

**Двенадцатая Всероссийская открытая конференция
"Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"
Москва 10-14 ноября 2014 г**

Секция:

Дистанционные методы
исследования растительных и почвенных покровов

**Информационный потенциал радиояркостной
температуры пашни в задаче спутникового
мониторинга сельскохозяйственных культур**

Терехов А.Г., Пак И.Т., Макаренко Н.Г.

Институт проблем информатики и управления, Министерство образования и науки РК

Цель работы

рассмотреть информационный потенциал радиояркостной температуры подстилающей поверхности [Land Surface Temperature] для мониторинга условий роста и развития яровых пропашных культур в условиях климатического дефицита увлажнения на примере зерновых культур степной зоны

Сельскохозяйственные ландшафты степной зоны Казахстана



Сельскохозяйственные ландшафты степной зоны Казахстана



Типичные состояния яровых зерновых культур Северного Казахстана в период цветения культуры



very bad



bad



not bad



good



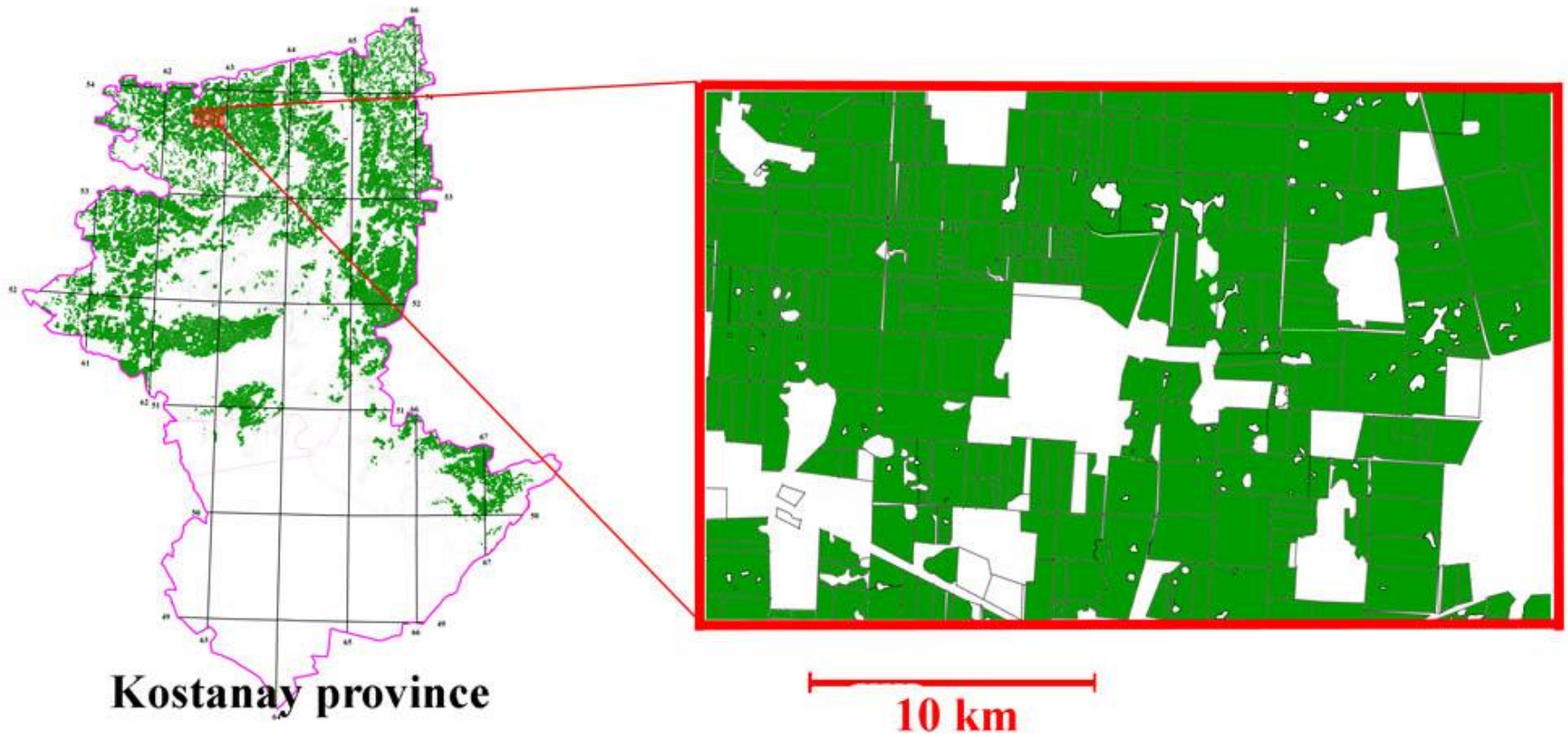
very good



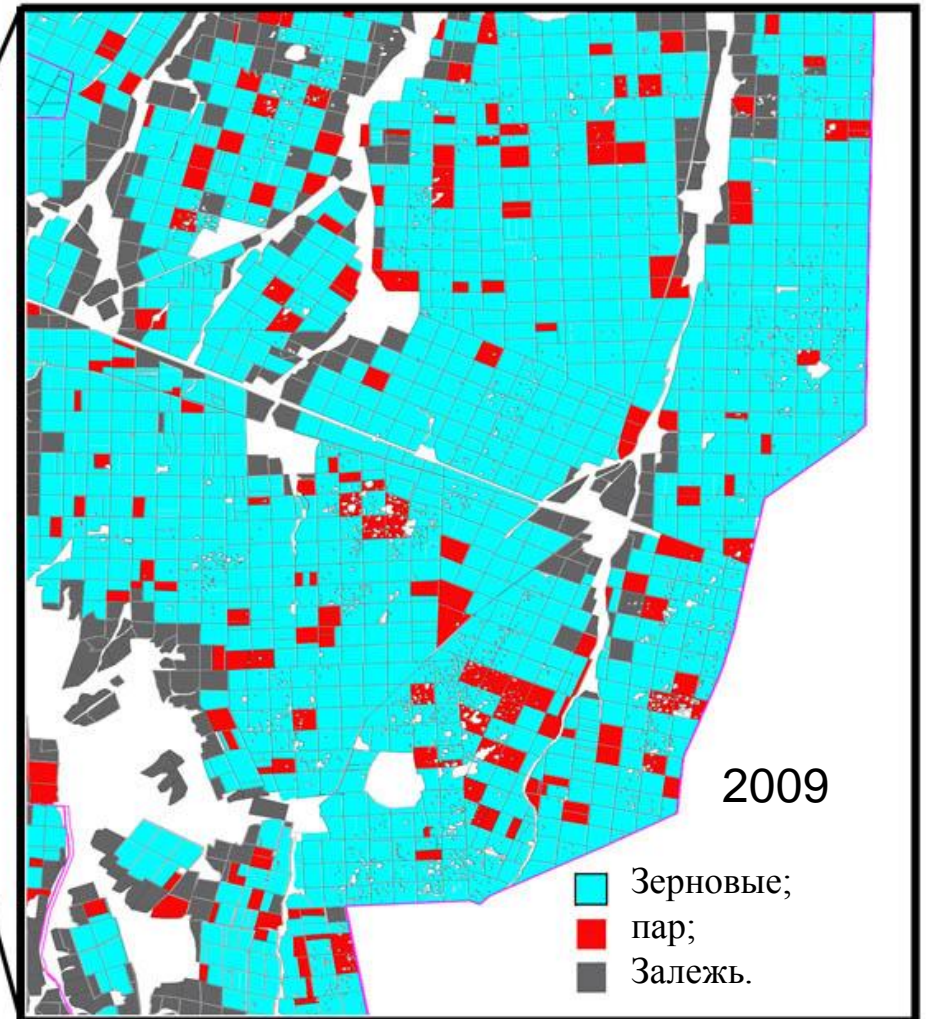
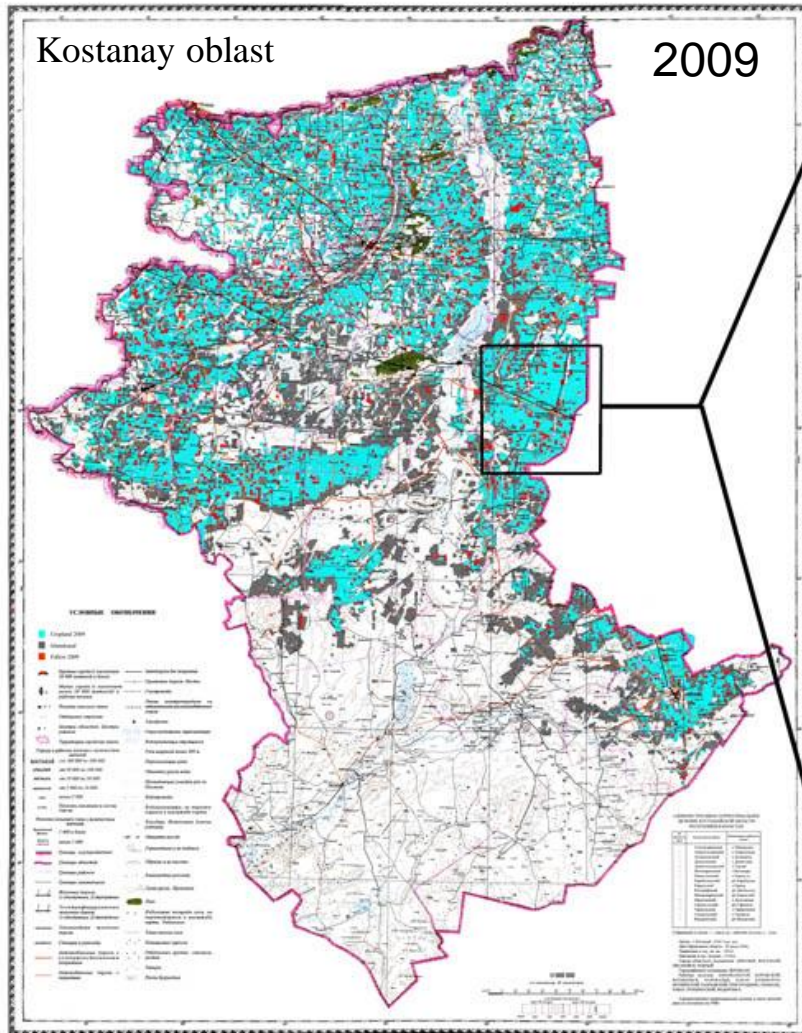
Typical classes of spring wheat state (end of July)
phase: flowering.

Маска яровых пропашных культур Костанайской области 2012 г.

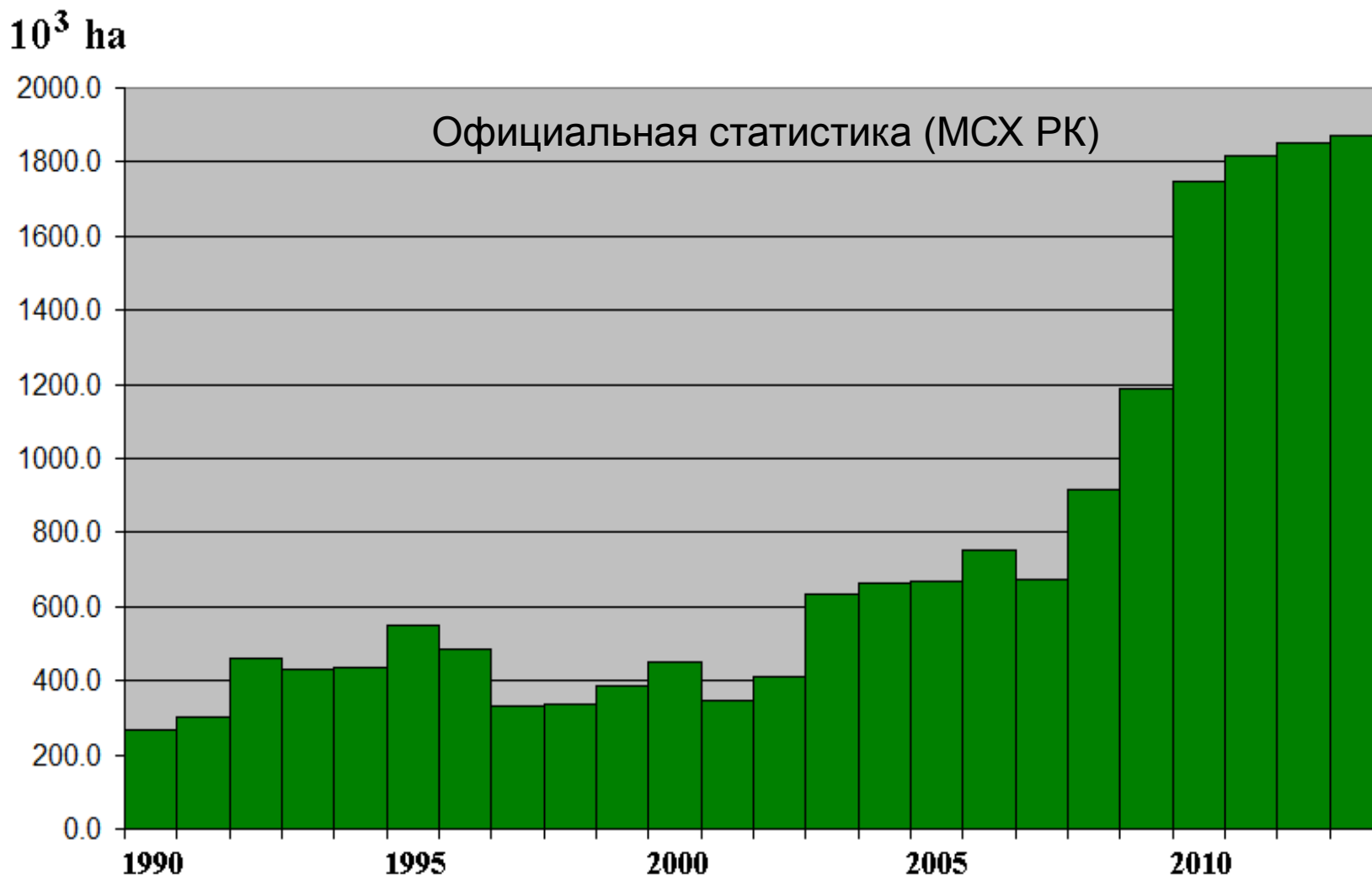
Построена по данным MODIS (MOD09 1,2 bands,, 250 м) и IRS-LISS (разрешение 22 м)



Маска паровых полей Костанайской области (механическое парование)

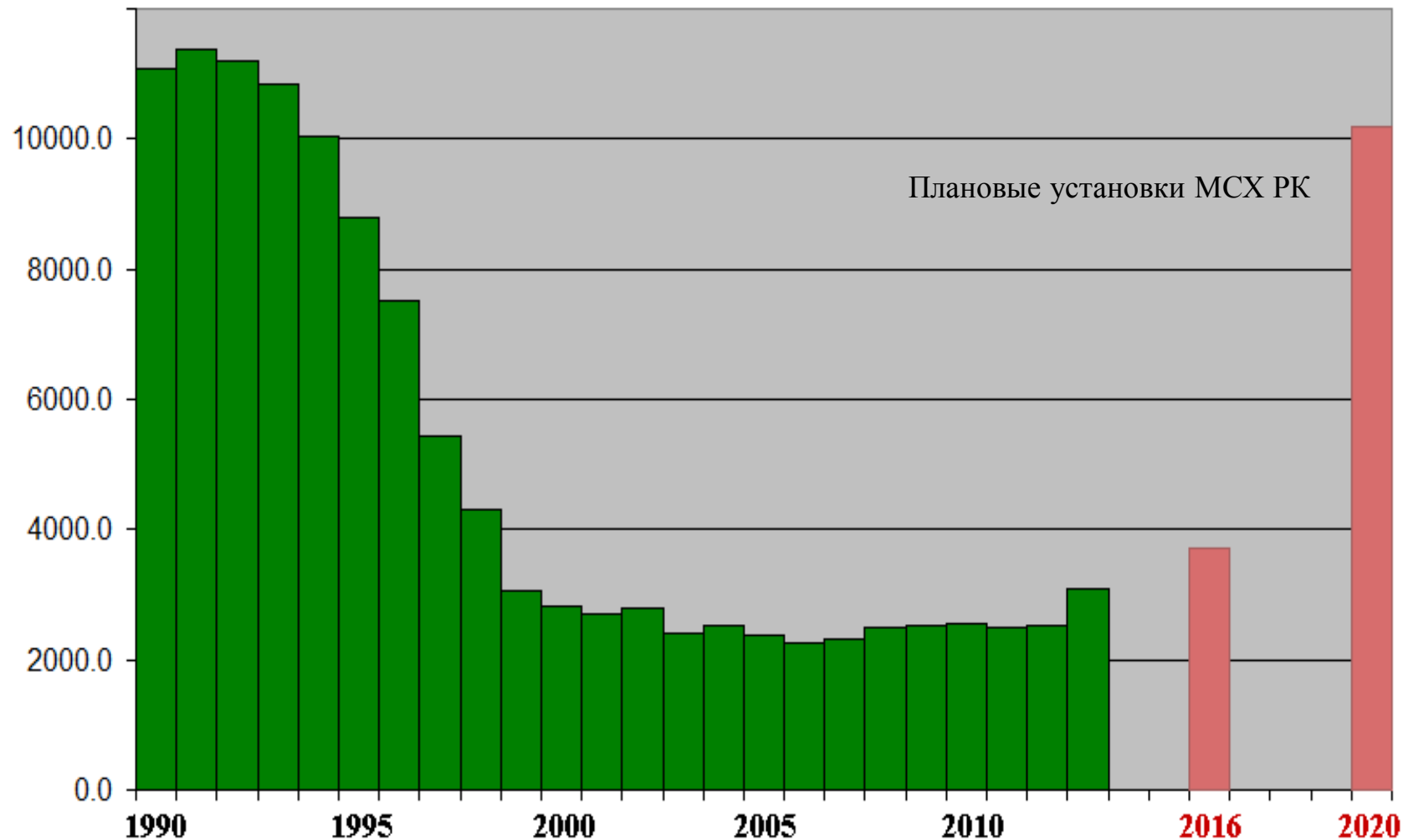


Динамика посевных площадей масличных культур Казахстана в 1990-2013 гг.



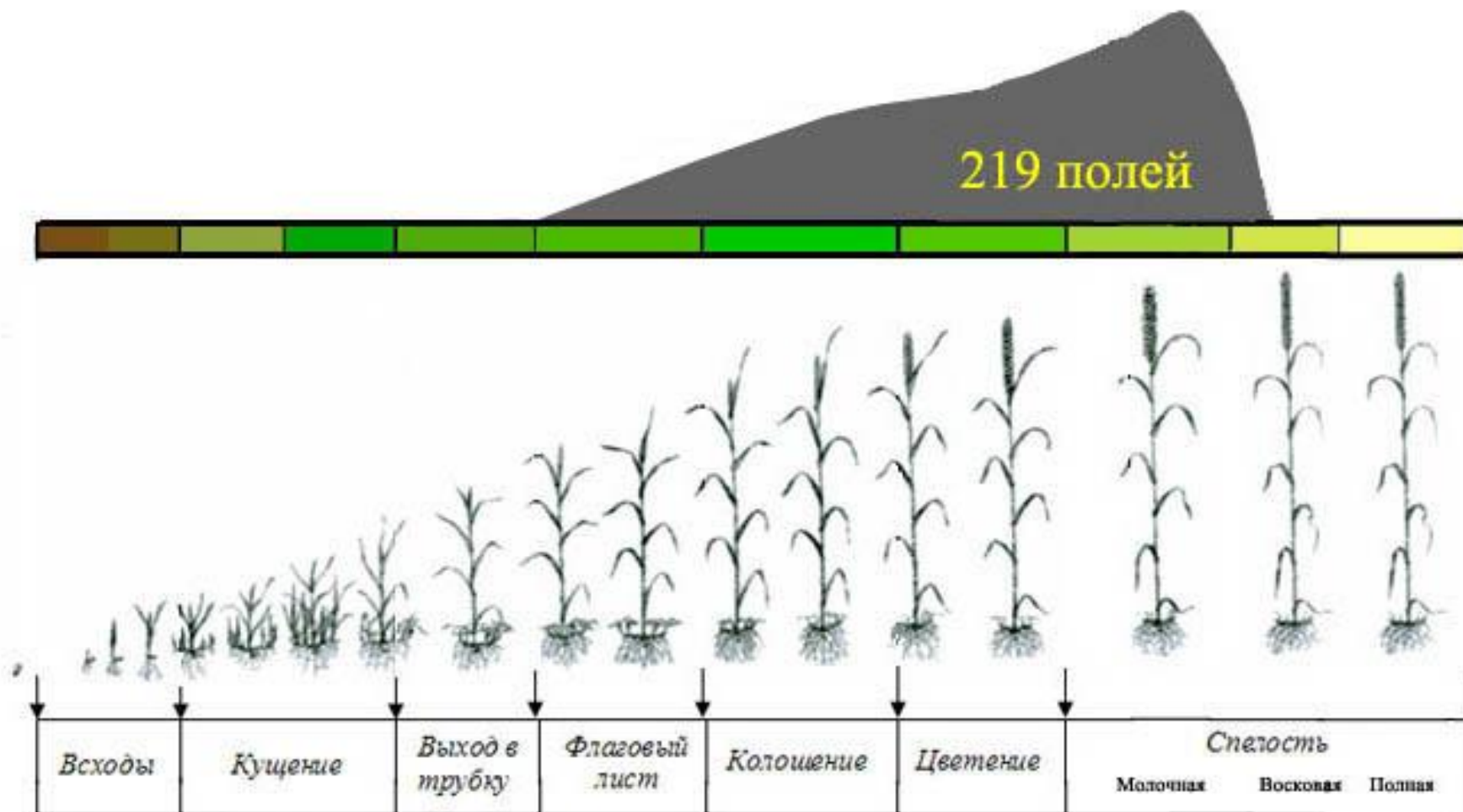
Посевные площади кормовых культур в Казахстане

10^3 га



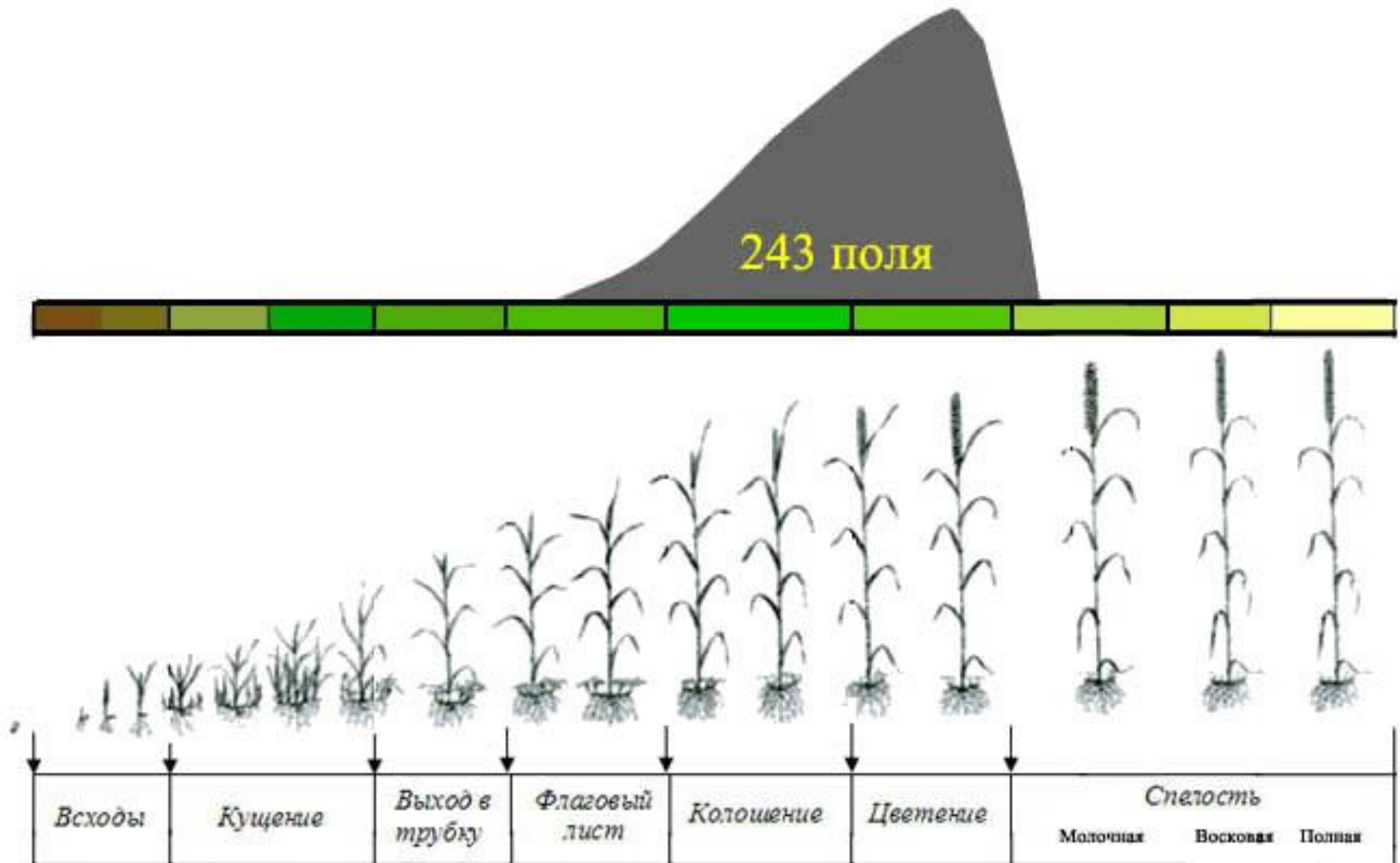
Гистограмма фаз развития зерновых культур Северного Казахстана

по данным наземного обследования полей Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей (Июль 15-25, 2007)



Гистограмма фаз развития зерновых культур Северного Казахстана

по данным наземного обследования полей Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей (Июль 15-25, 2008)



Гистограмма фаз развития зерновых культур Северного Казахстана

по данным наземного обследования полей Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей (Июль 15-25, 2009)

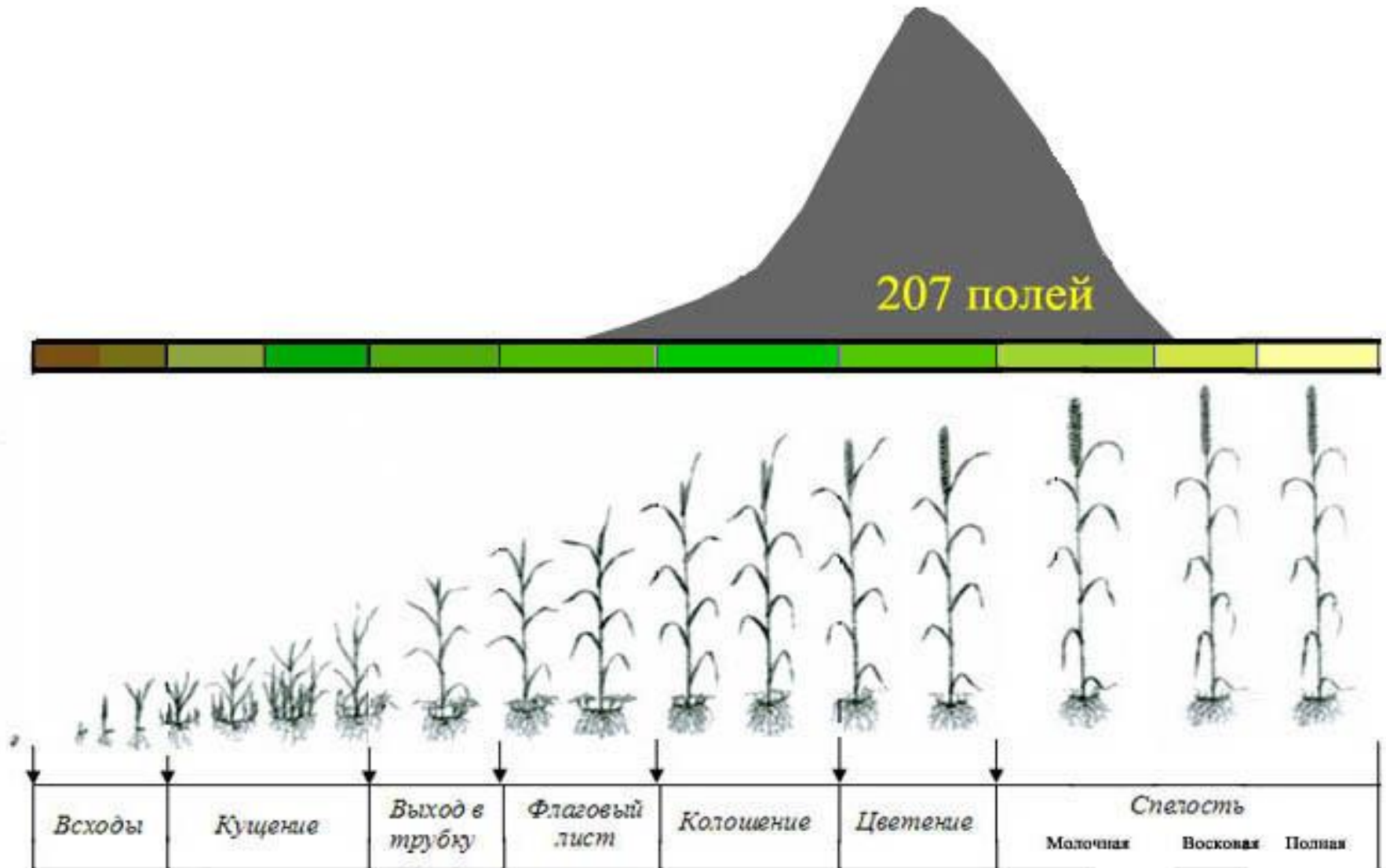
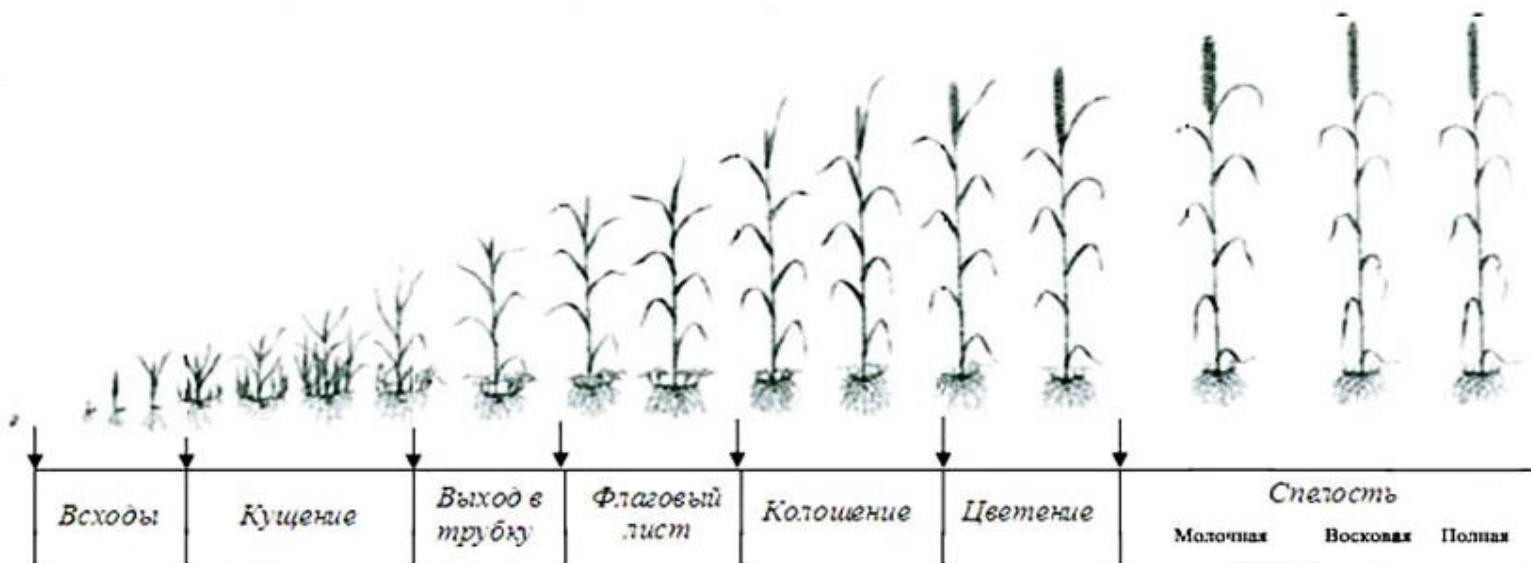


Схема негативного воздействия погоды на яровую пшеницу Северного Казахстана

НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ

ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА
НИЗКАЯ ВЛАЖНОСТЬ



ФАЗЫ
РАЗВИТИЯ
ПШЕНИЦЫ

Спутниковые данные

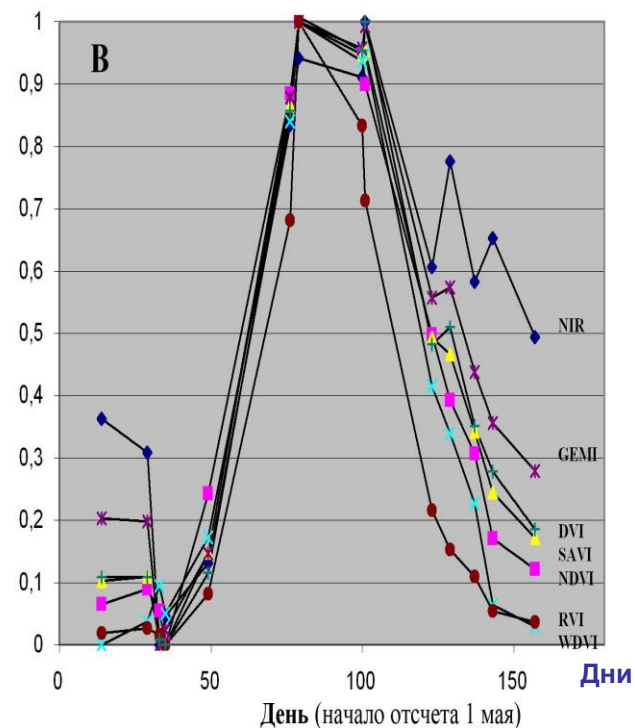
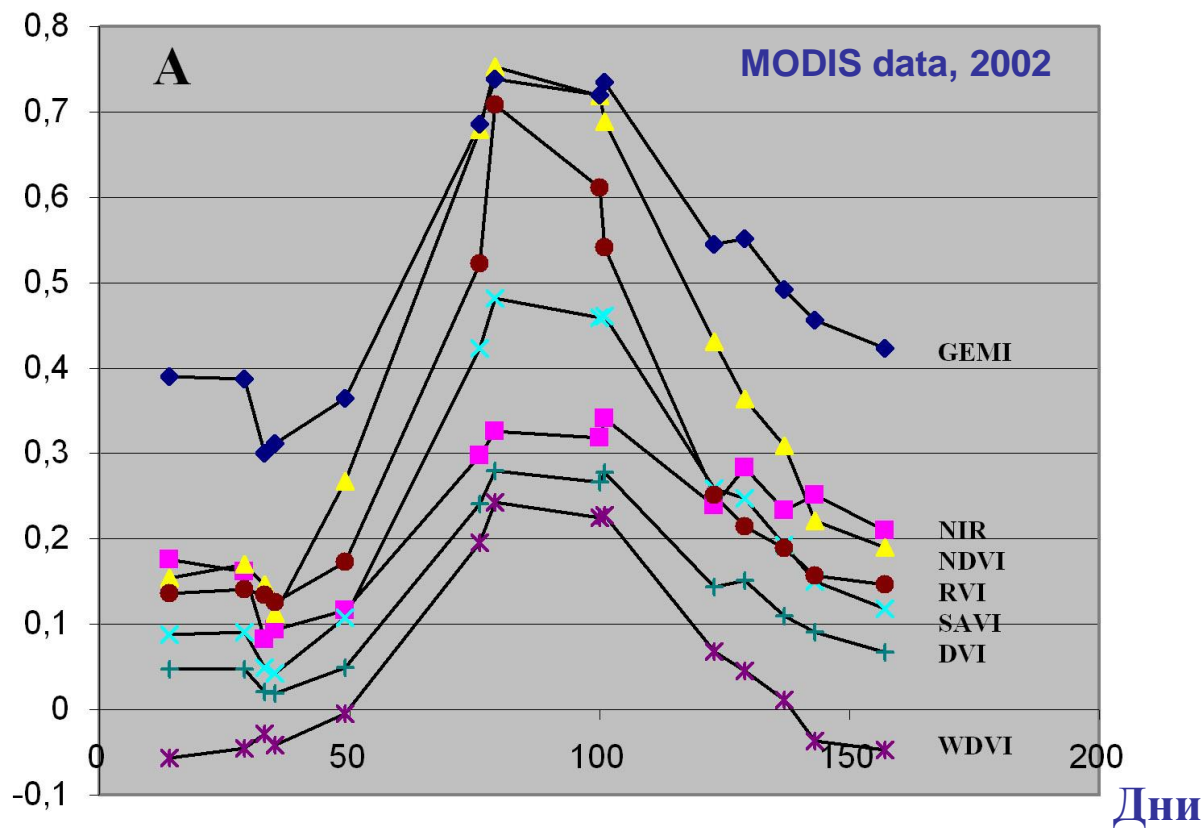
Наиболее популярные спутниковые вегетационные индексы

Index type	Equation
Ratio Vegetation Index	$RVI = NIR / Red$
Normalized Difference VI	$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$
Infrared Percentage VI	$IPVI = NIR / (NIR + Red)$
Difference VI	$DVI = NIR - Red$
Perpendicular VI	$PVI = \sin(Y) * NIR - \cos(Y) * Red$ where Y- angle between soil line and NIR axis
Weighted Difference VI	$WDVI = NIR - C * RED$, where $C = NIR / RED$ for soil.
Soil Adjusted VI	$SAVI = (1 + L) * (NIR - RED) / (NIR + RED + L)$, where L- [0;1] 0 – maximum of leaf projective covering; 1- minimum.
Global Environmental Monitoring Index	$GEMI = v * (1 - 0.25 * v) - (RED - 0.125) / (1 - RED)$; where $v = [2 * (NIR^2 - RED^2) + 1.5 * NIR + 0.5 * RED] / (NIR + RED + 0.5)$.

Временной профиль вегетационных индексов для поля яровой пшеницы в сезоне 2002 года

(на основе ежедневных данных MODIS, использованы только безоблачные снимки)

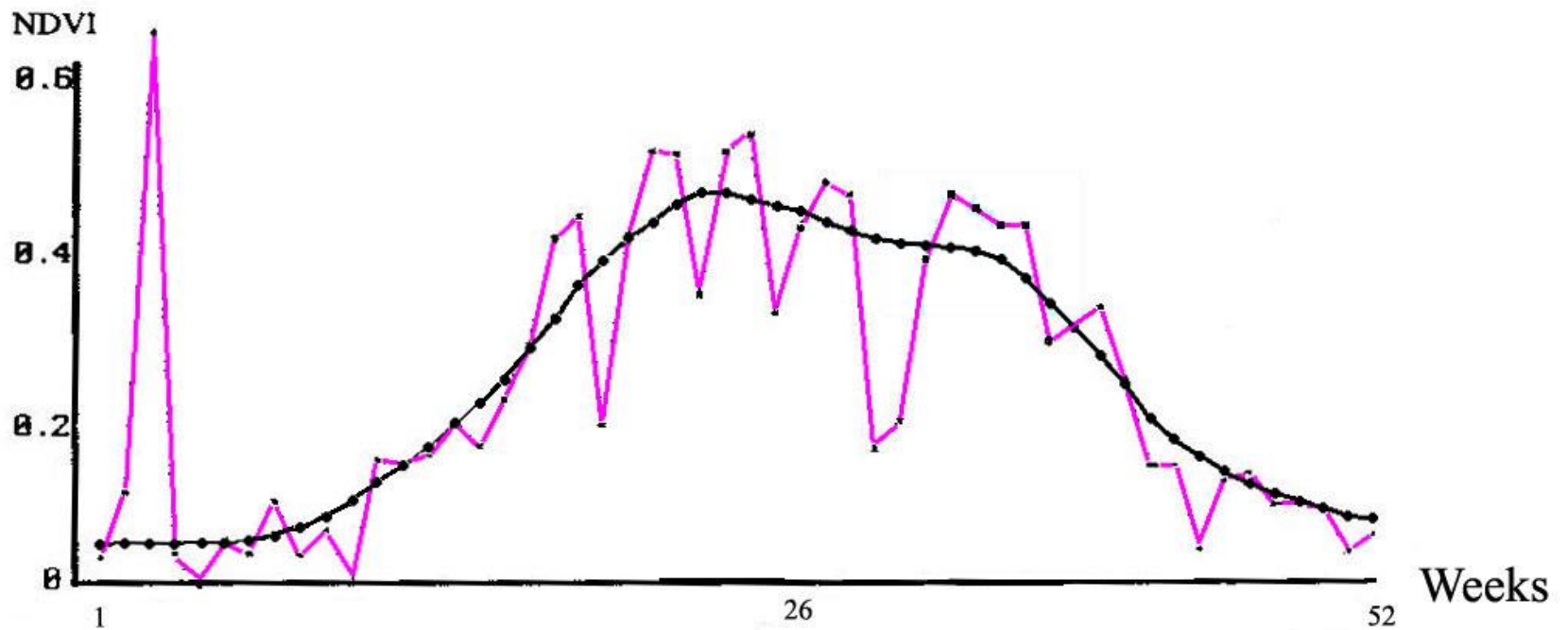
Акмолинская область



Шкала рекалибровки:
0 – минимум, 1 – максимум.

Типичный сезонный профиль вегетационного индекса

для с\х земель
[AVHRR\NDVI]

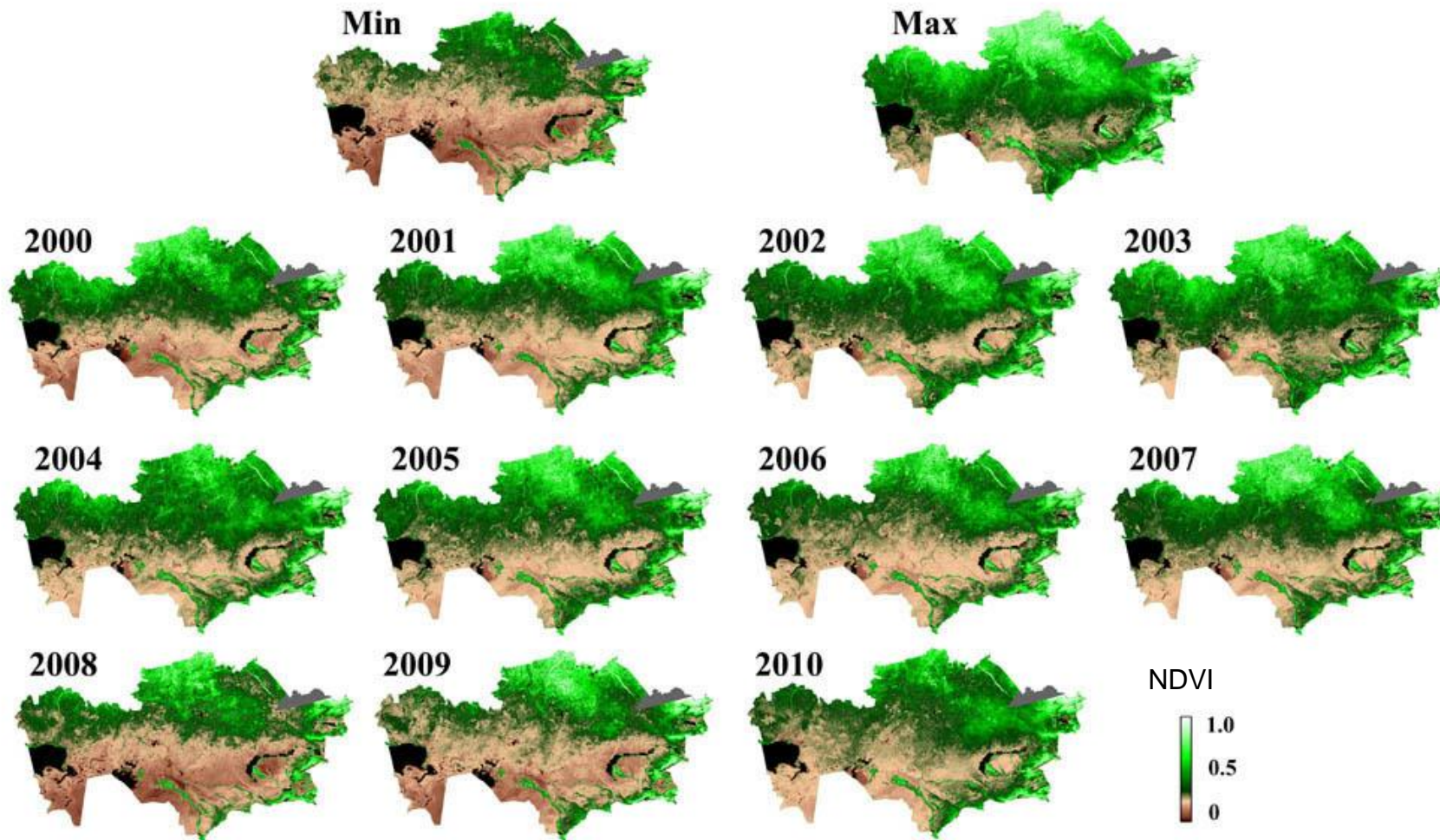


Мониторинг вегетации Казахстана в период 2000-2010 гг.

сезонный максимум NDVI/ MOD13

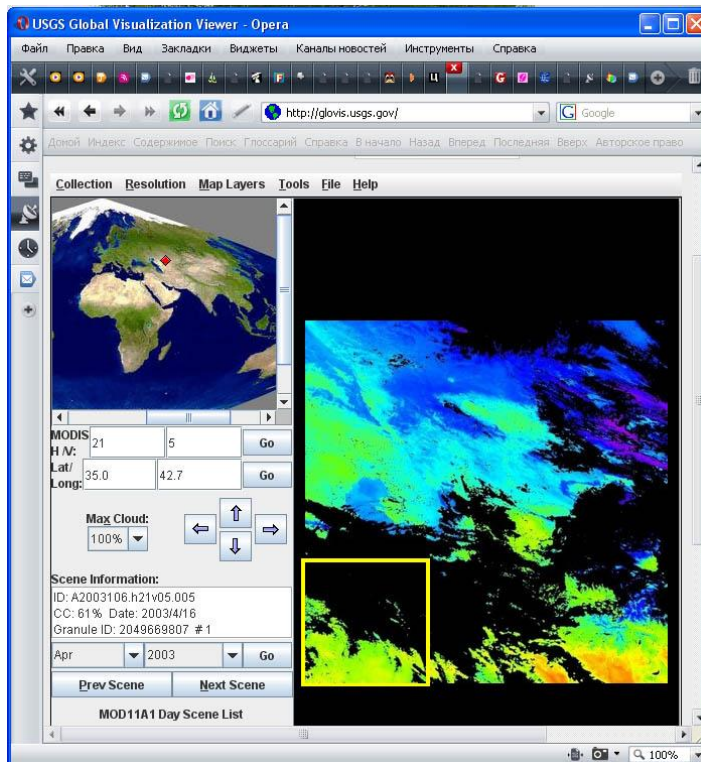
[16-days composite]

193-209 days

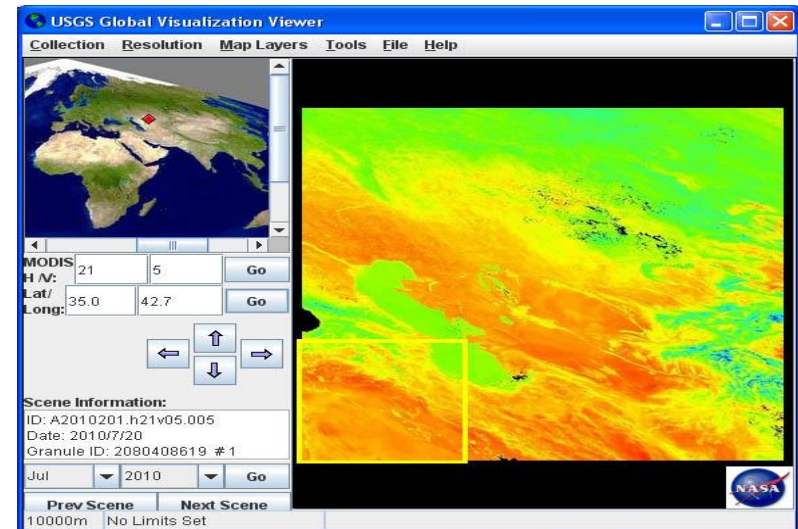


Источники исходной информации LST [GLOVIS]

MOD11A1DAY - суточные данные



MOD11A2DAY – 8-дневный композит

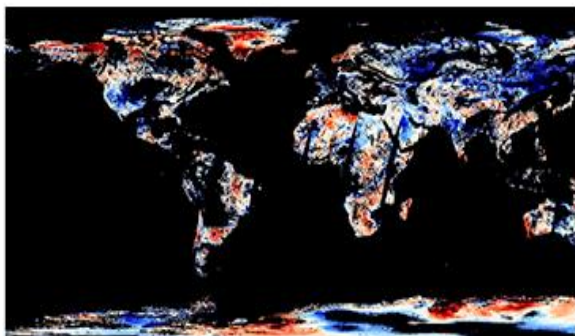


Данные NEO LST-anomaly

[продукты NASA Earth Observation (NEO)]

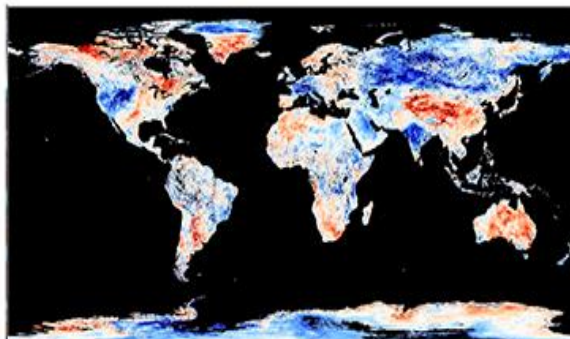
<http://neo.sci.gsfc.nasa.gov>

October 15 2013



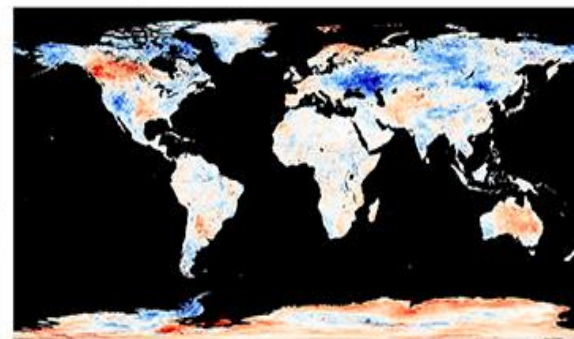
Суточные

October 9-16 2013



8-дневные

September 2013

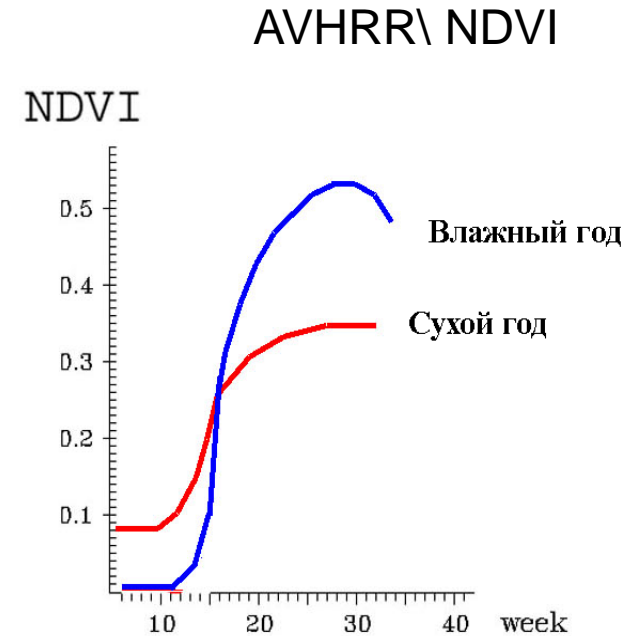
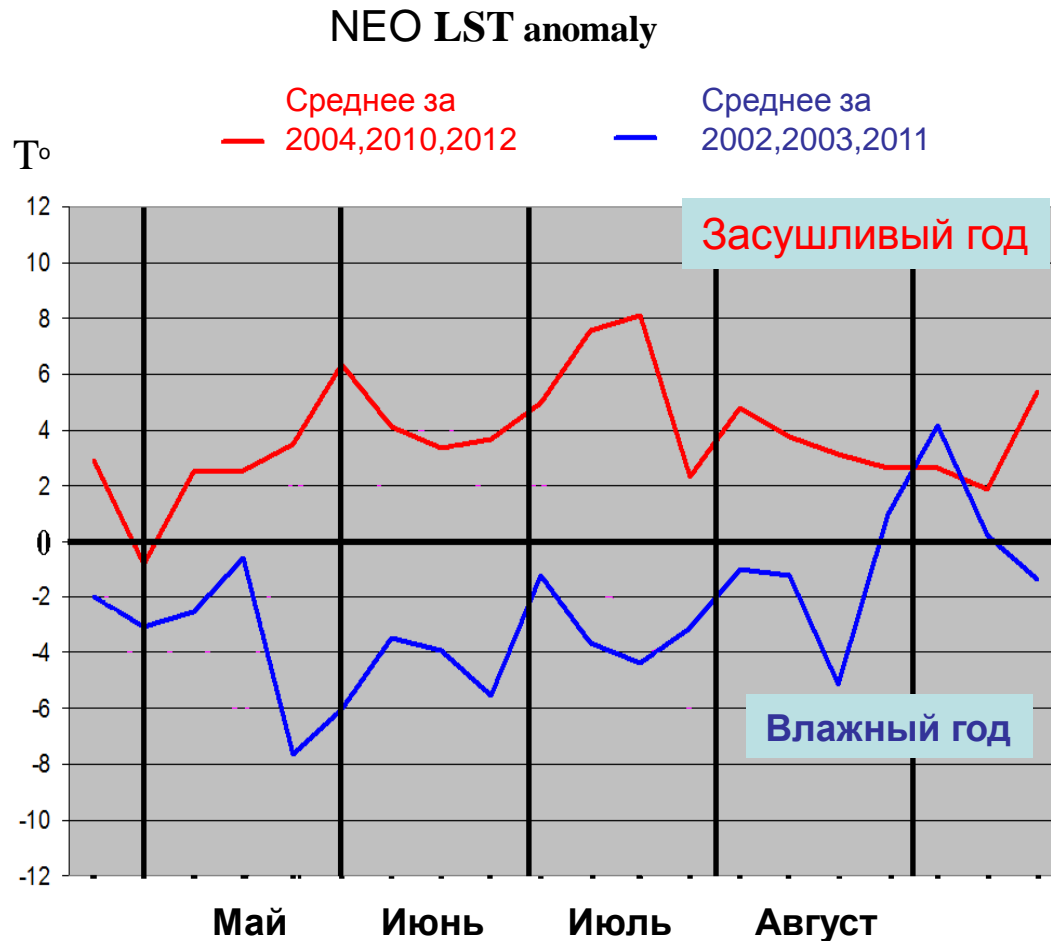


Месячные

LST anomaly



Аномальные режимы по уровню увлажнения пашни Северного Казахстана



сумма по 3 областям: (Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская)

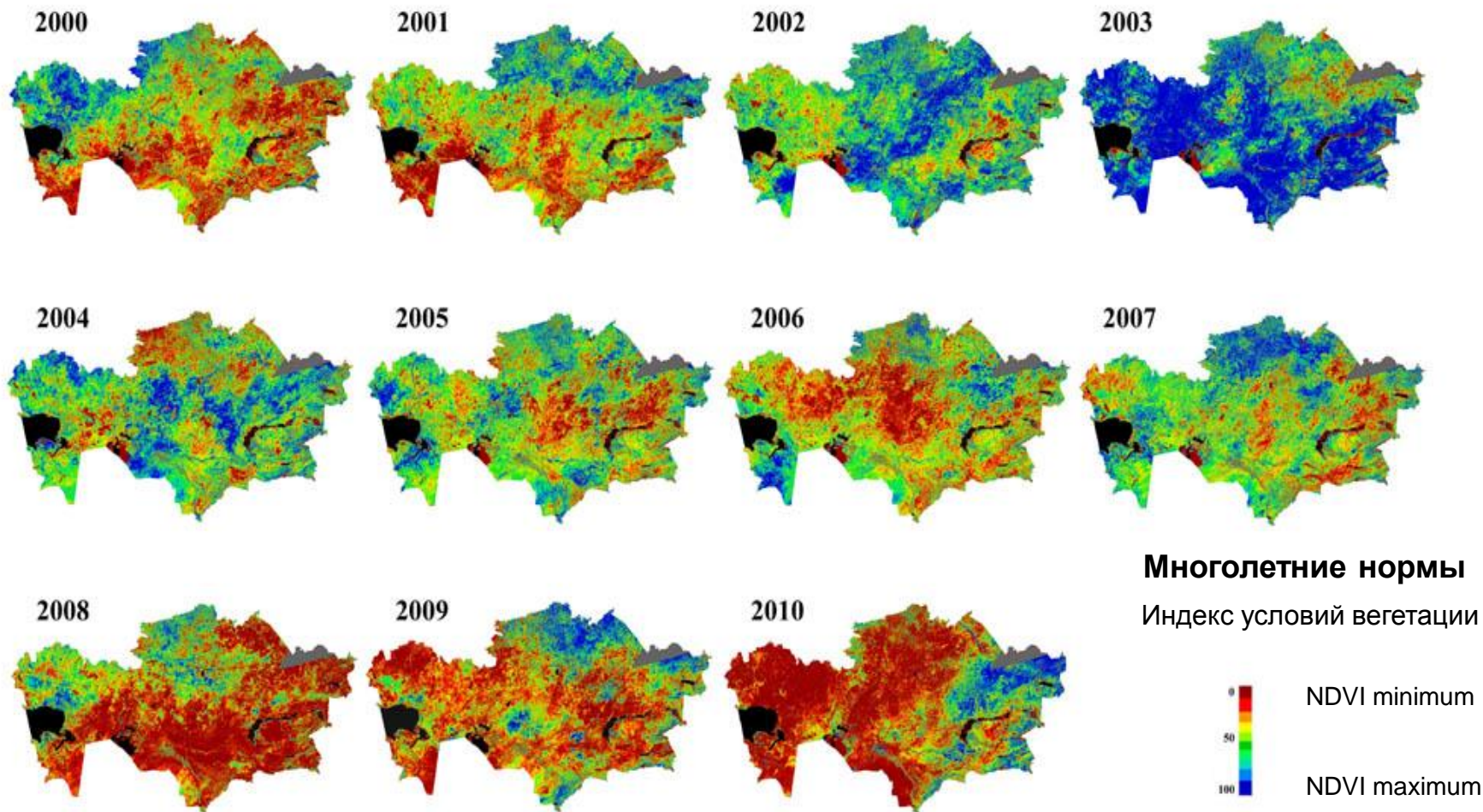
Мониторинг сезонного максимума условий вегетации Казахстана

Vegetation Condition Index [VCI]

сезонный максимум [16-days composite]

193-209 days on base of NDVI/ MOD13,

201-209 days on base of NDVI/ MOD09Q1



Land Surface Temperature (LST)

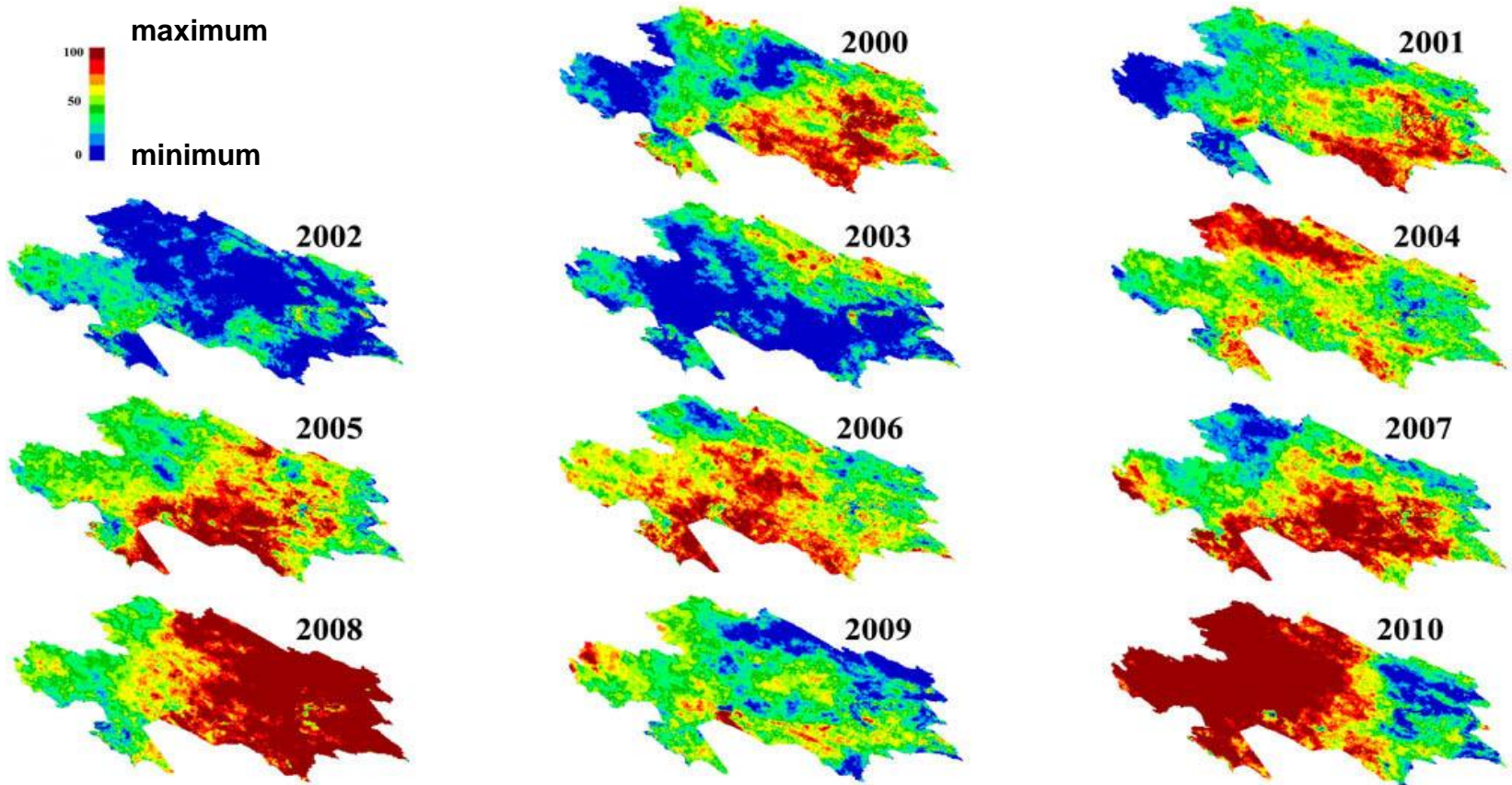
Temperature Condition Index

MOD11A2DAY(8-дневные композиты)

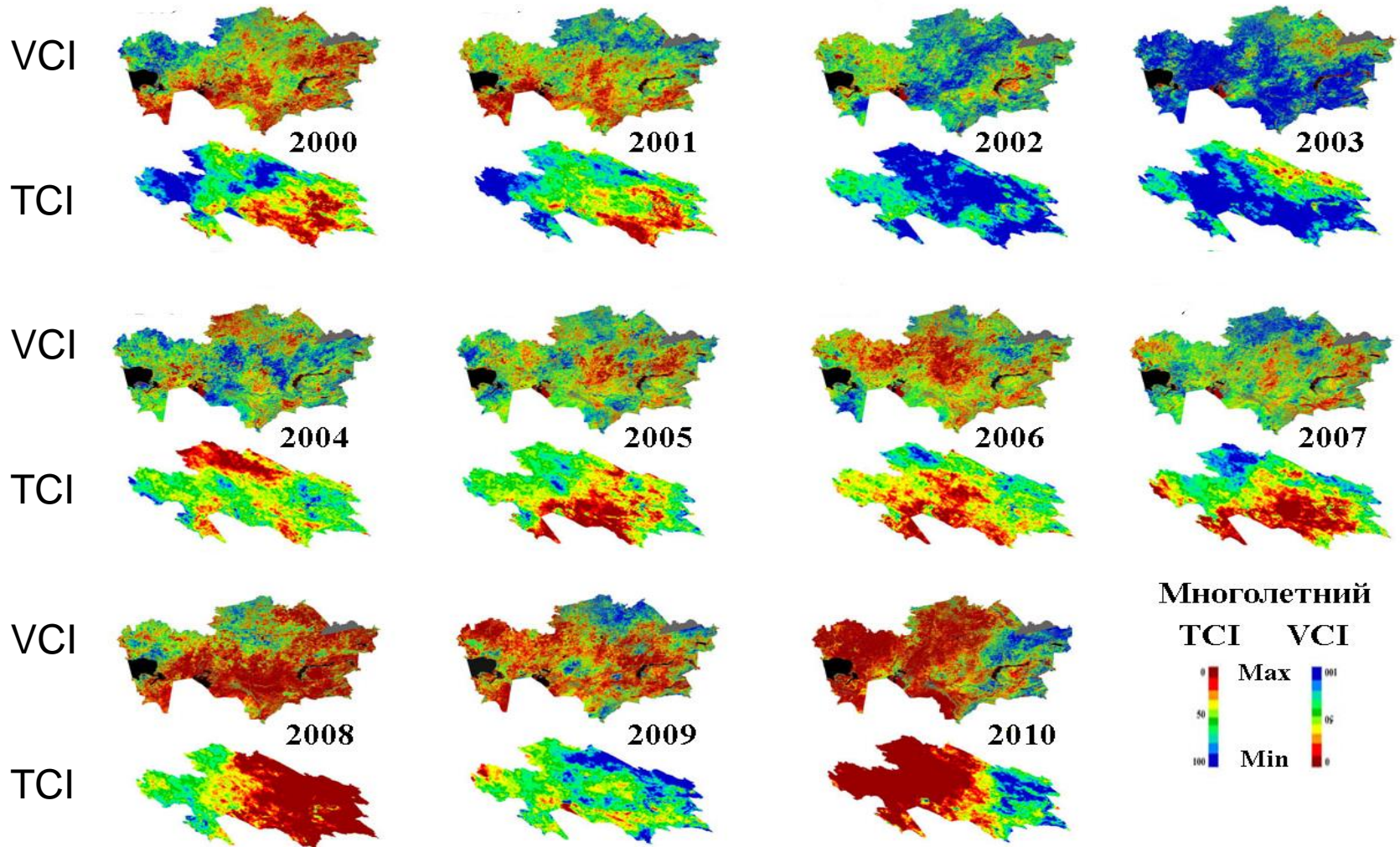
среднее за сезон [май - сентябрь]

Многолетние нормы

Индекс условий температуры (TCI)



Сопоставление карт VCI (сезонный максимум) и TCI (среднее за вегетационный сезон [май-сентябрь])



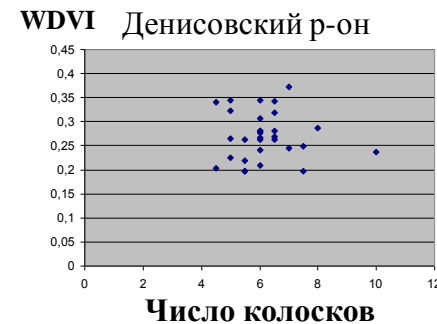
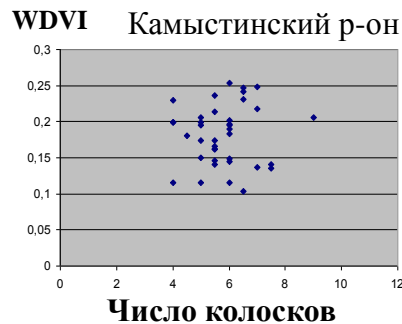
Эмпирические соотношения между (MODIS/ WDVІ) [среднее по полю] и размером колоса яровой пшеницы Казахстана [среднее по полю, наземные данные].

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

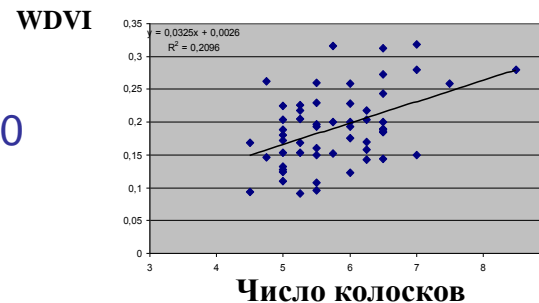


Число пар колосков в колосе
 вариабельность: 4 -12

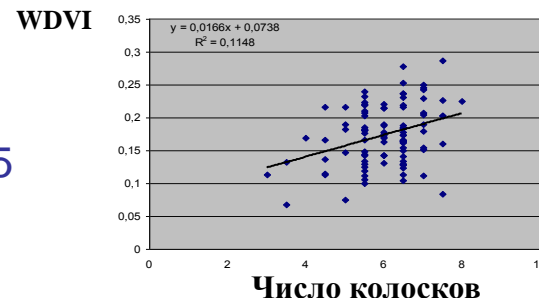
Костанайская область, 2007



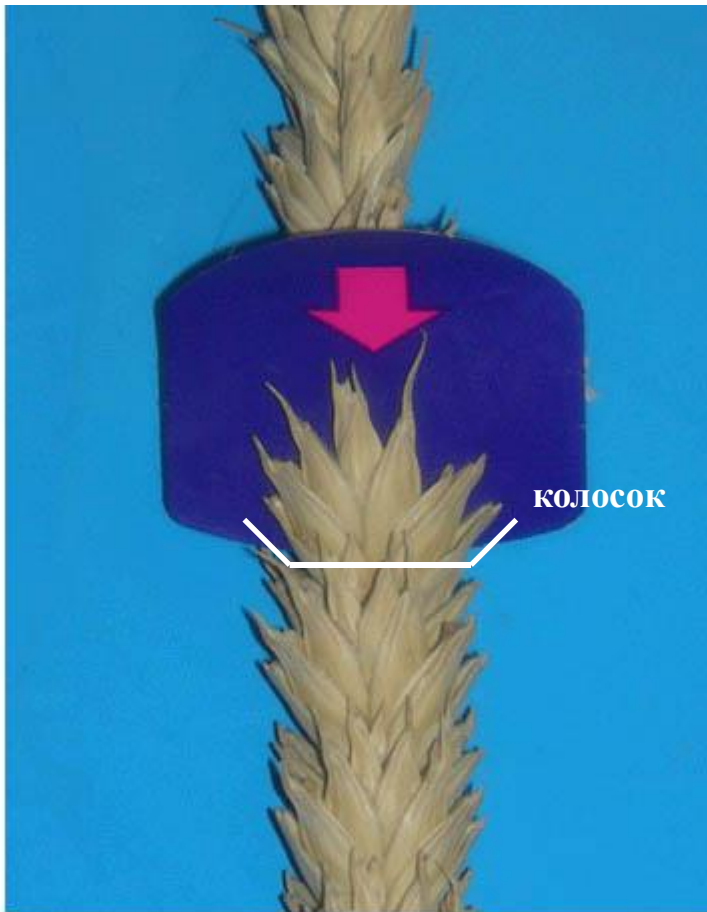
2008
 $R^2=0,210$



2009
 $R^2=0,115$

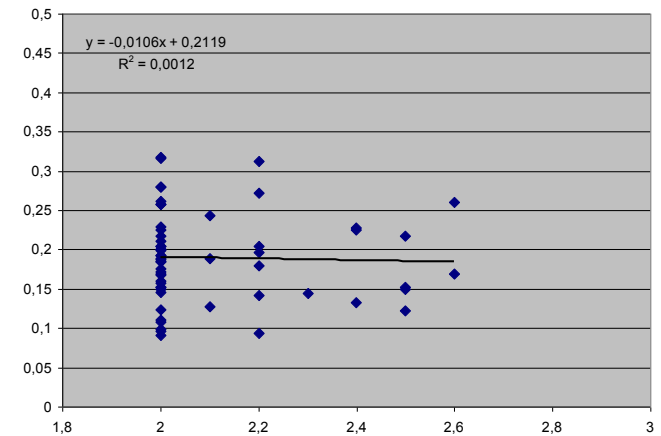


Эмпирическое соотношение между (MODIS/ WDVl фаза цветения культуры) и числом зерен в колоске яровой пшеницы Казахстана



2008
 $R^2=0,001$

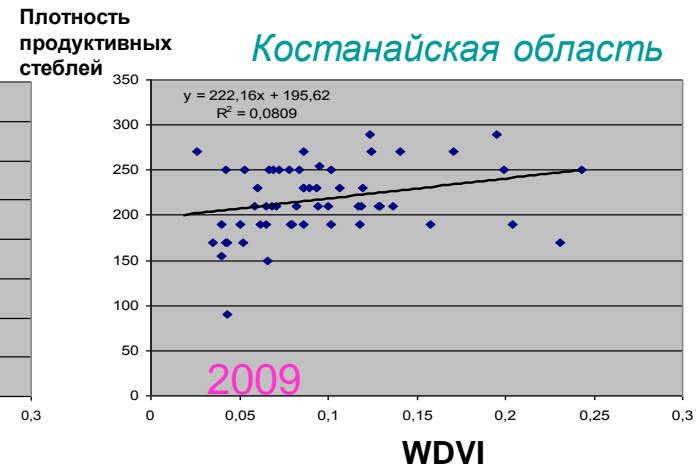
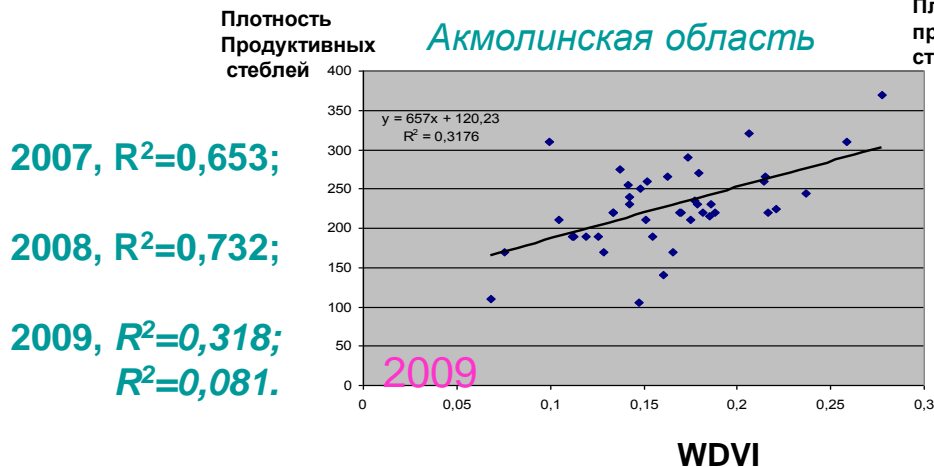
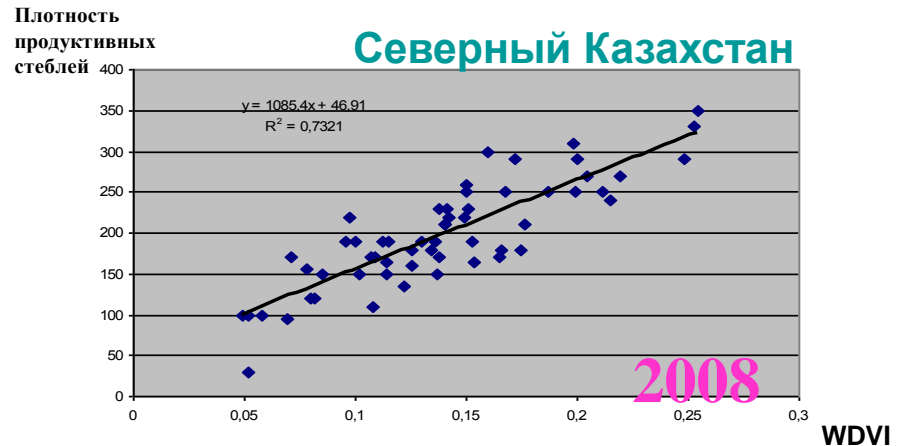
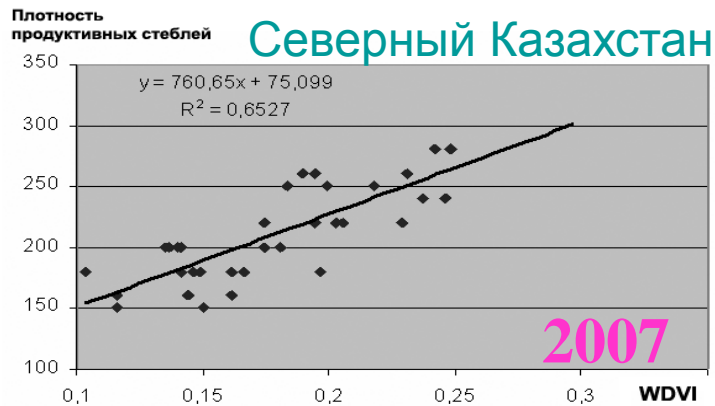
WDVI среднее по полю



Число зерен к колоске (среднее по полю)

Число зерен в колоске
вариабельность: 2-4

Эмпирические соотношения между числом продуктивных стеблей яровой пшеницы на кв. м [наземные данные] и величиной MODIS/WDVI (MOD 09) сезонный максимум, среднее по полю



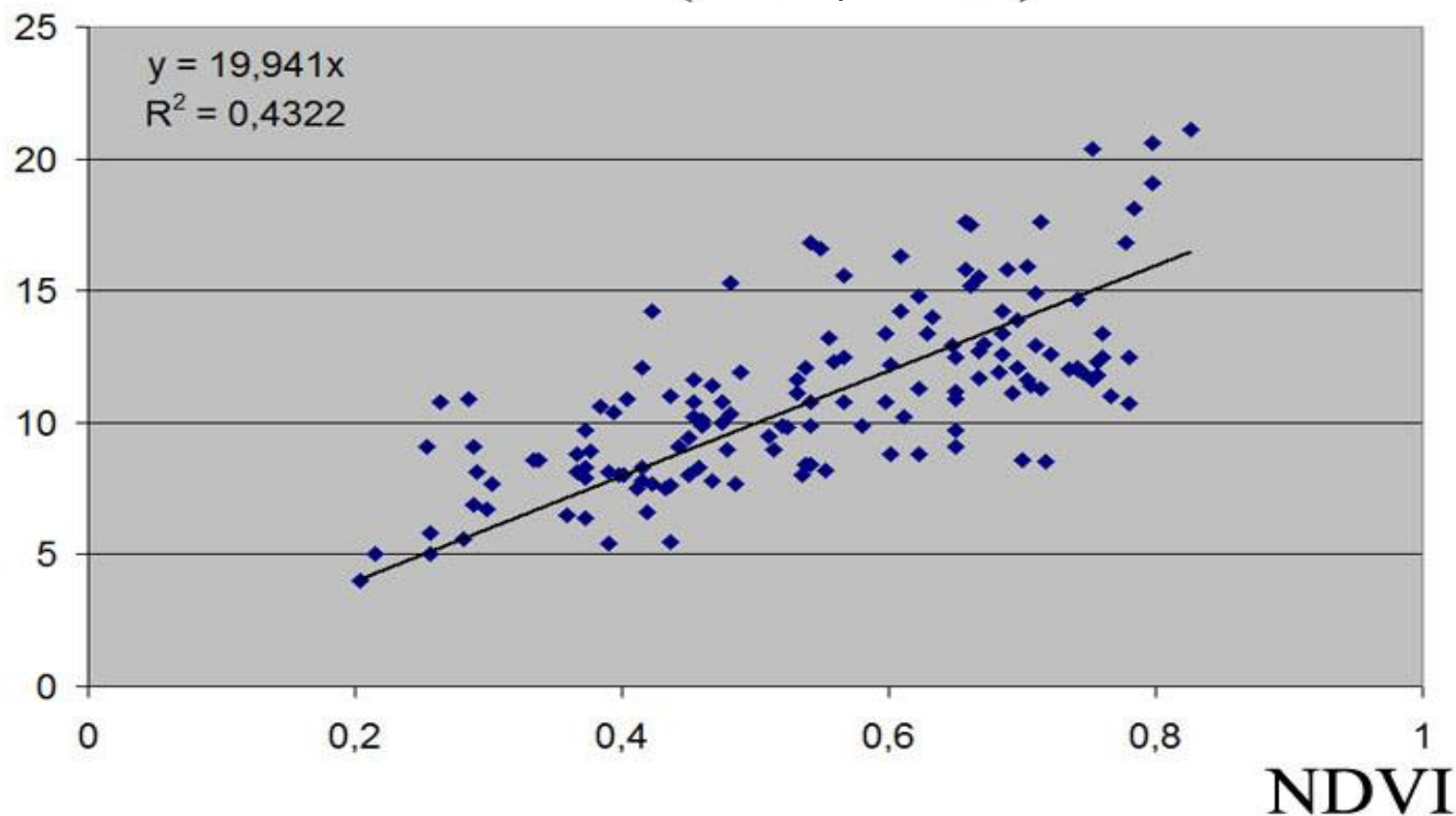
2007, $R^2=0,653$;

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

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

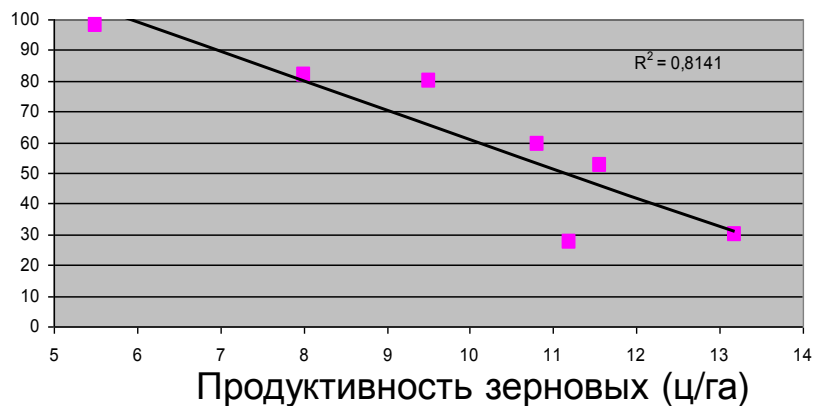
Зависимость между официальной урожайностью зерновых культур и сезонным максимумом NDVI, MOD 13) для районов Северного Казахстана в период 2000-2009 гг.

Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская области



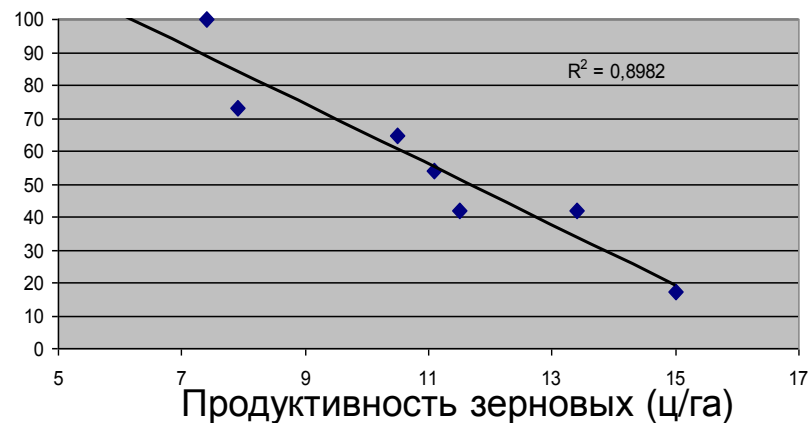
Соотношение между MODIS LST (сезонное среднее TCI) и продуктивностью зерновых культур в течение 2004-2010 гг. для некоторых областей Казахстана

TCI (MOD 11)



Акмолинская область

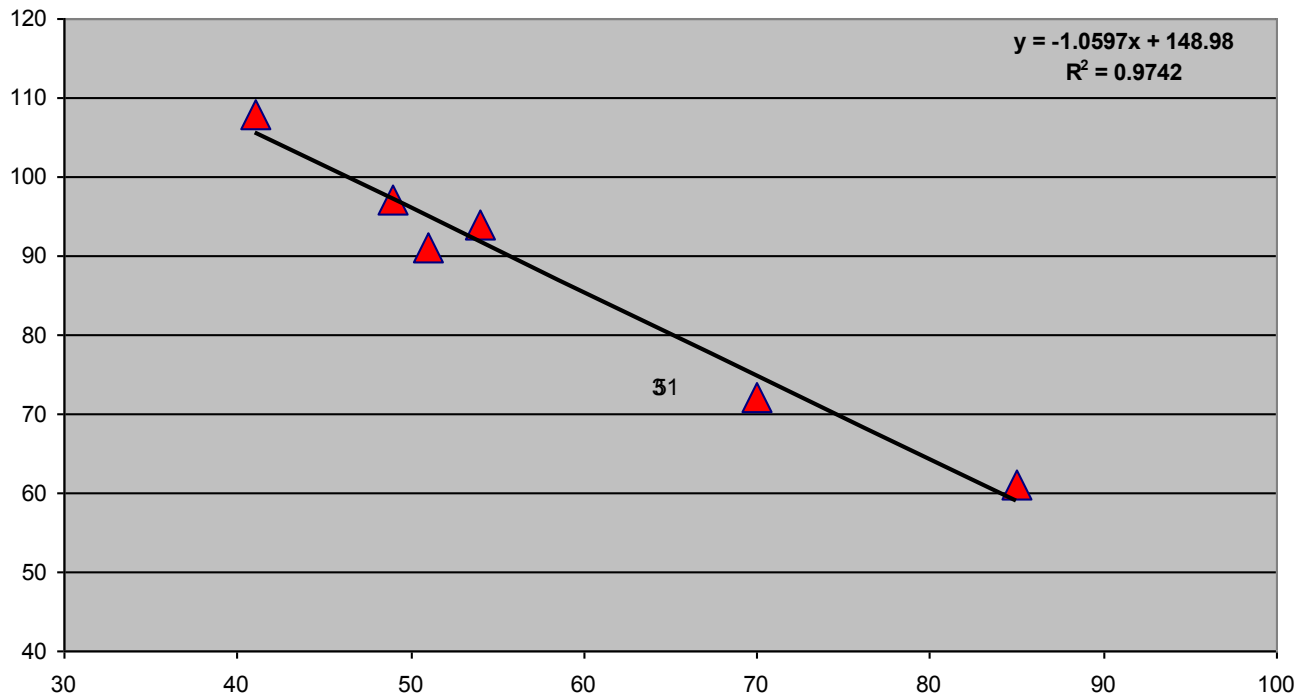
TCI (MOD 11)



Костанайская область

Взаимосвязь между объемом производства зерна в России и средней за вегетационный сезон величиной TCI для пашни (сумма 21 области) в период с 2008 по 2013 год.

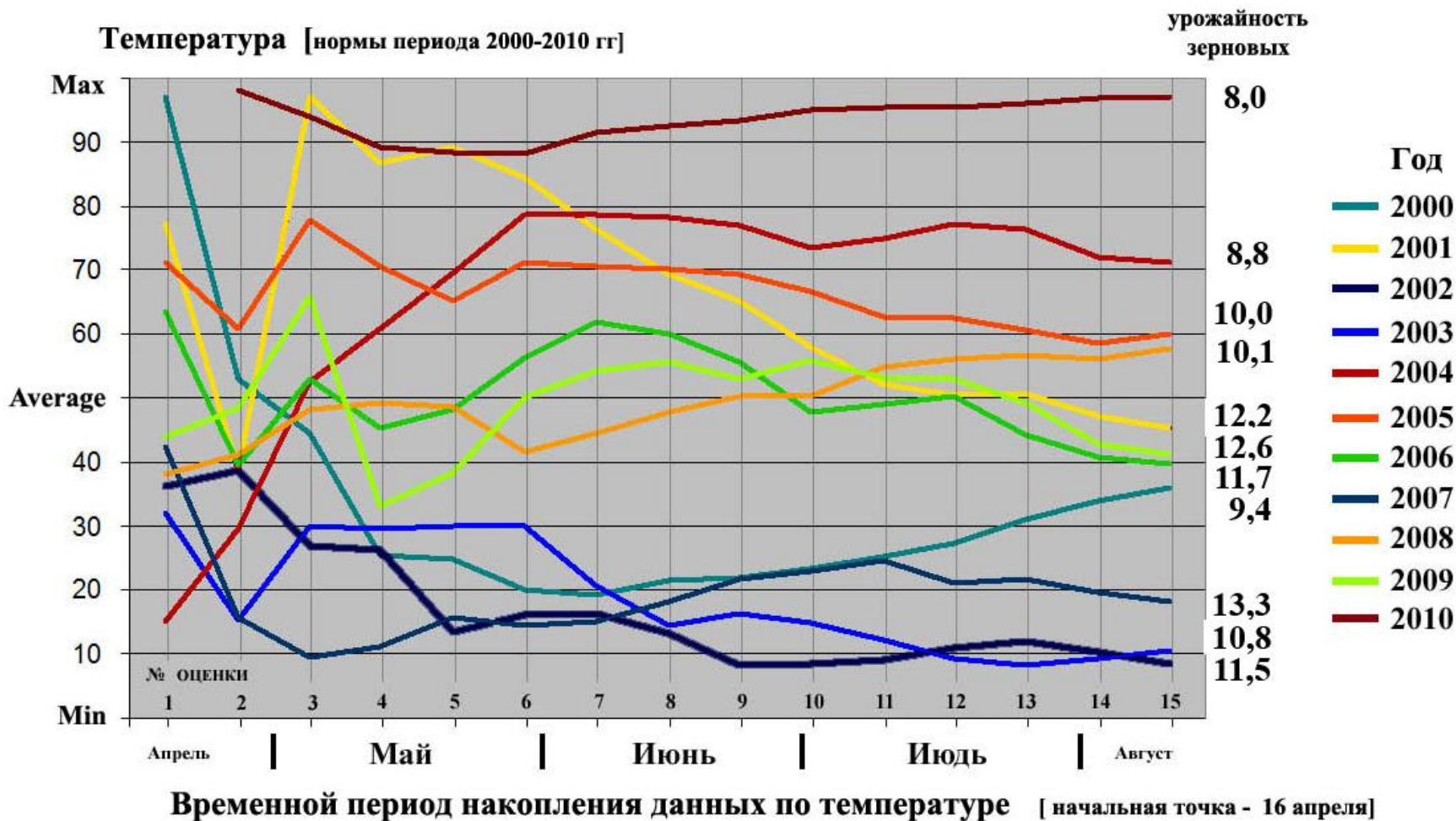
Млн. тонн



TCI

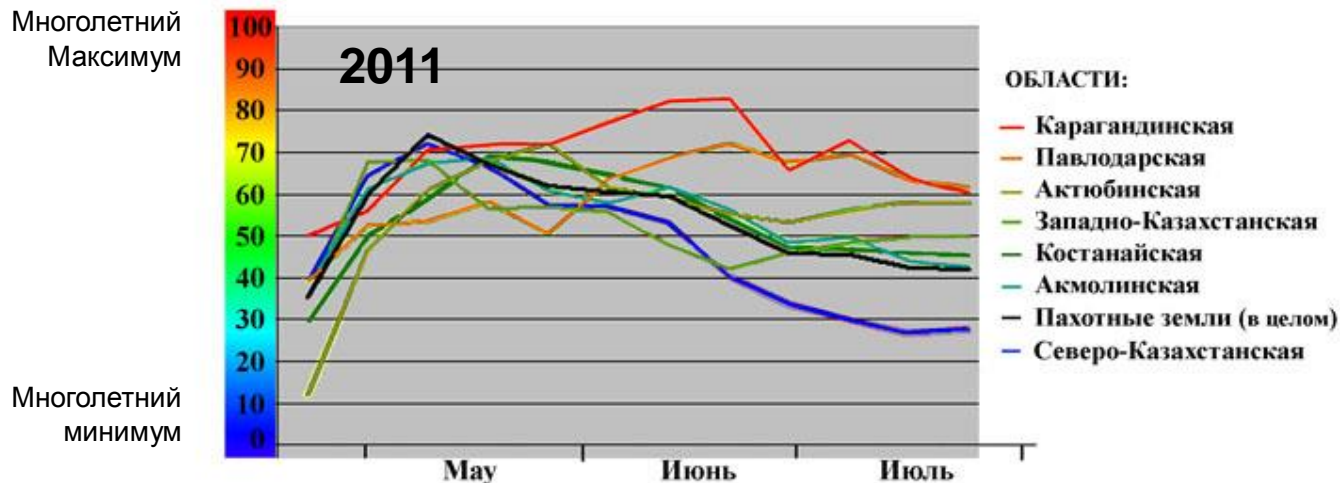
Средняя радиояркостная температура (LST) пашни Северного Казахстана (7 областей) в течение вегетационных сезонов 2000-2010 годов

Северный Казахстан: Западно-Казахстанская, Актюбинская, Костанайская, Северо-Казахстанская, Акмолинская, Карагандинская и Павлодарская области.

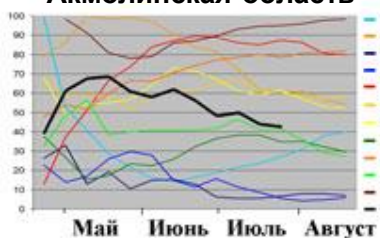


Температурный режим пахотных земель в областях Казахстана

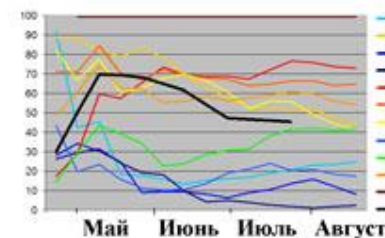
Калиброванный индекс температур (TCI)



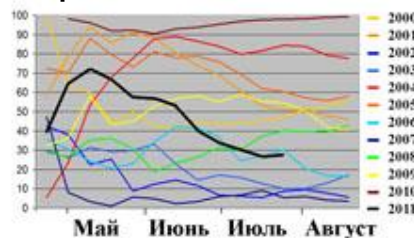
Акмолинская область



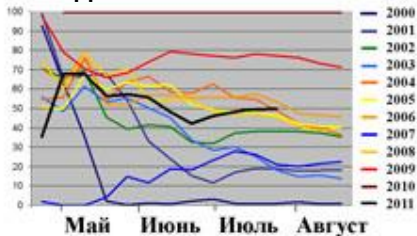
Костанайская область



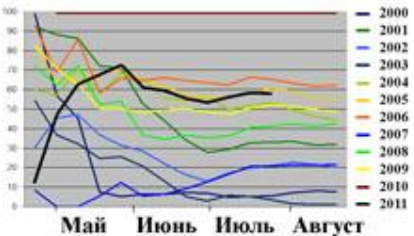
Северо-Казахстанская область



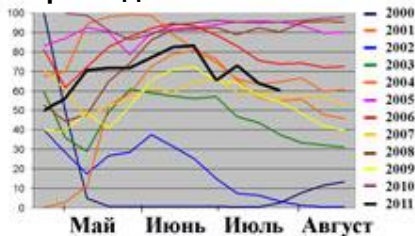
Западно-Казахстанская



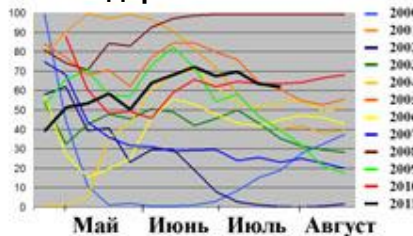
Актюбинская область



Карагандинская область



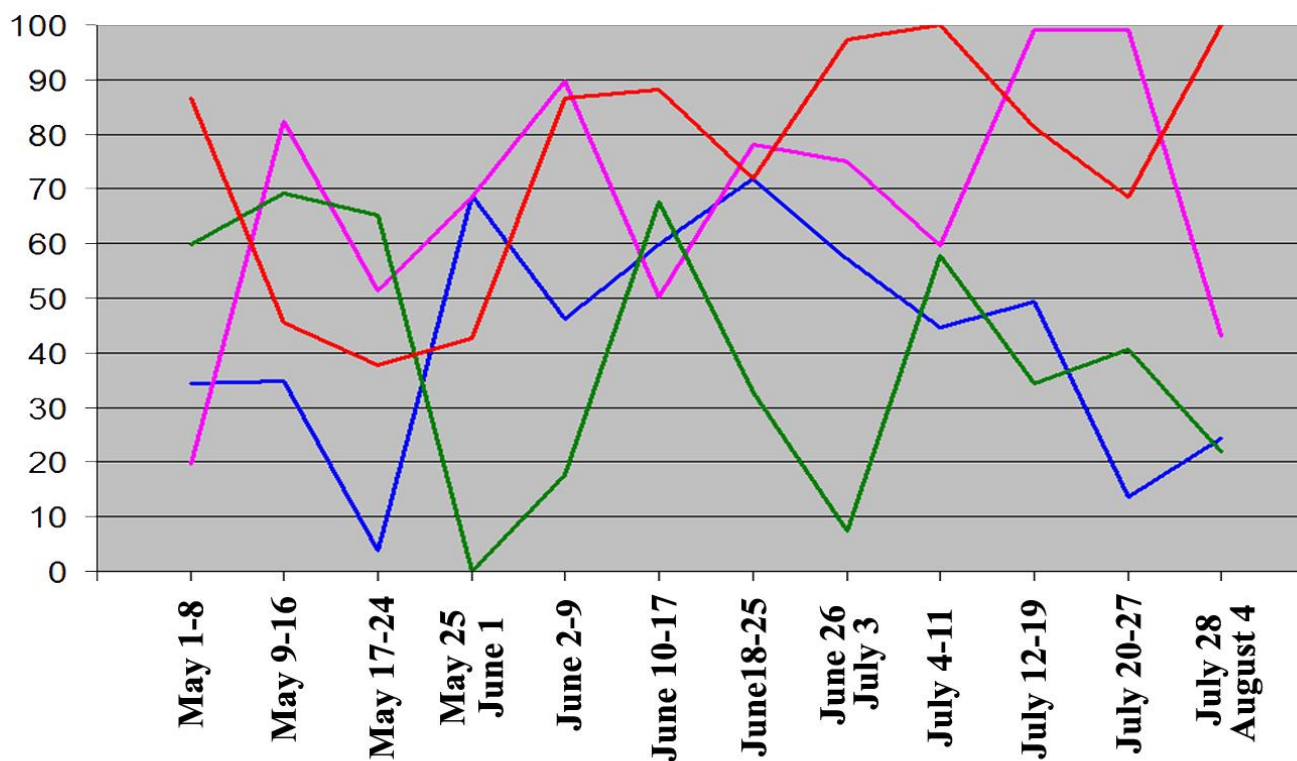
Павлодарская область



NEO-LST-TCI- временные профили для пашни

Костанайской области в сезонах 2010-2013 гг.

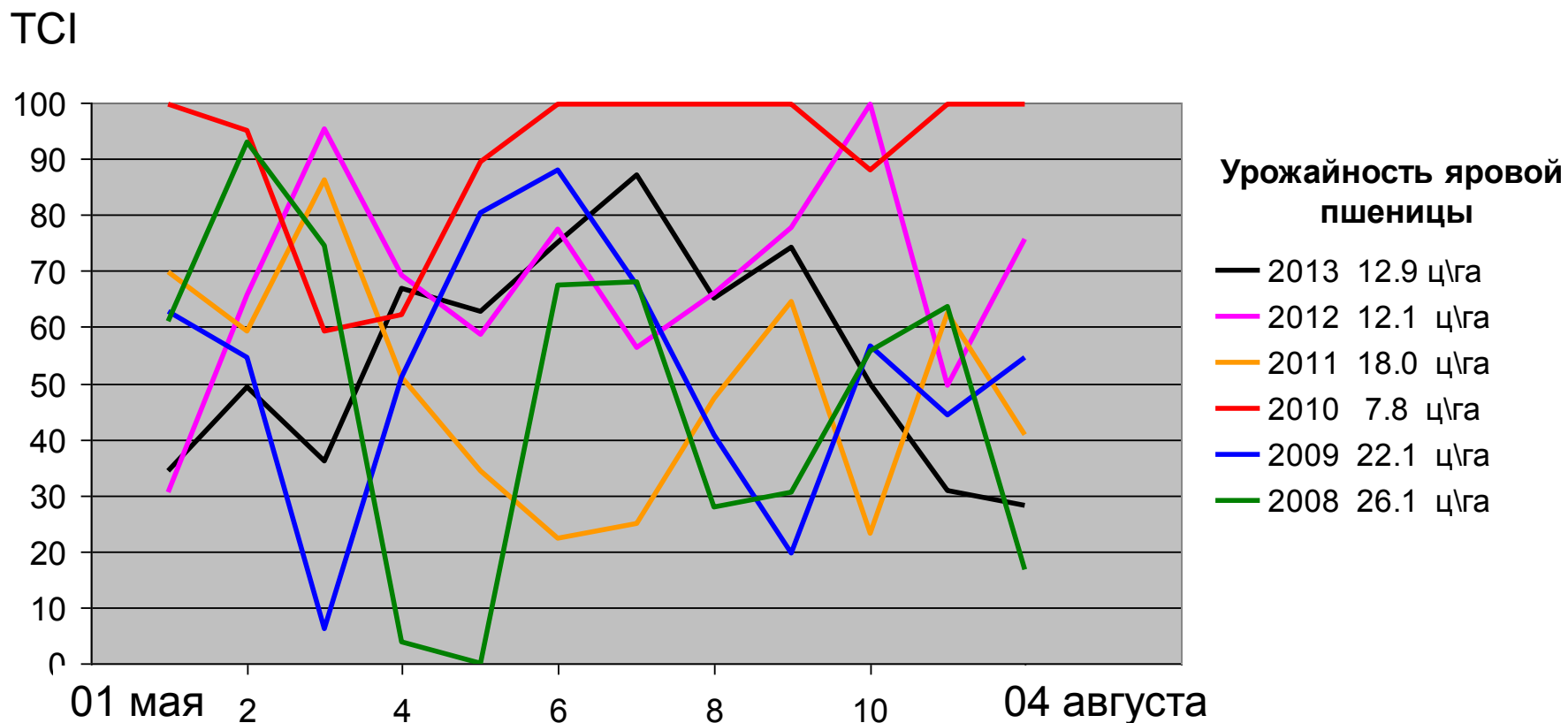
Temperature
Condition Index



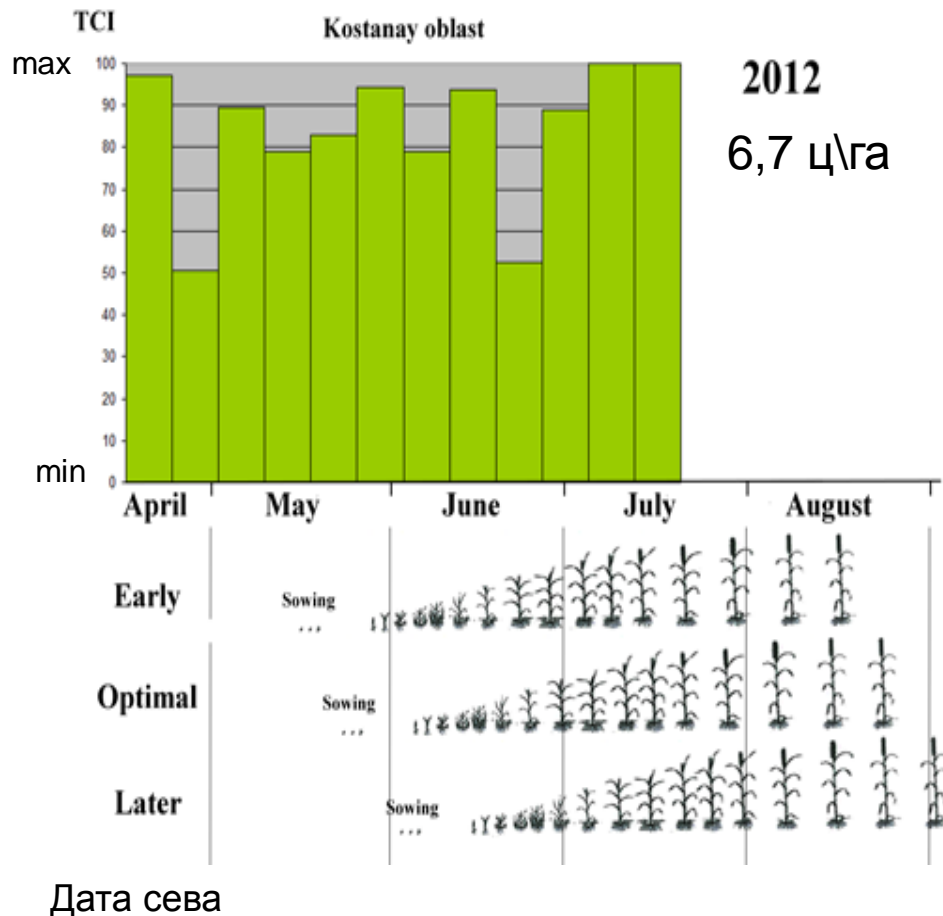
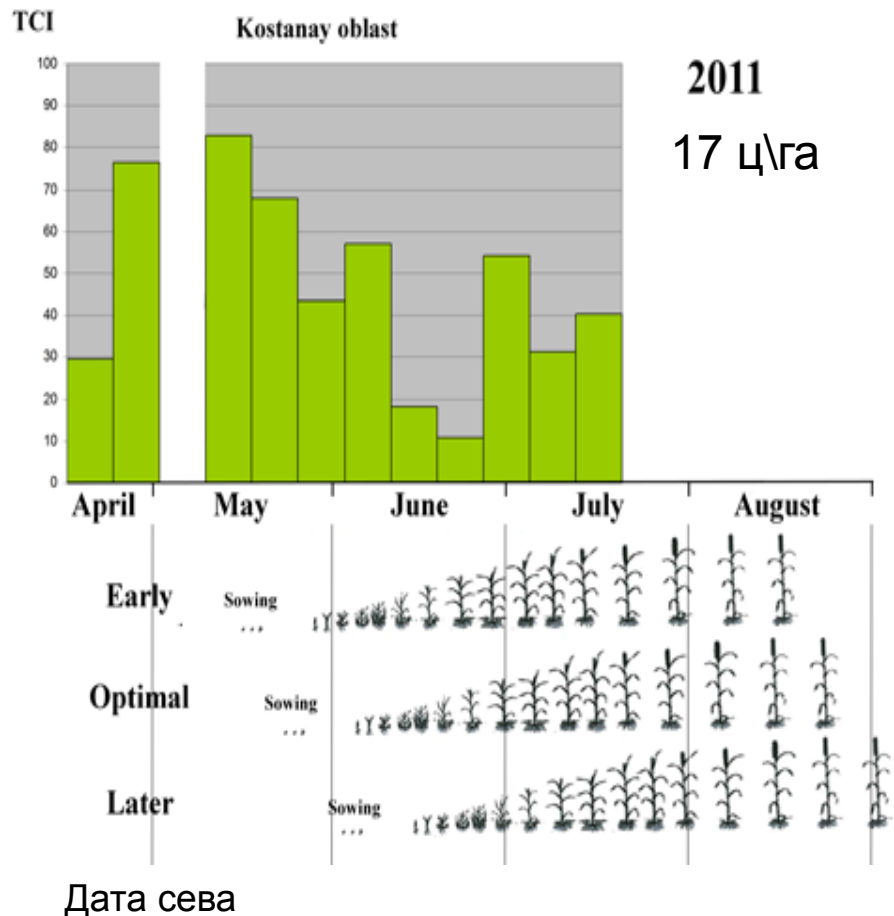
Урожайность
зерновых

— 2013 10.4 ц/га
— 2012 7.0 ц/га
— 2011 15.6 ц/га
— 2010 5.2 ц/га

NEO-LST-TCI- временные профили (1 мая–4 августа) для пашни Башкирии в сезонах 2008-2013 гг.

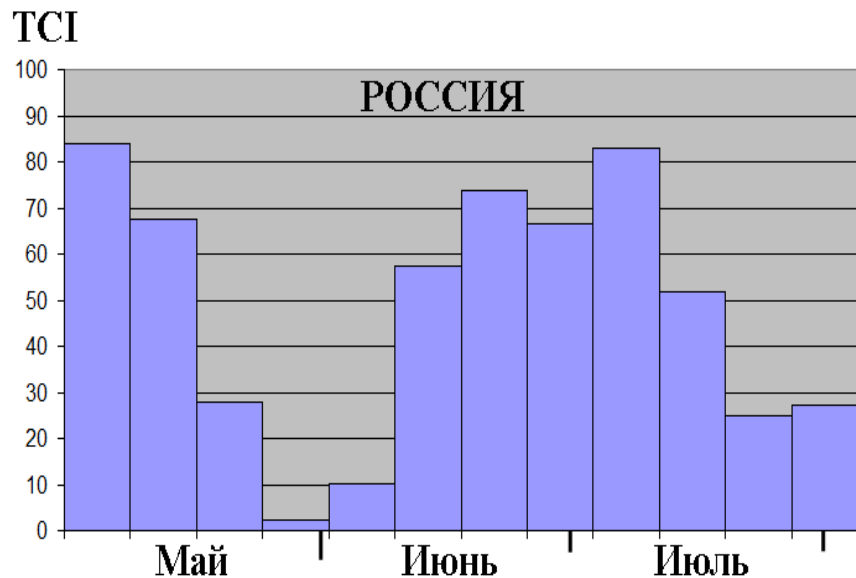


Температурные (LST) профили вегетационных сезонов 2011 и 2022 годов для пашни Костанайской области

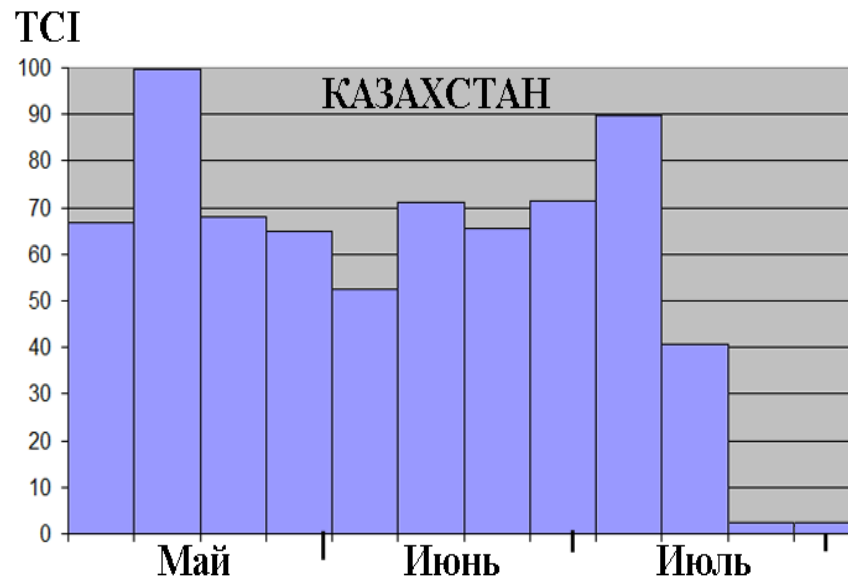


Режимы радиояркостной температуры (NEO-LST-TCI) пашни в сезоне 2014 года

Россия - сумма 21 областей

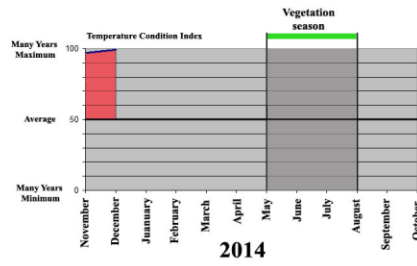
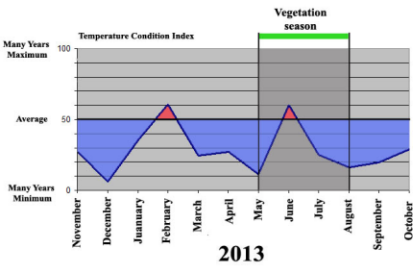
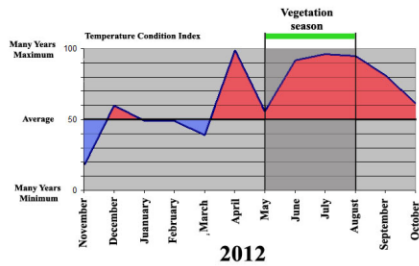
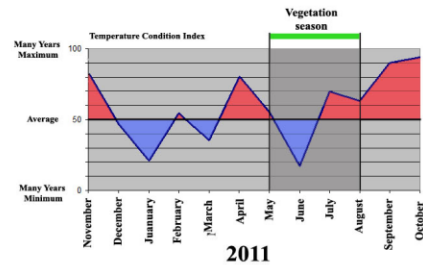
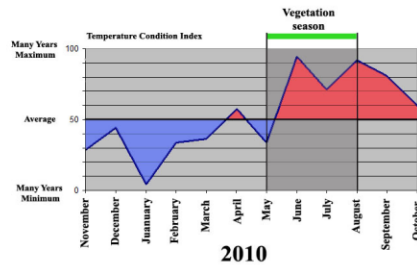
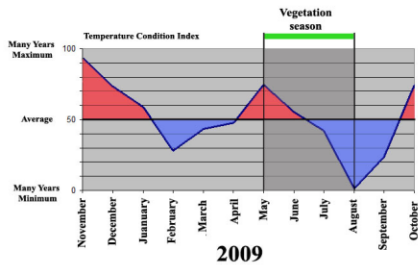
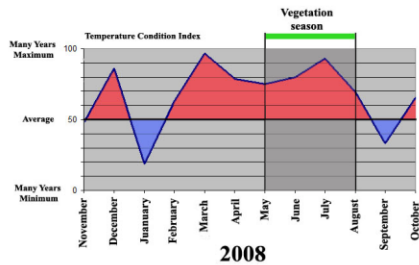
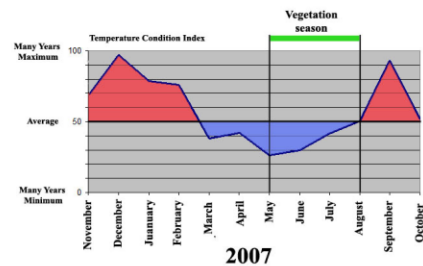
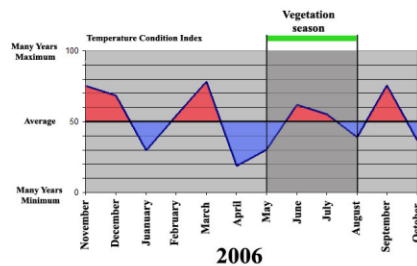
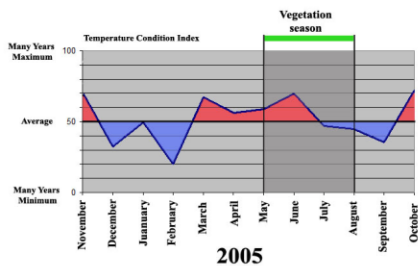
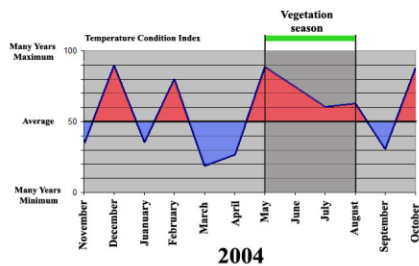
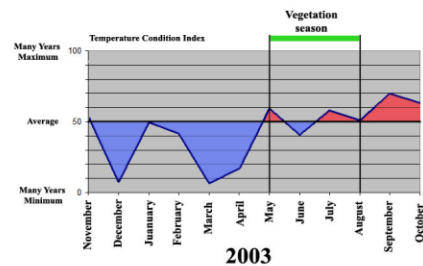
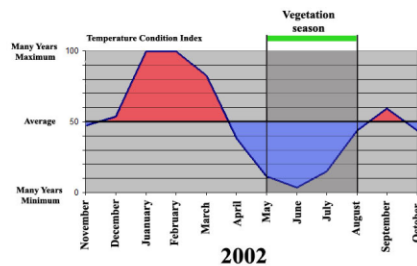
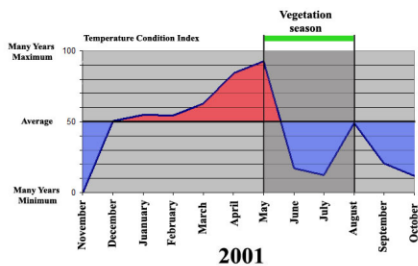
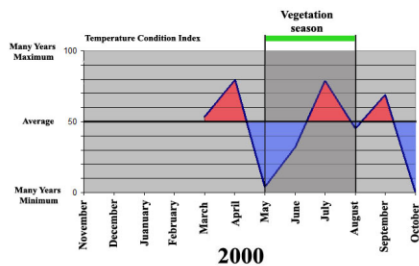


Казахстан - сумма 7 областей
(Западно-Казахстанская, Актюбинская, Костанайская,
Акмолинская, Северо-Казахстанская, Карагандинская,
Павлодарская)



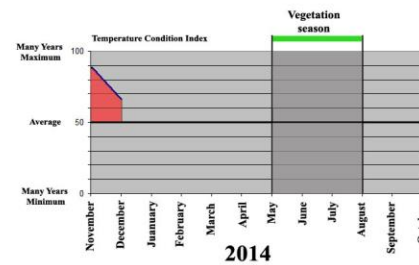
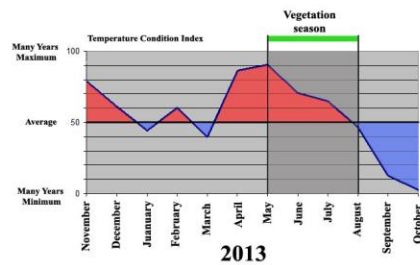
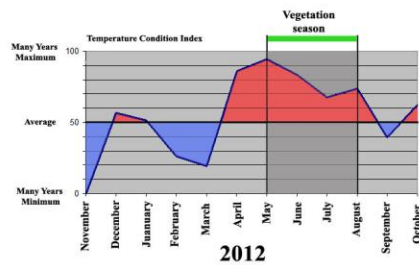
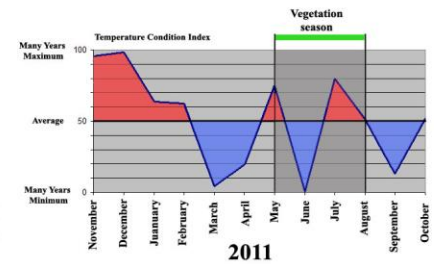
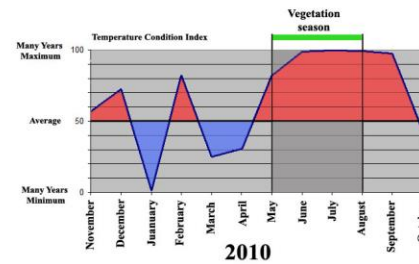
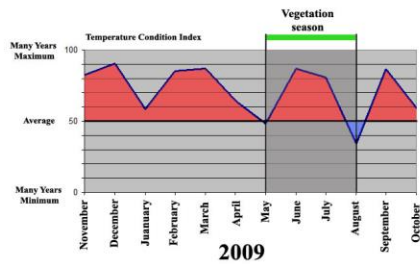
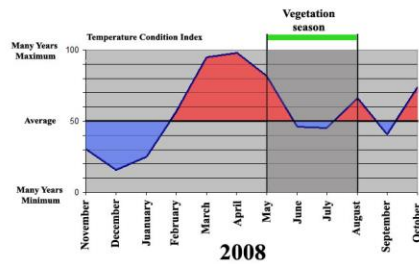
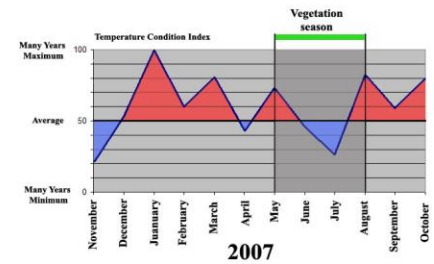
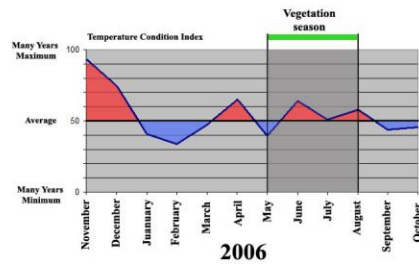
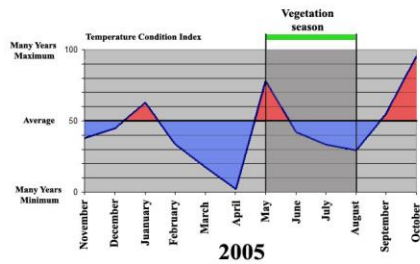
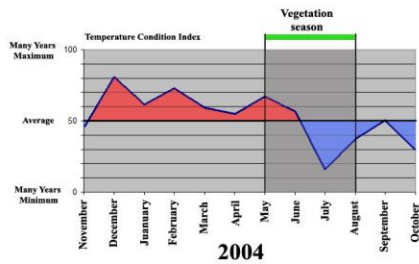
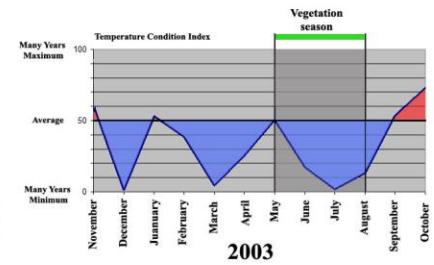
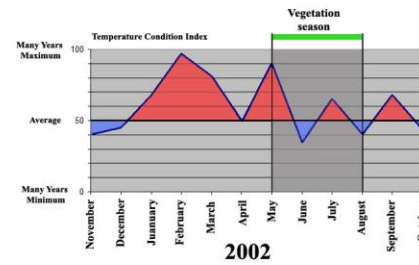
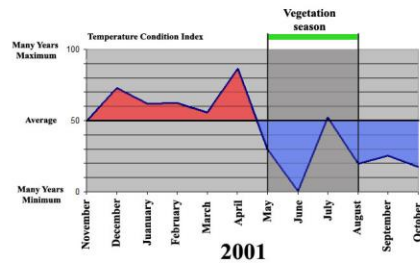
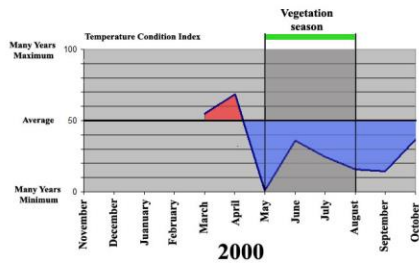
NEO-LST-TCI профили пашни Павлодарской области Казахстана в период 2000-2013 годов

ТСИ – месячный временной шаг



NEO-LST-TCI профили пашни Западно-Казахстанской области в период 2000-2013 годов

TCI – месячный временной шаг



Выводы

На территориях с климатическим дефицитом увлажнения, применительно к задаче диагностике условий произрастания яровых пропашных культур, LST- мониторинг пашни по информативности не уступает вегетационным индексам. Но имеет преимущества в период подготовки сева и начала активного роста культуры, когда вегетационные индексы имеют, либо очень низкие значения, либо быстро растущие значения.

LST – растительного покрова со 100% проективным покрытием в отличие от вегетационных индексов, не имеет насыщения по значениям, т.к. диагностируются свойства влагообеспеченности, которые через эвапотранспирацию листовой поверхности формируют температуру подстилающей поверхности.

Спасибо за внимание