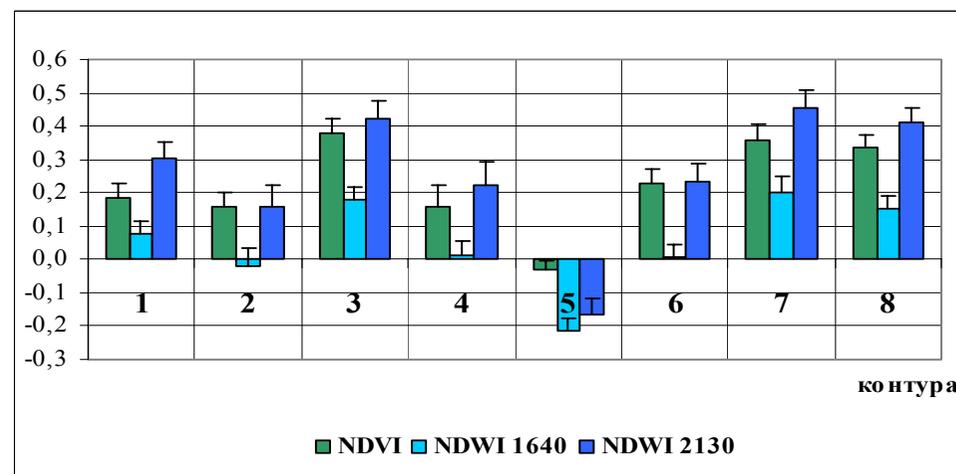
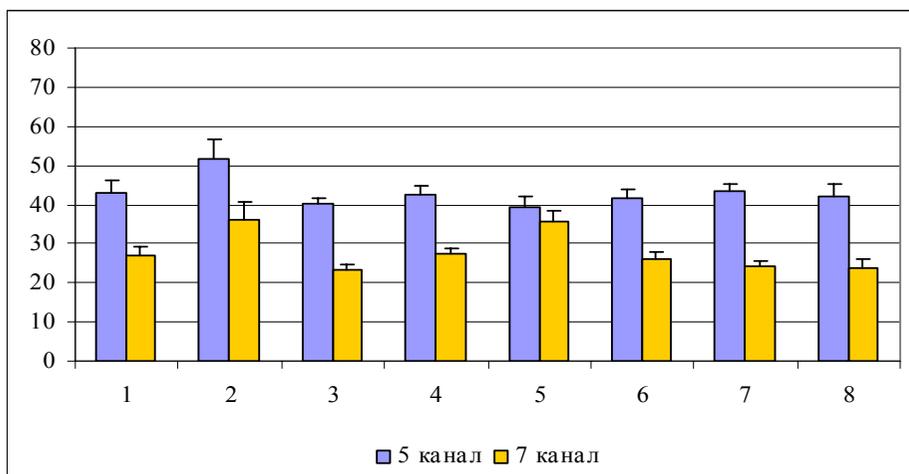
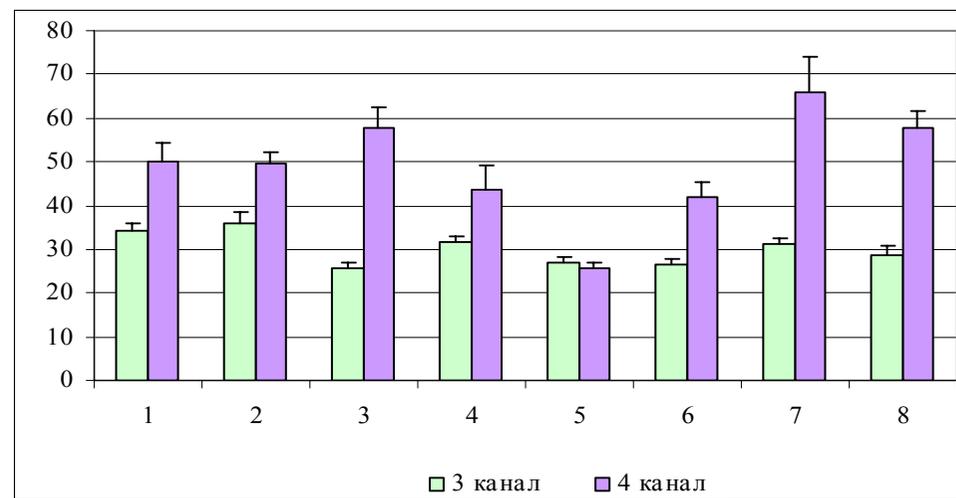
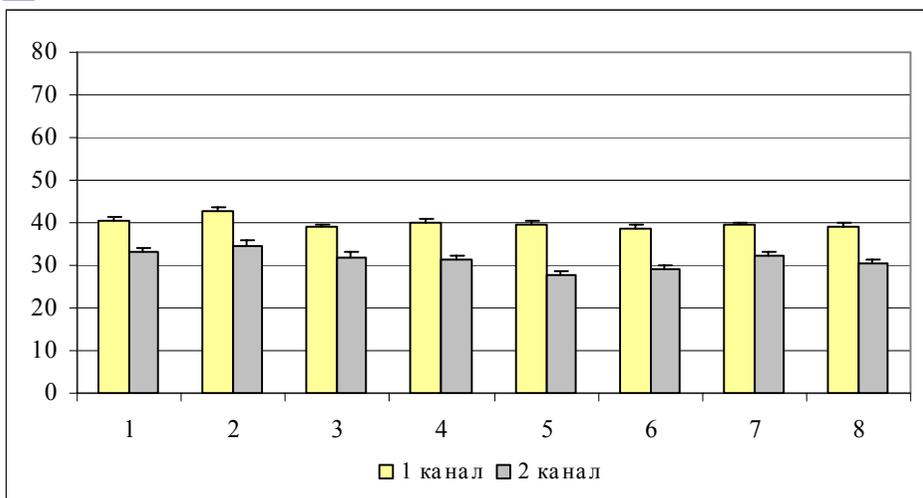
для расчета NDWI 1640 - SWIR (1,55-1,75 мкм)

для расчета NDWI 2130 - SWIR (2,08-2,35 мкм)



Сравнение вегетационного и водного индексов сельскохозяйственных объектов на территории тестового участка в Минусинском районе (Красноярский край) в 2006 г.

1 – пшеница; 2 - убранная кукуруза; 3 – картофель; 4 – пшеница;  
 5 – пары; 6 - злаковая залежь (колосняк ветвистый); 7 – гречиха;  
 8 - пшеница на зеленую массу

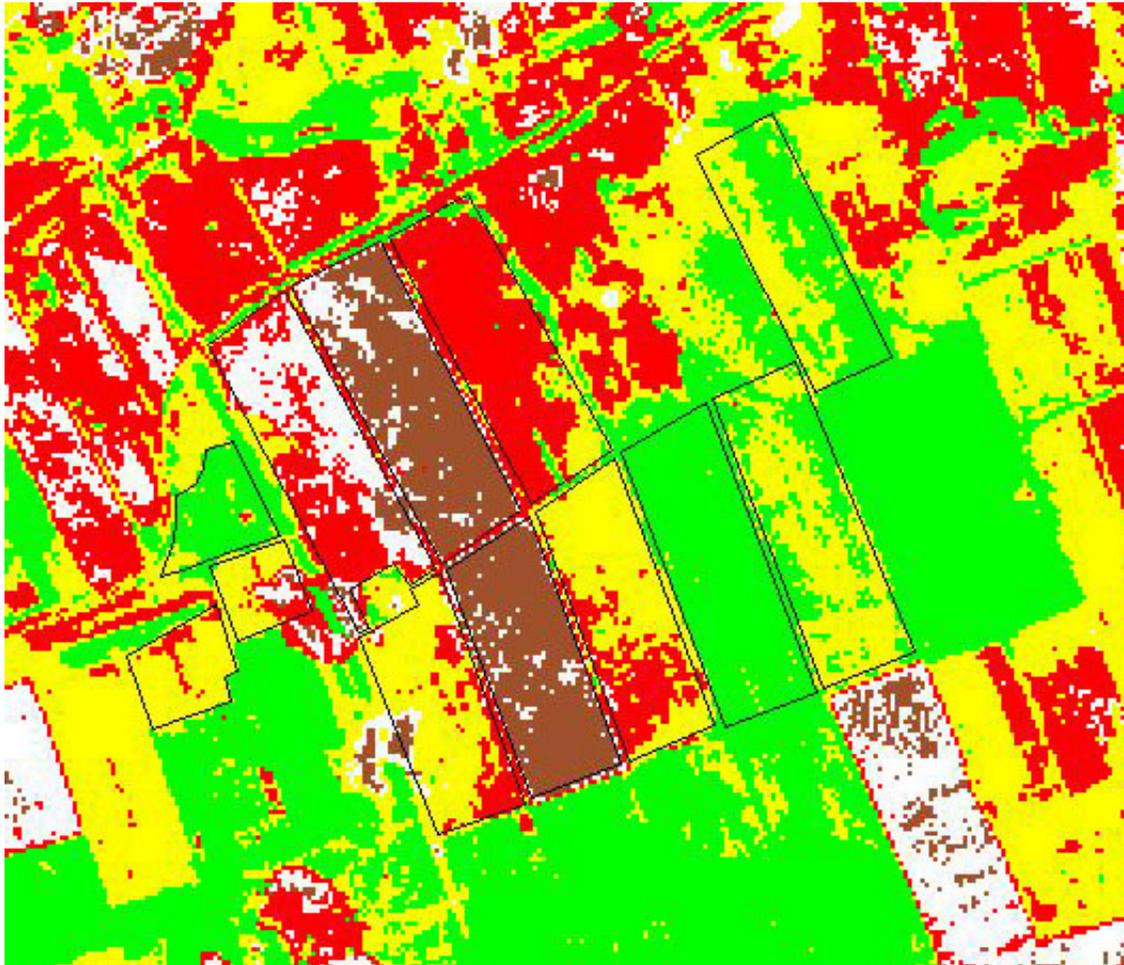


## Сопоставление спектральных характеристик сельскохозяйственных объектов на территории Минусинского района, Красноярский край в 2006 г.

1 – пшеница; 2 - убранная кукуруза; 3 – картофель; 4 – пшеница; 5 – пары; 6 - злаковая залежь (колосняк ветвистый); 7 – гречиха; 8 - пшеница на зеленую массу

По оси у – яркость пикселя от 0 до 255

# Результат классификации сельскохозяйственных угодий по методу дерева решений на основе использования спектральных характеристик растительности



Классы:



1 – пшеница; 2 - убранный кукуруза; 3 – картофель; 4 – пшеница; 5 – пары; 6 - злаковая залежь (колосняк ветвистый); 7 – гречиха; 8 - пшеница на зеленую массу

## Погодные условия на территории исследования за 2005-2006

Год	Район исследования	Июнь		Июль		Август	
		Средне - суточная температура, С	сумма осадков, мм	Средне-суточная температура, С	сумма осадков, мм	Средне - суточная температура, С	сумма осадков, мм
2005	Алтайский район	18,3	33,4	22,4	65,0	17,9	125,6
2006	Алтайский район	18,8	20,8	19,3	104,6	14,9	54,6
	Минусинский район	18,7	45,3	19,4	102,0	14,8	52,6



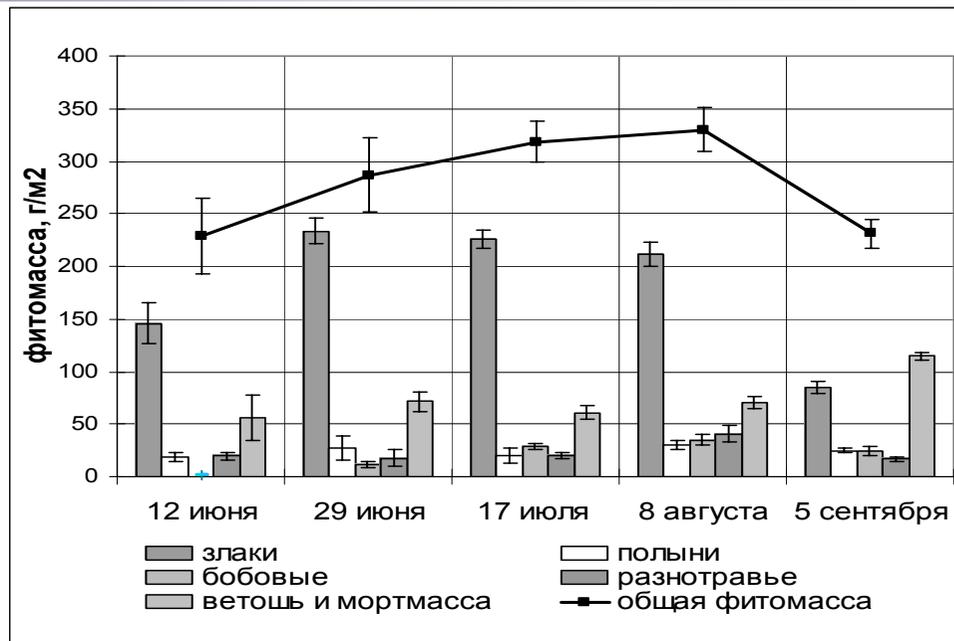
**Кострцовая залежь (Алтайский район, республика Хакасия), 5 сентября 2006 г.**

**Спектральные индексы (снимок Landsat 7 ETM+, 2 сентября 2006):**

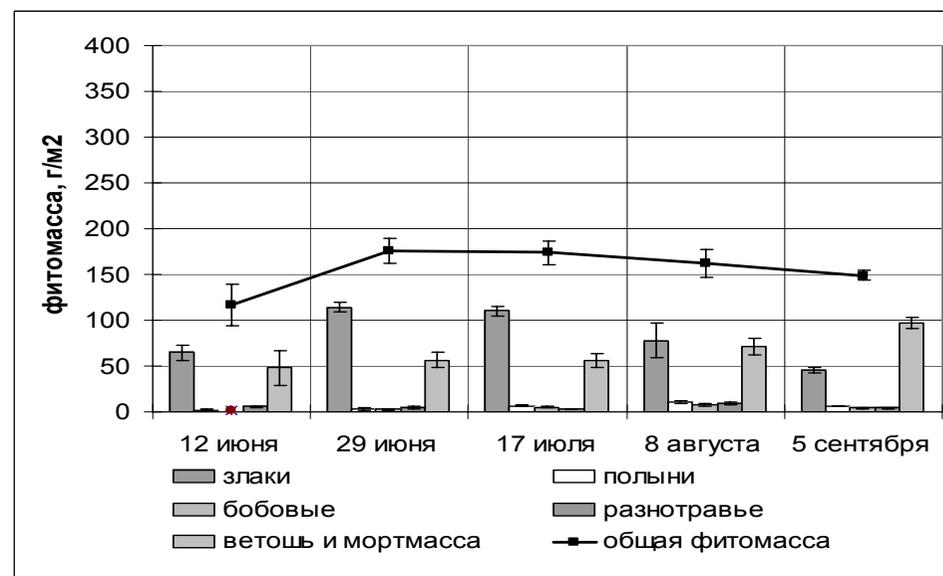
**NDVI = 0,18**

**NDWI 1640 = -0,08**

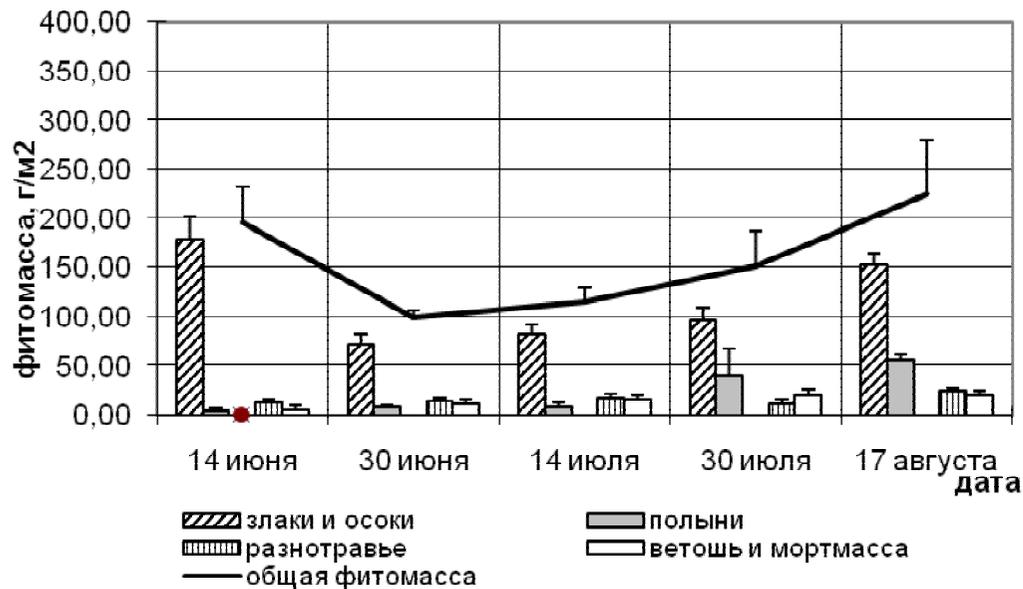
**NDWI 2130 = 0,13**



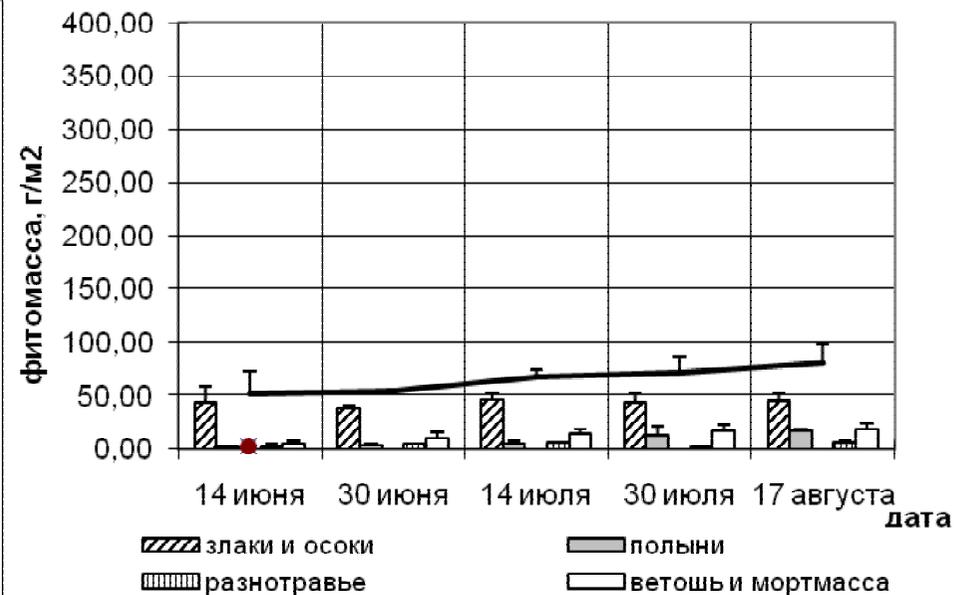
Динамика надземной сырой фитомассы кострцовой залежи, 2006 г.



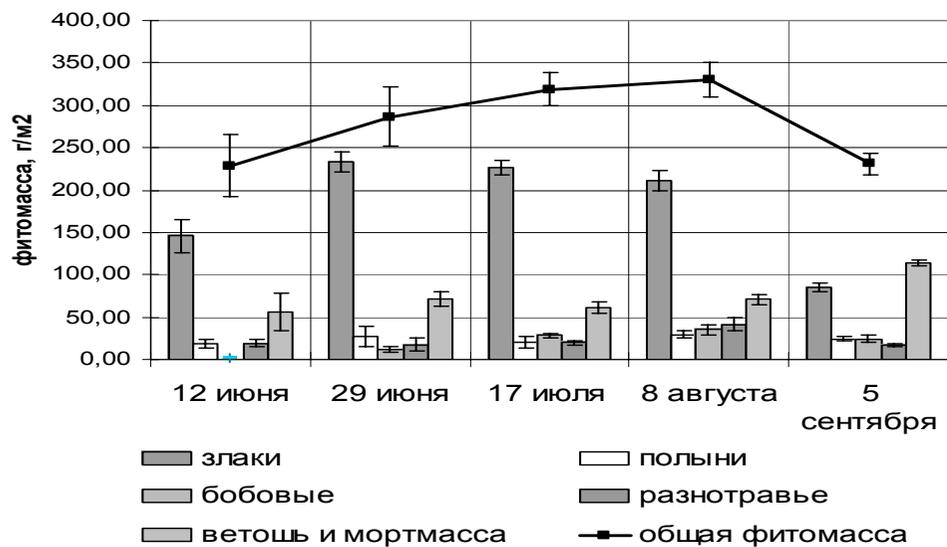
Динамика надземной сухой фитомассы кострцовой залежи, 2006 г.



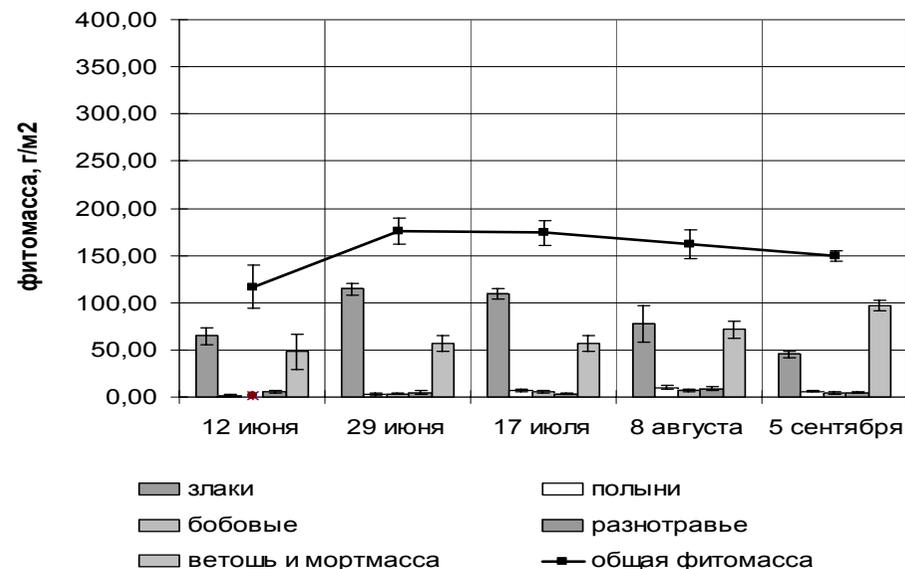
Динамика надземной сырой фитомассы на костречовой залежи (Алтайский район), 2005 г.



Динамика надземной сухой фитомассы на костречовой залежи (Алтайский район), 2005 г.



Динамика надземной сырой фитомассы на костречовой залежи (Алтайский район), 2006 г.



Динамика надземной сухой фитомассы на костречовой залежи (Алтайский район), 2006 г.



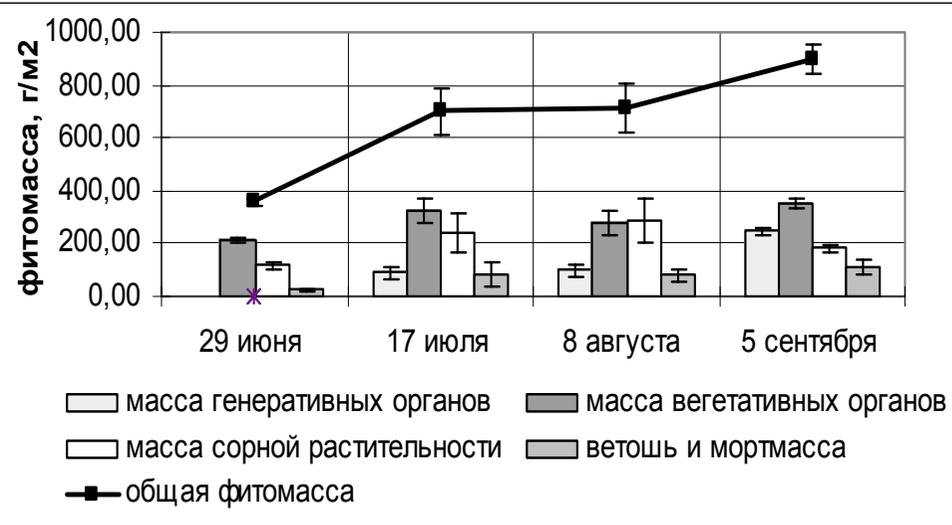
**Посев овса (Алтайский район, республика Хакасия), 5 сентября 2006 г.**

**Спектральные индексы (снимок Landsat 7 ETM+, 2 сентября 2006):**

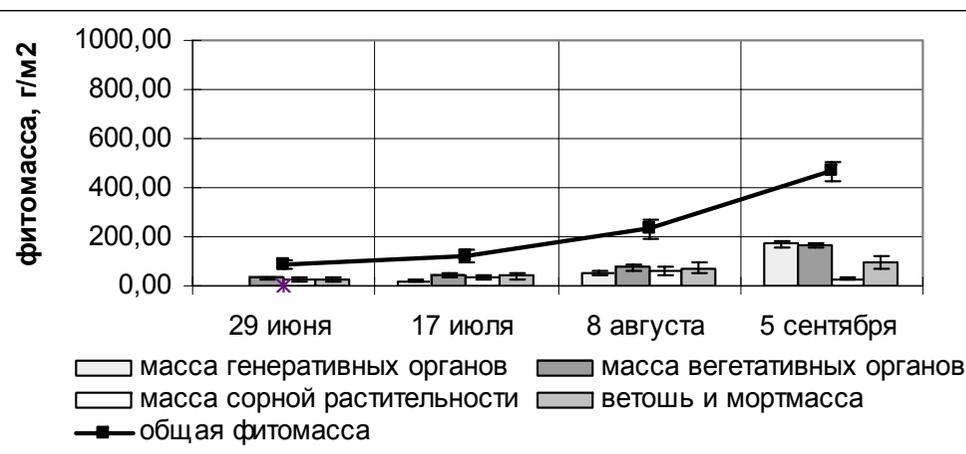
**NDVI = 0,12**

**NDWI 1640 = 0,01**

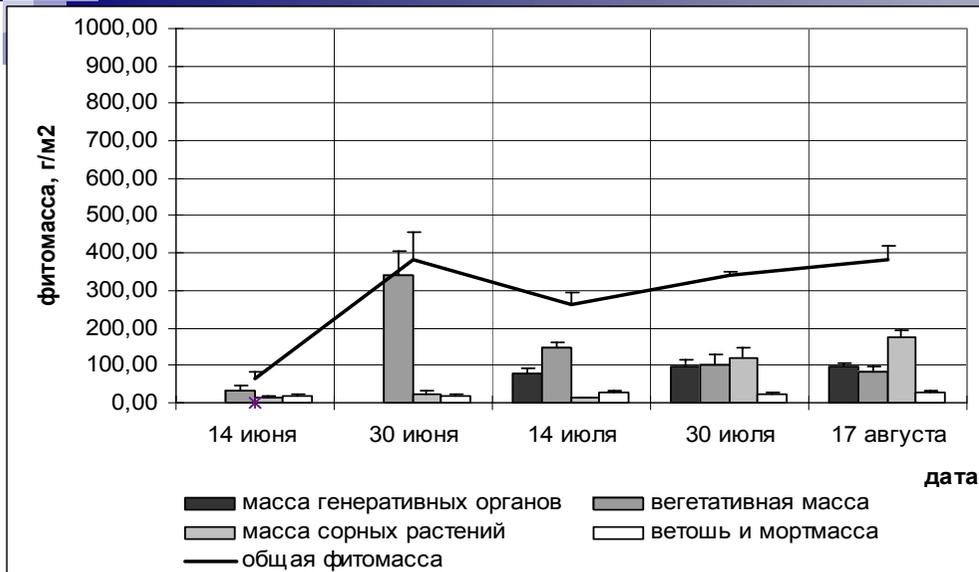
**NDWI 2130 = 0,23**



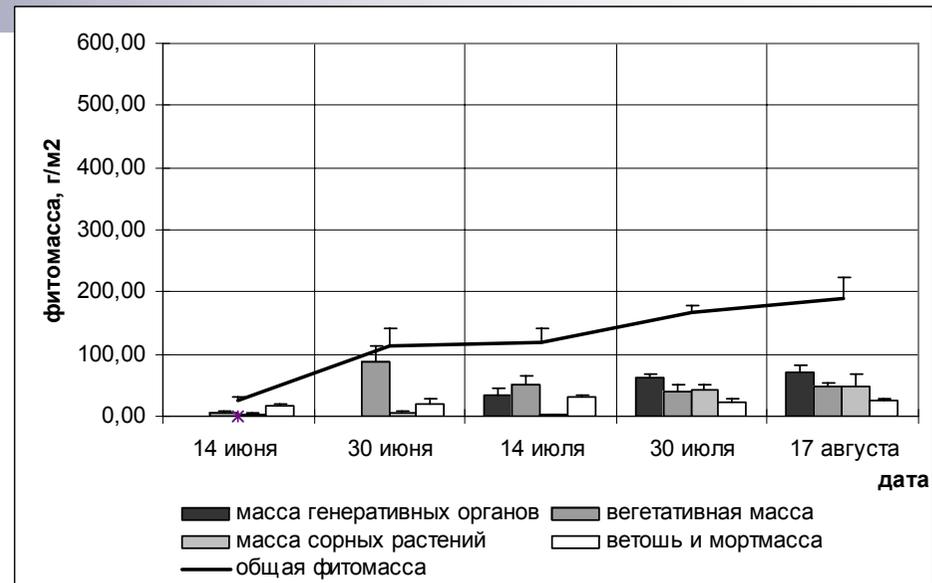
Динамика надземной сырой фитомассы посева овса, 2006 г.



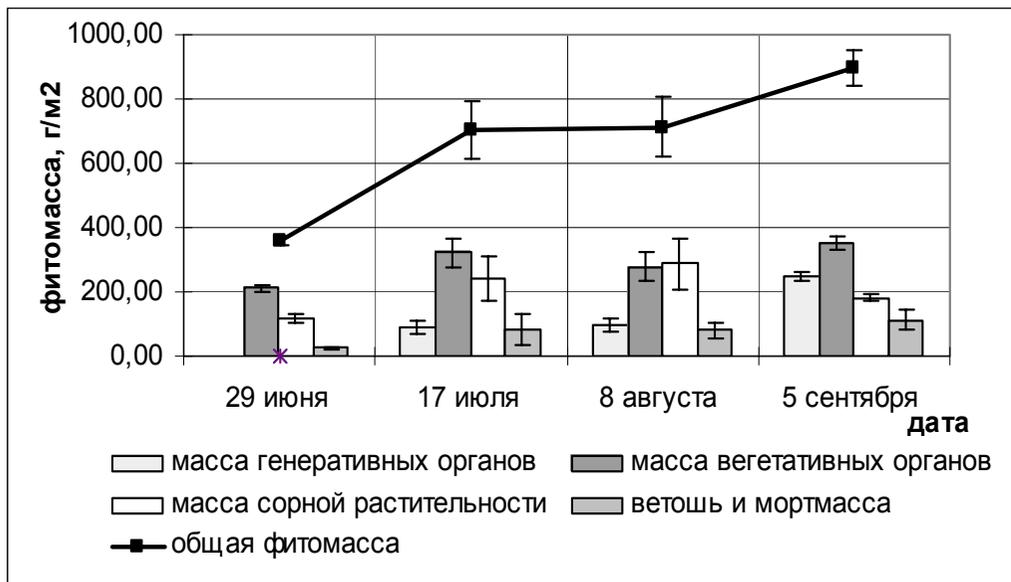
Динамика надземной сухой фитомассы посева овса, 2006 г.



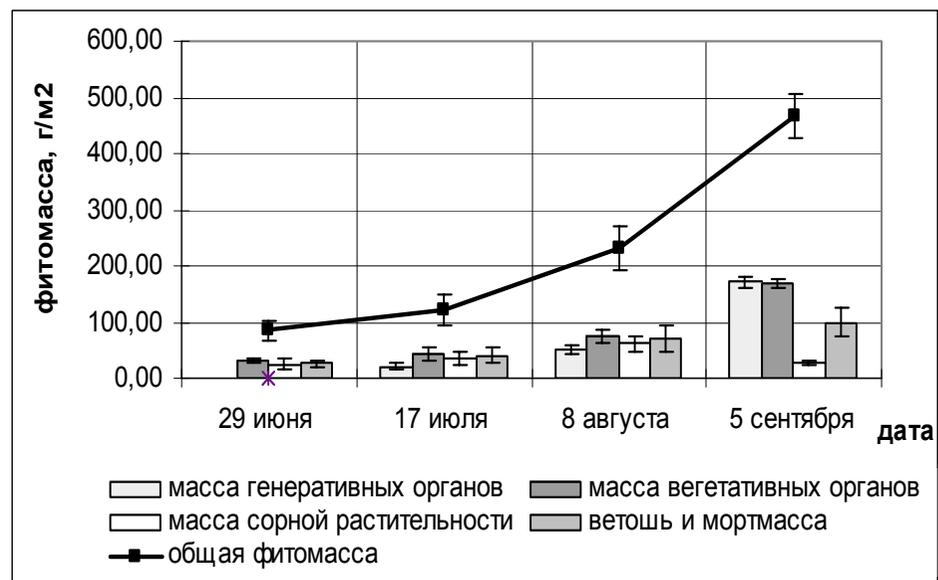
Динамика надземной сырой фитомассы посева овса (Алтайский район), 2005



Динамика надземной сухой фитомассы посева овса (Алтайский район), 2005



Динамика надземной сырой фитомассы посева овса (Алтайский район), 2006



Динамика надземной сухой фитомассы посева овса (Алтайский район), 2006



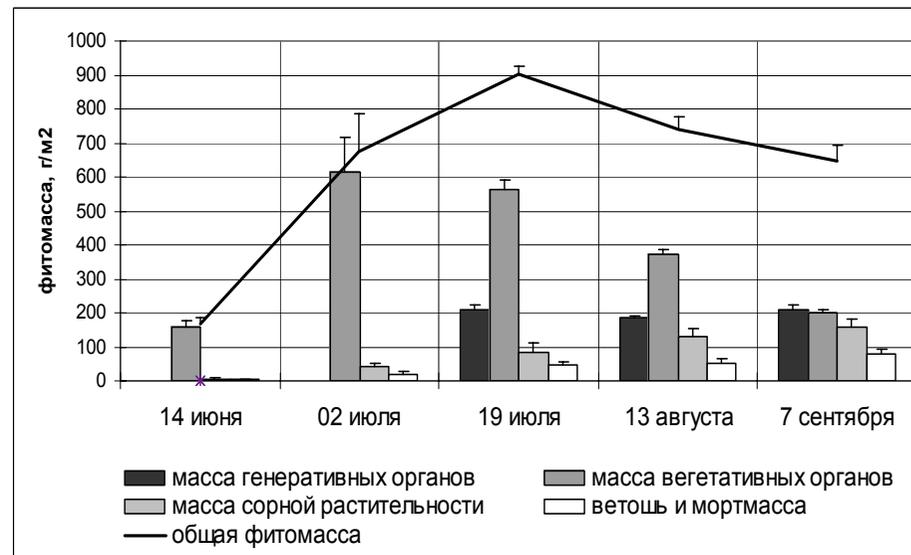
**Посев пшеницы (Минусинский район,  
Красноярский край), 7 сентября 2006 г.**

**Спектральные индексы (снимок  
Landsat 7 ETM+, 2 сентября 2006):**

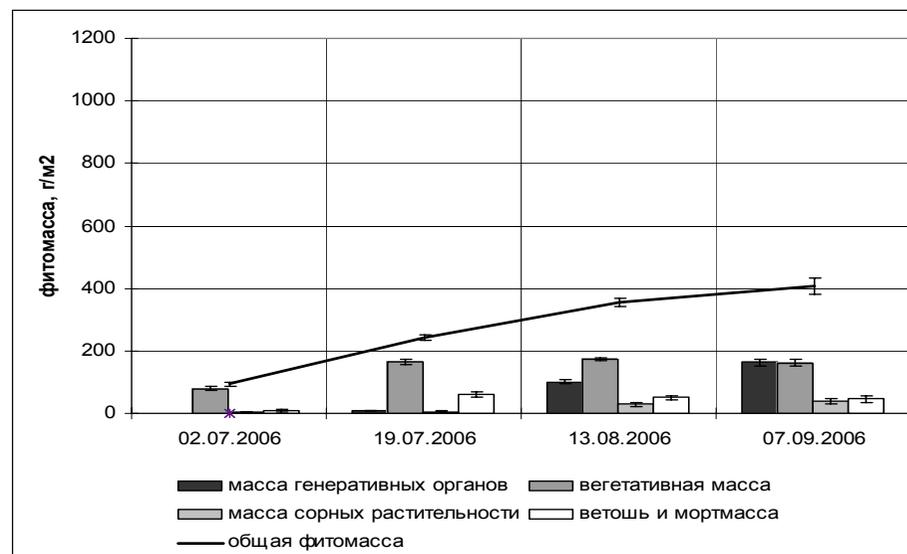
**NDVI = 0,21**

**NDWI 1640 = 0,11**

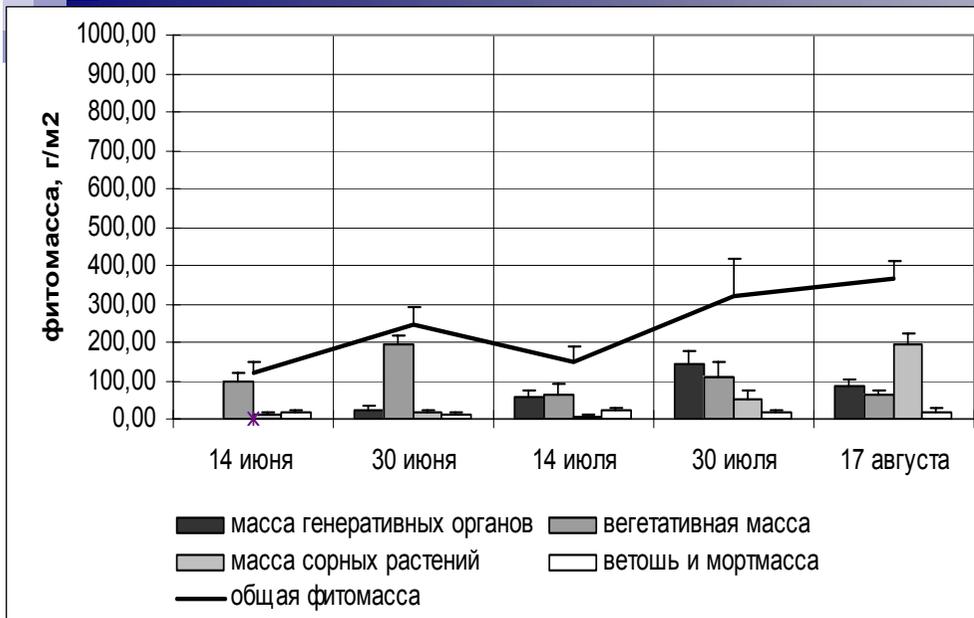
**NDWI 2130 = 0,35**



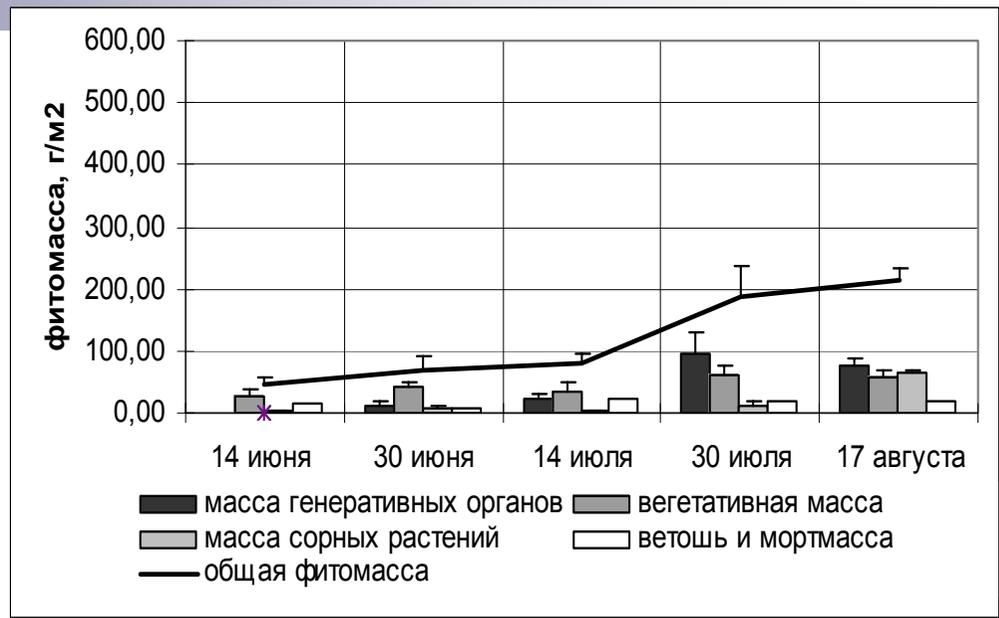
**Динамика сырой надземной фитомассы посева пшеницы (Минусинский район) в 2006 г.**



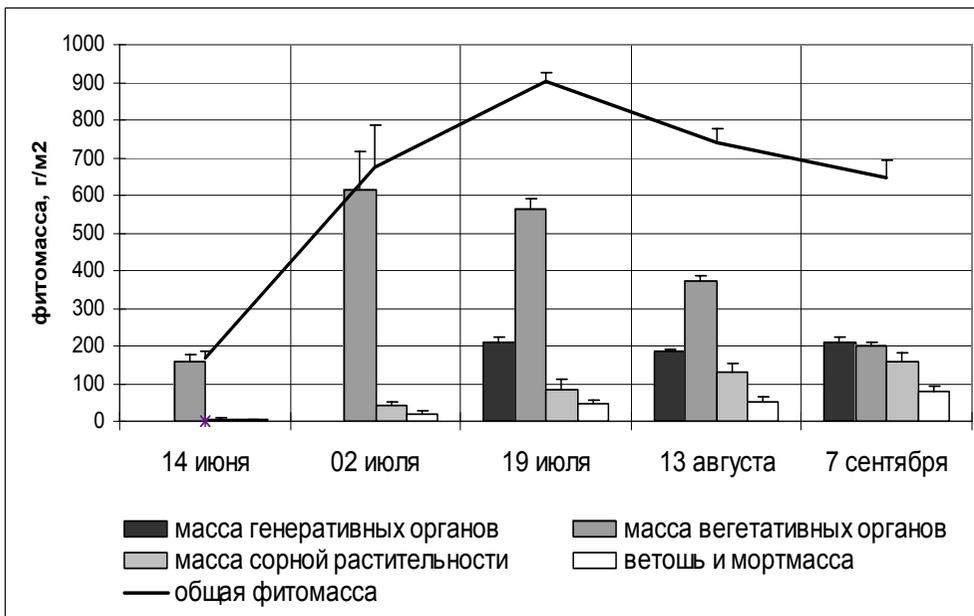
**Динамика сухой надземной фитомассы посева пшеницы (Минусинский район) в 2006 г.**



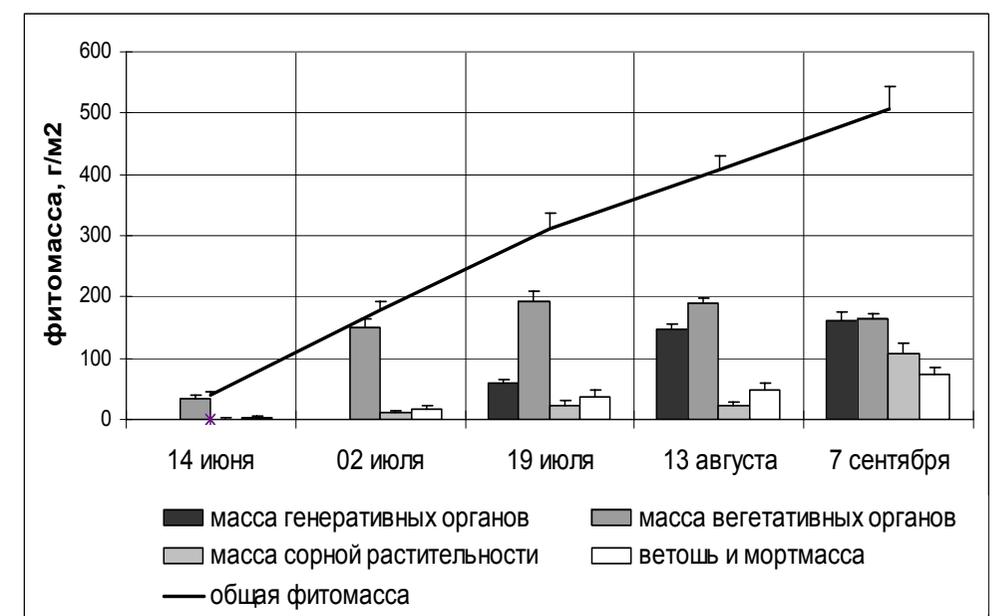
Динамика сырой надземной фитомассы посева пшеницы (Алтайский район) в 2005 г.



Динамика сухой надземной фитомассы посева пшеницы (Алтайский район) в 2005 г.



Динамика сырой надземной фитомассы посева пшеницы (Минусинский район) в 2006 г.



Динамика сухой надземной фитомассы посева пшеницы (Минусинский район) в 2006 г.



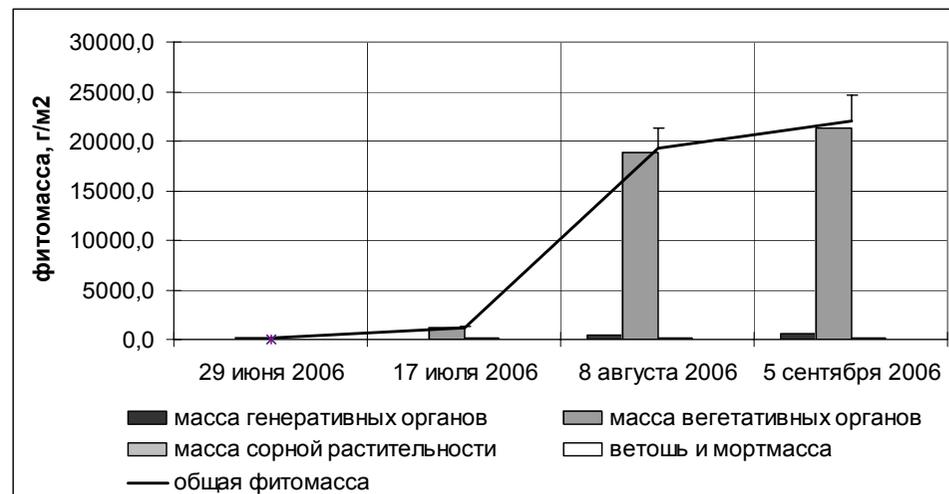
**Посев кукурузы (Алтайский район, республика Хакасия), 5 сентября 2006 г.**

**Спектральные индексы (снимок Landsat 7 ETM+, 2 сентября 2006):**

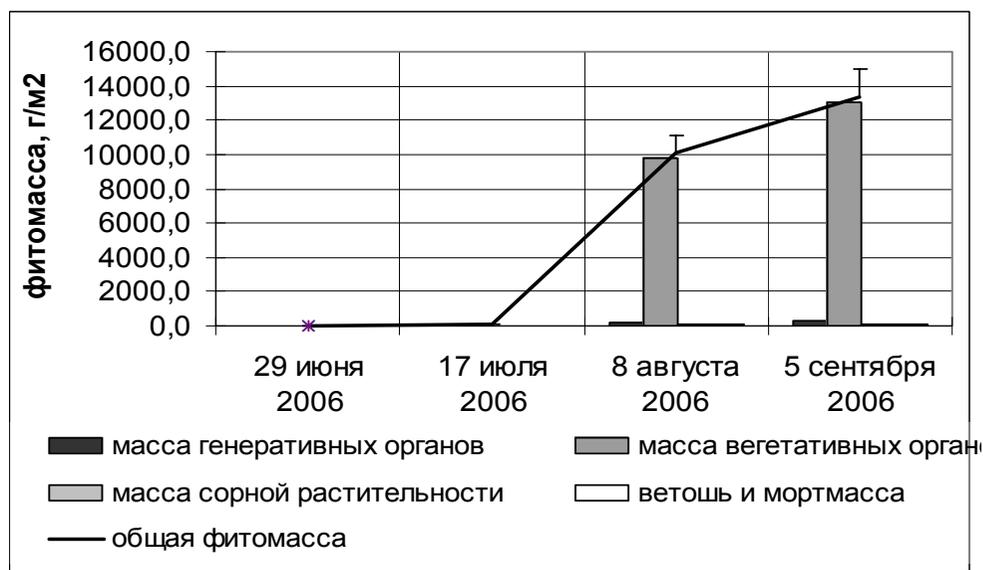
**NDVI = 0,50**

**NDWI 1640 = 0,31**

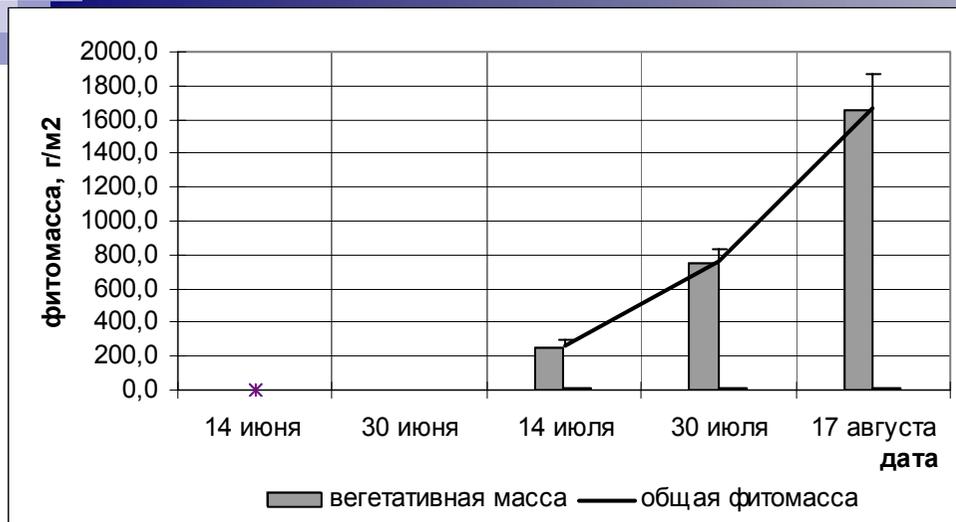
**NDWI 2130 = 0,58**



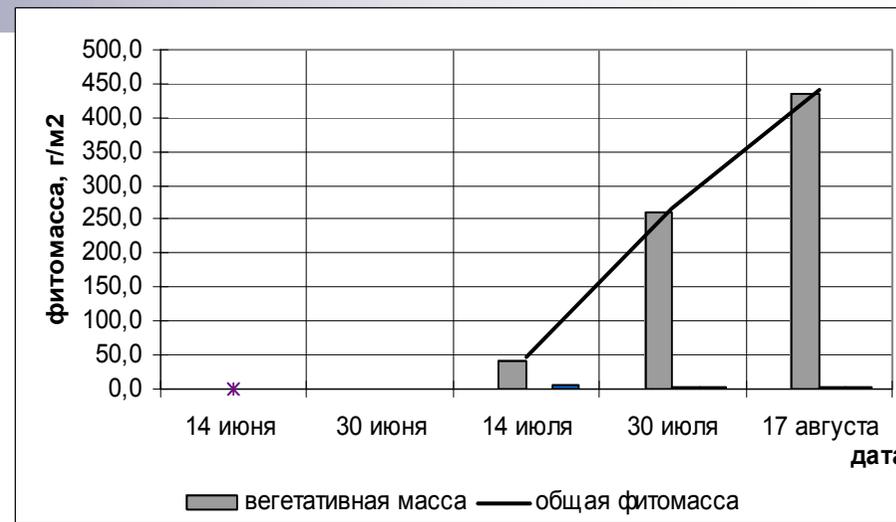
**Динамика надземной сырой фитомассы посева кукурузы, 2006 г.**



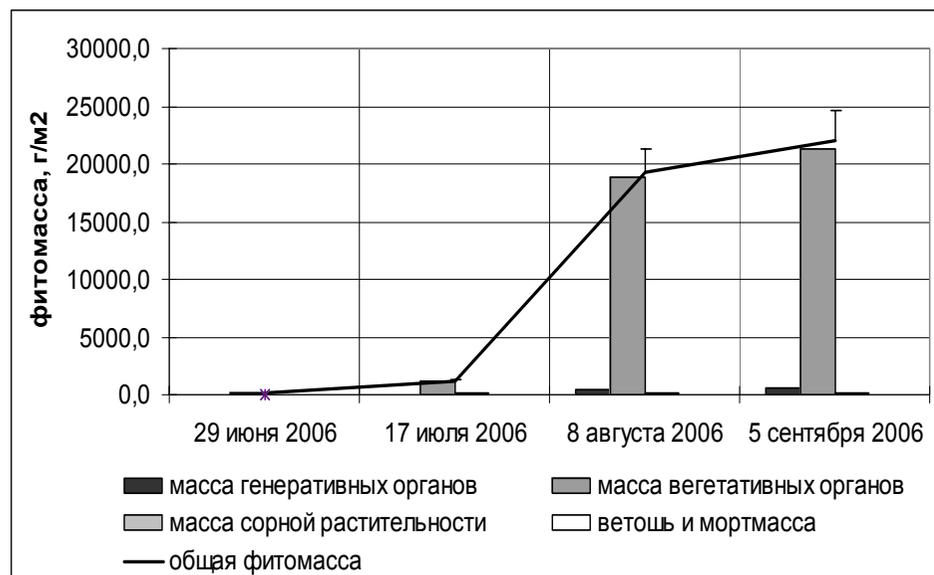
**Динамика надземной сухой фитомассы посева кукурузы, 2006 г.**



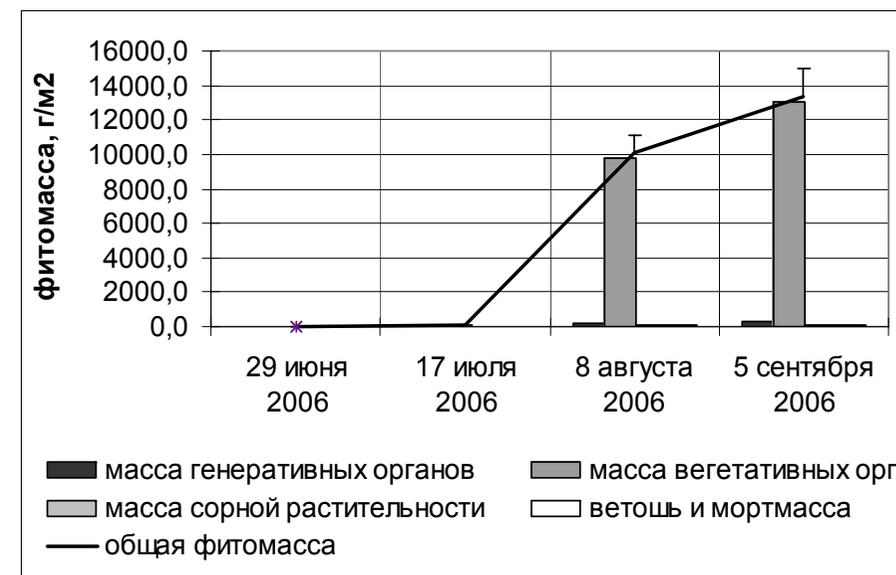
Динамика сырой надземной фитомассы посева кукурузы (Алтайский район), 2005



Динамика сухой надземной фитомассы посева кукурузы (Алтайский район), 2005



Динамика сырой надземной фитомассы посева кукурузы (Алтайский район), 2006



Динамика сухой надземной фитомассы посева кукурузы (Алтайский район), 2006



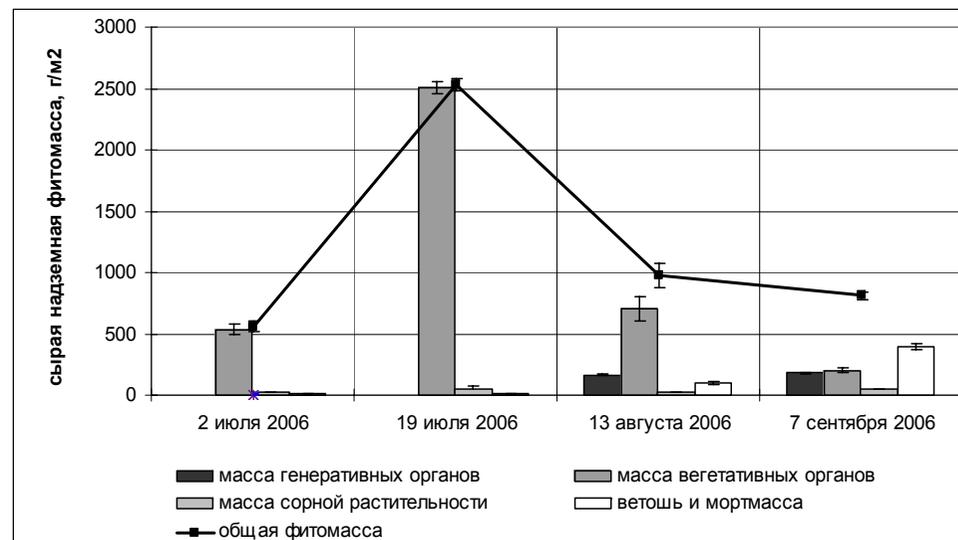
**Посев гречихи (Минусинский район,  
Красноярский край), 7 сентября 2006 г.**

**Спектральные индексы (снимок  
Landsat 7 ETM+, 2 сентября 2006):**

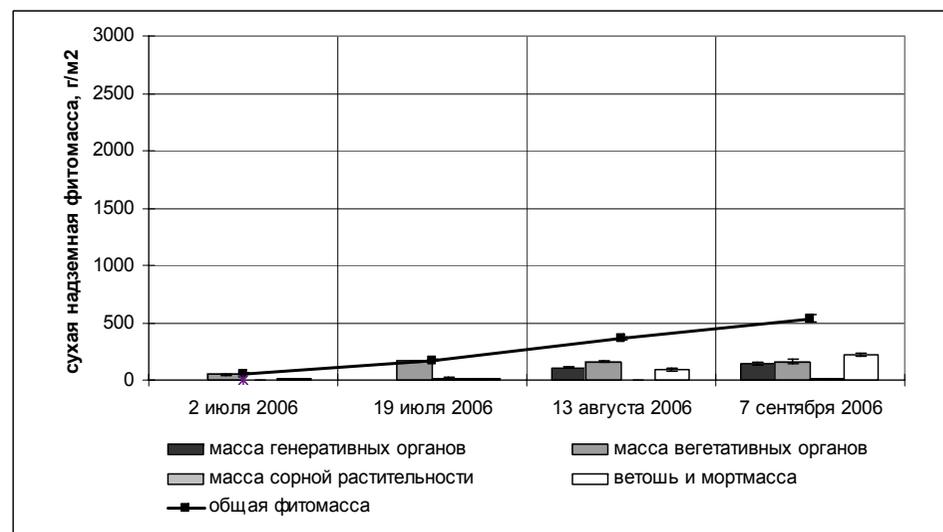
**NDVI = 0,41**

**NDWI 1640 = 0,27**

**NDWI 2130 = 0,52**



**Динамика надземной сырой фитомассы  
посева гречихи, 2006 г.**



**Динамика надземной сухой фитомассы  
посева гречихи, 2006 г.**



# Спасибо за внимание!

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ «Изучение продуктивности наземных экосистем на примере территории Юга Красноярского края и Хакасии на основе интегральной системы космического мониторинга» (07-05-96-807-Р\_енисей\_А) (2007-2008), индивидуальных грантов молодых ученых Красноярского краевого фонда науки 16G023 (2006) и 17G011 (2007)