

# **Лекция 11. Применение моделей для исследования изменений климата**

**Для эффективного стохастического моделирования гидрометеорологических процессов разработана общая методология, включающая последовательную обработку данных в трех основных измерениях: внутригодовая изменчивость, межгодовая изменчивость и пространственные обобщения.**

## **Основные этапы:**

**А. Обобщение информации на внутригодовом интервале времени в виде выборочных (экстремумы), обобщенных (среднемесячные, сезонные, среднегодовые) характеристик и параметров внутригодовой функции.**

**Б. Разделение многолетних рядов на квазиоднородные составляющие с колебаниями разных временных масштабов и определение моделей временных рядов и их параметров для каждой квазиоднородной составляющей.**

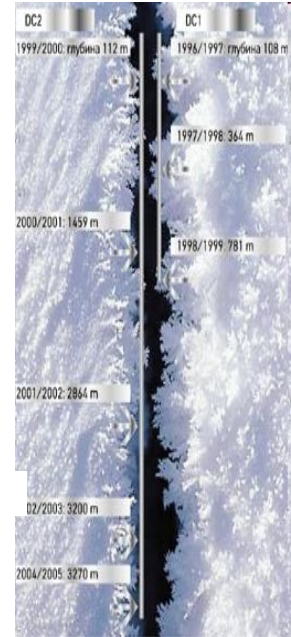
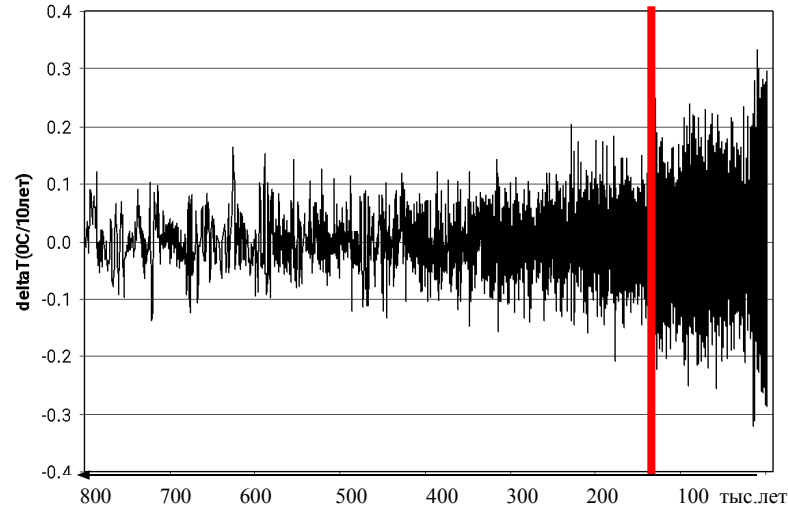
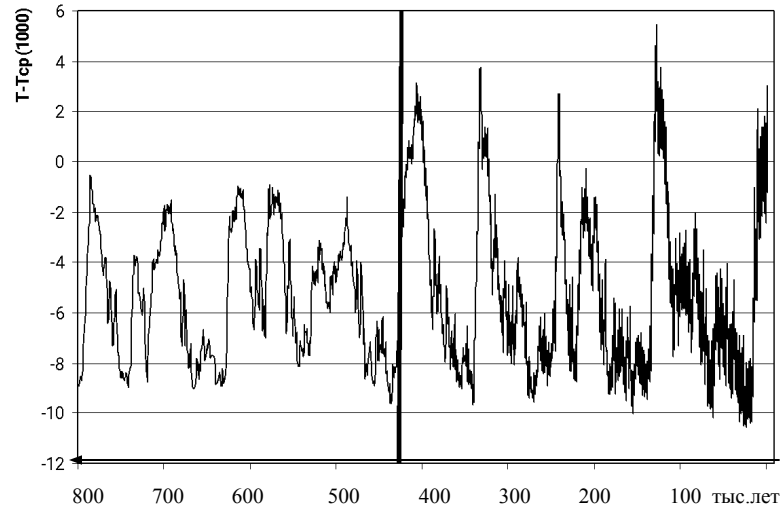
**В. Формирование однородных районов с одинаковыми свойствами современных изменений климата на основе установленных закономерностей в индивидуальных временных рядах.**

**Г. Построение пространственных моделей в однородных по климатическим изменениям районах в зависимости от установленных закономерностей**

**Д. Анализ и моделирование временных рядов параметров пространственных динамических моделей.**

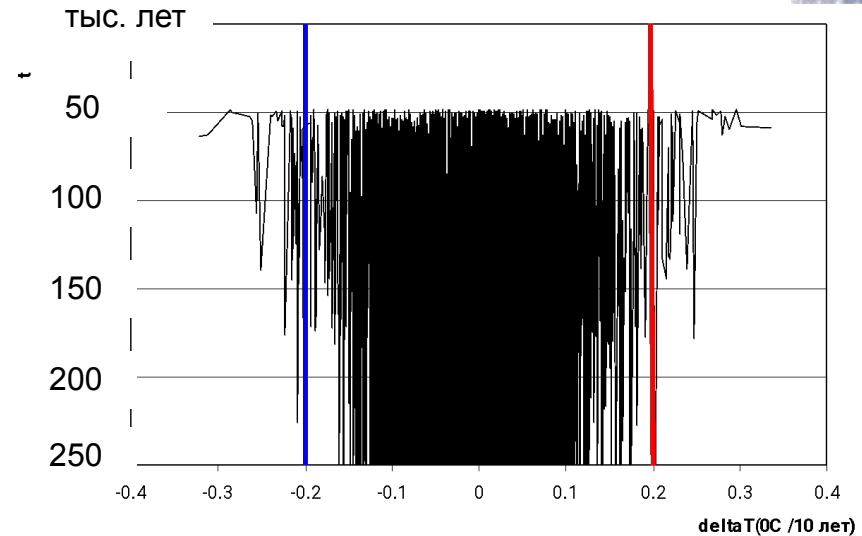
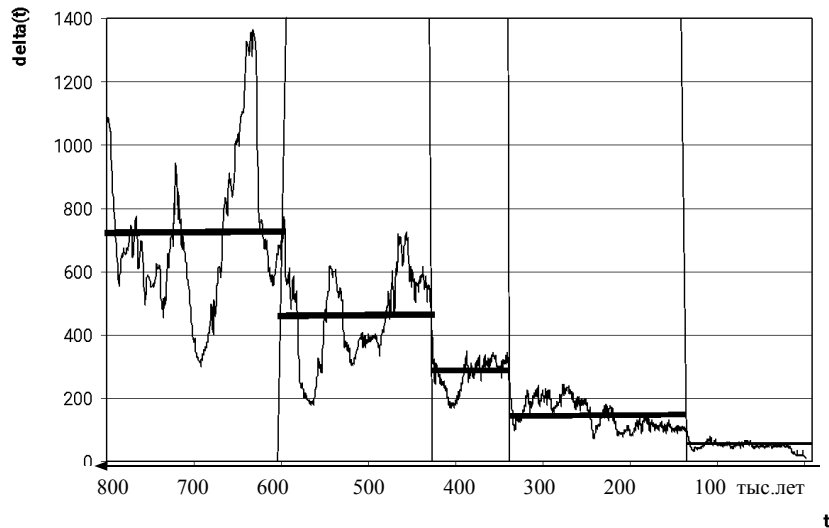
# Что было? Палеоклиматология (800 тыс.лет)

Проект EPICA  
(Антарктика)



Изотопная температура воздуха  
(в отклонениях от средней за последнюю 1000 лет).

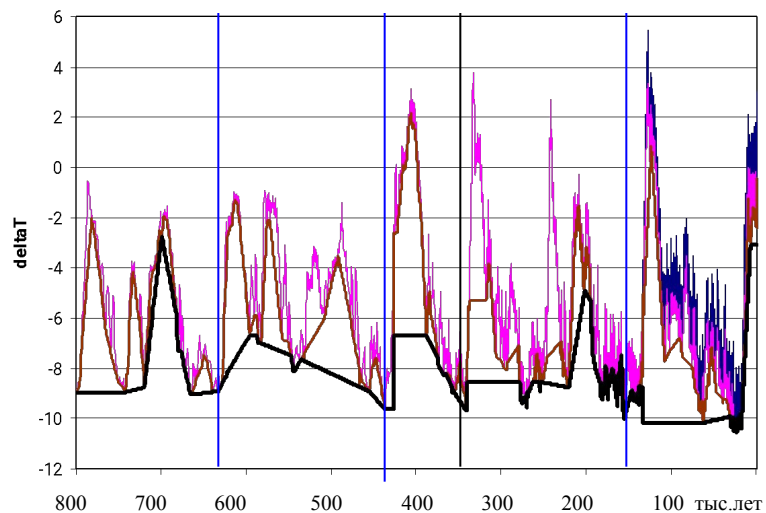
Скорость изменения температуры воздуха  
(в градусах С за 10 лет).



Дискретность данных наблюдений

Скорость изменения температуры воздуха  
(delta T в в градусах С за 10 лет) за последние 20000 лет.

## Разделение ряда температур воздуха на разномасштабные составляющие



Основные характеристики периодов и амплитуд циклов процесса десятитысячелетнего масштаба.

Номер	Характеристика	Период циклов			Амплитуда
		Период	Подъем	Спад	
1	Средний	29200	13300	15900	3.0
	Максимальный	38800	21500	31800	6.4
	Минимальный	21600	2350	2700	1.0
2	Средний	48900	18500	30400	3.83
	Максимальный	76600	40400	43200	5.01
	Минимальный	20100	6900	11800	1.63
3	Средний	23300	4740	18600	1.8
	Максимальный	33900	6010	30400	2.0
	Минимальный	12800	3460	6800	1.6
4	Средний	38500	11700	26800	2.9
	Максимальный	66400	22000	64600	4.9
	Минимальный	18500	1800	7300	1.8
5	Средний	<b>27500</b>	8330	19100	<b>3.2</b>
	Максимальный	45200	9400	35800	3.6
	Минимальный	9800	7300	2500	2.9

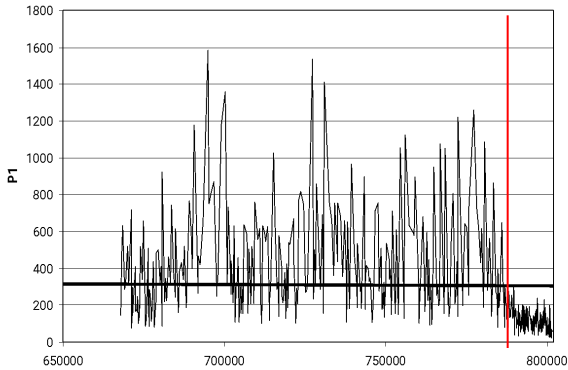
## Основные характеристики периодов и амплитуд циклов процесса тысячелетнего масштаба.

Номер	Характеристика	Период циклов			Амплитуда
		Период	Подъем	Спад	
1	Средний	4600	2250	2400	0.9
	Максимальный	14500	10100	7730	3.5
	Минимальный	960	330	395	0.2
2	Средний	8840	3100	5730	2.1
	Максимальный	22800	10600	12200	3.8
	Минимальный	3020	1040	1200	1.1
3	Средний	2250	905	1340	1.1
	Максимальный	7230	6240	6240	3.1
	Минимальный	350	183	169	0.5
4	Средний	4580	1420	3160	2.4
	Максимальный	16800	6588	12200	10.1
	Минимальный	560	115	218	1.2
5	Средний	<b>4440</b>	1220	3220	<b>2.0</b>
	Максимальный	15600	4760	15200	4.2
	Минимальный	212	32	57	1.0

## Основные характеристики периодов и амплитуд циклов процесса столетнего масштаба (последние 150 тыс. лет)

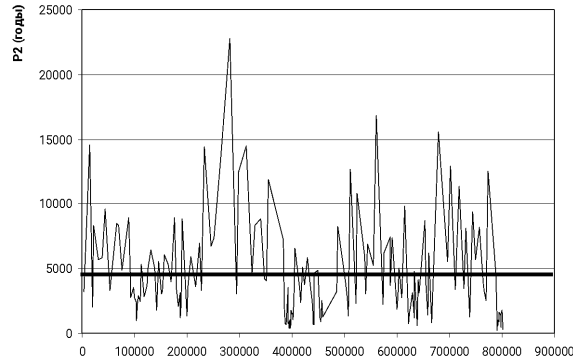
Характеристика	Период циклов			Амплитуда
	Период	Подъем	Спад	
<b>Средний</b>	<b>313</b>	<b>124</b>	<b>189</b>	<b>1.7</b>
<b>Максимальный</b>	<b>1580</b>	<b>1410</b>	<b>1180</b>	<b>3.5</b>
<b>Минимальный</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>0.7</b>

## Столетний масштаб

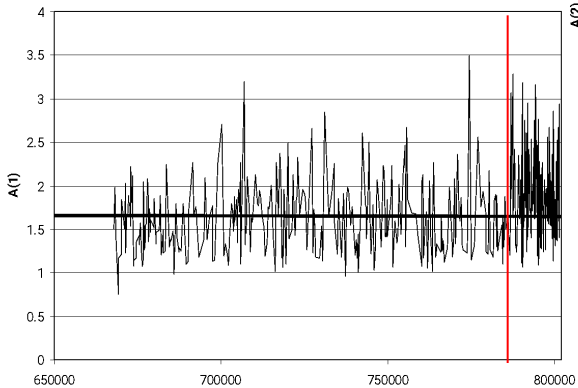


Периоды циклов,  
 $P(1)$  средний = 313 лет.

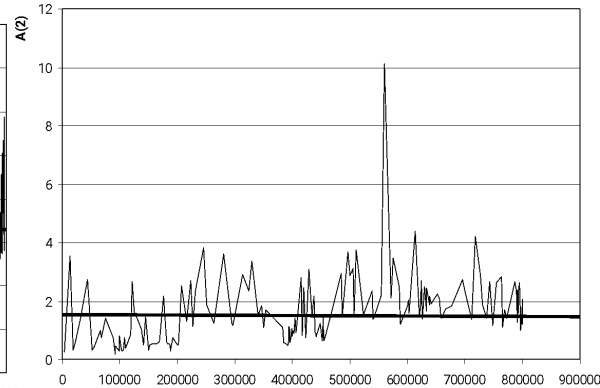
## Тысячелетний масштаб



Периоды циклов  
( $P(2)$ ) средний = 4500 лет.



Амплитуды циклов  
 $A(1)$  средняя =  $1.7^{\circ}\text{C}$ .



Амплитуд циклов  
 $A(2)$  средняя =  $1.6^{\circ}\text{C}$ .

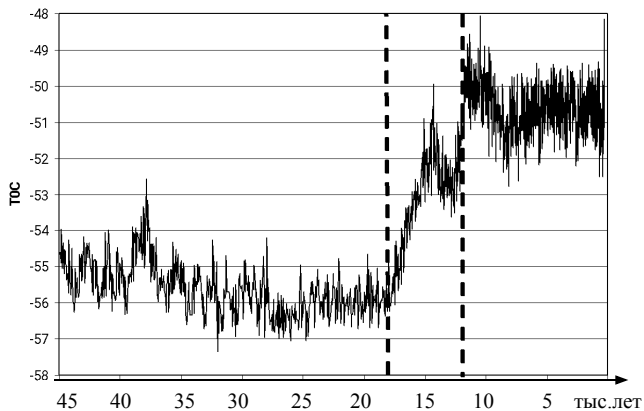
## Выводы

- имеют место процессы 4х масштабов (столетние, тысячелетние, 10 и 100 тыс.лет) + десятилетние в последние 10 тыс. лет;

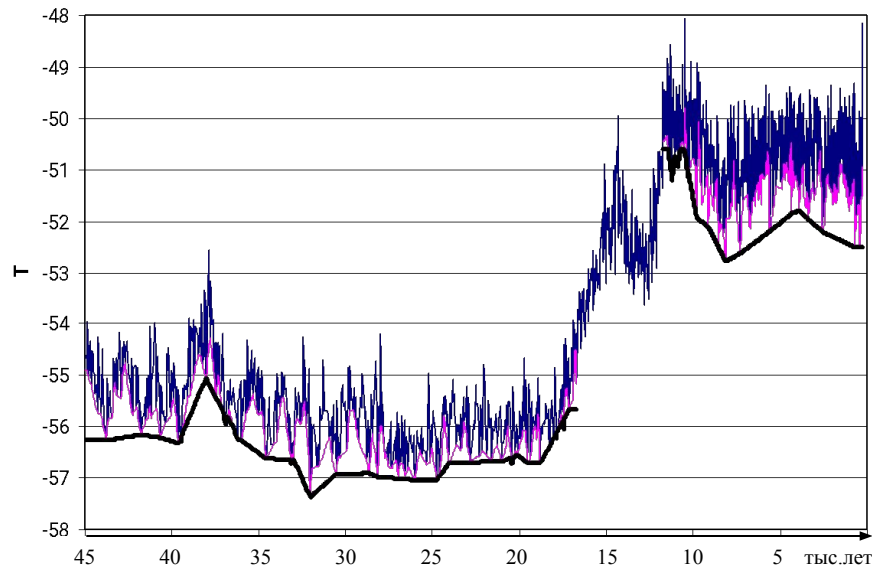
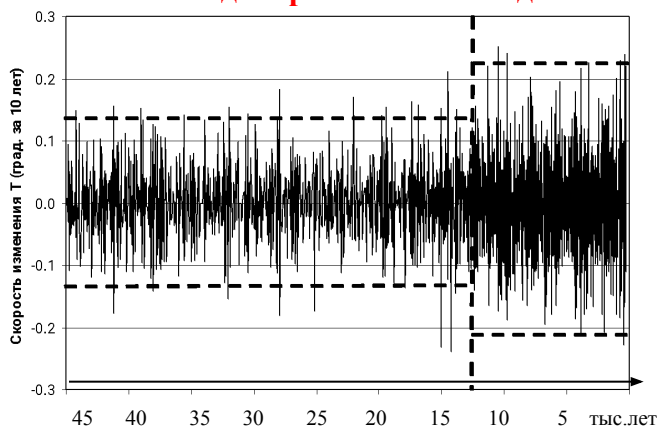
- средние амплитуды циклов для процессов разных масштабов  $1.6^{\circ}$  -  $1.7^{\circ}\text{C}$ ;

- наибольшие амплитуды циклов  $3.0-3.5^{\circ}\text{C}$  (столетний масштаб),  $4.0-5.0^{\circ}\text{C}$  (остальные масштабы),

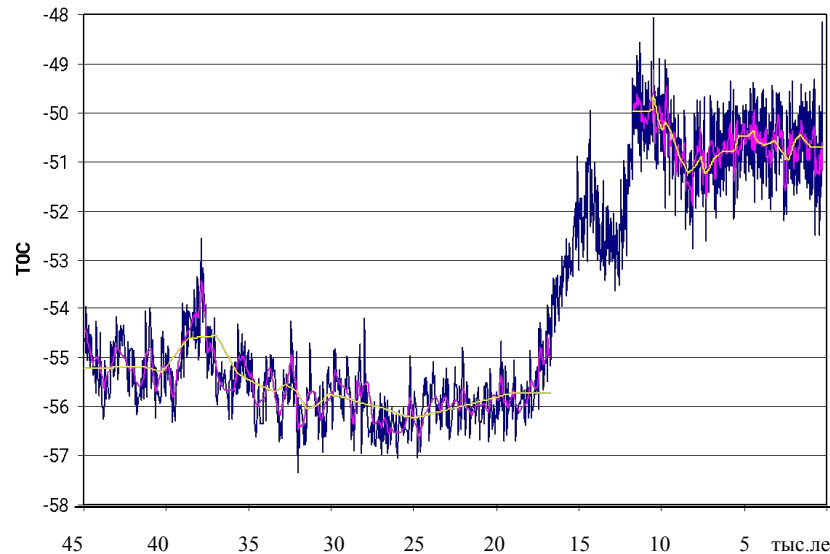
# Анализ температуры за последние 45 тысяч лет (Антарктика)



**Изменение дискретности наблюдений**



**Результаты декомпозиции температур воздуха методом «срезки».**



**Результаты декомпозиции методом сглаживания амплитуд циклов.**

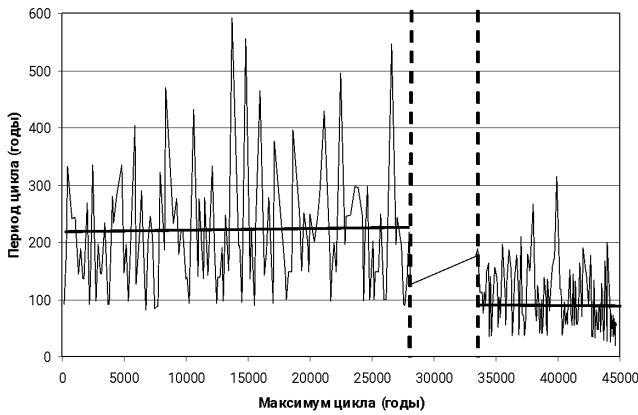
**Скорость изменения температуры воздуха (в градусах С за 10 лет).**

### Процесс столетнего масштаба

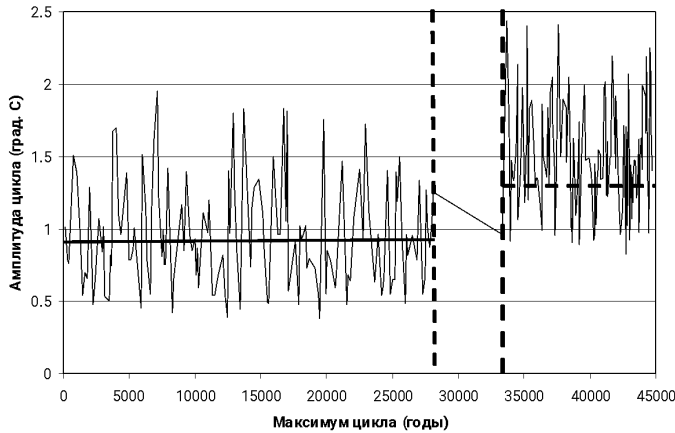
Интервал	Характеристика	Период циклов			Амплитуда
		Период	Подъем	Спад	
Позднеледниковый	Средний	<b>203</b>	97	105	<b>1.0</b>
	Максимальный	593	360	424	2.0
	Минимальный	82	41	41	0.4
Современный	Средний	<b>96</b>	40	55	<b>1.5</b>
	Максимальный	314	124	197	2.4
	Минимальный	20	10	10	0.8

### Процесс тысячелетнего масштаба

Интервал	Характеристика	Период циклов			Амплитуда
		Период	Подъем	Спад	
Позднеледниковый	Средний	<b>1330</b>	697	632	<b>0.9</b>
	Максимальный	3000	1500	2128	1.6
	Минимальный	466	173	99	0.5
Современный	Средний	<b>1010</b>	536	475	<b>1.3</b>
	Максимальный	1880	1580	1130	1.9
	Минимальный	303	35	57	0.8



Периоды циклов процесса столетнего масштаба



Амплитуды циклов процесса столетнего масштаба

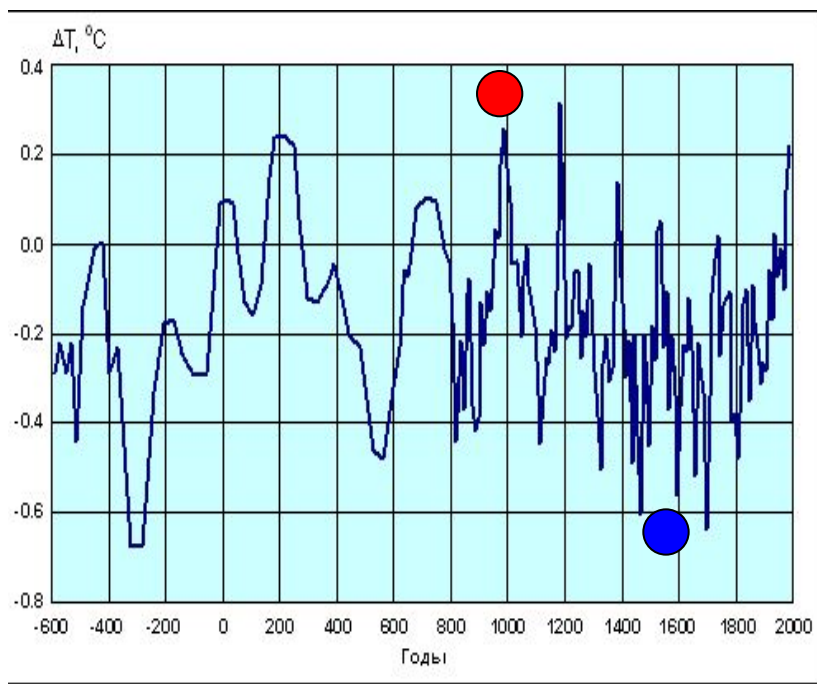
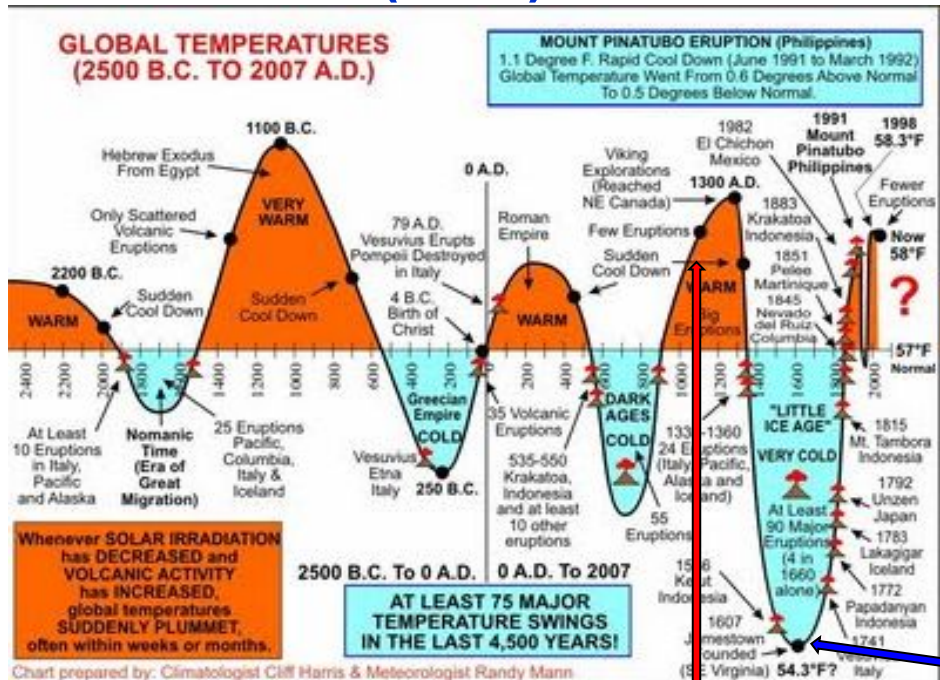
## Выводы:

- периоды и амплитуды циклов процесса столетнего масштаба для двух разных интервалов времени различаются;

- амплитуды циклов процессов столетнего и тысячелетнего масштабов практически не отличаются и составляют в среднем 1.0- 1.5 градуса;

- при наложении процессов изменения 2.0<sup>0</sup>-3.0<sup>0</sup>С за столетие.

# Наша эпоха (A.D.)

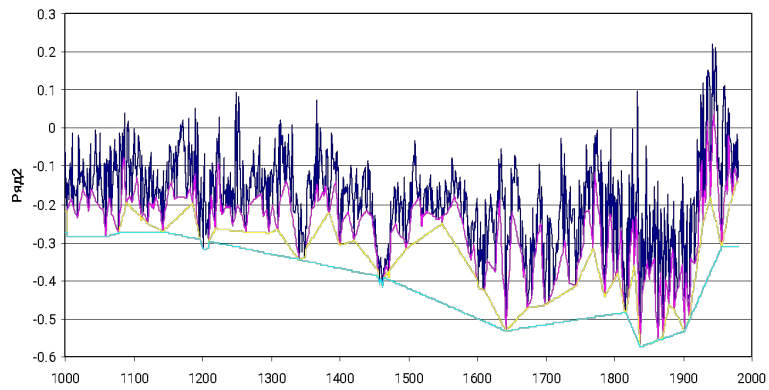
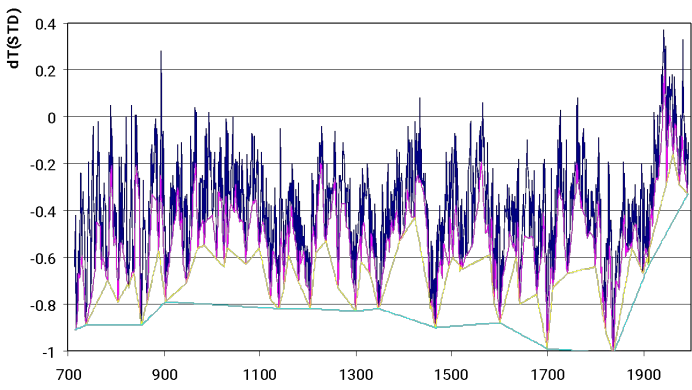


Открытие и заселение Гренландии (ок.1000 г.)



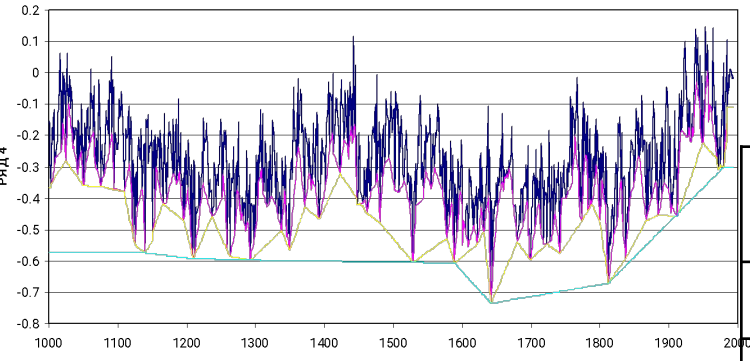
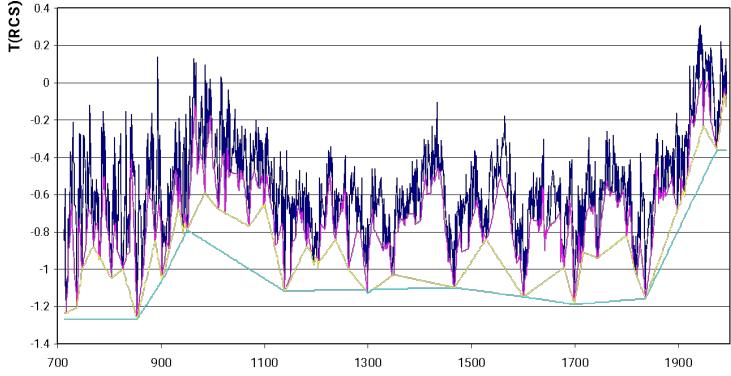
Питер Брейгель Старший. Охотники на снегу(1565г.)  
(Западная Европа в "малый ледниковый период")

# Аномалии температуры северного полушария (материки, 20-90N)



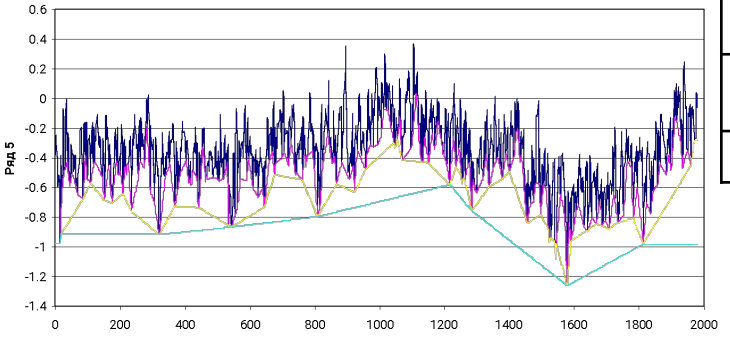
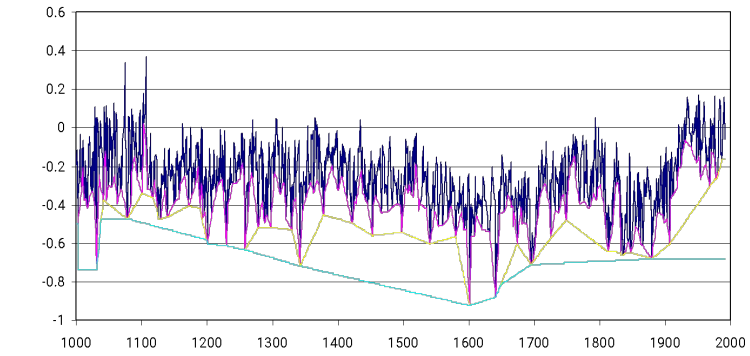
STD- реконструкция по древесным кольцам (713-1995 гг). Mann et al. (1999) Geophys Res Lett (2)

**STD = 0.4281**  $T_{изм} - 0.1464$  **R = 0.52**  
**RCS = 0.4778**  $T_{изм} - 0.1256$  **R = 0.57**



RCS- реконструкция по древесным кольцам (5)

Briffa (2000) Quat Sci Rev (4)



№ ряда	1	2	4	6
1	<b>1</b>			
2	<b>0.50</b>	<b>1</b>		
4	<b>0.42</b>	<b>0.35</b>	<b>1</b>	
6	<b>0.54</b>	<b>0.55</b>	<b>0.49</b>	<b>1</b>
5	<b>0.41</b>	<b>0.39</b>	<b>0.53</b>	<b>0.69</b>

Jones et al. (1998) Holocene (1)

Crowley & Lowery (2000) Ambio (6)



# Выводы:

## Периоды циклов(средние):

- межгодовая изменчивость: **4** года (для 1,2,4) и 10 лет (для 6 и 5);
- десятилетняя изменчивость: **24-28** лет (для 1,2,4) и 40-49 лет (для 6 и 5);
- столетние циклы: **140 -190** лет (1,2,4) и 119 лет (6), 248 лет (5);

## Амплитуды циклов(средние):

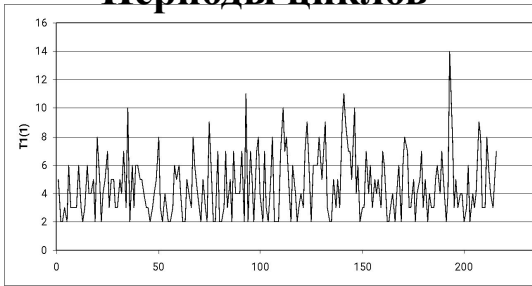
- межгодовая изменчивость: **0.16-0.26**<sup>0</sup>C (1,2,4) 0.06 (6), 0.32 (5);
- десятилетняя изменчивость: **0.15-0.27**<sup>0</sup>C (ряды 1,2,4), 0.13 (6), 0.29 (5);
- столетние циклы: **0.20-0.21**<sup>0</sup>C (1,2,4), 0.13(6), 0.29(5).

## Амплитуды циклов(наибольшие):

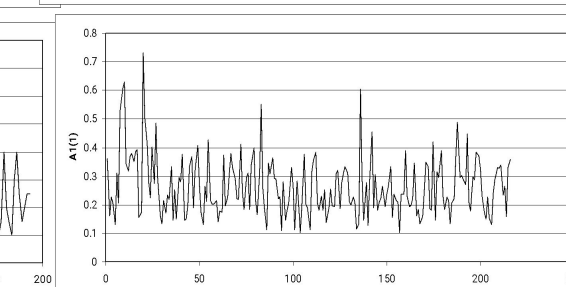
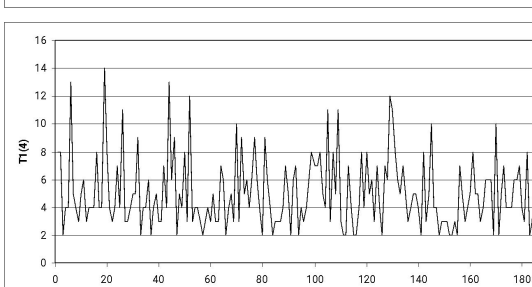
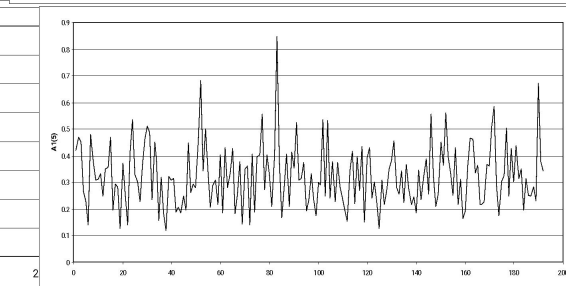
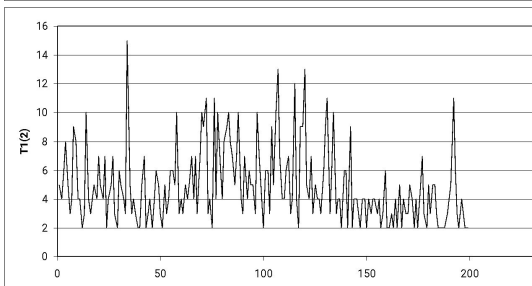
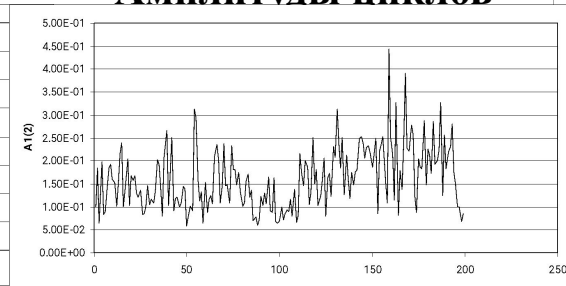
**0.4-0.5**<sup>0</sup>C (межгодовой), **0.3-0.4**<sup>0</sup>C (десятилетний), **0.2-0.3**<sup>0</sup>C (столетний)

## Межгодовая изменчивость

### Периоды циклов

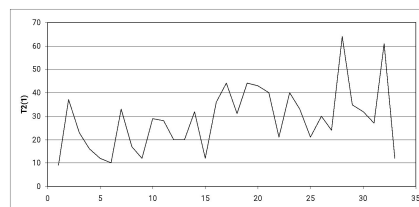


### Амплитуды циклов

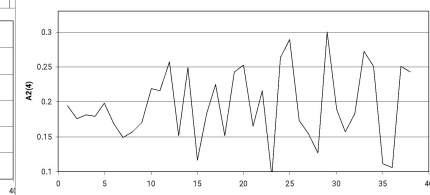
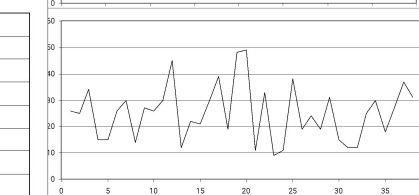
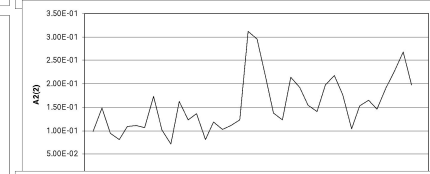
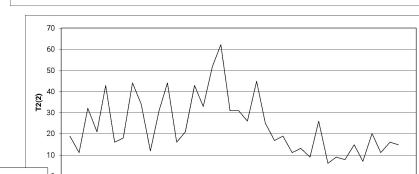
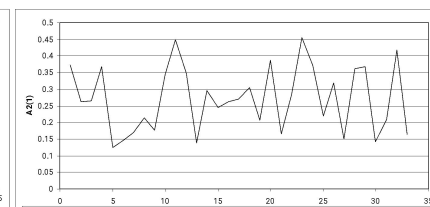


## Десятилетняя изменчивость

### Периоды циклов

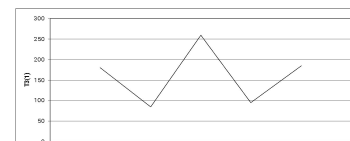


### Амплитуды циклов

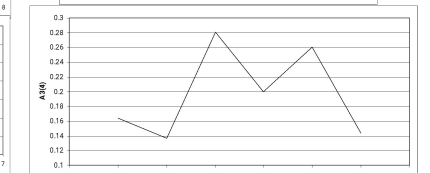
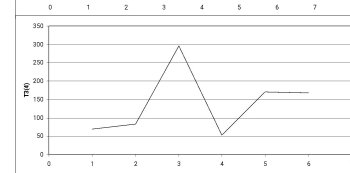
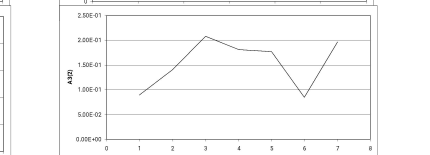
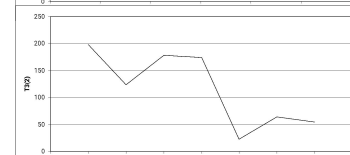
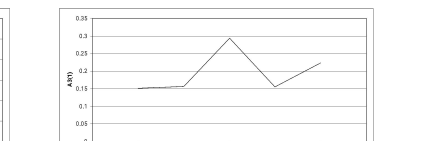


## Вековая изменчивость

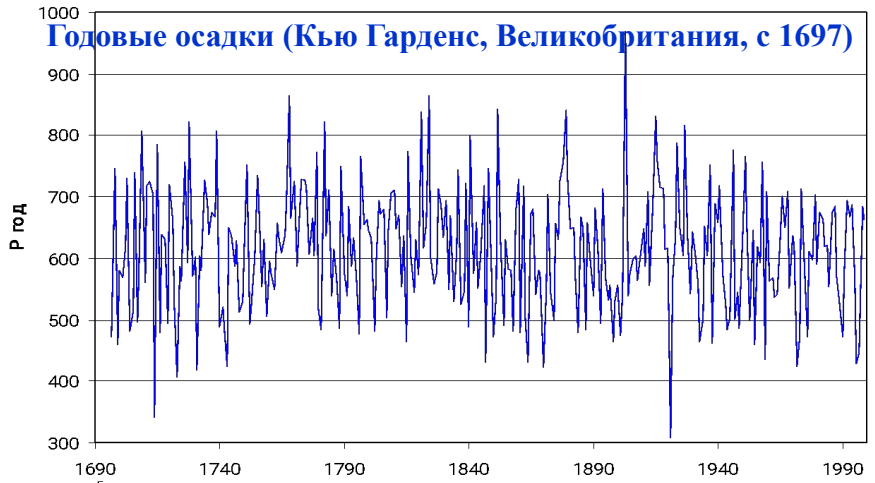
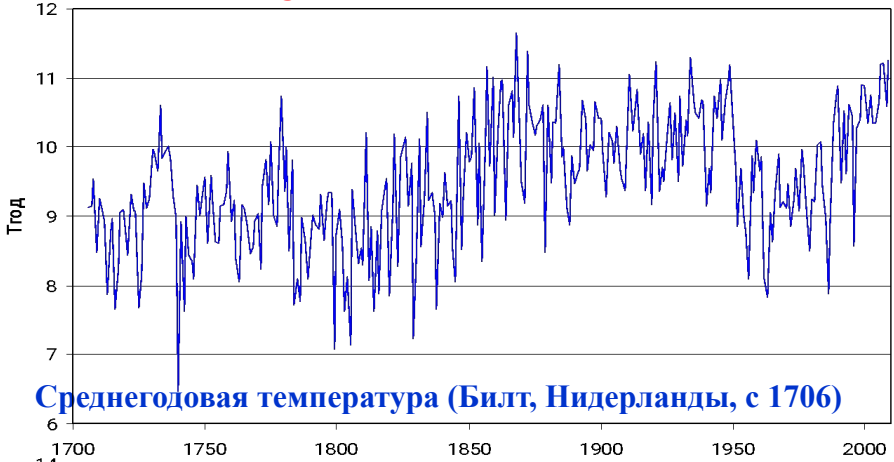
### Периоды циклов



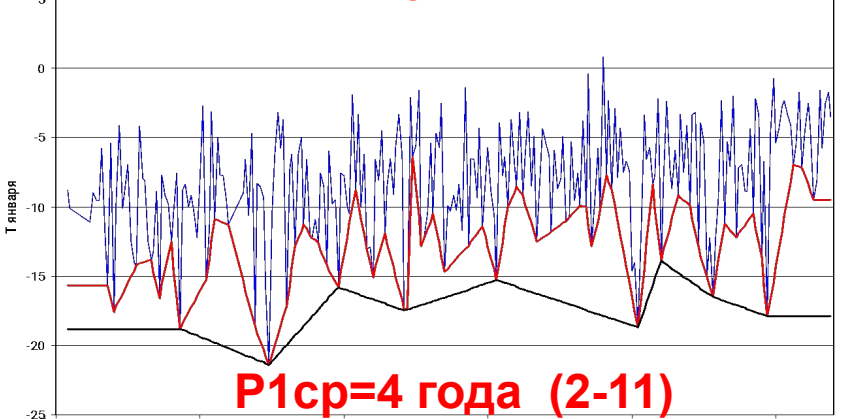
### Амплитуды циклов



# Период инструментальных наблюдений (последние 300 лет)

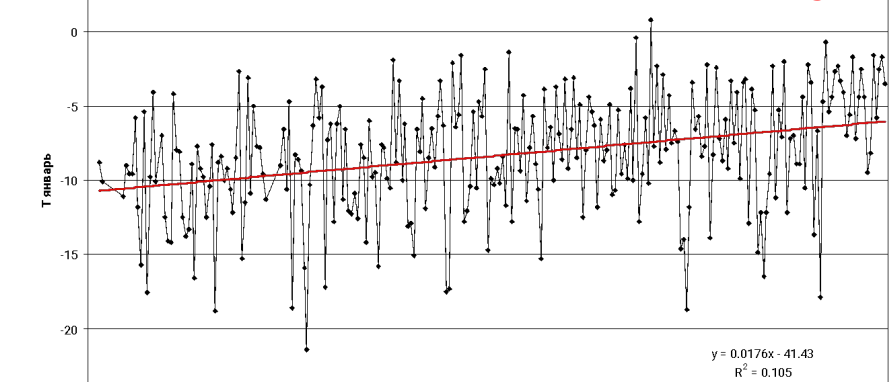
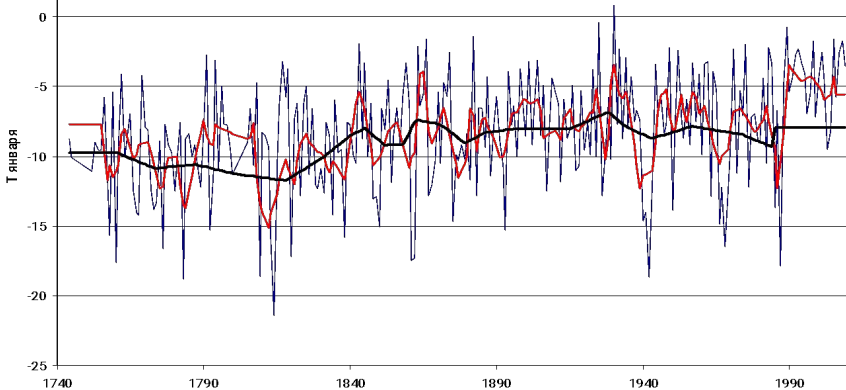


# Зависимость результатов от методов обработки (январь, Санкт-Петербург)

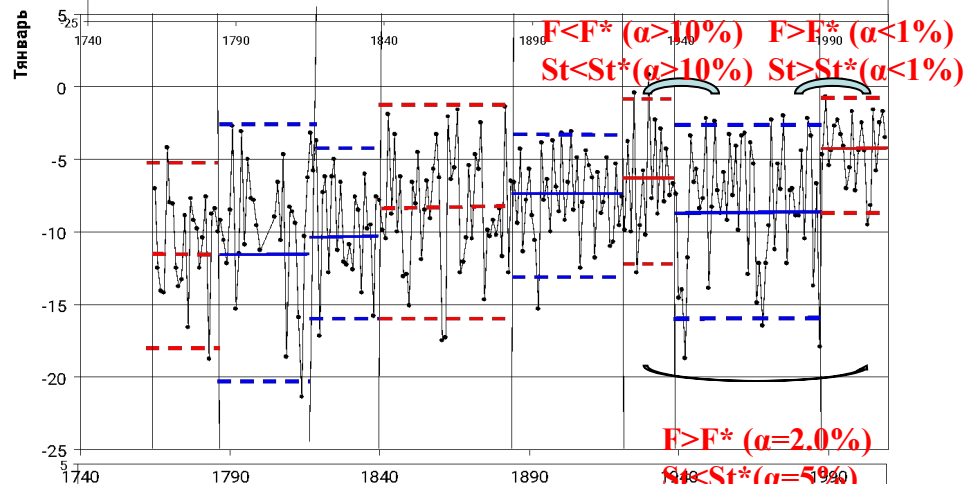


**P1cp=4 года (2-11)**

**P2cp=28 лет (13-53)**



$y = 0.0176x - 41.43$   
 $R^2 = 0.105$

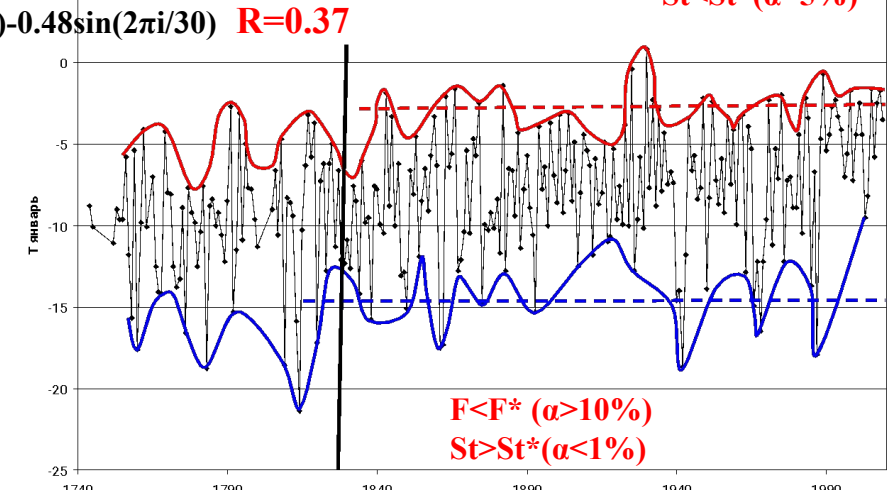
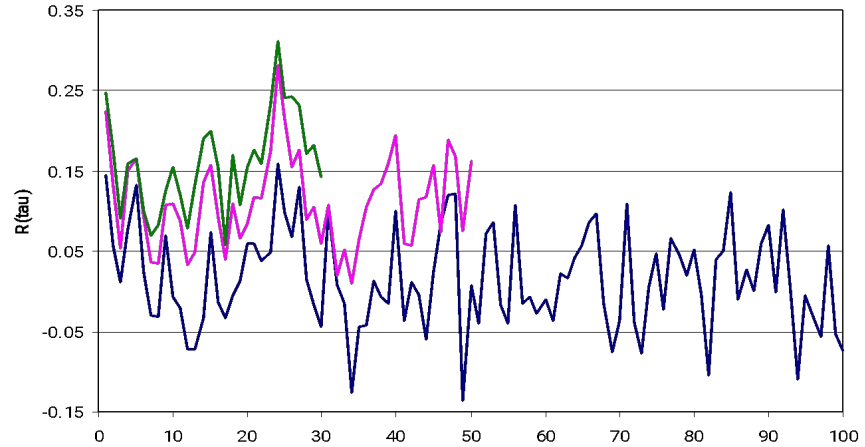


**F < F\* (α > 10%) F > F\* (α < 1%)**  
**St < St\* (α > 10%) St > St\* (α < 1%)**

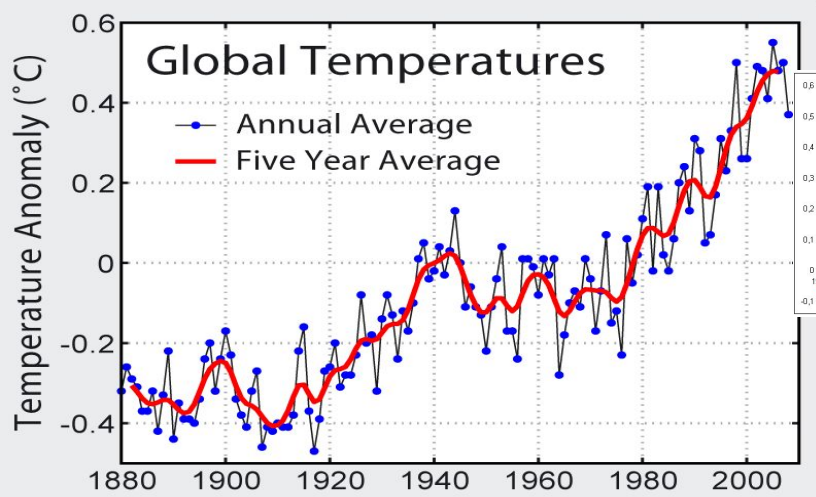
**F > F\* (α = 2.0%)**

**St < St\* (α = 5%)**

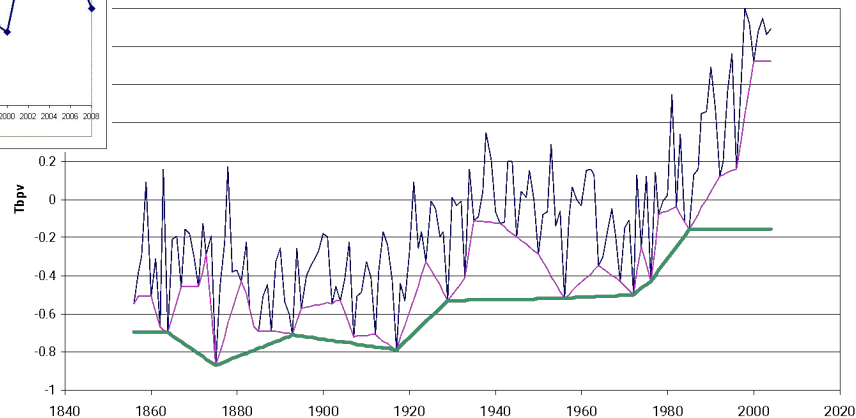
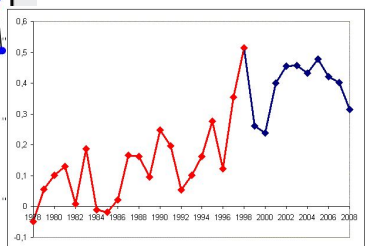
**Ti = 0.25sin(2πi/24) + 0.63sin(2πi/27) - 1.02sin(2πi/28) + 0.84sin(2πi/29) - 0.48sin(2πi/30) R = 0.37**



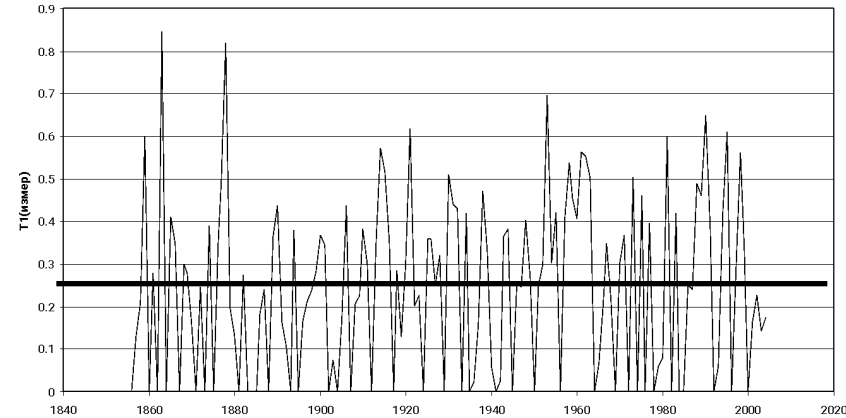
**F < F\* (α > 10%)**  
**St > St\* (α < 1%)**



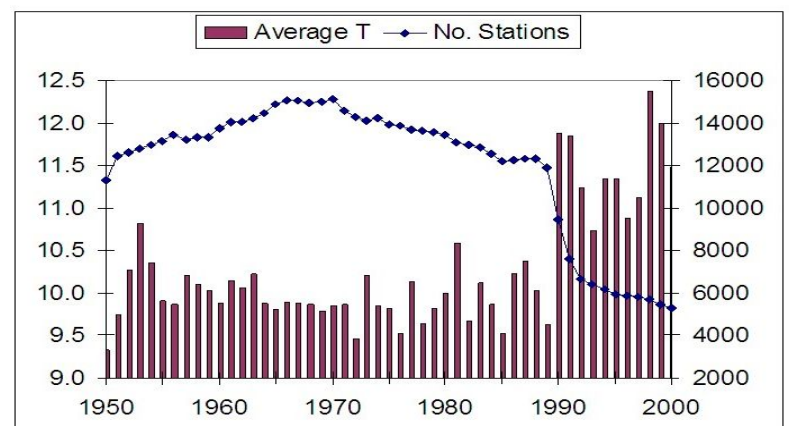
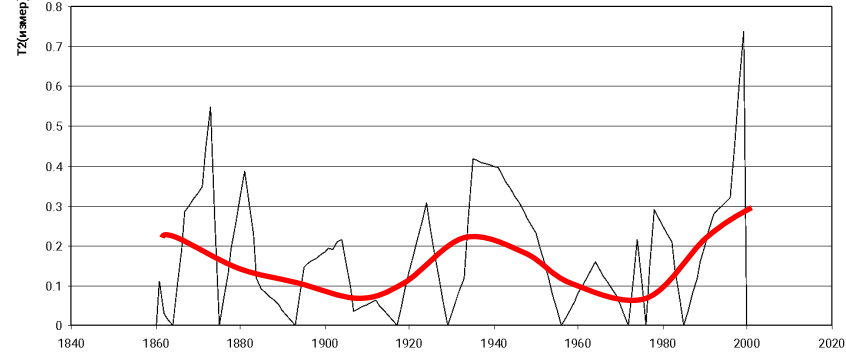
## Измеренная глобальная температура



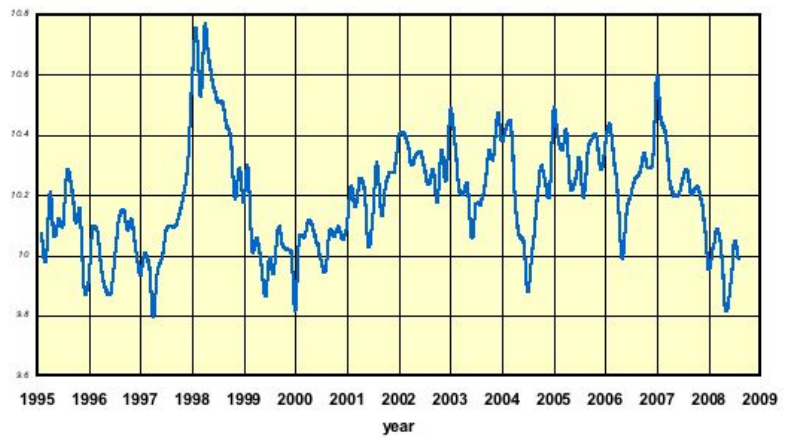
## Составляющая межгодовой изменчивости



## Составляющая десятилетней изменчивости



Temperature of lower troposphere, global, 1995-2008 (data from NASA)

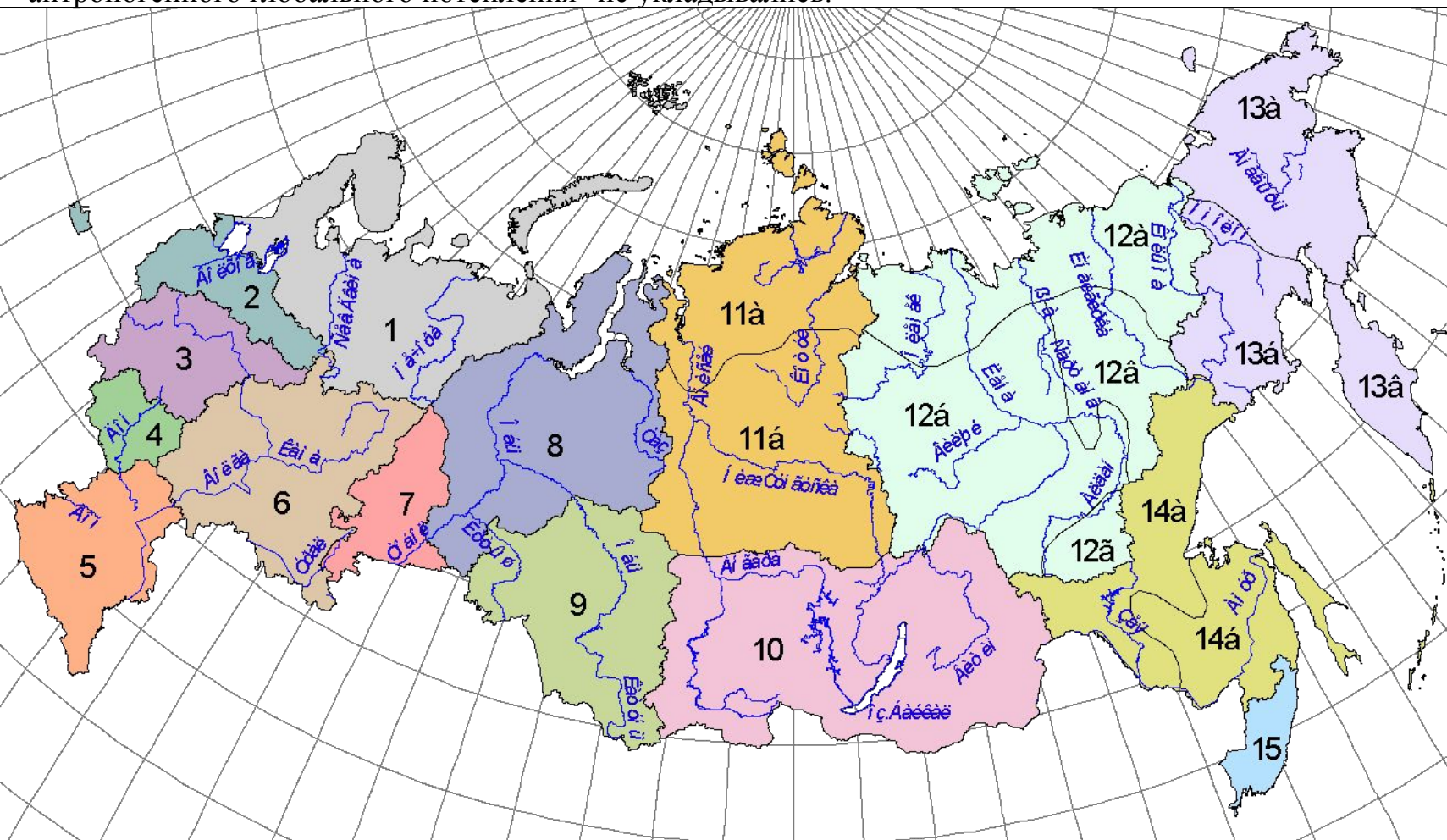


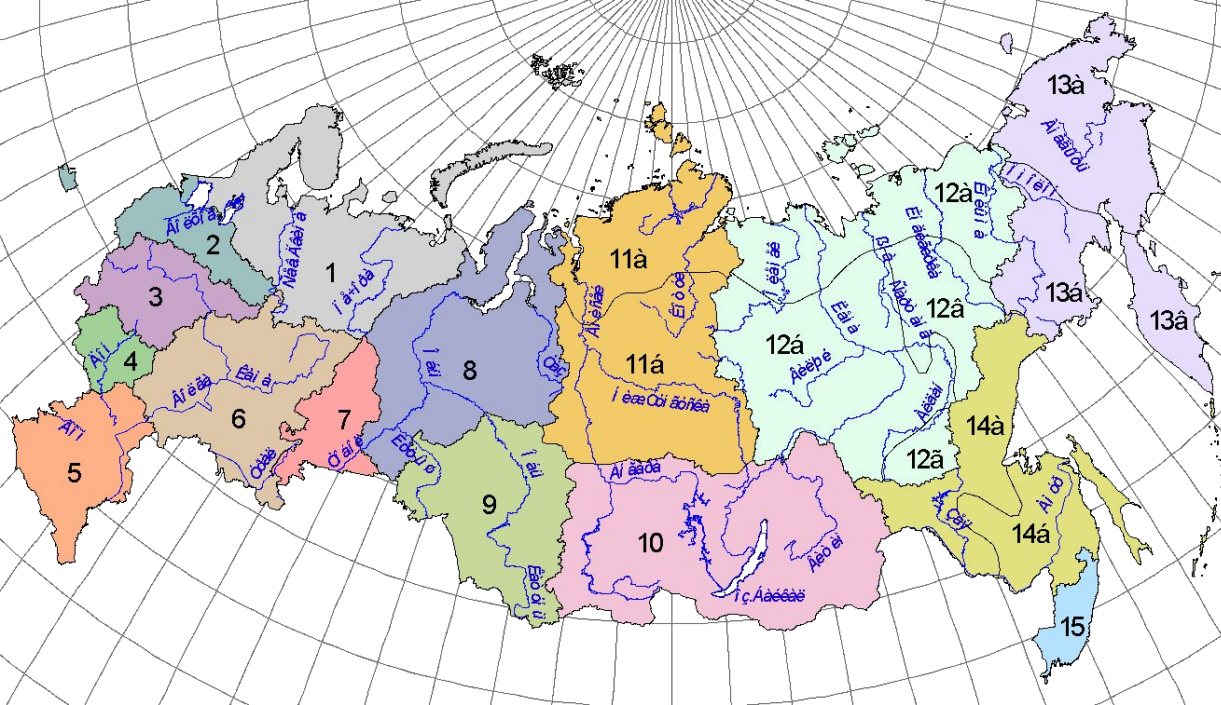
# А что в России?

Газета «Коммерсантъ» № 235 (4290) от 16.12.2009

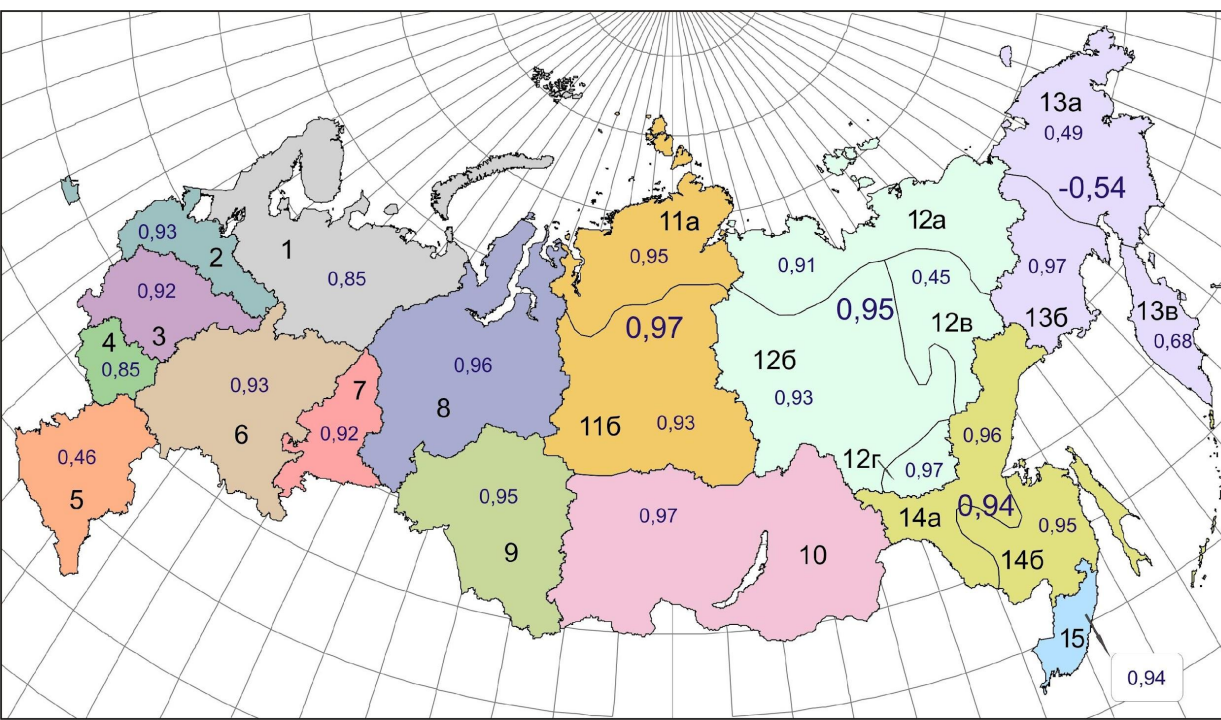
## Британские ученые недооценили русский климат

На фоне провала обсуждений в Копенгагене продолжается обсуждение манипуляции данными о "глобальном потеплении", для предотвращения которого предназначены и Киотские соглашения, и альтернативы, обсуждаемые на COP-15. "Климатгейт" теперь затрагивает и Россию: вчера Институт экономического анализа (ИЭА) выпустил доклад, указывающий на возможные манипуляции данными о климате России Хэдли-центром британского правительственного метеорологического ведомства. Данные российских метеостанций, полагает ИЭА, в гипотезу "антропогенного глобального потепления" не укладывались.





Административно-климатическое деление территории России на крупные районы и однородные подрайоны.



Корреляционная связь среднегодовой температуры воздуха в регионах России с глобальной температурой за период 1950-2004 гг

**Средние коэффициенты корреляции между рядами температур воздуха на каждой станции и средними для региона за периоды 1900-1949 гг. (r1) и 1950-2004 гг. (r2).**

Регион	<i>Зима</i>		<i>Весна</i>		<i>Лето</i>		<i>Осень</i>		<i>Год</i>	
	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>
1	0.84	0.88	0.88	0.86	0.69	0.76	0.86	0.83	0.87	0.87
2	0.95	0.96	0.96	0.94	0.90	0.89	0.94	0.95	0.95	0.96
3	0.94	0.96	0.96	0.95	0.92	0.91	0.96	0.94	0.94	0.95
4	0.97	0.98	0.98	0.98	0.96	0.96	0.98	0.97	0.97	0.98
5	0.84	0.85	0.82	0.87	0.78	0.84	0.92	0.89	0.81	0.88
6	0.86	0.92	0.88	0.91	0.82	0.83	0.92	0.90	0.87	0.92
7	0.89	0.94	0.90	0.94	0.88	0.90	0.94	0.92	0.89	0.94
8	0.82	0.89	0.84	0.90	0.68	0.75	0.85	0.83	0.68	0.86
9	0.88	0.9	0.84	0.90	0.85	0.77	0.83	0.88	0.73	0.90
10	0.72	0.82	0.78	0.88	0.58	0.76	0.61	0.84	0.57	0.81
11	<b>0.79</b>	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>	<b>0.84</b>	<b>0.63</b>	<b>0.72</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>0.69</b>	<b>0.78</b>
11a	0.81	0.86	0.92	0.89	0.77	0.75	0.79	0.86	0.78	0.84
11б	0.90	0.93	0.90	0.92	0.73	0.80	0.82	0.92	0.88	0.92
12	<b>0.44</b>	<b>0.65</b>	<b>0.71</b>	<b>0.77</b>	<b>0.33</b>	<b>0.59</b>	<b>0.41</b>	<b>0.69</b>	<b>0.54</b>	<b>0.70</b>
12a	0.55	0.72	0.67	0.84	0.39	0.65	0.61	0.76	0.68	0.82
12б	0.59	0.76	0.74	0.82	0.50	0.67	0.64	0.82	0.63	0.77
12в	0.34	0.72	0.42	0.82	0.46	0.78	0.41	0.70	0.42	0.68
12г	0.63	0.29	0.82	0.86	0.63	0.78	0.61	0.86	0.66	0.82
13	<b>0.56</b>	<b>0.62</b>	<b>0.62</b>	<b>0.68</b>	<b>0.45</b>	<b>0.56</b>	<b>0.50</b>	<b>0.57</b>	<b>0.46</b>	<b>0.50</b>
13a	0.73	0.87	0.79	0.90	0.69	0.71	0.79	0.88	0.64	0.81
13б	0.81	0.86	0.94	0.86	0.72	0.88	0.86	0.85	0.84	0.88
13в	0.72	0.86	0.76	0.84	0.71	0.71	0.68	0.75	0.66	0.77
14	<b>0.55</b>	<b>0.69</b>	<b>0.73</b>	<b>0.81</b>	<b>0.51</b>	<b>0.64</b>	<b>0.52</b>	<b>0.72</b>	<b>0.49</b>	<b>0.71</b>
14a	0.49	0.72	0.65	0.83	0.45	0.68	0.45	0.74	0.52	0.76
14б	0.71	0.82	0.78	0.90	0.62	0.67	0.60	0.82	0.44	0.78

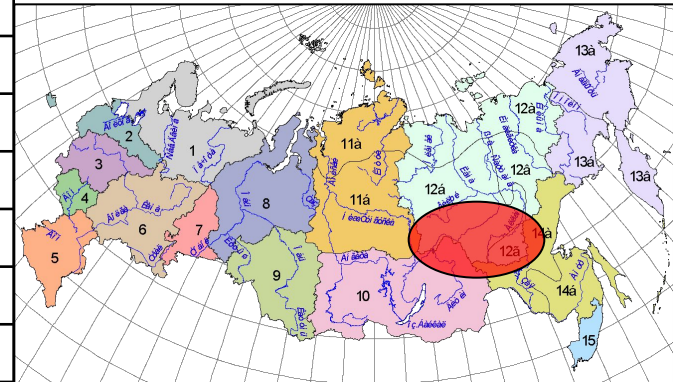
№ район а	Год			Зима			Лето		
	N	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	N	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	N	n <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
1	0.45	0.37	0.61	0.24	0.28	0.39	0.51	0.57	0.39
2	0.61	0.11	<b>0.82</b>	0.44	-0.25	0.63	0.55	0.62	0.61
3	0.67	0.11	<b>0.84</b>	0.56	-0.28	0.71	0.39	0.54	0.45
4	0.68	0.10	0.78	0.56	-0.25	0.69	0.30	0.42	0.32
5	0.64	0.04	0.62	0.52	-0.19	0.61	0.34	0.30	0.44
6	0.78	0.17	<b>0.85</b>	0.66	-0.16	0.76	0.38	0.36	0.45
7	<b>0.81</b>	0.44	<b>0.87</b>	0.69	0.14	0.78	0.51	0.35	0.51
8	0.12	-0.09	<b>0.90</b>	0.42	0.59	0.66	-0.03	-0.61	0.72
9	<b>0.85</b>	0.48	<b>0.91</b>	0.68	-0.39	<b>0.88</b>	0.53	-0.02	0.70
10	0.21	-0.74	<b>0.92</b>	0.28	-0.68	<b>0.89</b>	-0.15	-0.77	0.73
11а	-0.25	-0.64	<b>0.87</b>	0.33	-0.10	0.77	-0.43	-0.60	-0.18
11б	<b>0.81</b>	<b>0.87</b>	<b>0.84</b>	0.27	-0.02	0.77	0.75	0.66	0.46
12а	0.59	0.71	0.75	-0.09	0.20	0.76	-0.24	-0.76	0.43
12б	0.79	<b>0.87</b>	<b>0.81</b>	0.17	-0.22	<b>0.80</b>	0.42	-0.17	<b>0.86</b>
12в	-0.48	-0.64	0.22	-0.34	-0.79	<b>0.80</b>	-0.12	-0.40	<b>0.93</b>
12г	-0.18	-0.41	<b>0.93</b>	-0.32	<b>-0.93</b>	0.59	<b>0.92</b>	<b>0.82</b>	<b>0.84</b>
13а	-0.11	-0.10	0.45	-0.35	-0.05	-0.20	0.64	0.51	0.08
13б	<b>0.92</b>	0.09	<b>0.88</b>	0.8	<b>-0.86</b>	0.33	-0.30	<b>0.85</b>	0.77
13в	-0.43	-0.52	0.19	-0.26	-0.33	-0.35	0.25	0.18	0.74
14а	-0.14	-0.45	<b>0.96</b>	-0.10	-0.28	<b>0.91</b>	-0.28	-0.51	<b>0.83</b>
14б	-0.50	-0.67	<b>0.88</b>	0.37	-0.32	<b>0.89</b>	-0.34	-0.32	<b>0.88</b>
15	0.02	-0.42	<b>0.85</b>	0.28	-0.28	0.76	-0.36	-0.27	0.76

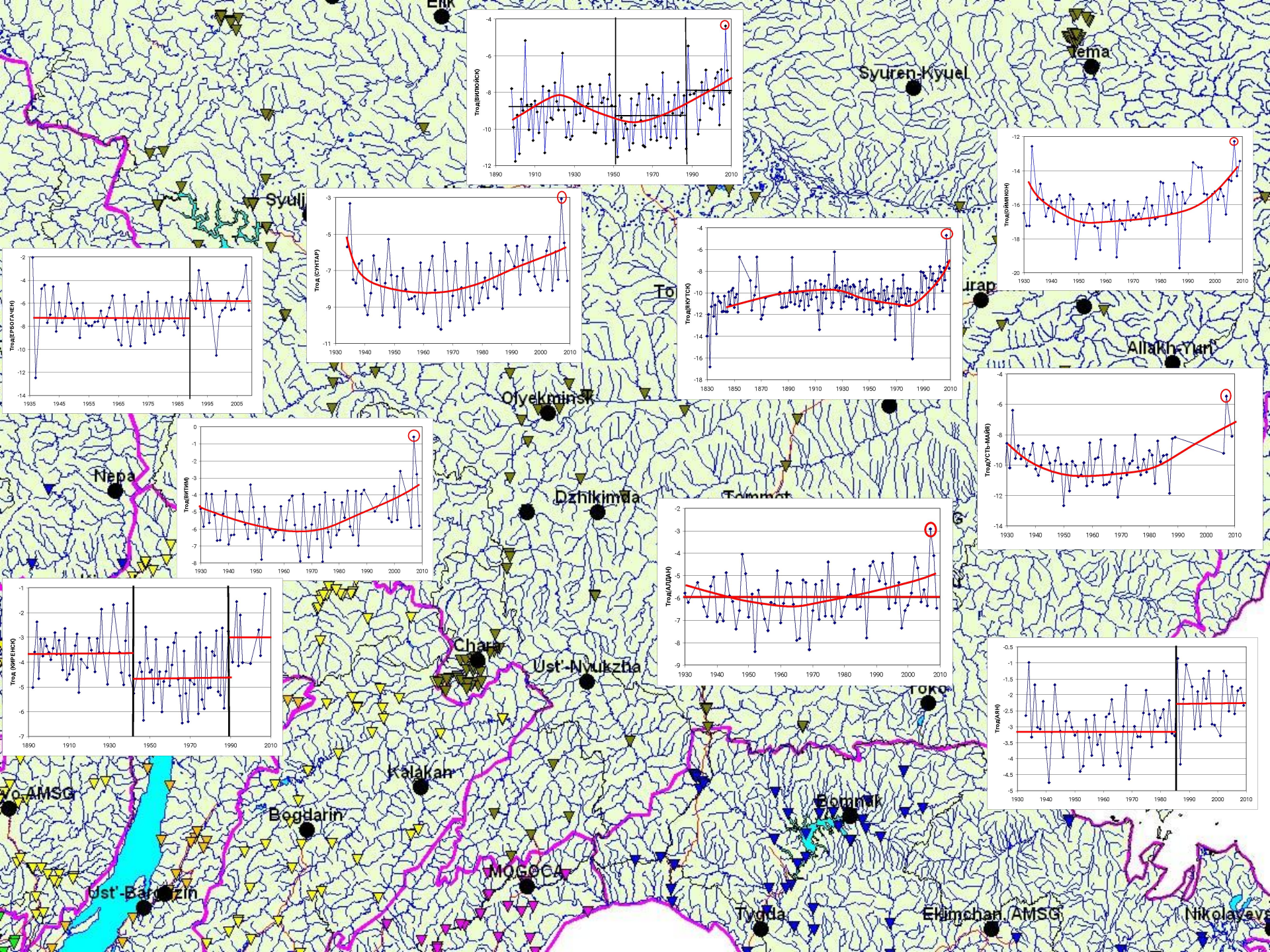
Коэффициенты  
корреляции между  
глобальной и  
региональной  
температурой воздуха,  
осредненные за период  
5 лет

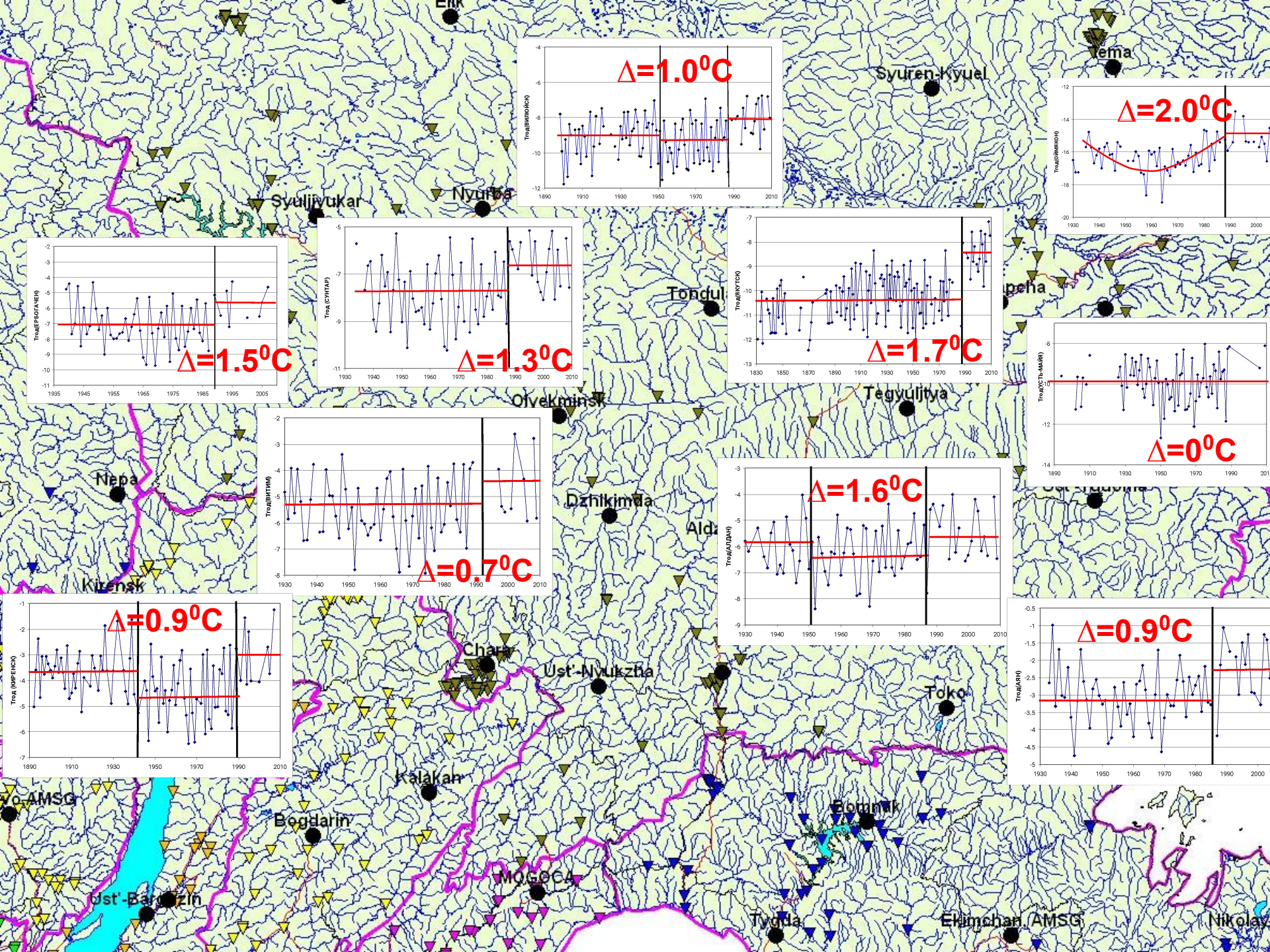


№ района	$\sigma'$ стац.	$\sigma'$ тренд	$\sigma'$ ступ.	$\Delta\%$ тренд	$\Delta\%$ ступ.
1	1.07	1.05	1.02	-2.2	-3.5
2	1.04	0.99	0.95	-7.2	-8.6
3	1.02	0.97	0.94	-7.7	-8.5
4	1.09	1.03	1.03	-7.4	-4.9
5	0.81	0.77	0.77	-6.1	-5.5
6	1.00	0.92	0.90	-10.3	-10.2
7	1.00	0.92	0.90	-9.7	-10.2
8	1.12	1.12	1.01	-4.1	-10.4
9	0.94	0.79	0.75	-21.8	-20.0
10	1.11	1.11	0.76	-13.8	-31.7
11a	1.67	1.47	1.36	-12.2	-18.8
11б	1.16	1.08	1.07	-7.2	-7.7
12a	1.25	1.13	1.09	-10.1	-13.2
12б	1.32	1.25	1.22	-5.4	-7.4
12в	1.99	1.32	1.34	-33.5	-32.7
12г	1.05	0.93	0.94	-11.3	-10.5
13a	1.04	1.00	1.04	-4.1	-0.4
13б	1.09	0.98	1.01	-9.7	-6.7
13в	1.53	1.52	1.53	-0.5	0.0
14a	1.46	1.26	0.94	-13.9	-35.5
14б	1.16	1.12	1.11	-4.1	-4.8
15	0.95	0.94	0.88	-5.2	-7.1
среднее				-9.4	-11.7

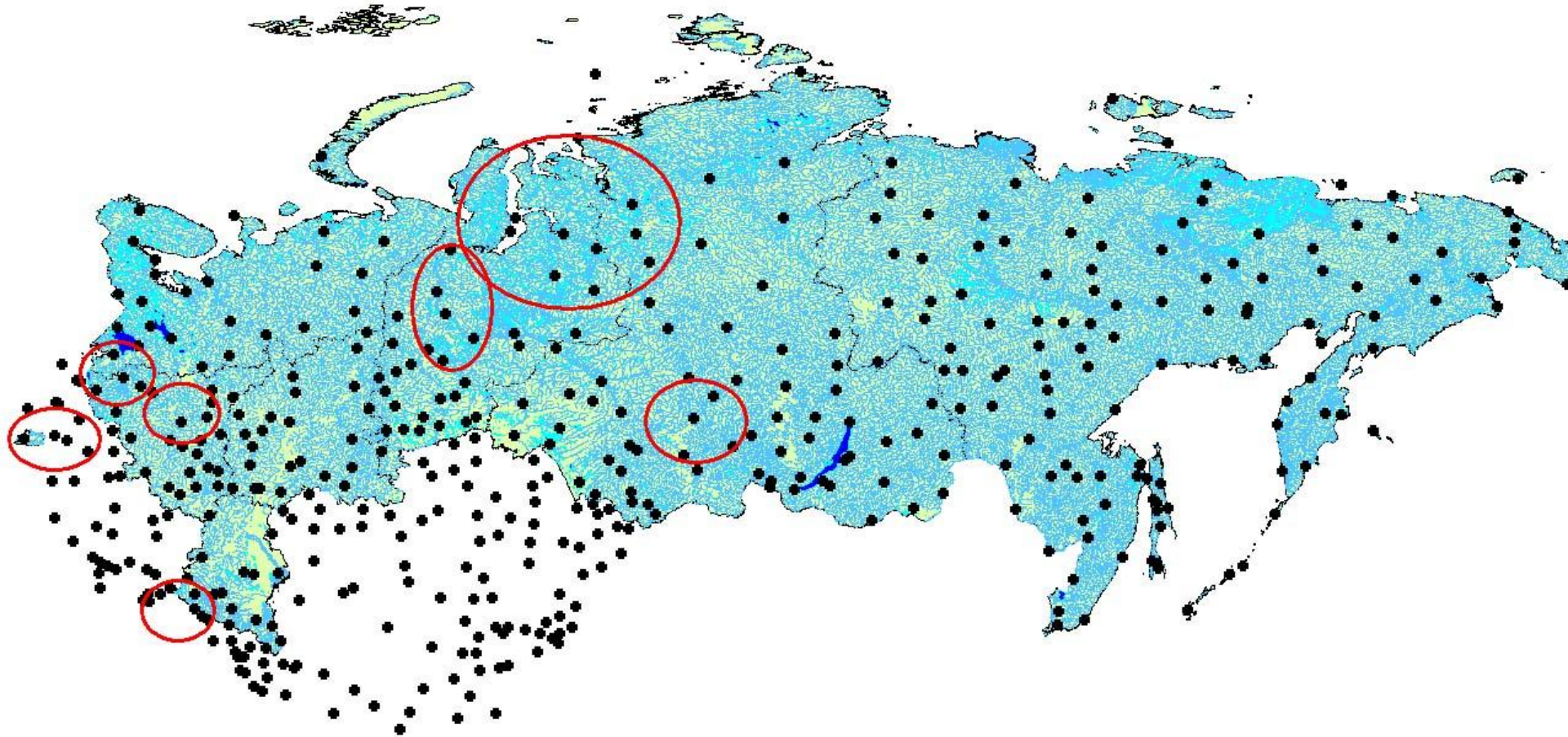
Оценка эффективности трех моделей временных рядов: стационарной, линейного тренда и ступенчатых изменений







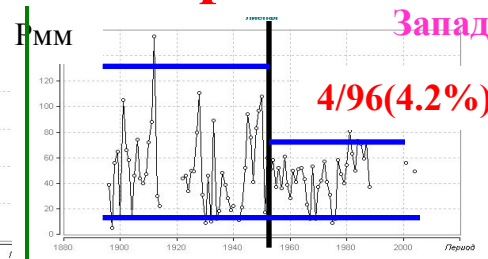
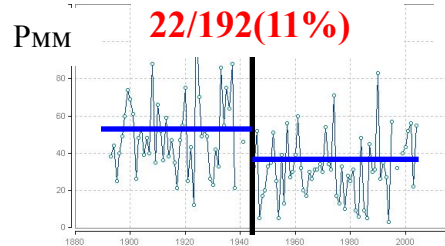
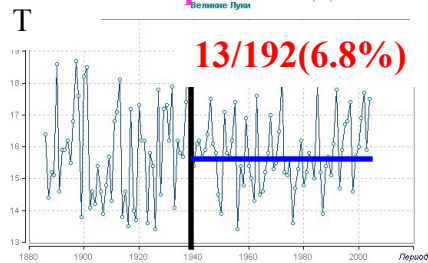
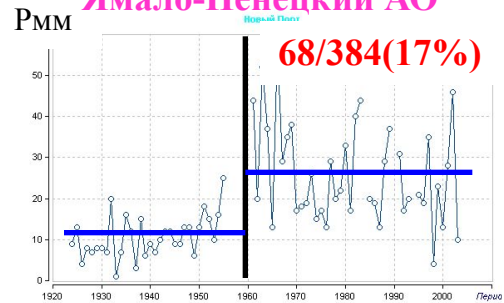
# Отдельные регионы



# Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО

# Северо-Запад

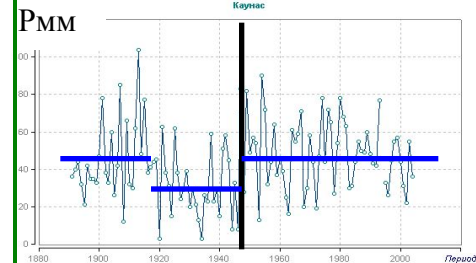
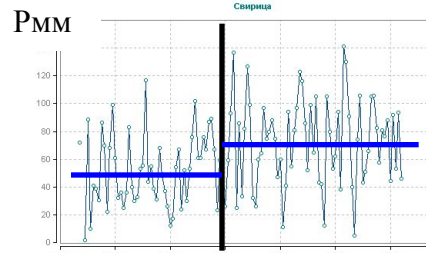
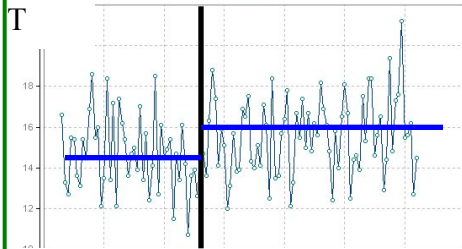
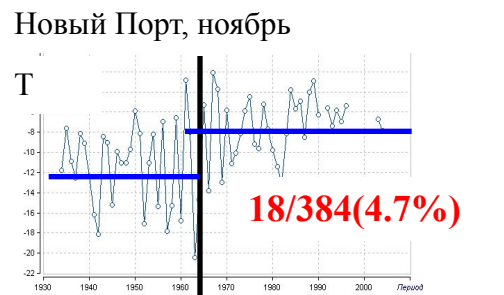
# Отдельные нестационарности



Великие Луки, август

Сортавала, февраль

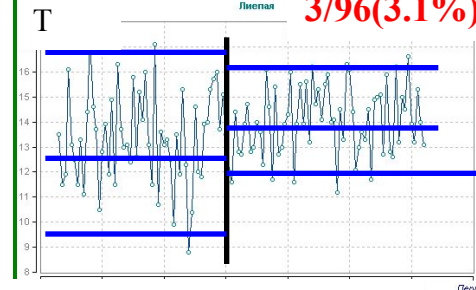
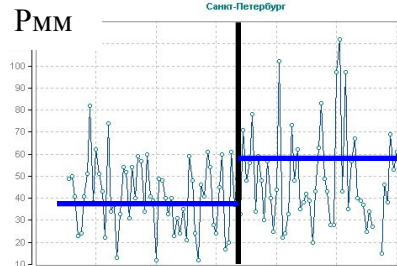
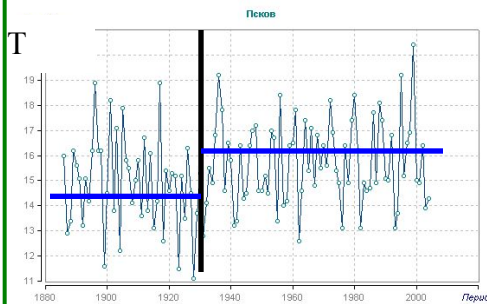
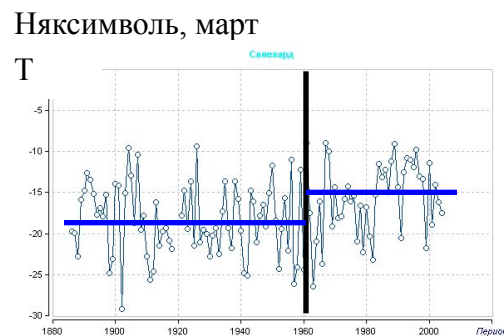
Лиепая, июнь



Новгород, июнь

Свирица, октябрь

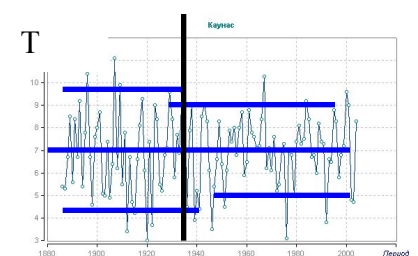
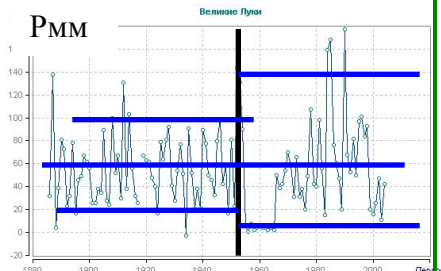
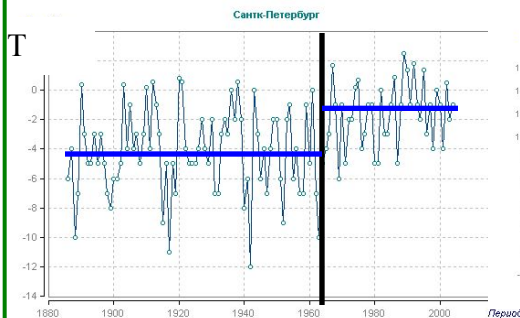
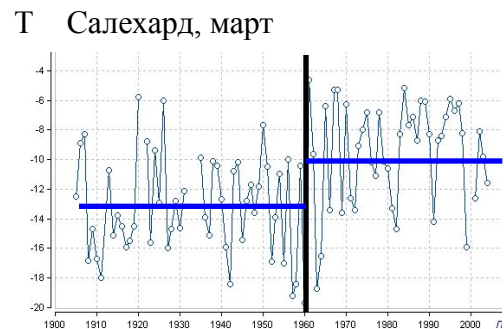
Каунас, декабрь



Псков, июнь

С-Петербург, декабрь

Лиепая, июнь



Октябрьское, март

Санкт-Петербург, март

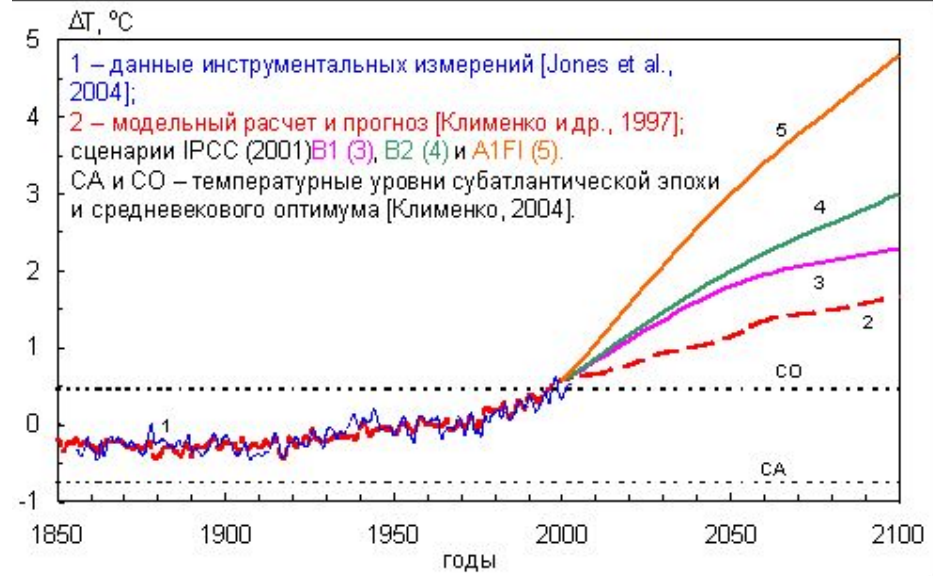
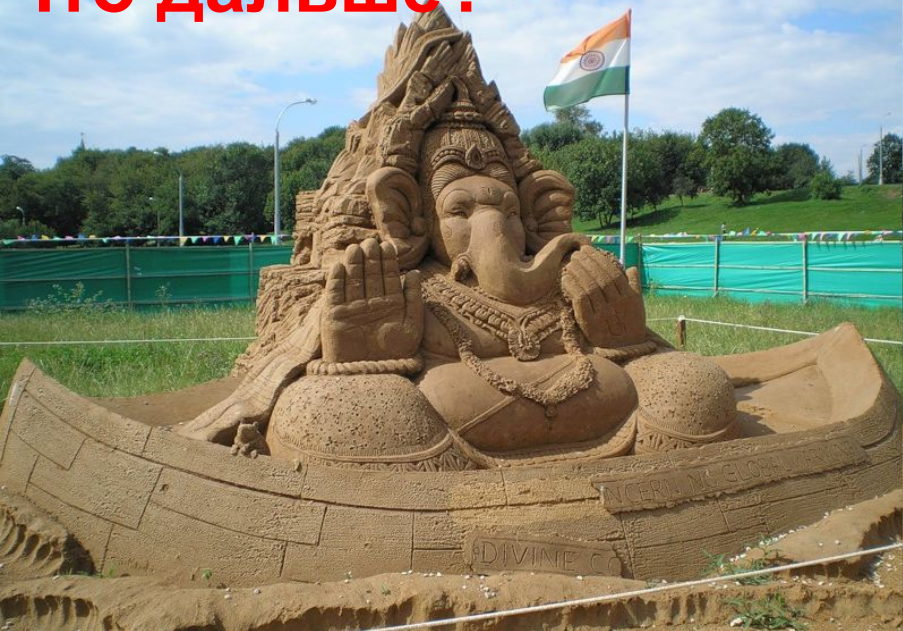
Великие Луки, сентябрь

Каунас, октябрь

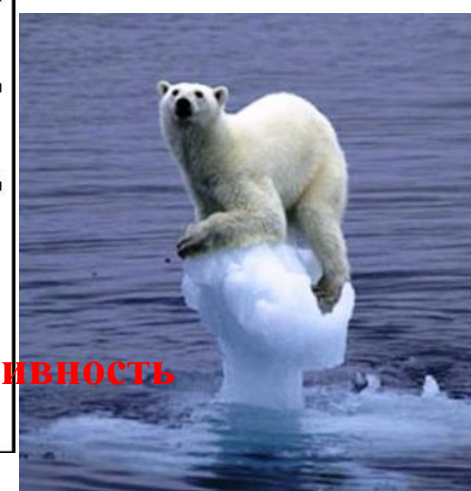
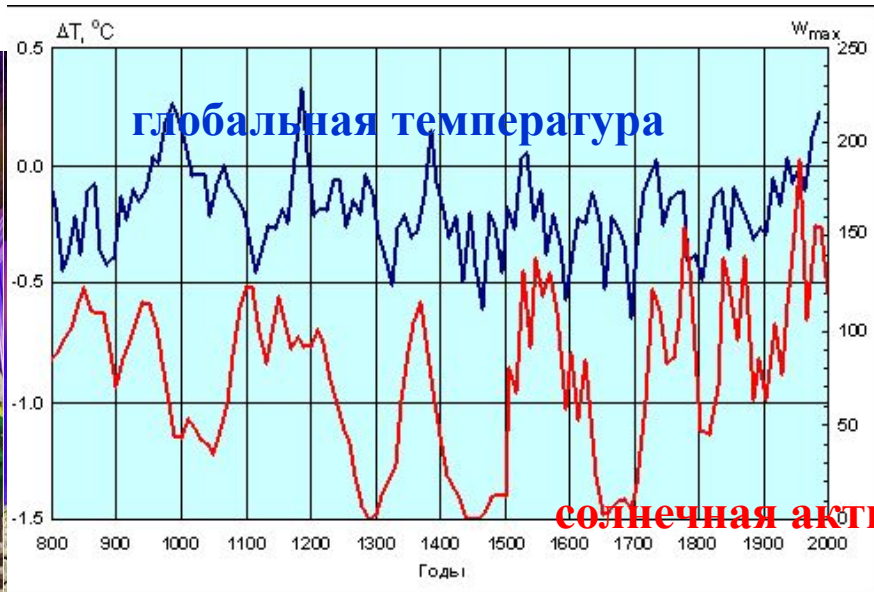
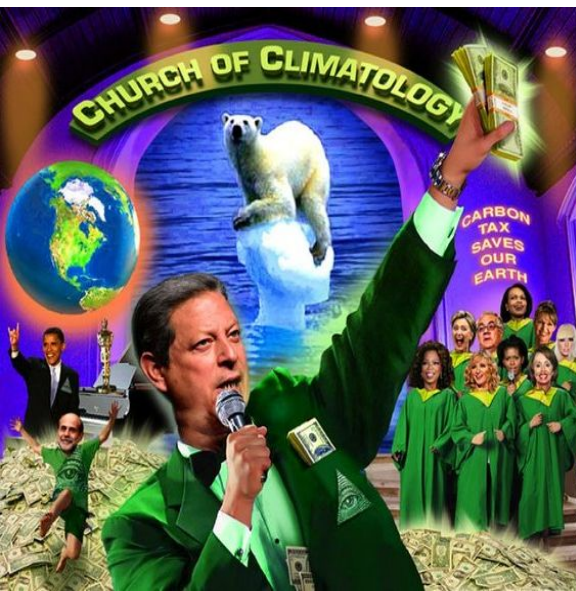
## Выводы

1. Почти за 1 миллион лет истории Земли имели место колебания осредненной за период в несколько сот лет температуры воздуха с амплитудой  $10-15^{\circ}\text{C}$  за 100 тыс. лет, при этом скорость изменений часто достигала  $3-40^{\circ}\text{C}$  за столетие, что даже превышает современное потепление;
2. По палеоданным за голоцен в последние 12 тысяч лет уже можно более надежно получить численные значения периодов и амплитуд циклов процессов разных временных масштабов. Для процесса тысячелетнего масштаба  $T_{\text{ср}}=1010$  лет и  $A_{\text{ср}}=1.3^{\circ}\text{C}$ , а для процесса столетнего масштаба  $T_{\text{ср}}=96$  лет и  $A_{\text{ср}}=1.5^{\circ}\text{C}$ , что приводит к изменению в  $2-3^{\circ}\text{C}$  за столетие;
3. Ежегодные реконструкции глобальной температуры за последние 1000-1300 лет позволят определить  $T_{\text{ср}}=4$  года и  $A_{\text{ср}}=0.16-0.26^{\circ}\text{C}$  для процесса межгодовой климатической изменчивости,  $T_{\text{ср}}=24-28$  лет и  $A_{\text{ср}}=0.15-0.27^{\circ}\text{C}$  для процесса десятилетней изменчивости и  $T_{\text{ср}}=140-190$  лет и  $A_{\text{ср}}=0.20-0.21^{\circ}\text{C}$  для процесса столетнего масштаба. При наложении процессов это приводит к изменению в  $0.5-0.6^{\circ}\text{C}$  за столетие, что имеет место и для современной глобальной температуры.
4. В наиболее продолжительных рядах инструментальных наблюдений за последние 250-300 лет ранее также были зафиксированы экстремальные температуры, которые или еще не были превышены современным потеплением или ненамного ниже современных.
5. На примере наиболее продолжительного ряда среднемесячных температур воздуха января в г. Санкт-Петербурге за период 254 года наблюдений показана зависимость получаемых выводов от применяемых статистических методов и результаты варьируют от случайной выборки до линейного тренда. Наиболее эффективные методы позволили установить неоднородность всего ряда наблюдений и начало однородного периода с 1835 г., а также значения средних периодов межгодовой и десятилетней климатической изменчивости в 4 года и 28 лет соответственно.
6. При анализе изменений региональной температуры воздуха на территории России приоритет отдан модели ступенчатых изменений многолетних колебаний по сравнению с моделями стационарного среднего и тренда, что характеризует эпохальные и резкие изменения в атмосферной циркуляции. При этом статистическая значимость ступенчатых изменений имеет место только для территории центра и юга Восточной Сибири. Здесь же установлена зависимость выводов от методики получения среднегодовой температуры: с учетом пропусков наблюдений или без них.
7. Предварительные исследования многолетних рядов температур воздуха и осадков на станциях в отдельных районах России показали, что хотя модель ступенчатых изменений имеет преимущество, но статистическая значимость ее всего от 7% до 17% от общего числа анализируемых рядов.

# Что дальше?

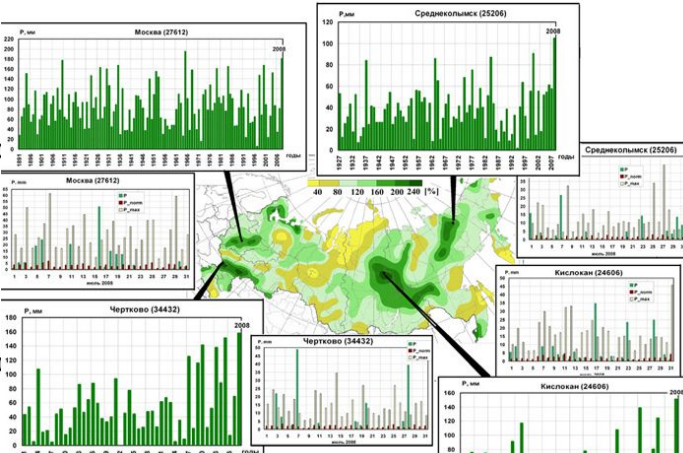
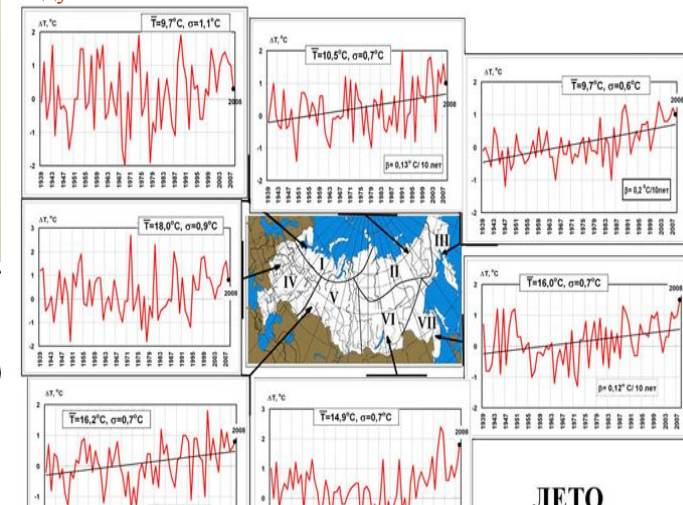
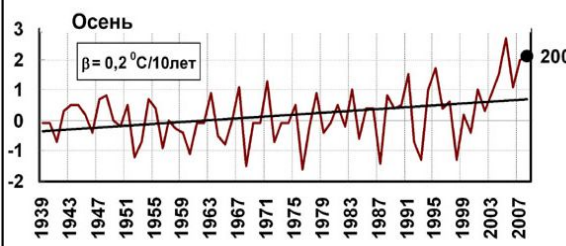
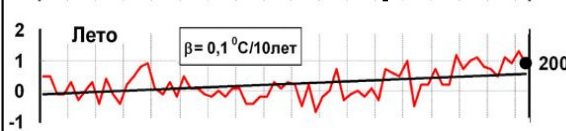
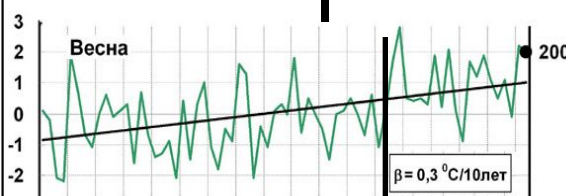
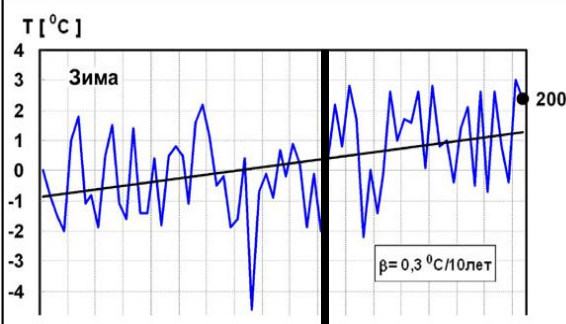
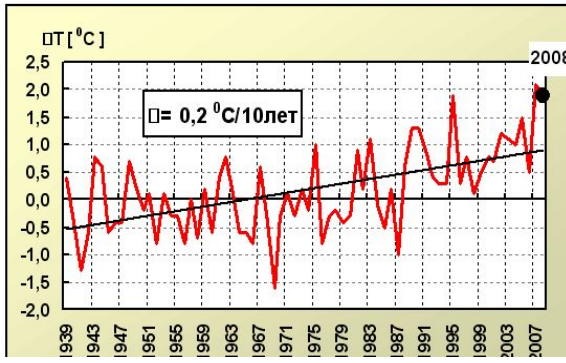


Индуистский бог Ганеша плывет через океаны, предупреждая о глобальном потеплении.



# Мониторинг климатических изменений

Булыгина О.Н., Коршунова Н.Н., Разуваев В.Н.  
 Погода на территории Российской Федерации в 2008 году.



Учебный центр по мониторингу климатических изменений на территории России

