

7-я Всероссийская открытая конференция  
«Современные проблемы дистанционного  
зондирования Земли из космоса»  
Москва, 16-20 ноября 2009

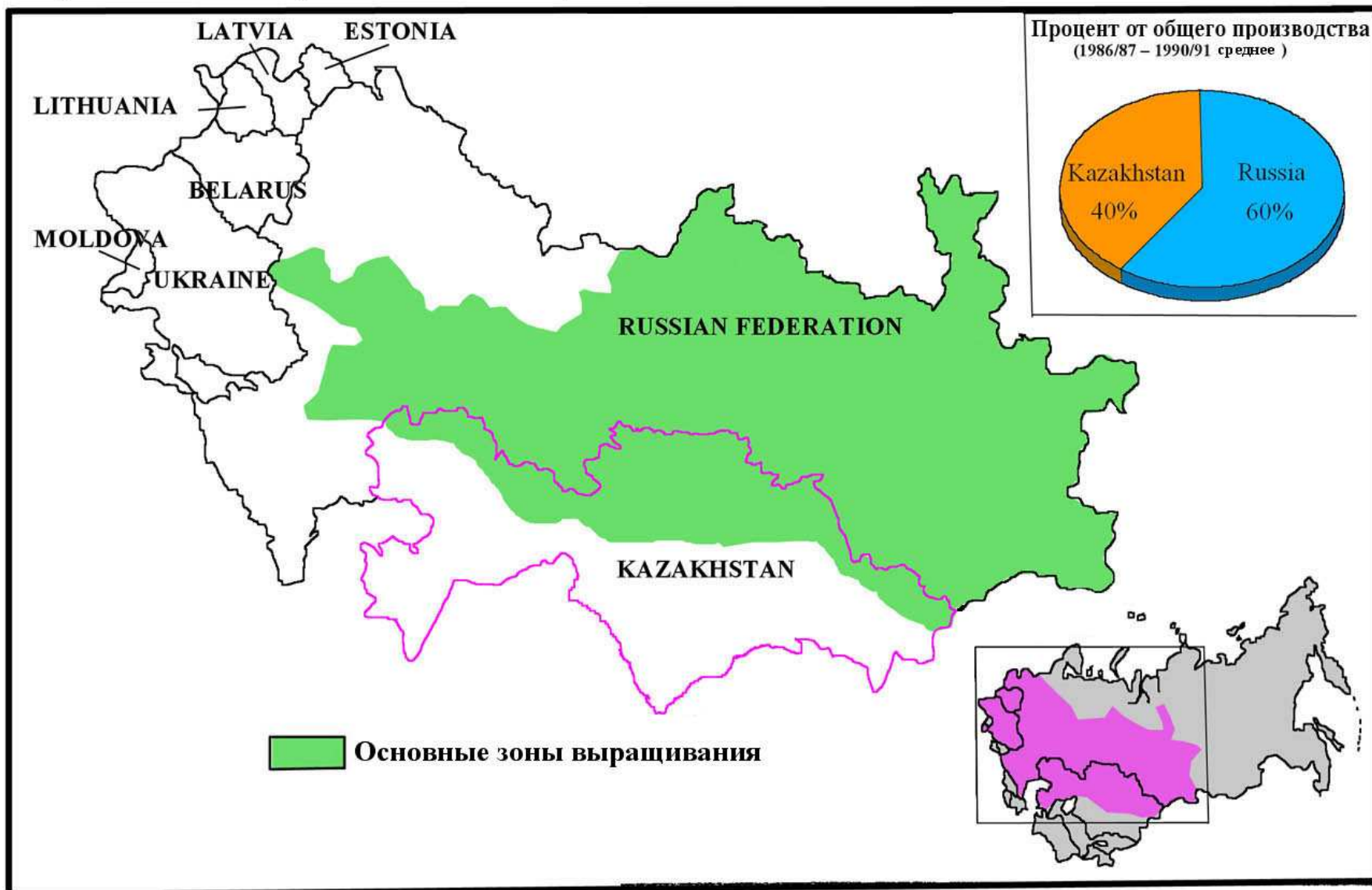
**ЭМПИРИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ  
ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА И  
СПЕКТРАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОЛЕЙ  
ПО ДАННЫМ EOS MODIS В СЕЗОНАХ 2005-2009**

*Терехов А.Г.*

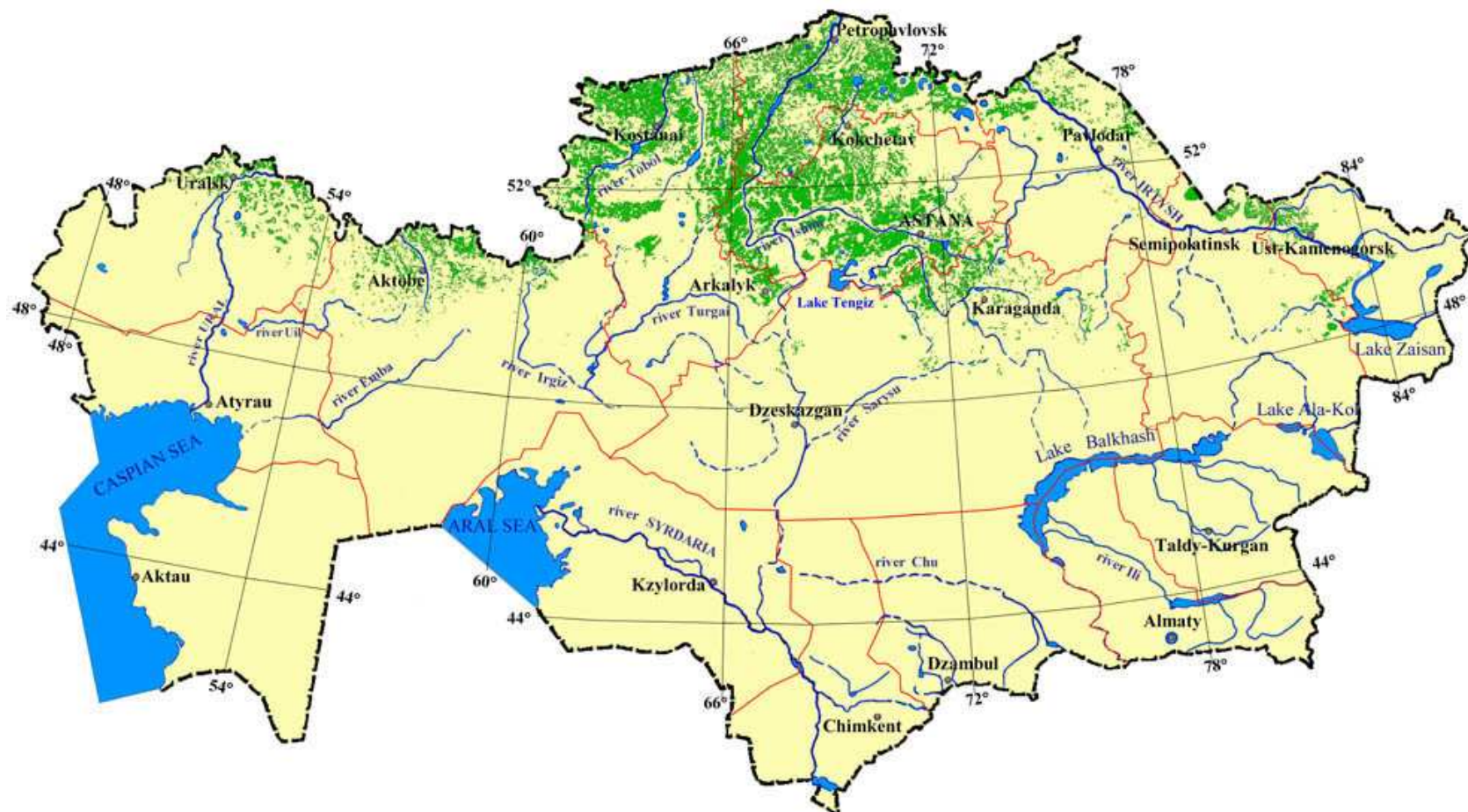
[aterekhov1@yandex.ru](mailto:aterekhov1@yandex.ru)

*Национальный центр космических исследований и технологий, Республика Казахстан*

## Страны СНГ: яровая пшеница

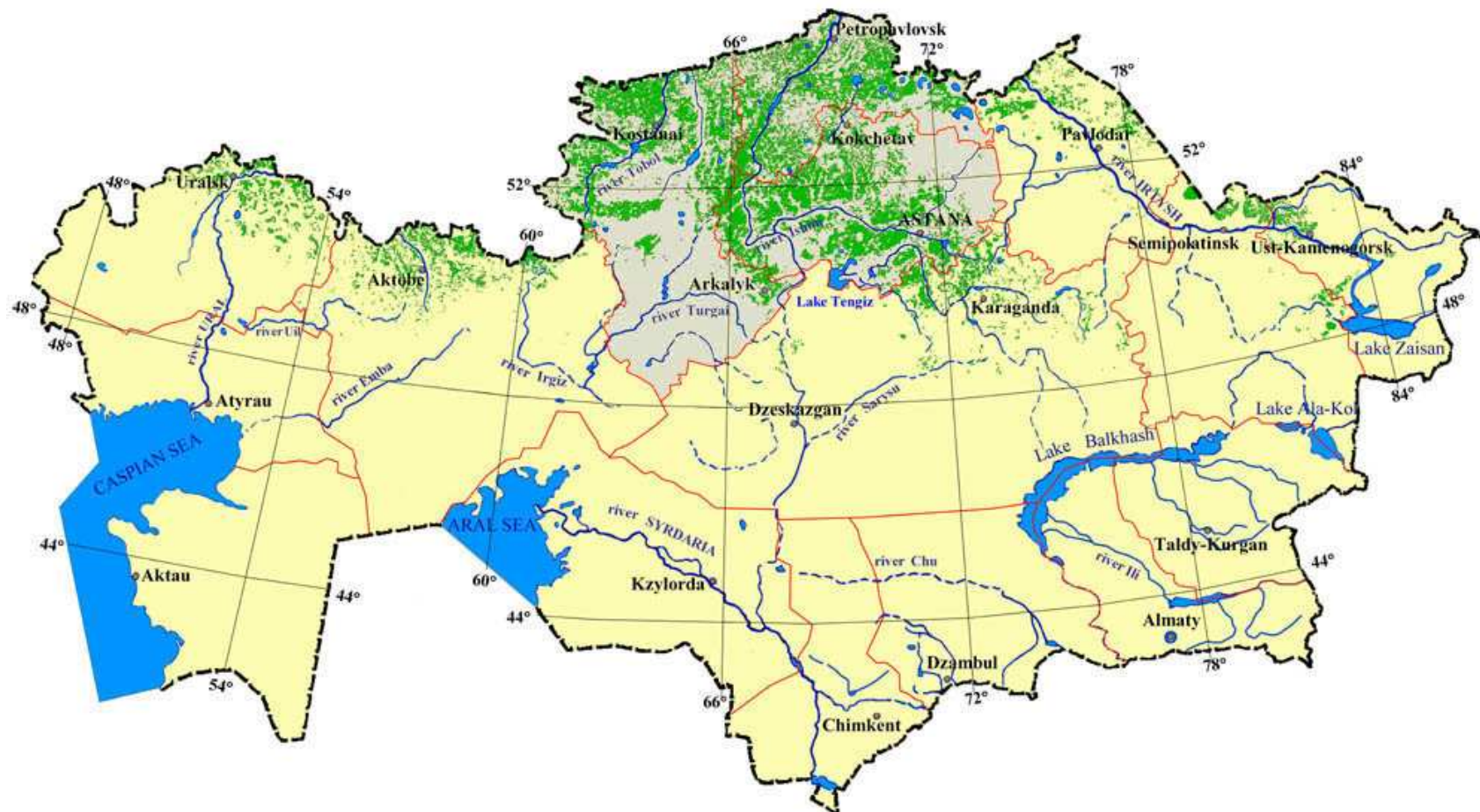


## Посевные площади Северного Казахстана



# Зона мониторинга

Акмолинская, Костанайская и Северо-Казахстанская области



## Посевная площадь зерновых культур Казахстана (тыс.га)

официальная статистика

	2005	2006	2007	2008
<b>Республика Казахстан</b>	<b>14841,9</b>	<b>14839,8</b>	<b>15427,9</b>	<b>16190,1</b>
Акмолинская	3604,3	3702,5	3875,2	4131,3
Костанайская	3396,2	3613,7	3957,8	4159,9
Северо-Казахстанская	3135,7	3194,8	3335,4	3700,4

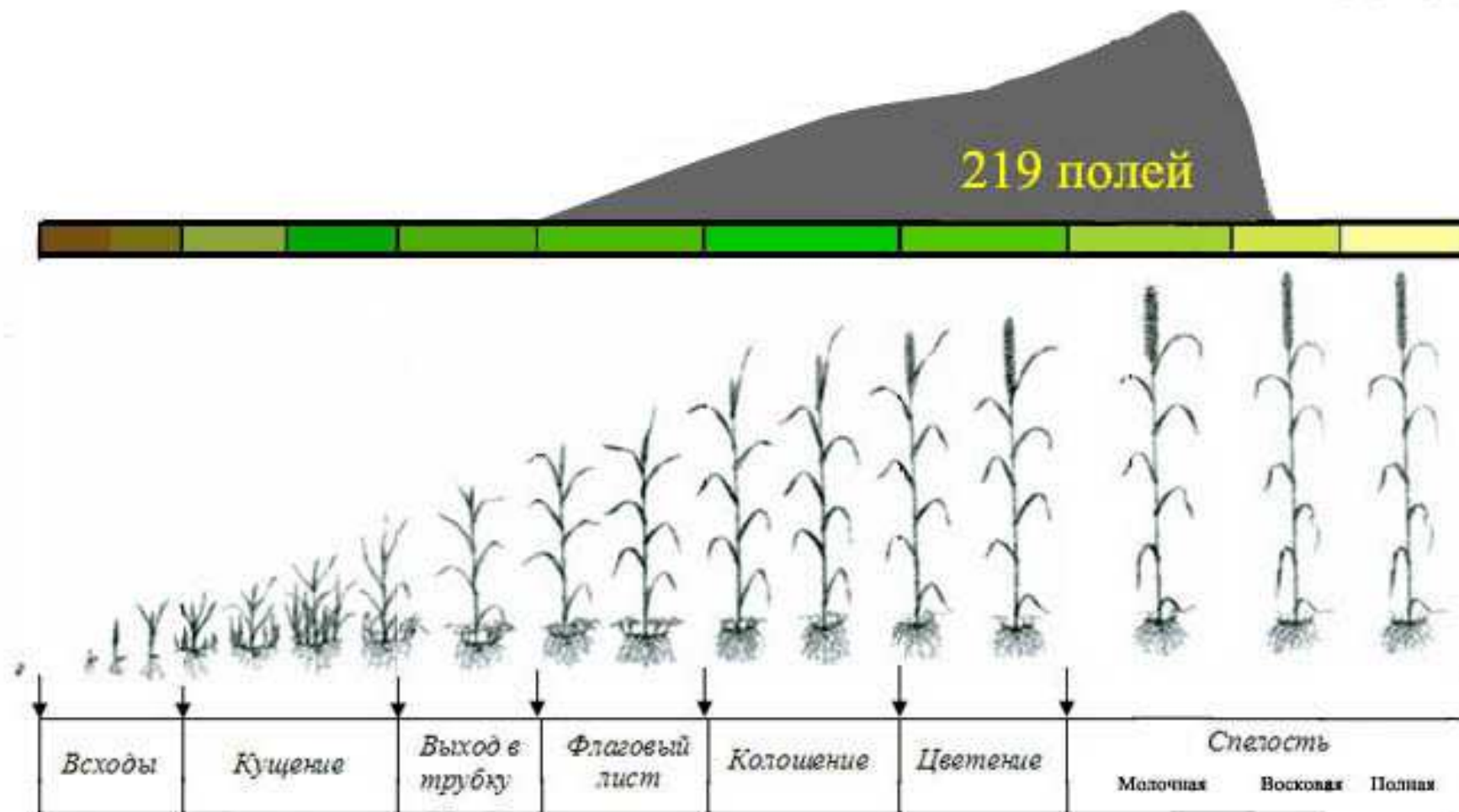
# Фотографии (надир) типичных пшеничных полей Северного Казахстана

маршрутное обследование, июль 2009



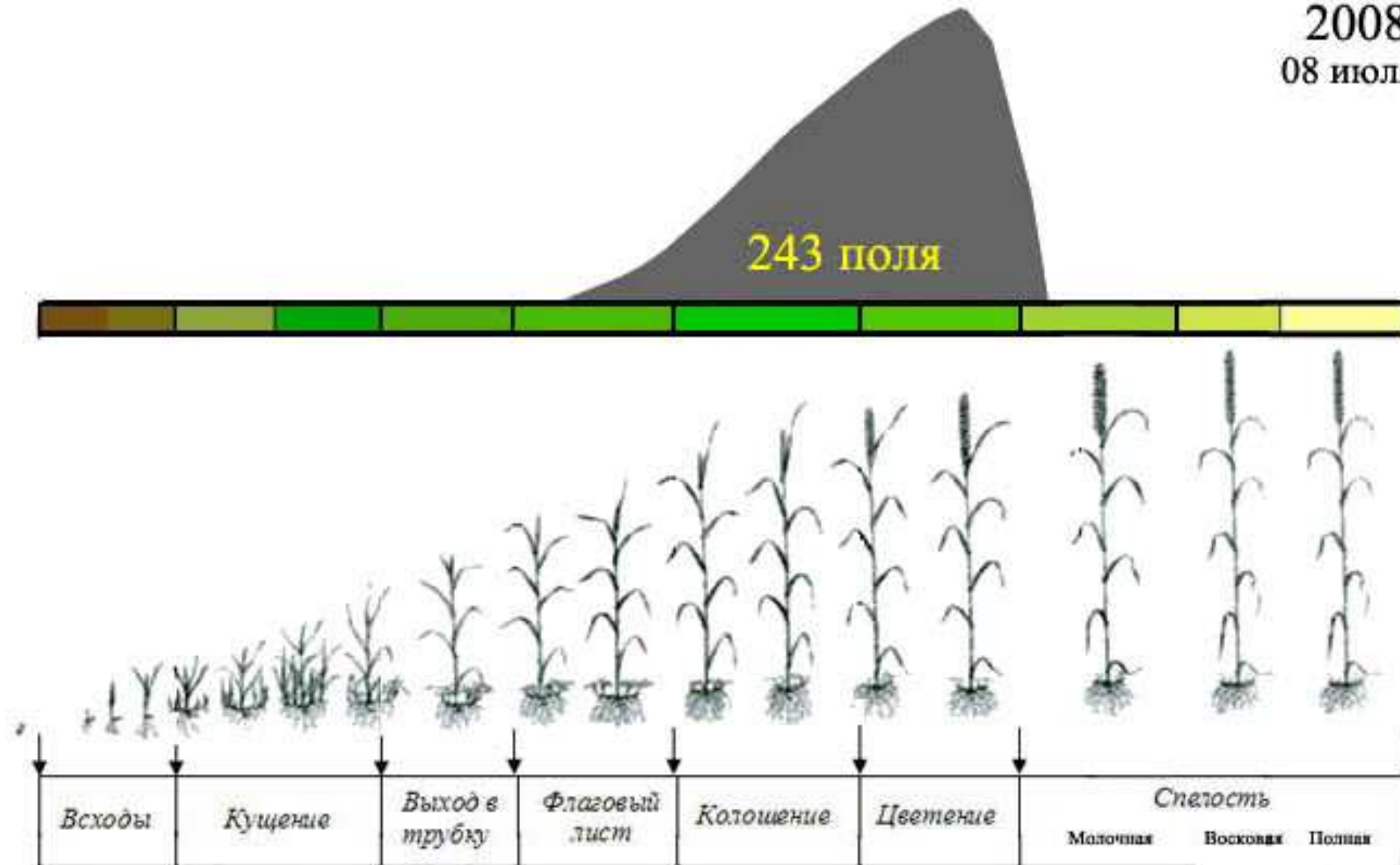
**Гистограмма фаз развития пшеницы  
на момент безоблачной съемки MODIS используемой  
для прогноза продуктивности**

2007  
30 июля



**Гистограмма фаз развития пшеницы  
на момент безоблачной съемки MODIS используемой  
для прогноза продуктивности**

2008  
08 июля

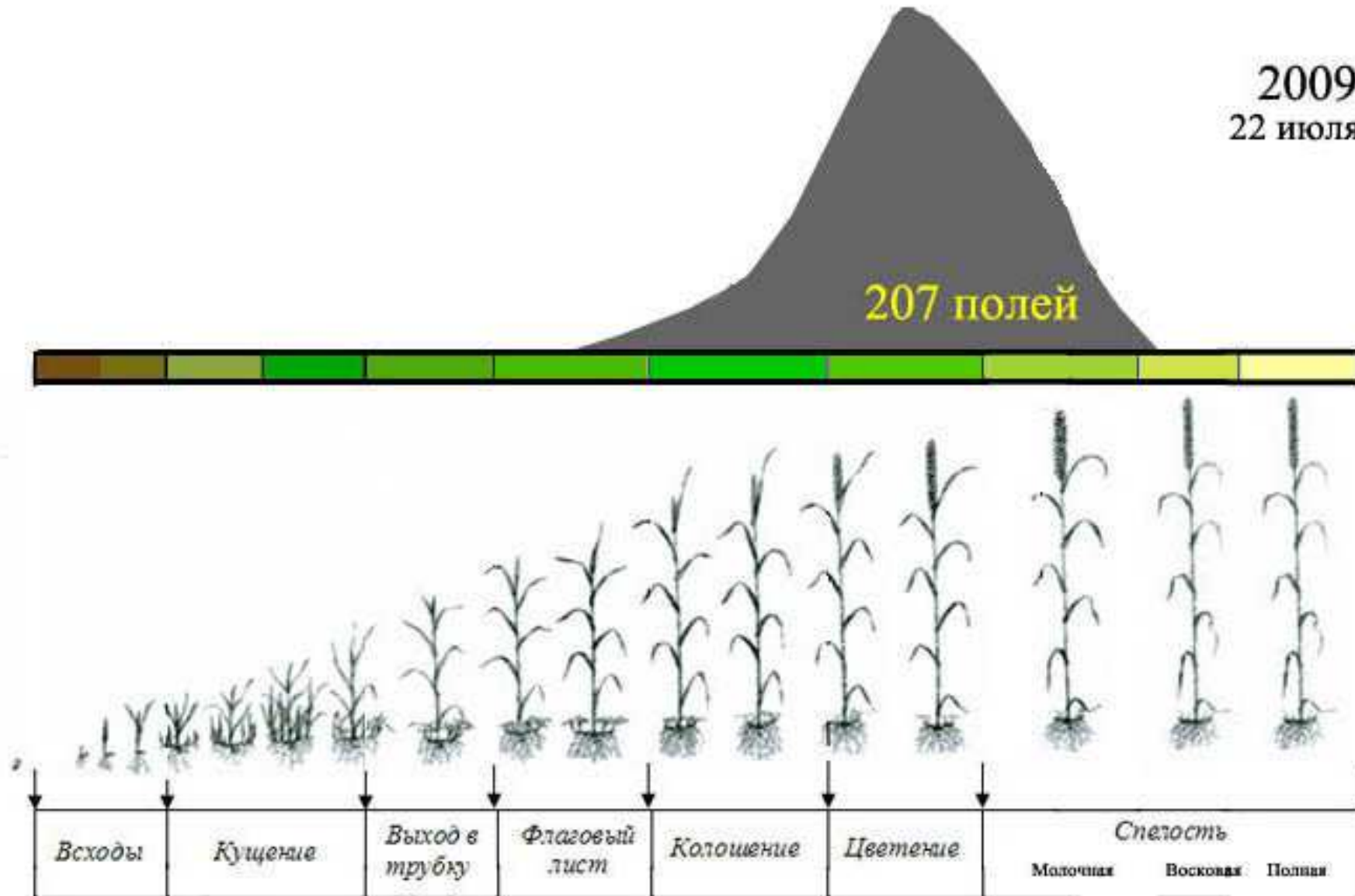




**Гистограмма фаз развития пшеницы  
на момент безоблачной съемки MODIS используемой  
для прогноза продуктивности**

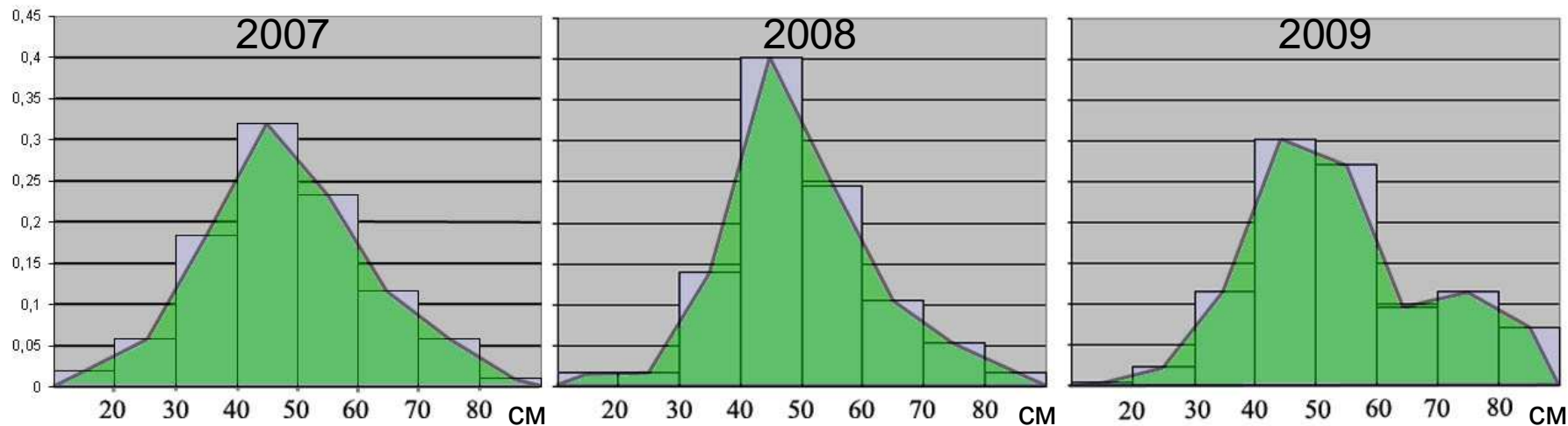
2009  
22 июля

207 полей



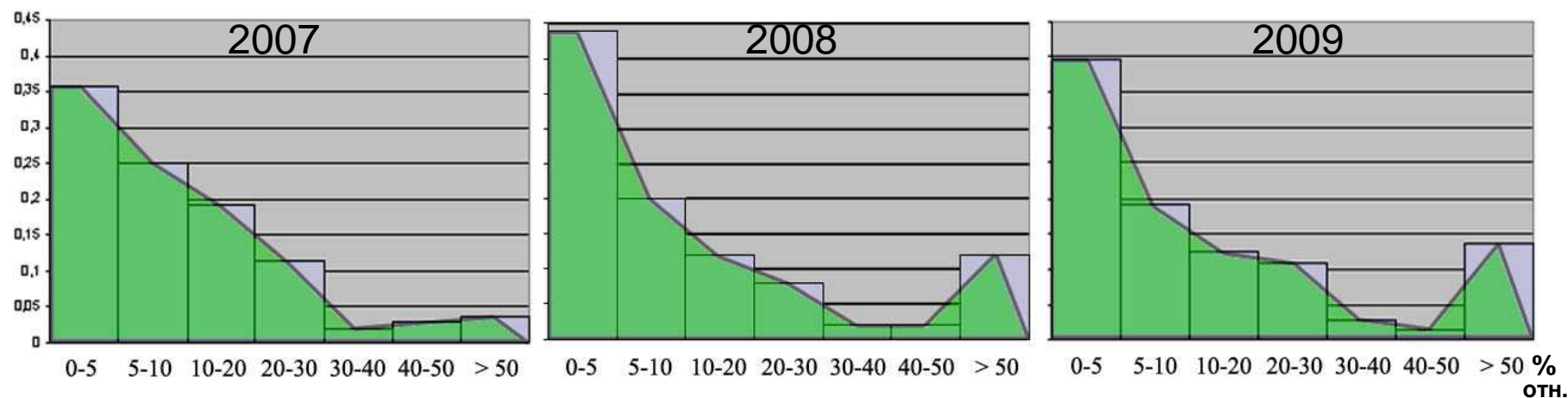
## Наземная информация по состоянию посевов на момент обследования (вторая половина июля)

Доля



*Распределение посевов пшеницы по высоте*

Доля



*Распределение посевов пшеницы по степени засорения*

# Элементы продуктивности пшеницы:

- плотность продуктивных стеблей (100-450 шт\м<sup>2</sup>);
- размер колоса (число зернодержущих колосков 6-24);
- озерненность колоска (число зерен в колоске 2-3);
- вес зерен (30-38 г \ 1000 зерен).

## Уравнение расчета урожайности:

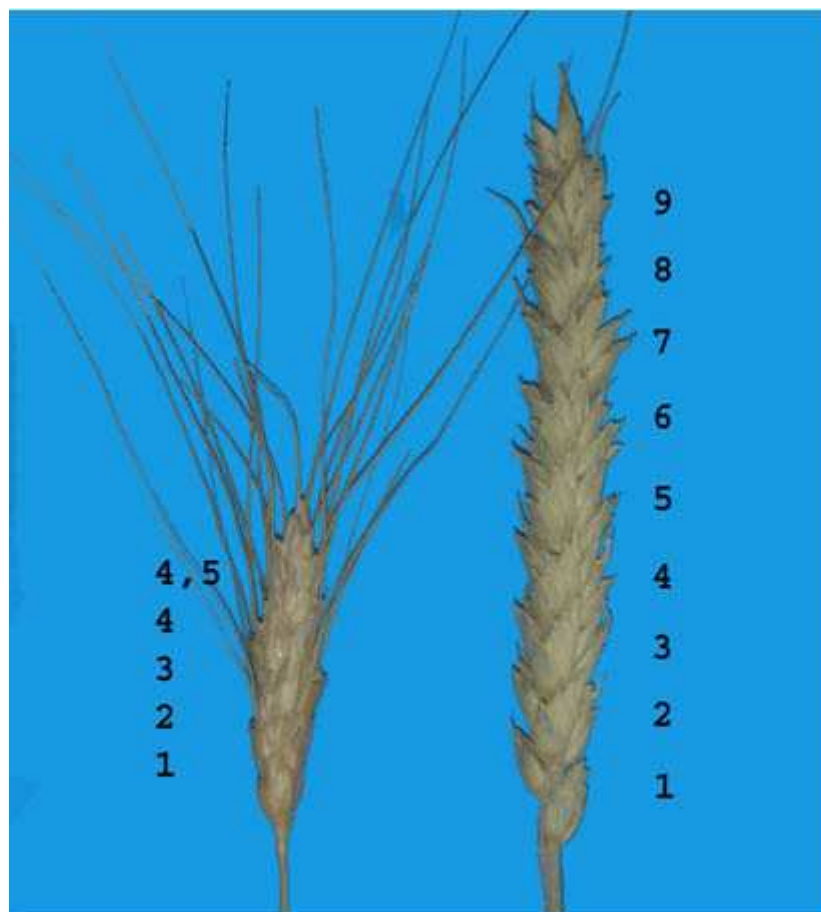
$$\text{Прод. (ц\га)} = K * [\text{плотн.}] * [\text{размер колоса}] * [\text{озерненность}] * [\text{вес зерна}]$$

*K* - эмпирический коэффициент перехода от биологической продуктивности к фактически ожидаемой.

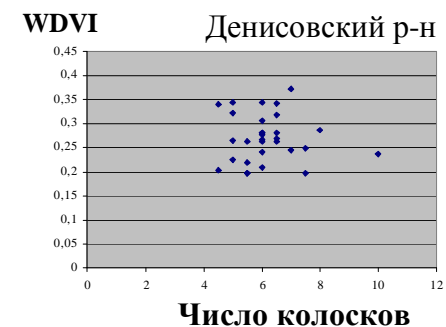
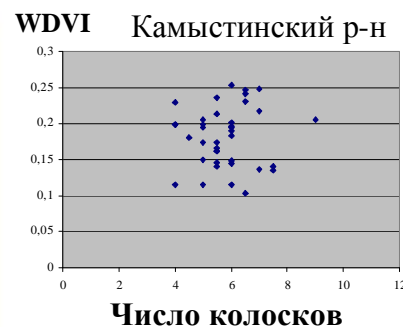
# Эмпирические зависимости спутникового вегетационного индекса (MODIS/ WDVl) от размера колоса.

Weighted Difference Vegetation Index [WDVI]=NIR-K\*RED; K = 1,5 .

## Костанайская область, 2007

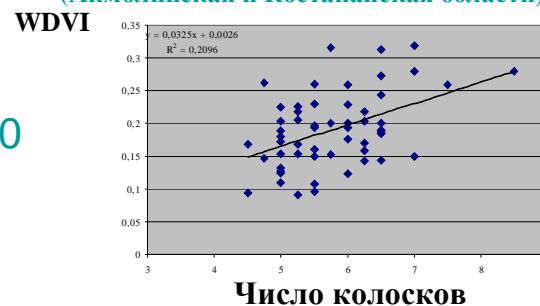


Число пар колосков в колосе  
вариабельность: 4 -12

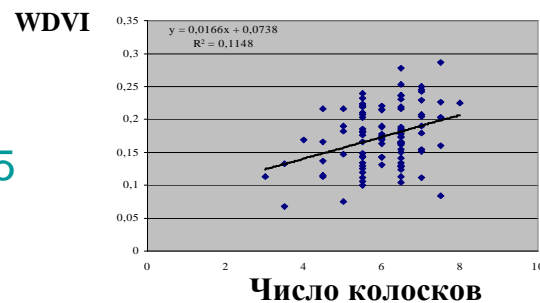


## Данные по всему маршруту обследования (Акмолинская и Костанайская области)

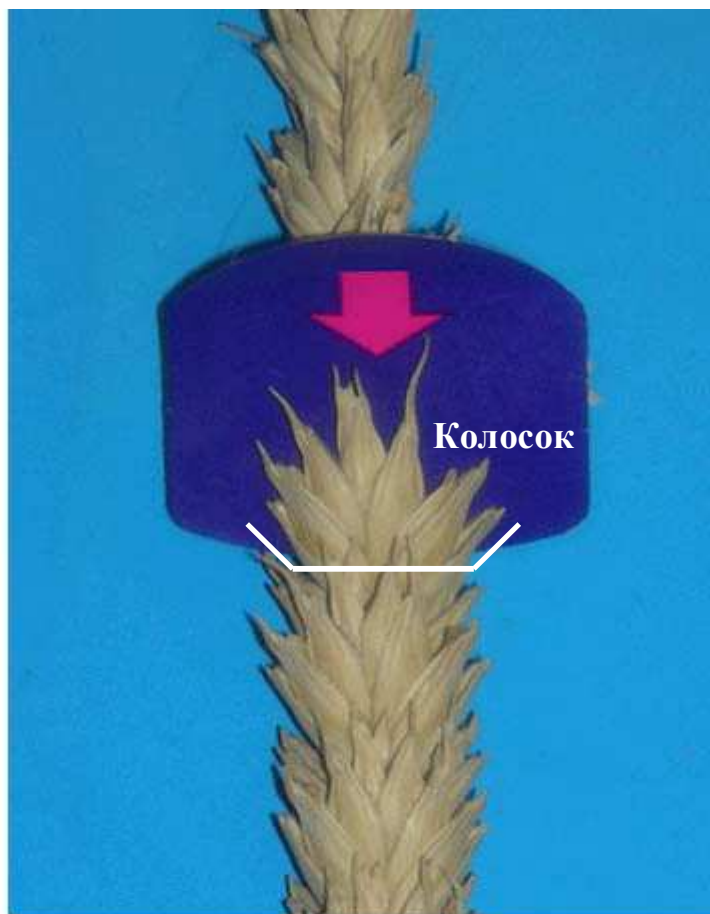
2008  
 $R^2=0,210$



2009  
 $R^2=0,115$

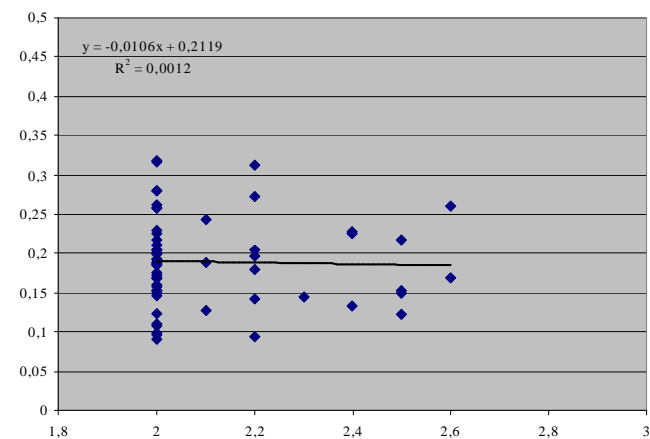


## Эмпирические зависимости спутникового вегетационного индекса (MODIS/ WDVl) от озерненности колоска.



2008  
 $R^2=0,001$

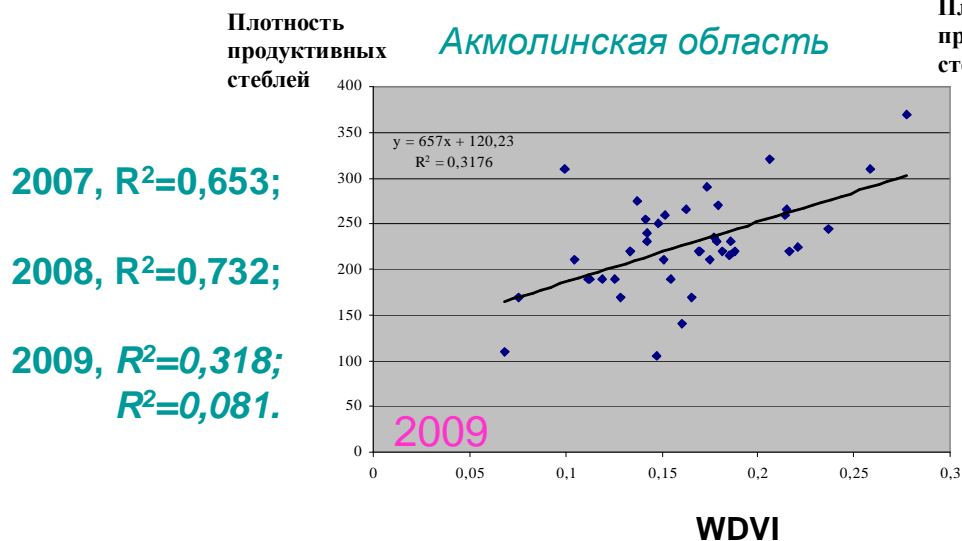
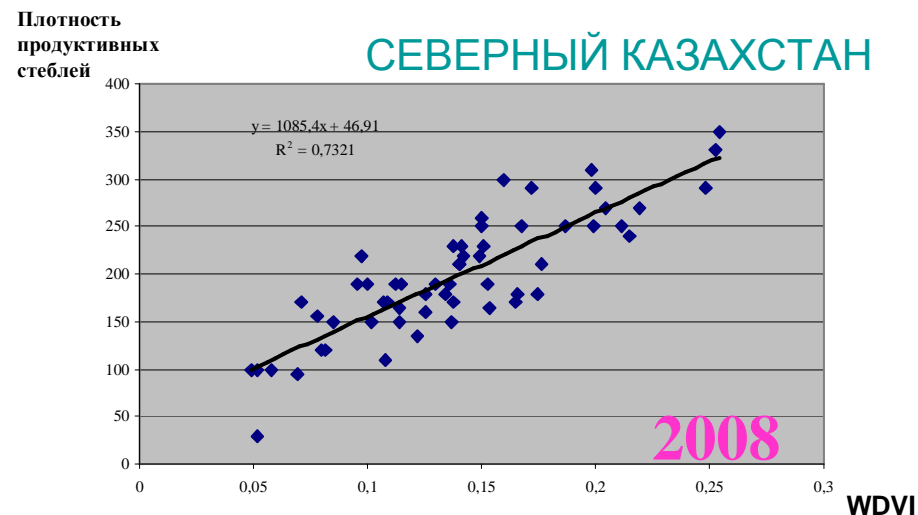
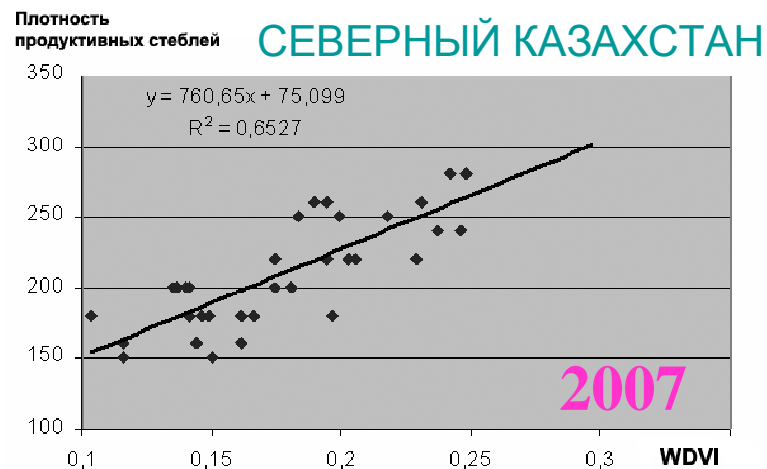
WDVI



Среднее число зерен в колоске

Число зерен в колоске  
вариабельность: 2-4

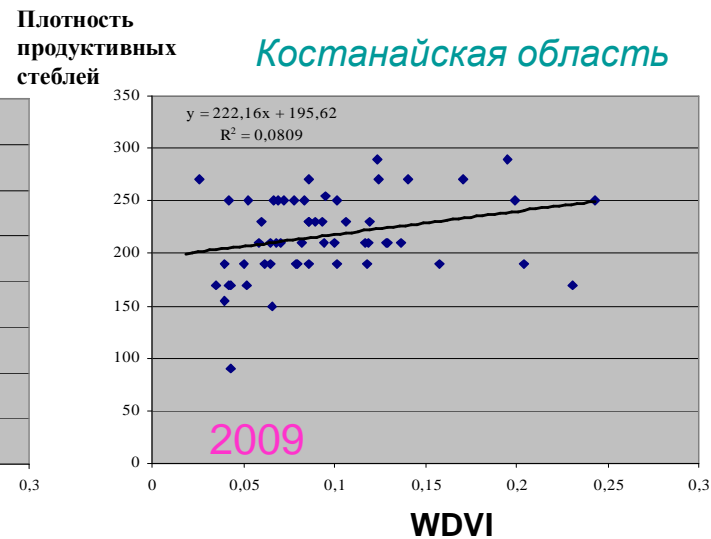
# Зависимость плотности продуктивных стеблей пшеницы (шт\м<sup>2</sup>) от величины MODIS/WDVI



**2007,  $R^2=0,653$ ;**

**2008,  $R^2=0,732$ ;**

**2009,  $R^2=0,318$ ;  
 $R^2=0,081$ .**

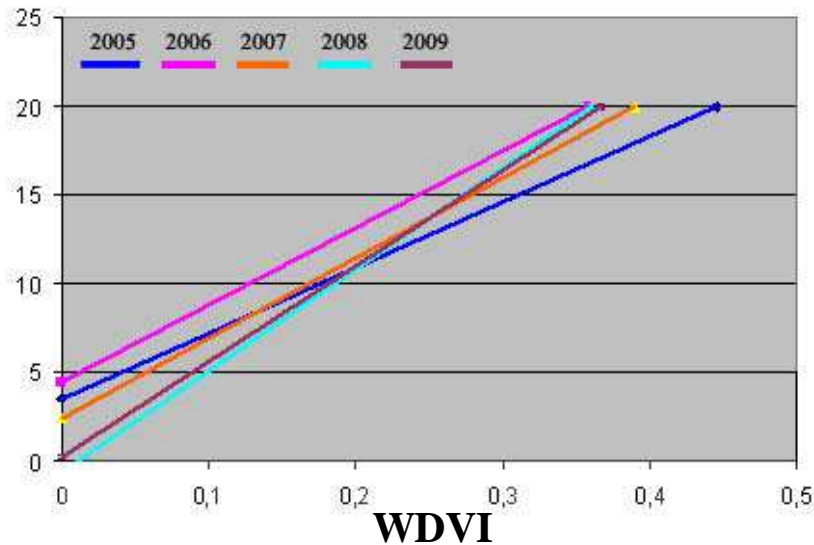


# Эмпирические зависимости прогнозной урожайности пшеницы от MODIS / WDVl (фаза: цветение) в период 2005-2009

Урожайность

ц\га

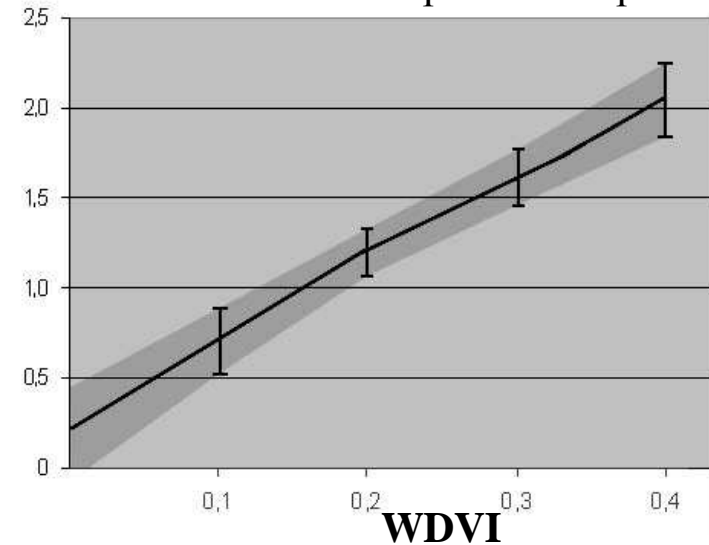
Калибровочные кривые



Урожайность

т\га

Универсальная кривая



[2005]; Prod= 37.1\*WDVI+3.5; [R<sup>2</sup>=0,63];

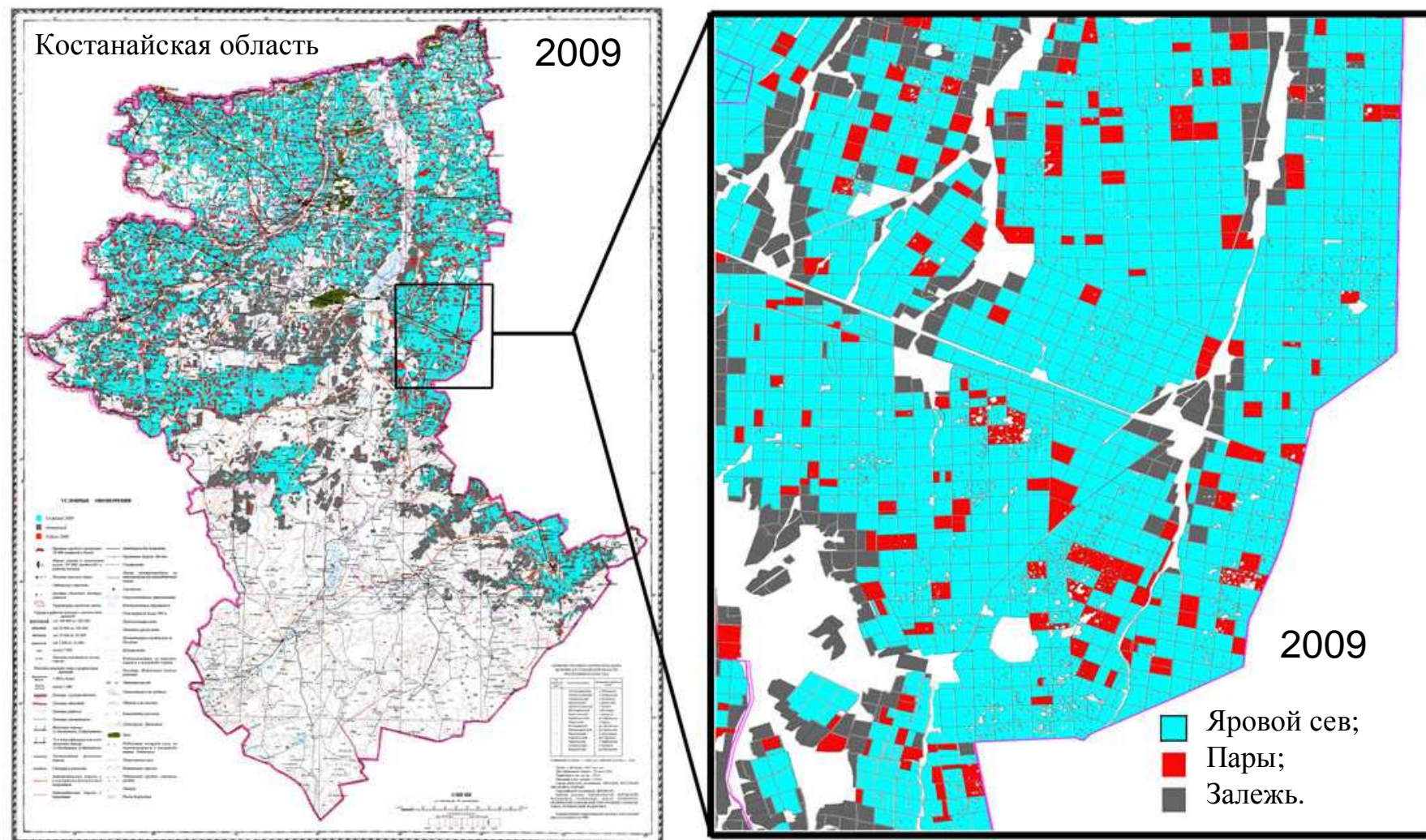
[2006]; Prod= 43.6\*WDVI+4.4; [R<sup>2</sup>=0,92];

[2007]; Prod= 45.2\*WDVI+2.4; [R<sup>2</sup>=0,70];

[2008]; Prod= 64.0\*WDVI- 2.4; [R<sup>2</sup>=0,80];

[2009]; Prod= 54.0\*WDVI+0.2; [R<sup>2</sup>=0,52].

# Построение карт прогнозной урожайности

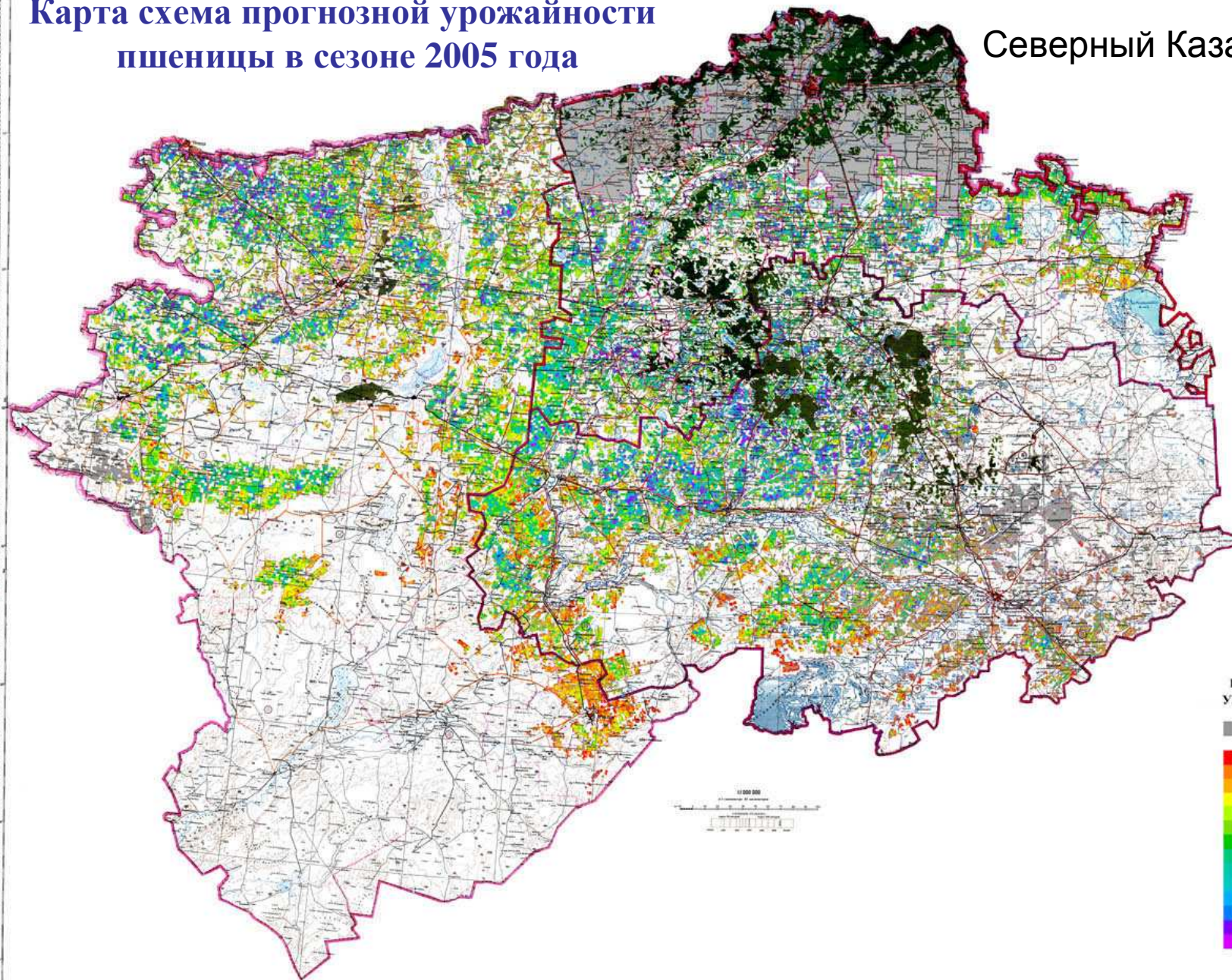


Сельскохозяйственные маски



**Карта схема прогнозной урожайности  
пшеницы в сезоне 2005 года**

**Северный Казахстан**

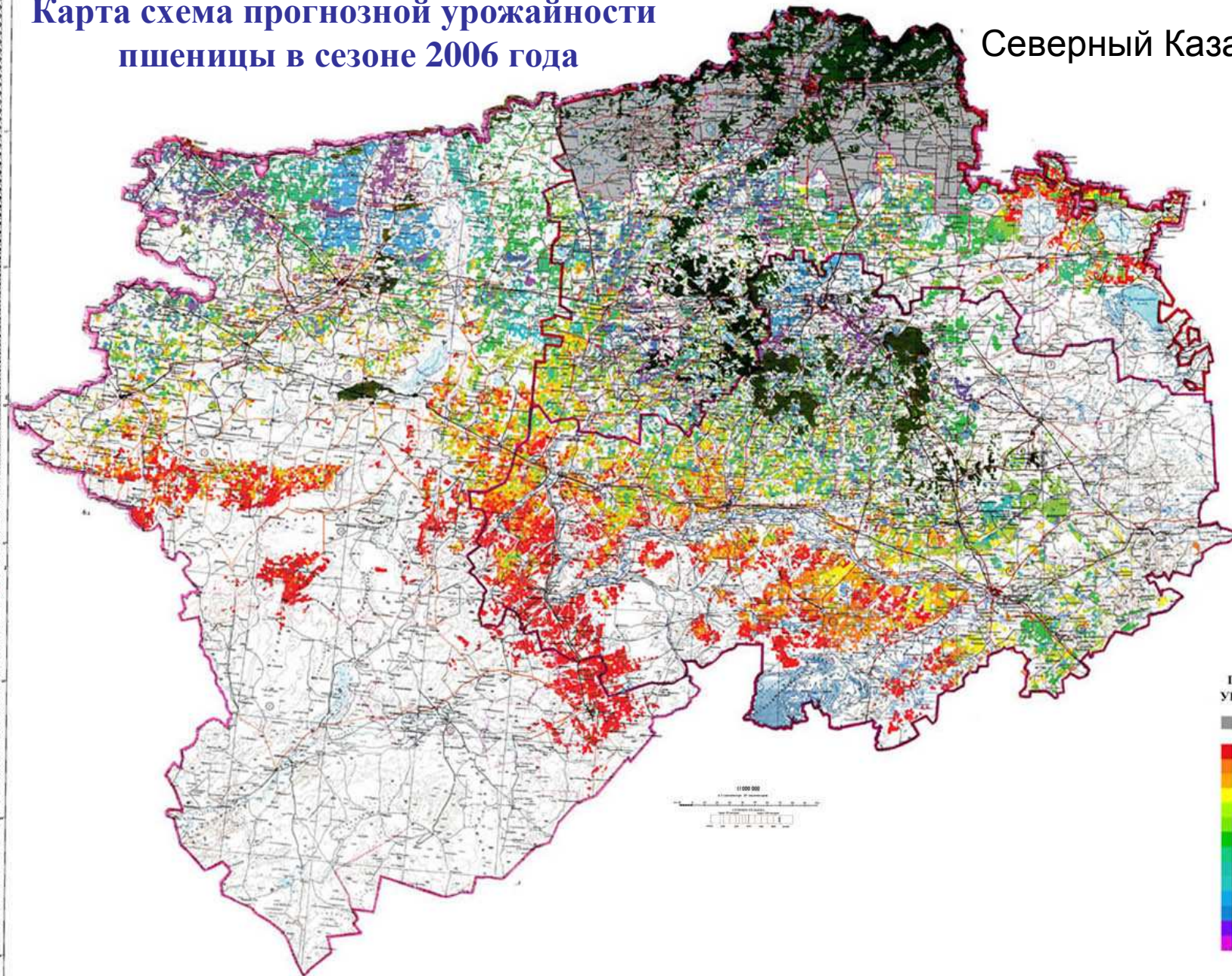


**ПРОГНОЗНАЯ  
УРОЖАЙНОСТЬ**

- не определено
- менее 5 ц/га
- 5-6 ц/га
- 6-7 ц/га
- 7-8 ц/га
- 8-9 ц/га
- 9-10 ц/га
- 10-11 ц/га
- 11-12 ц/га
- 12-13 ц/га
- 13-14 ц/га
- 14-15 ц/га
- 15-16 ц/га
- 16-17 ц/га
- свыше 17 ц/га

# Карта схема прогнозной урожайности пшеницы в сезоне 2006 года

Северный Казахстан



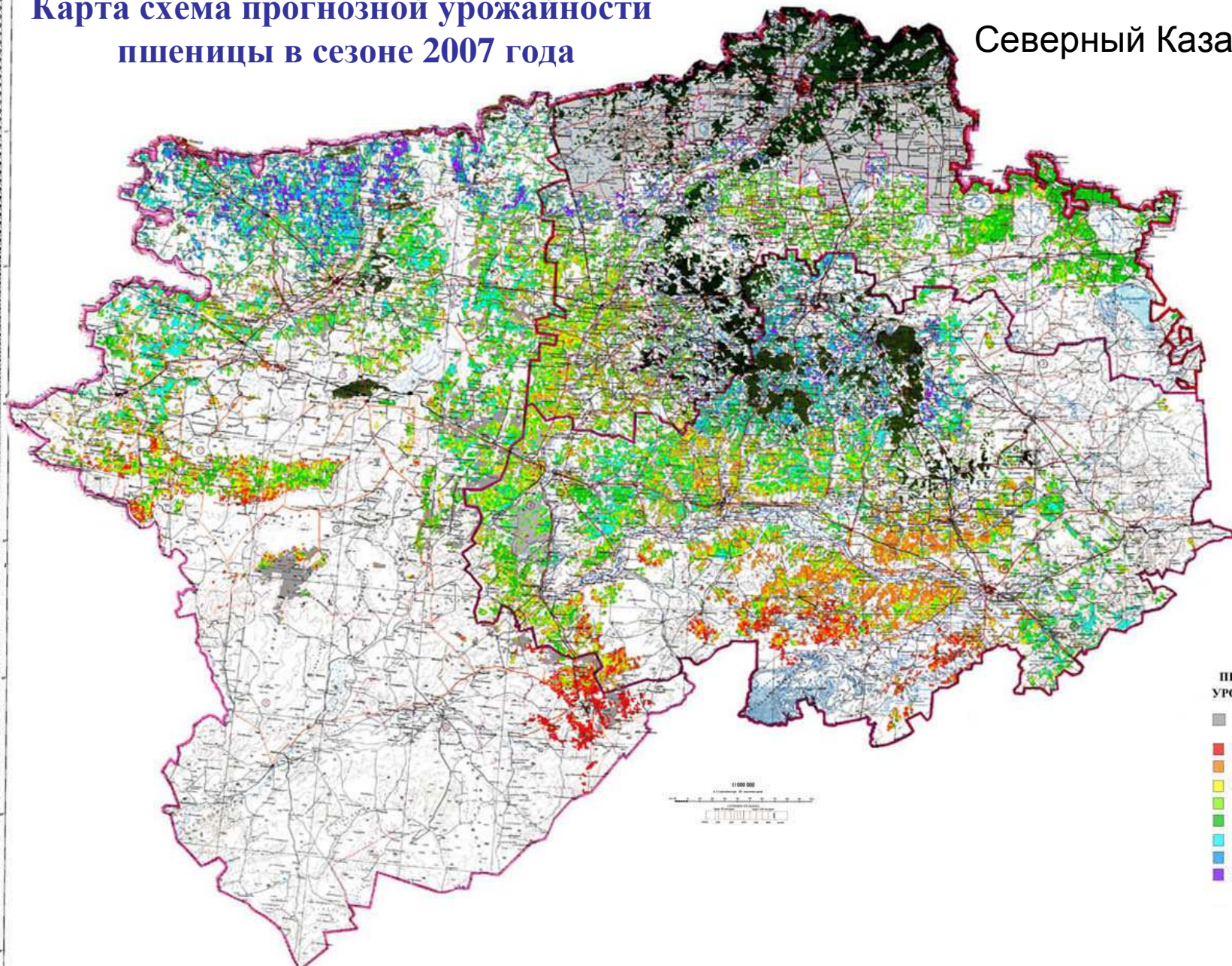
## ПРОГНОЗНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ

■ не определено

- менее 5
  - 5-6
  - 6-7
  - 7-8
  - 8-9
  - 9-10
  - 10-11
  - 11-12
  - 12-13
  - 13-14
  - 14-15
  - 15-16
  - 16-17
  - свыше 17
- ц/га

# Карта схема прогнозной урожайности пшеницы в сезоне 2007 года

Северный Казахстан



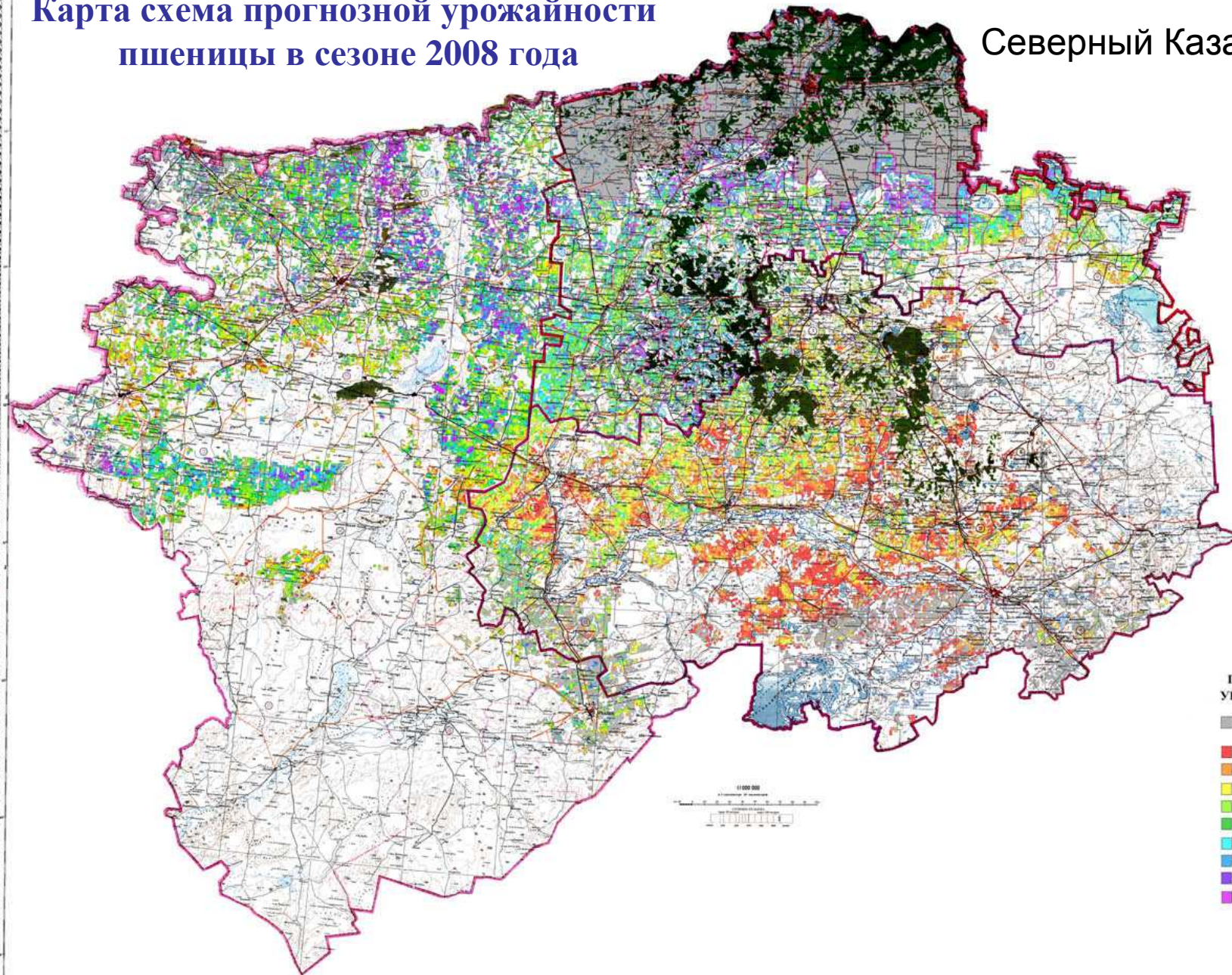
**ПРОГНОЗНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ**

■	не определено
■	менее 7
■	7 - 9
■	9 - 11
■	11 - 13
■	13 - 15
■	15 - 17
■	17 - 19
■	свыше 19

# Карта схема прогнознoй урожайности пшеницы в сезоне 2008 года



Северный Казахстан



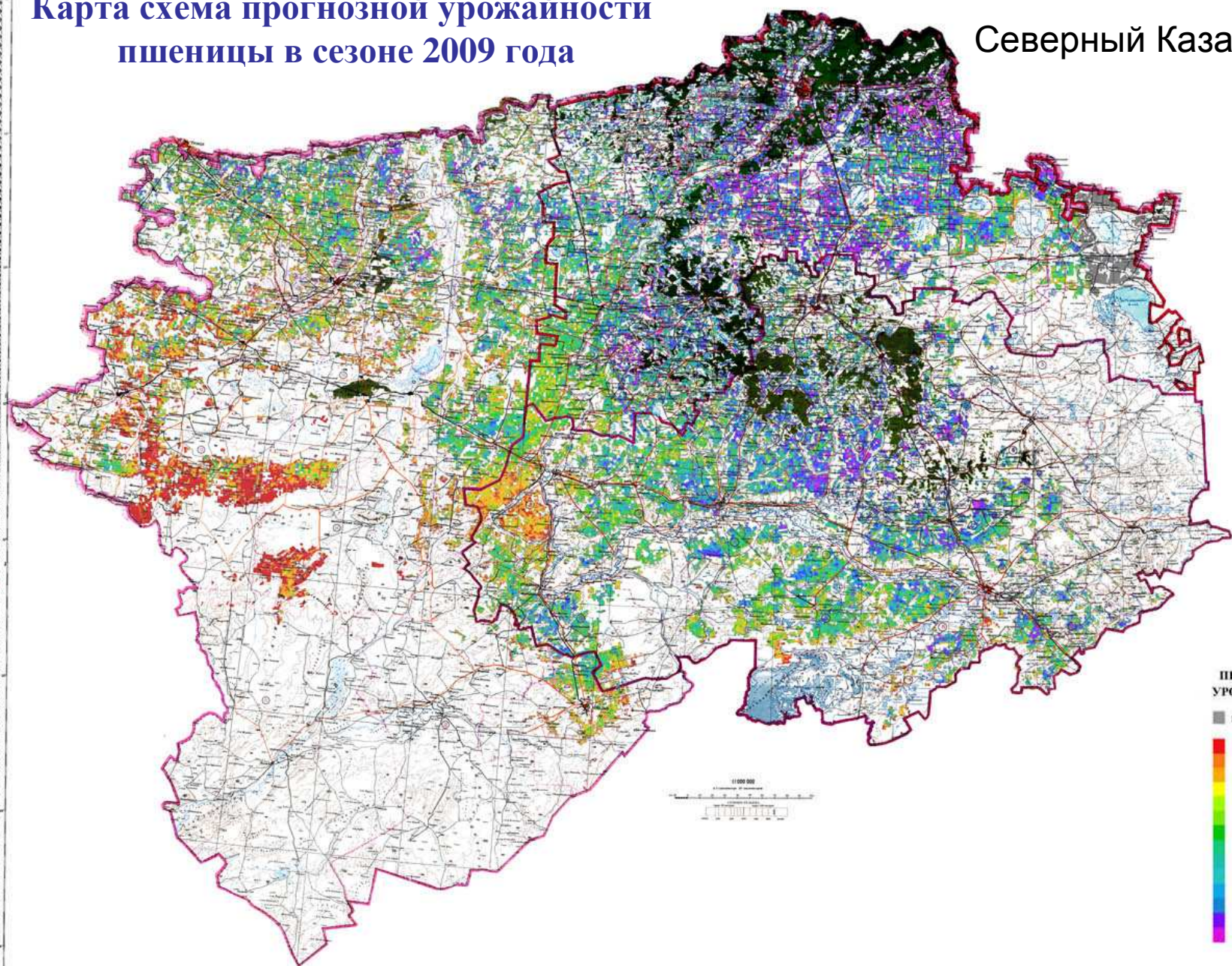
## ПРОГНОЗНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ

- не определено
- менее 7
- 7 - 9
- 9 - 11
- 11 - 13
- 13 - 15
- 15 - 17
- 17 - 19
- 19 - 21
- свыше 21



# Карта схема прогнозной урожайности пшеницы в сезоне 2009 года

Северный Казахстан



**ПРОГНОЗНАЯ УРОЖАЙНОСТЬ**

■	не определено
■	менее 5
■	5-6
■	6-7
■	7-8
■	8-9
■	9-10
■	10-11
■	11-12
■	12-13
■	13-14
■	14-15
■	15-16
■	16-17
■	свыше 17 ц/га

Спасибо за внимание