

Седьмая всероссийская открытая ежегодная конференция  
«Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»  
Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 г.

# Многолетняя динамика растительности Северной Евразии на основе данных NOAA-AVHRR

*Медведева М.А., Барталев С.А., Савин И.Ю., Лупян Е.А.*

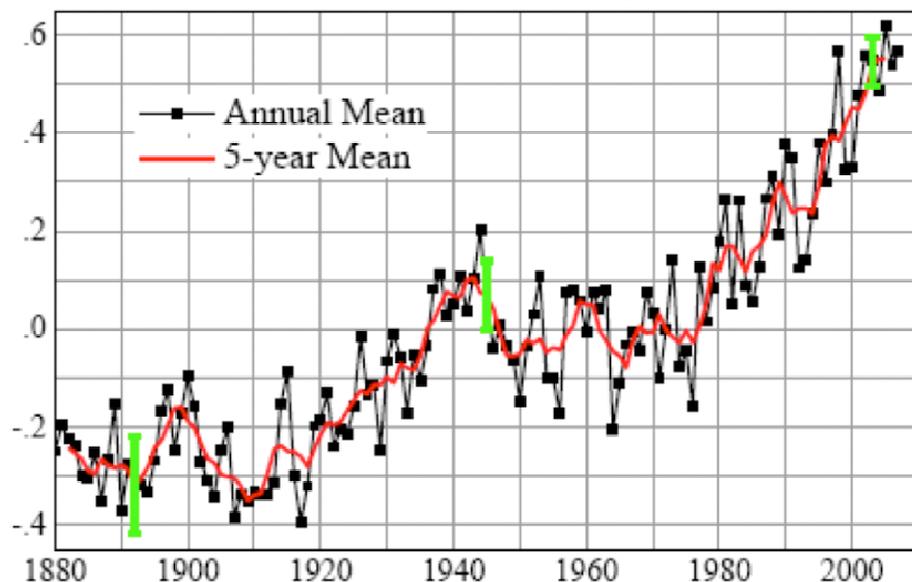


Microsoft  
**Research**

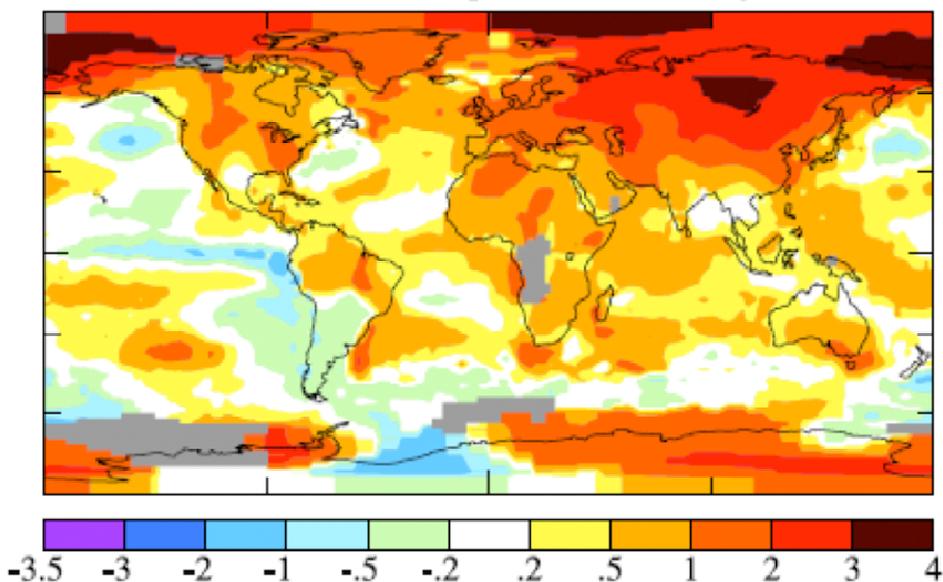
Climate Induced Vegetation Change Analysis Tool  
Совместный проект ИКИ РАН и Microsoft Research

# Изменения глобальной среднегодовой температуры на Земле

(a) Global Temperature Change (°C)



(b) 2007 Surface Temperature Anomaly (°C)



Температурные аномалии вычислены по отношению к средней температуре за период 1951-1980 годов. В 2007 году глобальная температура превысила на 0.57°C среднюю температуру периода 1951-1980 и продолжила тренд потепления последних 30 лет. В период с 1998 года случились восемь наиболее теплых лет за период инструментальных метеорологических наблюдений с максимумом глобальной температуры в 2005 году. Наиболее значимые региональные изменения температур наблюдаются на территории Северной Евразии.

Scientific Committee on Antarctic Research

<http://www.scar.org/news/newsletters/issues2008/mar08.html>

# **Задача**

**Оценить динамичность  
растительности северной Евразии  
и роль климатических изменений в  
ее проявлениях**

# Данные для анализа динамики растительности

Вид данных	Разрешение		Период наблюдений, годы
	Временное	Пространственное	
Спутниковые NOAA-AVHRR (набор GIMMS*)	15 дней	8 км	1981-2006
Метеорологические NCEP/NCAR**	6 часов	2,5°	1948-2006
Солнечная активность USAF/NOAA Sunspot Data***	1 день	-	1874-2009

Для оценки доли фотосинтетически активной радиации (ФАР), поглощенной растениями, используется

нормализованный разностный вегетационный индекс

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$



\* <ftp://ftp.glcg.umiacs.umd.edu/glcg/GIMMS/>

\*\* <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>

\*\*\* <http://solarscience.msfc.nasa.gov/greenwch.shtml>

# Анализируемые показатели и типы растительности

## Показатели динамики климата

- Средняя температура за вегетационный сезон
- Сумма осадков за вегетационный сезон

## Показатели динамики растительности

- Даты начала и окончания вегетационного периода
- Длина вегетационного периода
- Сумма  $NDVI * \Phi AP^1$  за вегетационный период (фотосинтетический потенциал растительности )
- Максимум  $NDVI$
- Дата достижения максимума  $NDVI$

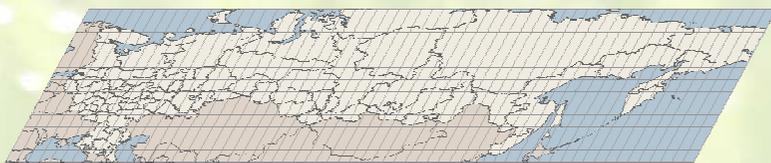
<sup>1</sup>  $\Phi AP$  - фотосинтетически активная радиация

## Классы растительности

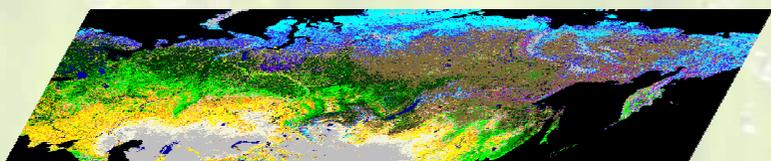
- Хвойные вечнозеленые леса
- Лиственные леса
- Смешанные леса
- Хвойные листопадные леса
- Луга
- Степи
- Болота
- Тундра
- С/х земли

# Интеграция метеорологических и спутниковых данных

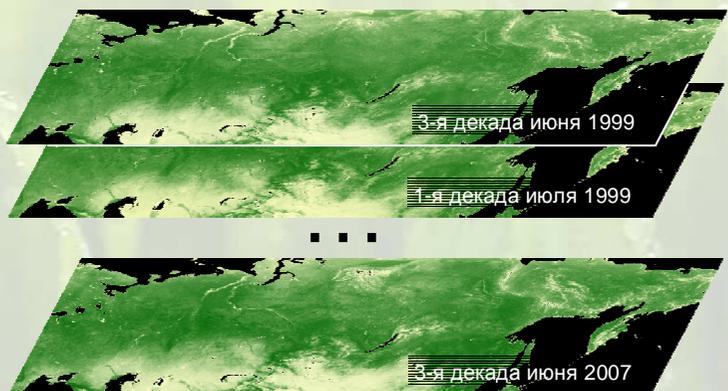
Регулярная сетка для интеграции данных



Карта типов растительного покрова GLC2000



Многолетний ряд NDVI

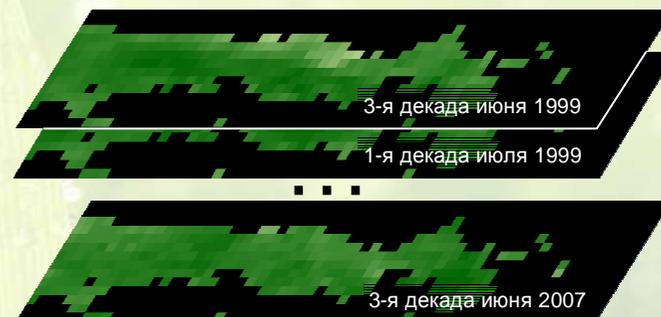


Осреднение NDVI в рамках  $2,5 \times 2,5^\circ$  для каждого класса растительности

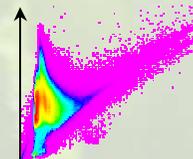
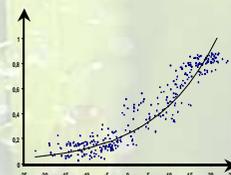


Многолетние ряды NDVI для каждого класса GLC2000

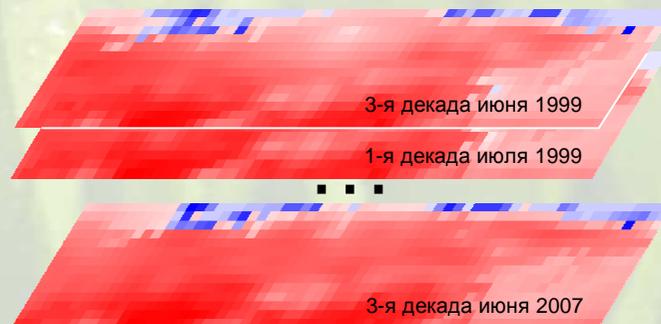
NDVI для класса хвойных вечнозелёных лесов



Совместный анализ

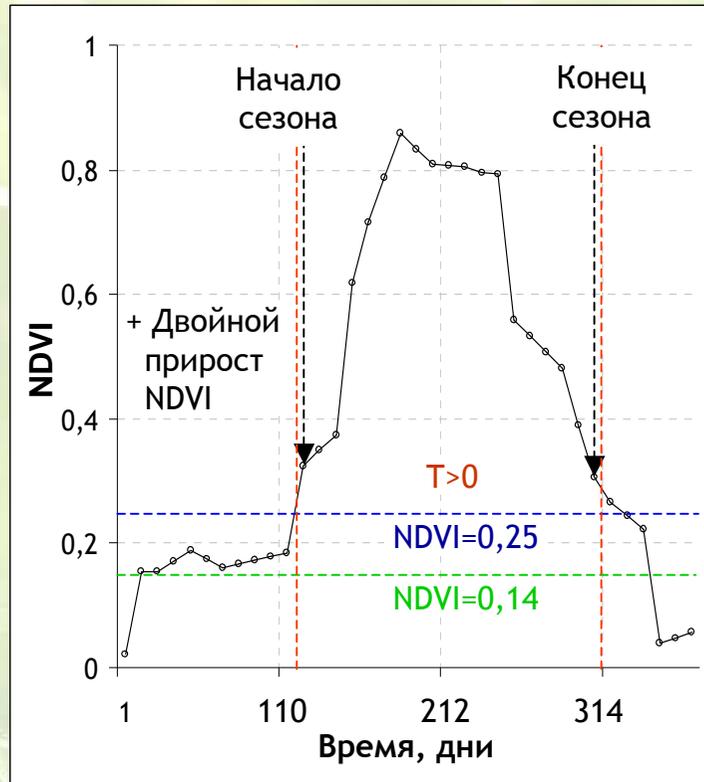


Среднесуточная температура



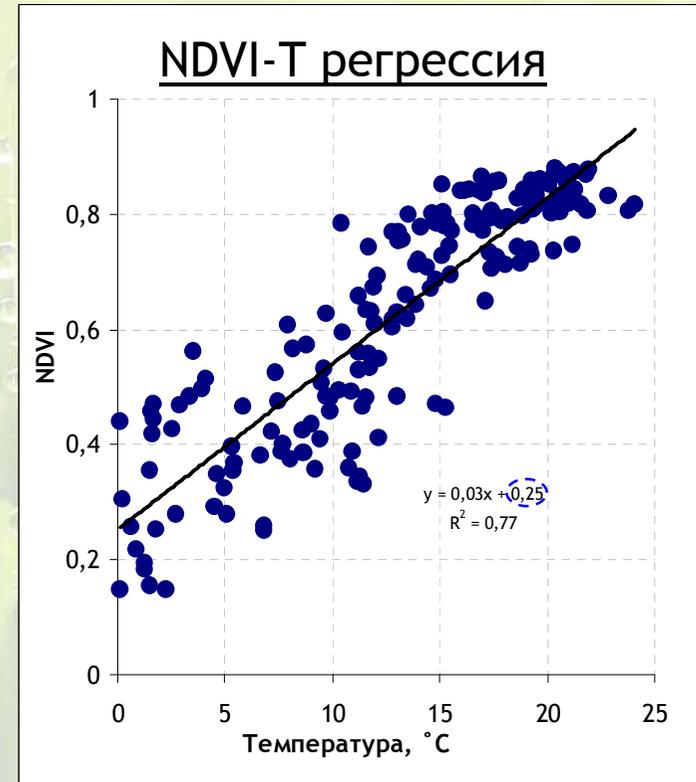
Многолетние ряды метеоданных NCEP/NSA

# Оценка границ вегетационного периода на основе рядов NDVI и температуры



Пороговое ограничение по открытой почве ( ..... )

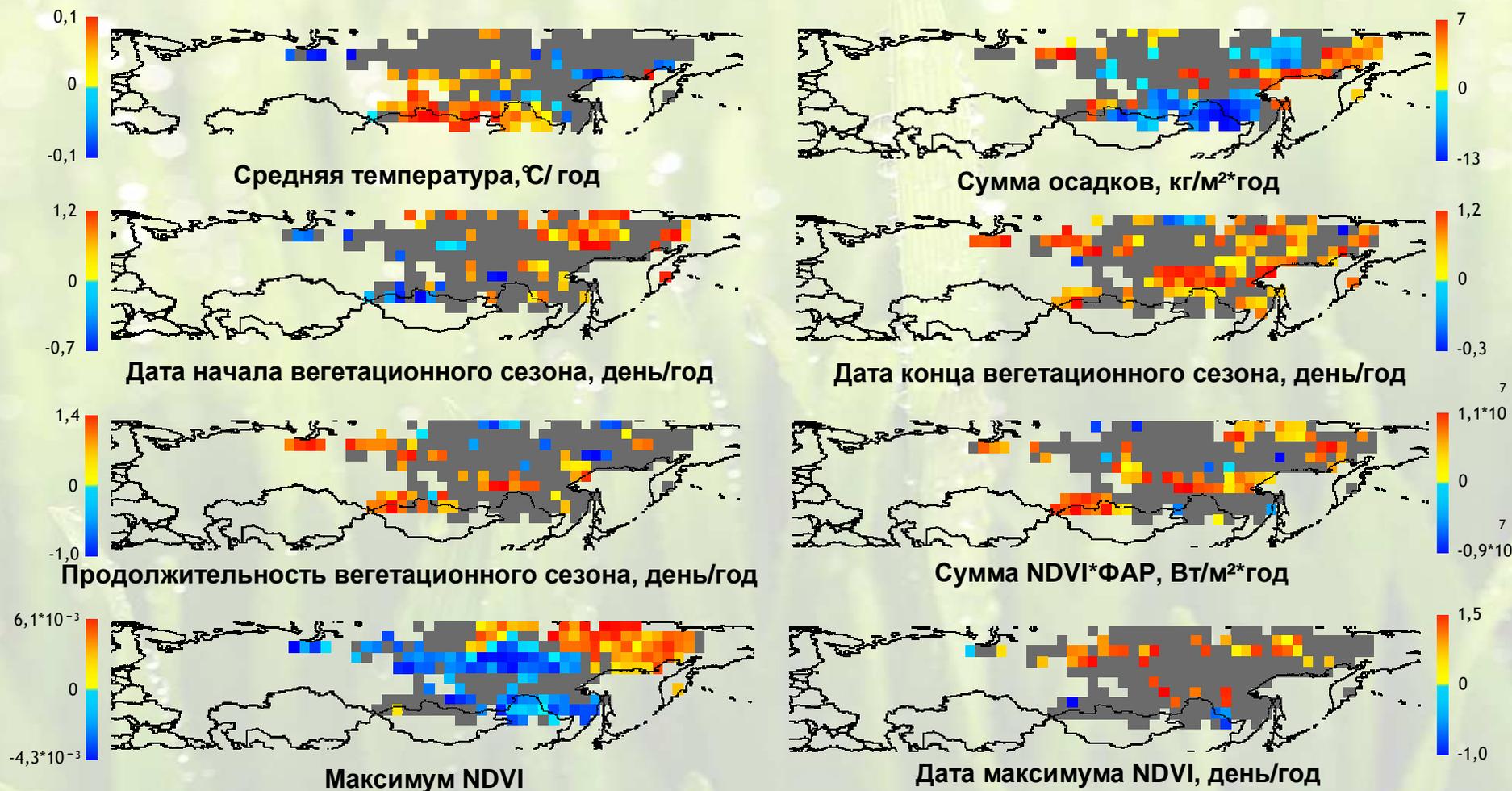
Адаптивное ограничение на значение NDVI (уравнение регрессии в каждом пикселе) ( ..... )



Ограничение на положительные значения температур ( ..... )

Условие роста NDVI за две последовательные даты наблюдений

# Тренды вегетационных и климатических показателей для класса хвойных листопадных лесов (1982-2006)



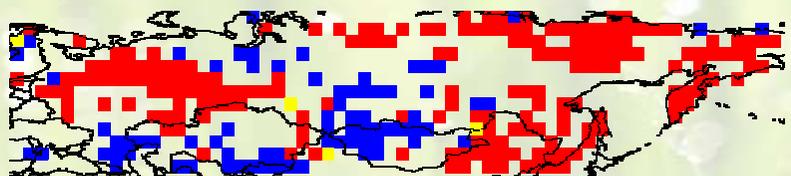
# Распределения направлений трендов вегетационных и климатических показателей для всех типов растительности



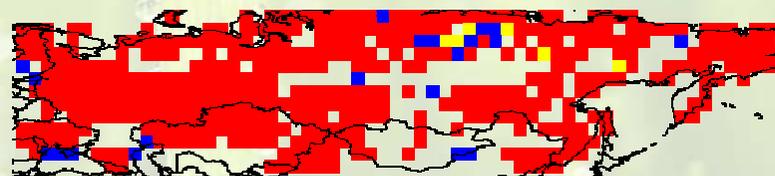
Средняя температура



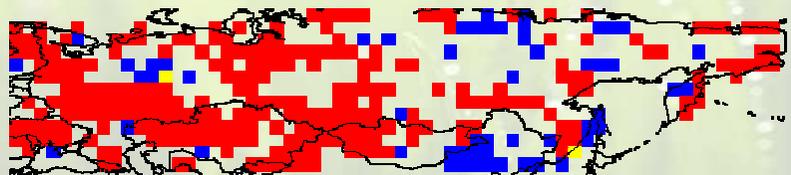
Сумма осадков



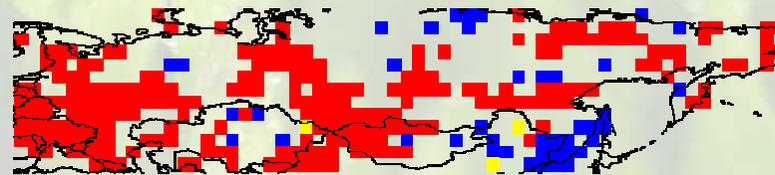
Дата начала вегетационного сезона



Дата конца вегетационного сезона



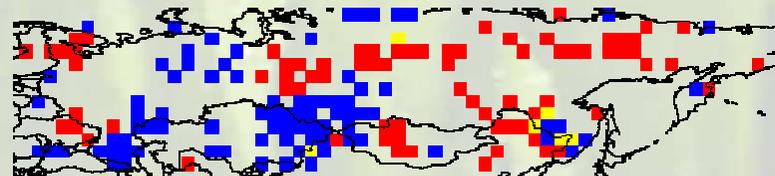
Продолжительность вегетационного сезона



Сумма NDVI\*ФАР



Максимум NDVI



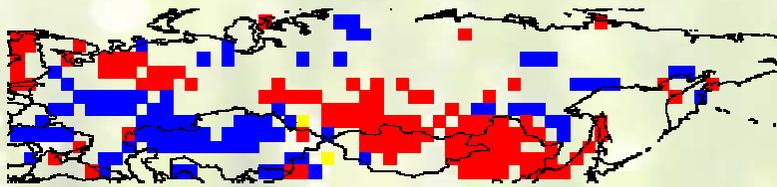
Дата максимума NDVI

■ Положительный тренд

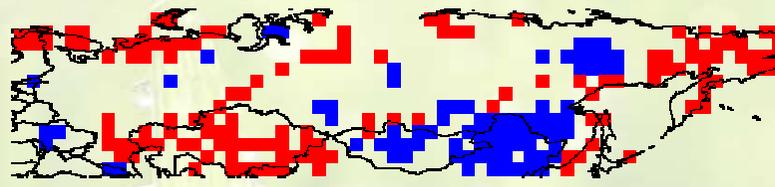
■ Отрицательный тренд

■ Разнонаправленные тренды

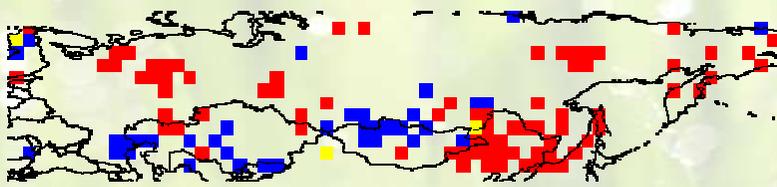
# Распределения направлений трендов показателей вегетации и обусловивших их трендов климатических показателей



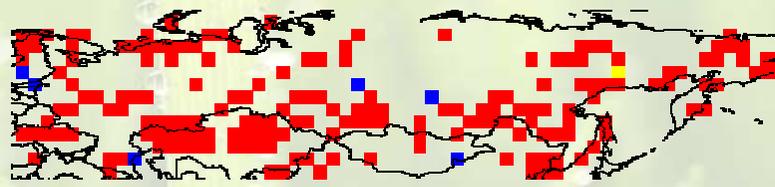
Средняя температура



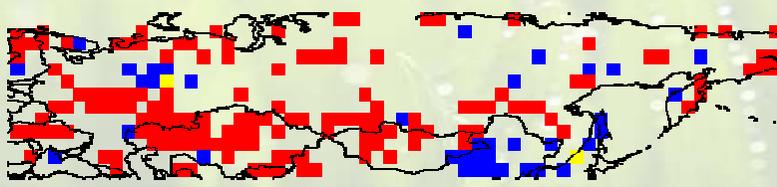
Сумма осадков



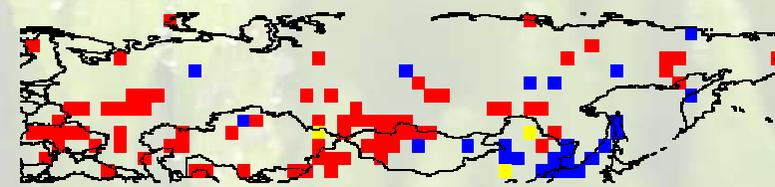
Дата начала вегетационного сезона



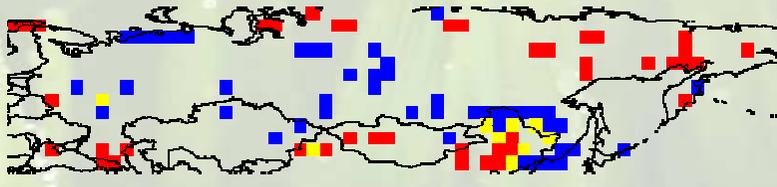
Дата конца вегетационного сезона



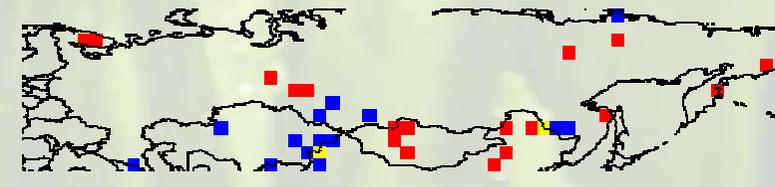
Продолжительность вегетационного сезона



Сумма NDVI\*ФАО



Максимум NDVI



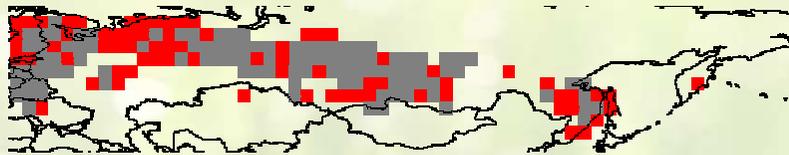
Дата максимума NDVI

■ Положительный тренд

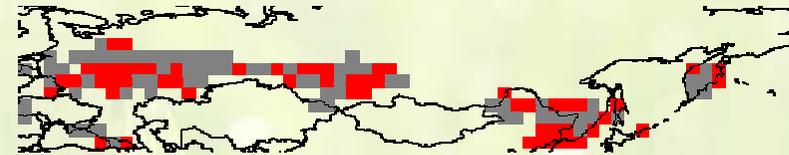
■ Отрицательный тренд

■ Разнонаправленные тренды

# Климатически индуцированные тренды показателей динамики растительности



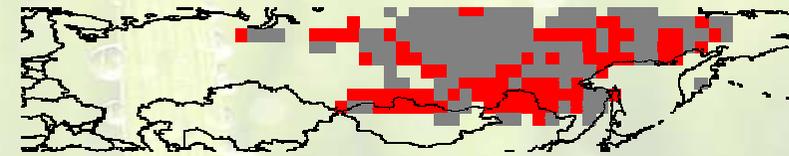
Хвойные вечнозеленые леса



Лиственные леса



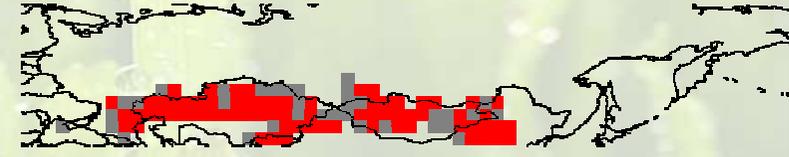
Смешанные леса



Хвойные листопадные леса



Луга



Степи



Болота



Тундра

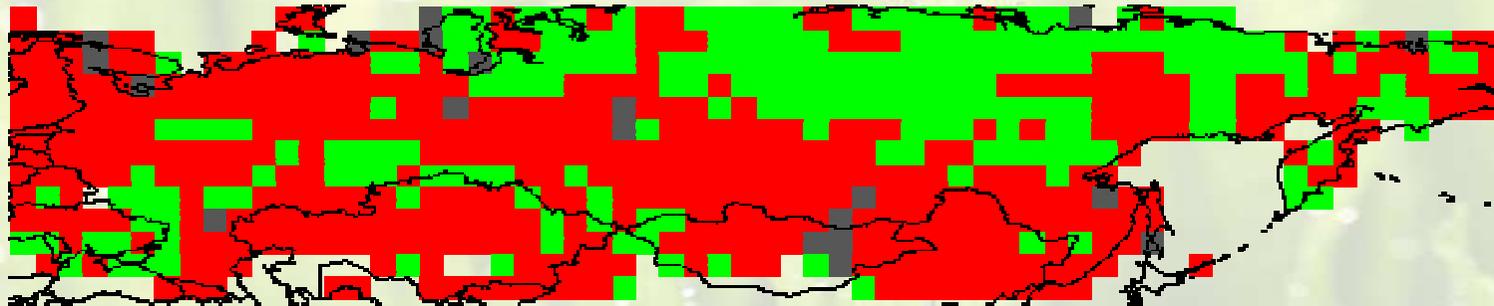


С/х земли

■ Климатически обусловленные изменения растительности

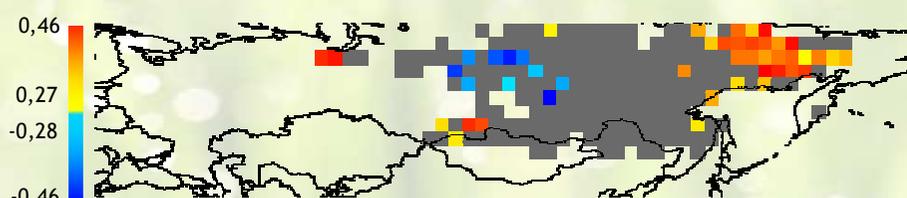
■ Занимаемая классом территория

# Климатически обусловленные изменения показателей динамики растительности



- Климатически обусловленные изменения
- Несвязанные с климатом изменения
- Растительность без выявленных изменений

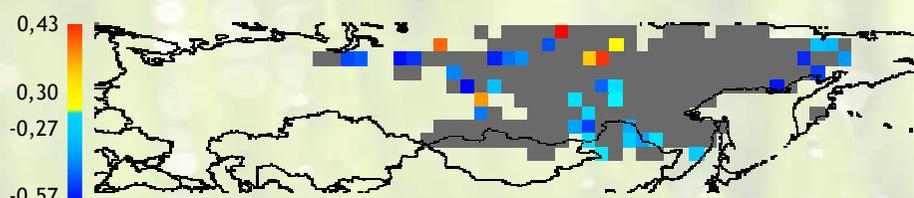
# Значимые корреляции между исследуемыми показателями и средней площадью солнечных пятен за сезон вегетации для класса хвойных листопадных лесов



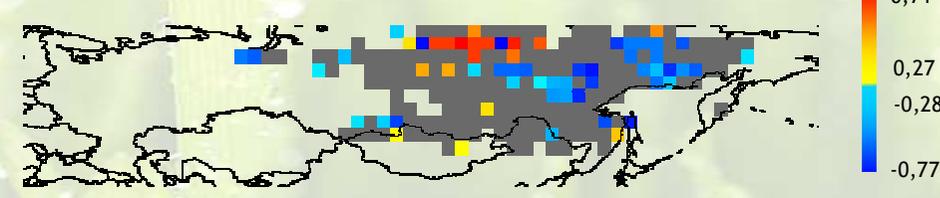
Средняя температура,  $^{\circ}\text{C}/\text{год}$



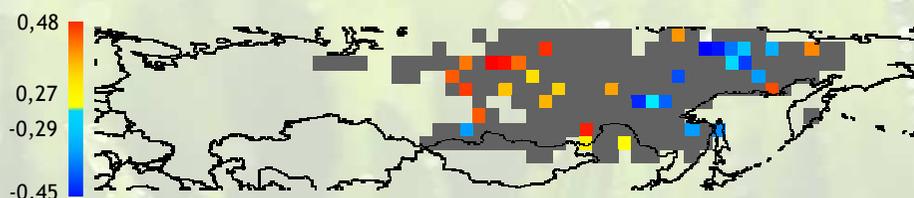
Сумма осадков,  $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$



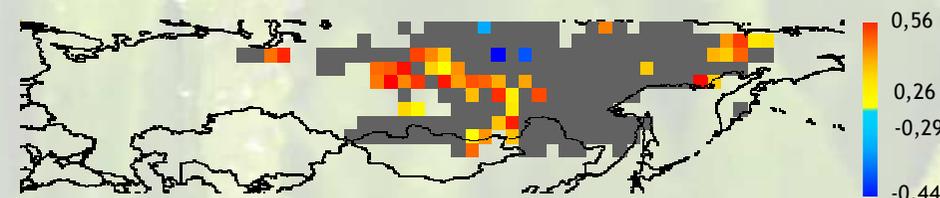
Дата начала вегетационного сезона, день/год



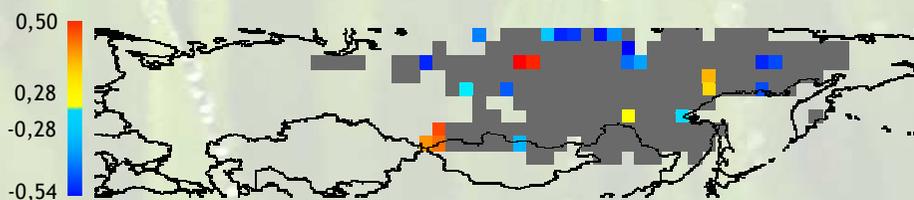
Дата конца вегетационного сезона, день/год



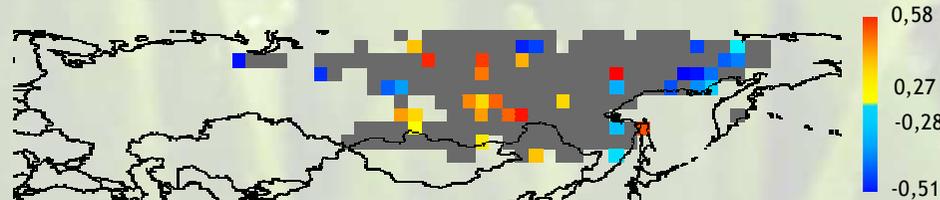
Продолжительность вегетационного сезона, день/год



Сумма  $\text{NDVI} \cdot \text{ФАР}$ ,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$

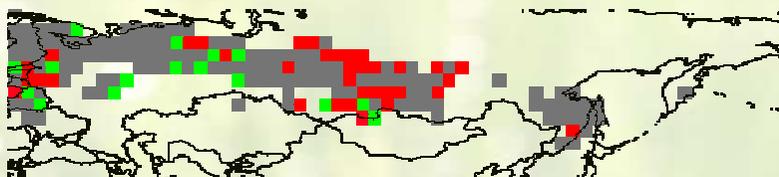


Максимум NDVI

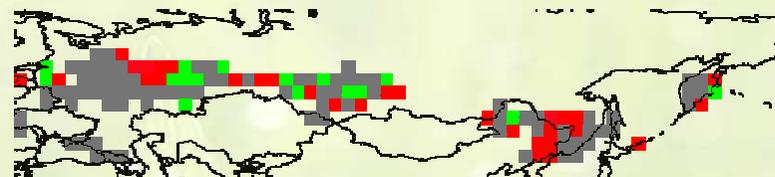


Дата максимума NDVI, день/год

# Регионы с высокой вероятностью прямого воздействия флуктуаций солнечной активности на растительность



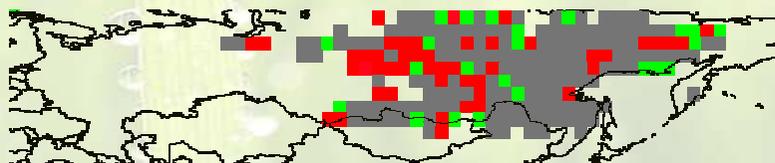
Хвойные вечнозеленые леса



Лиственные леса



Смешанные леса



Хвойные листопадные леса



Луга



Степи



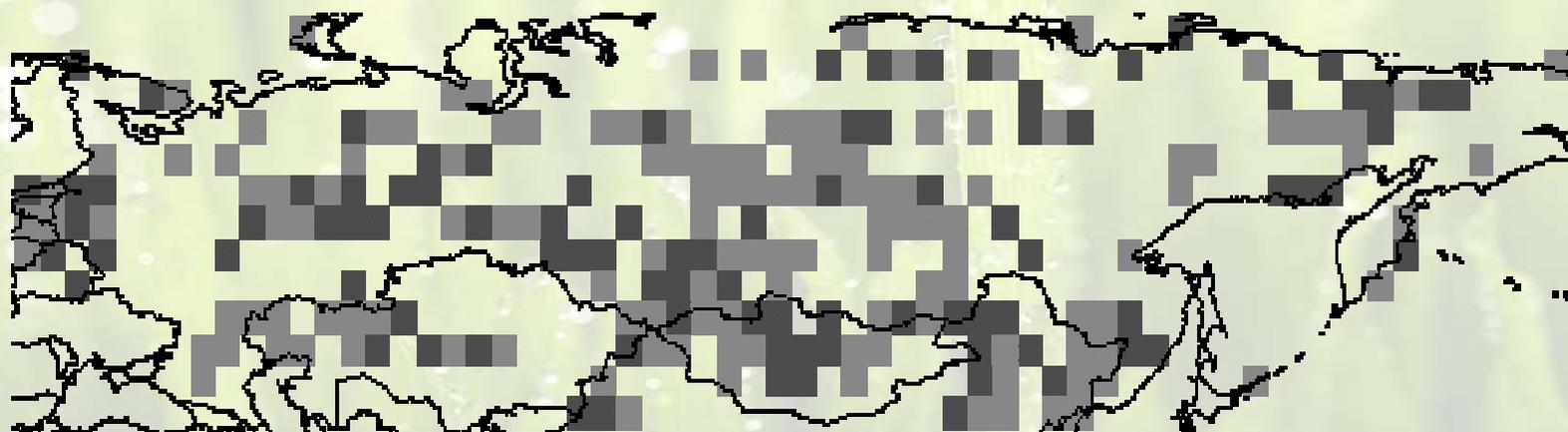
Болота



Тундра

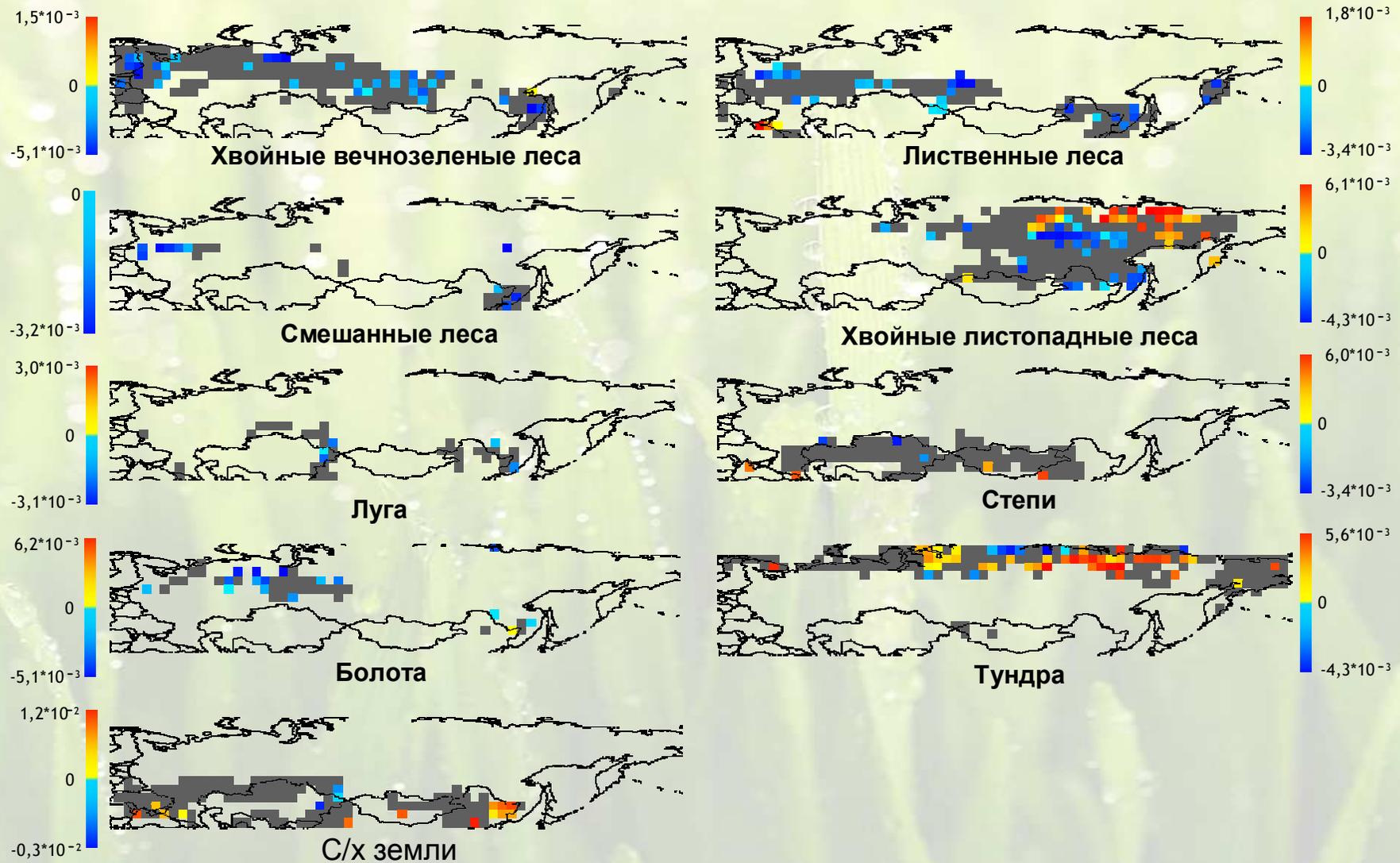
-  Высокая вероятность прямого влияния солнечной активности на растительность
-  Опосредованное через климат влияние Солнца на растительность

# Регионы с высокой вероятностью прямого воздействия флуктуаций солнечной активности на растительность

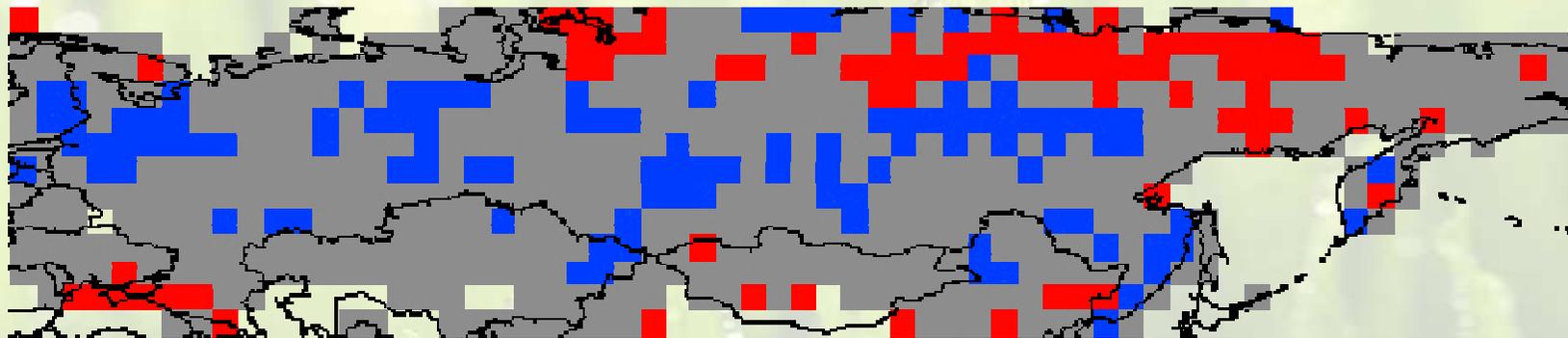


- Высокая вероятность прямого влияния солнечной активности на растительность
- Опосредованное через климат влияние Солнца на растительность

# Независимые от солнечного и климатического влияния тренды MAX NDVI



# Независимые от солнечного и климатического влияния направления трендов MAX NDVI



 Положительно направленные тренды

 Отрицательно направленные тренды

 Исследуемая растительность

# Результаты

- **Выявлены тренды долговременной динамики климата и разных типов растительности за 1982-2006 годы.** Определено увеличение длительности сезона вегетации в большей степени за счёт более позднего окончания. В показателе максимума растительной биомассы обнаружены отрицательные тенденции в средней полосе и положительные - на севере исследуемой территории;
- **Оценена вероятностная роль многолетних изменений климата в динамичности растительности.** Обнаружено, что бóльшая часть выявленных изменений растительности - климатически индуцированная;
- **Исследована степень влияния изменения солнечной активности на динамику растительного покрова.** Выявлено, что значительная часть территорий хвойных вечнозелёных, хвойных листопадных, лиственных лесов и степной растительности подвержена влиянию флуктуаций солнечной активности;
- **Определены территории с вероятными процессами восстановления и антропогенной деградации растительности.**



**Спасибо за внимание!**