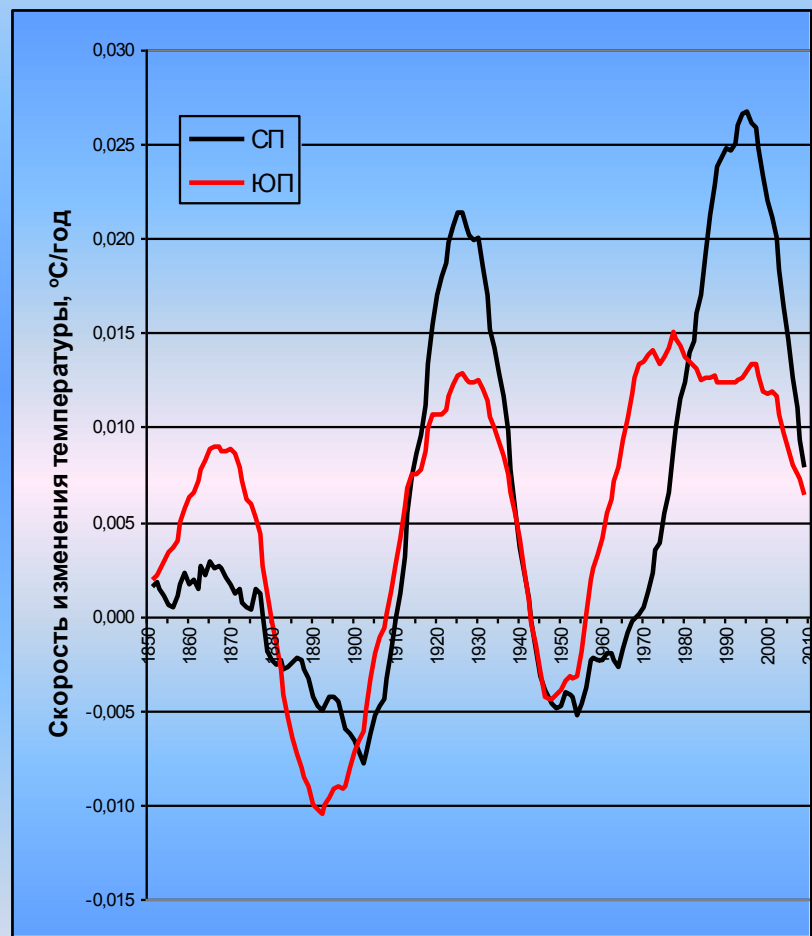
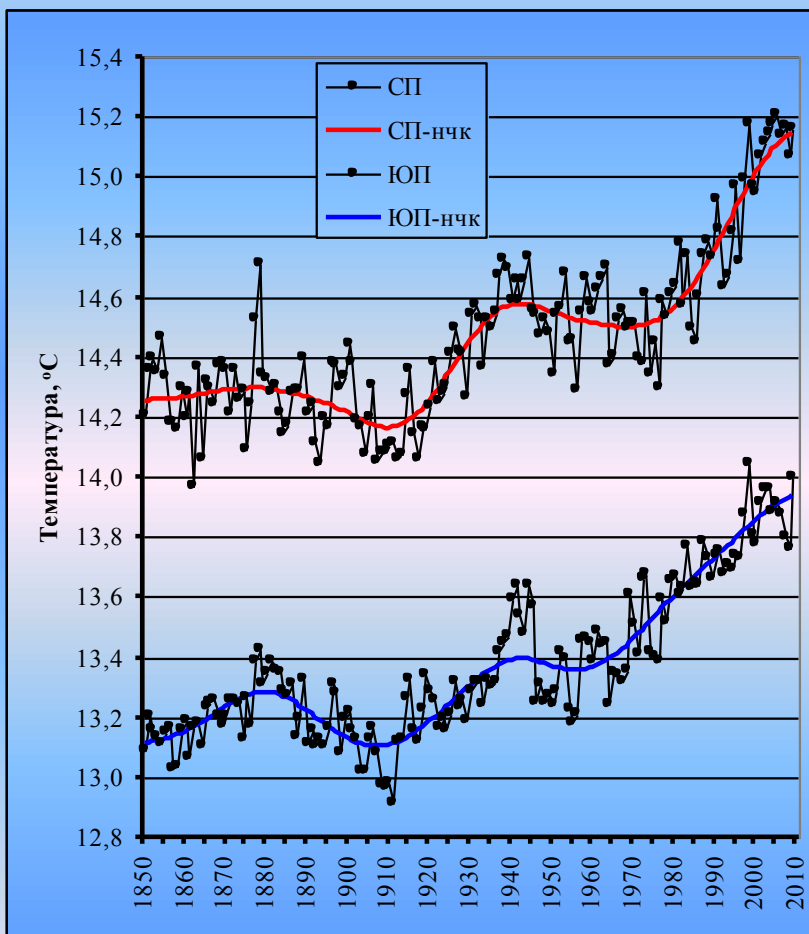


# **Глобальные изменения климата и их проявления в Среднем Поволжье**

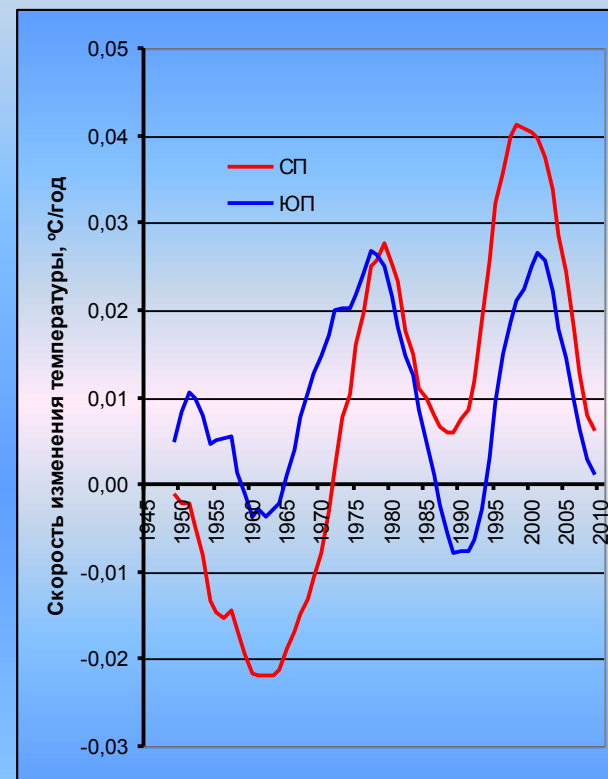
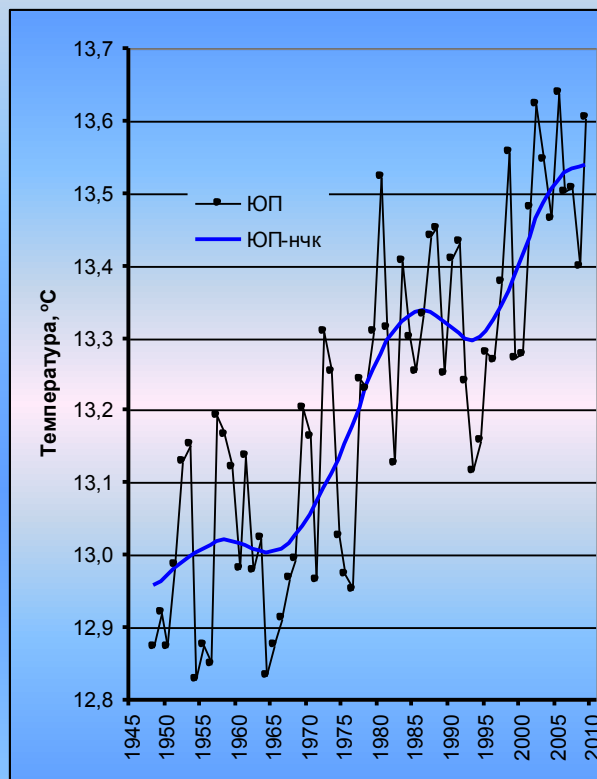
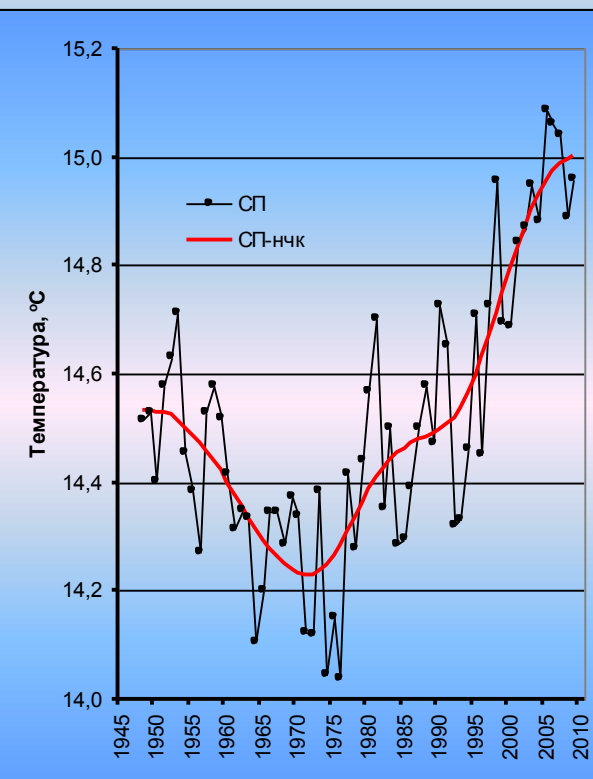
Переведенцев Ю., Шанталинский К.,  
Тудрий В.

*Казанский федеральный университет*

# Многолетний ход средней годовой температуры северного (вверху) и южного (внизу) полушарий и скорости ее изменения 1850 – 2009 гг.

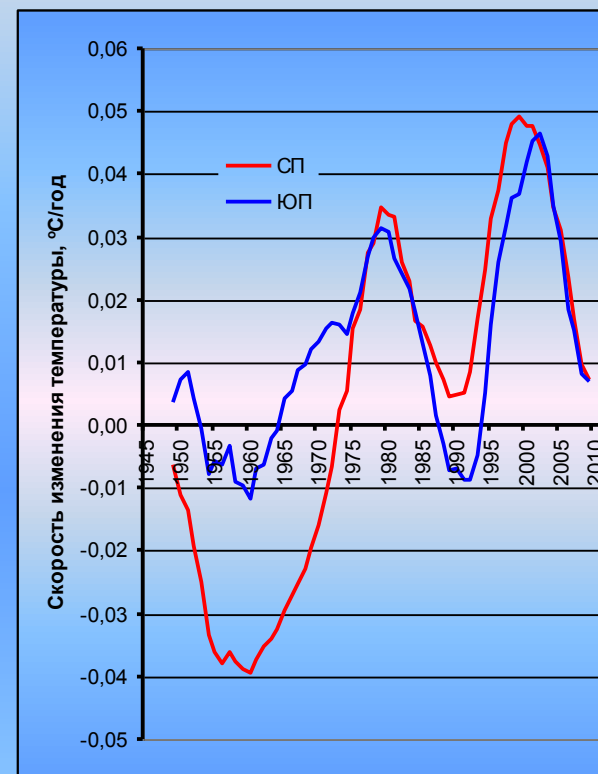
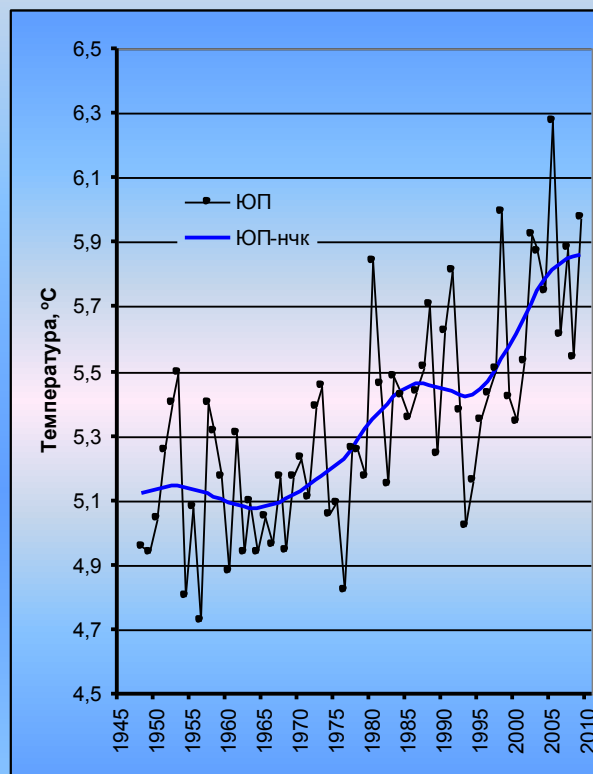
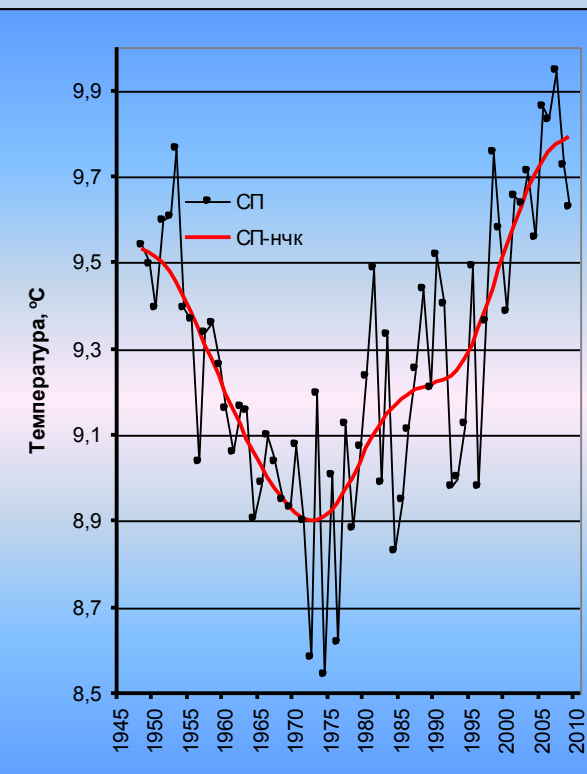


# Многолетний ход средних годовых температур северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



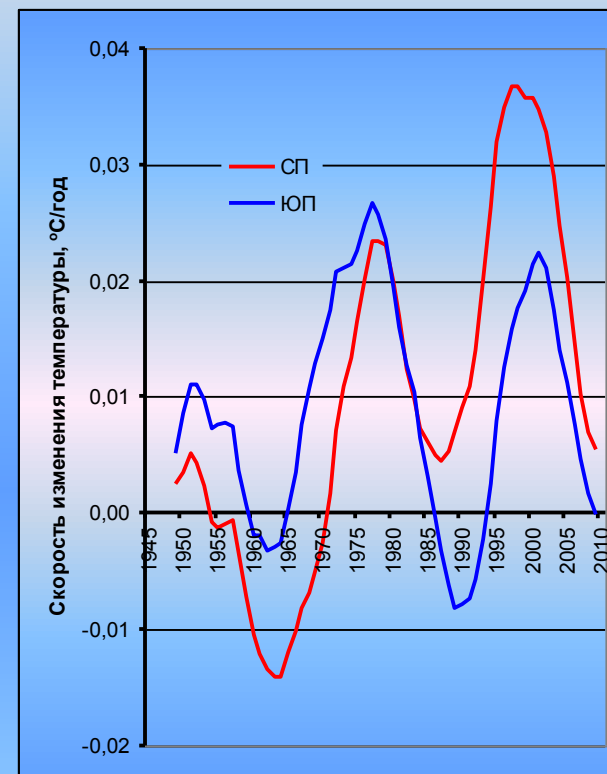
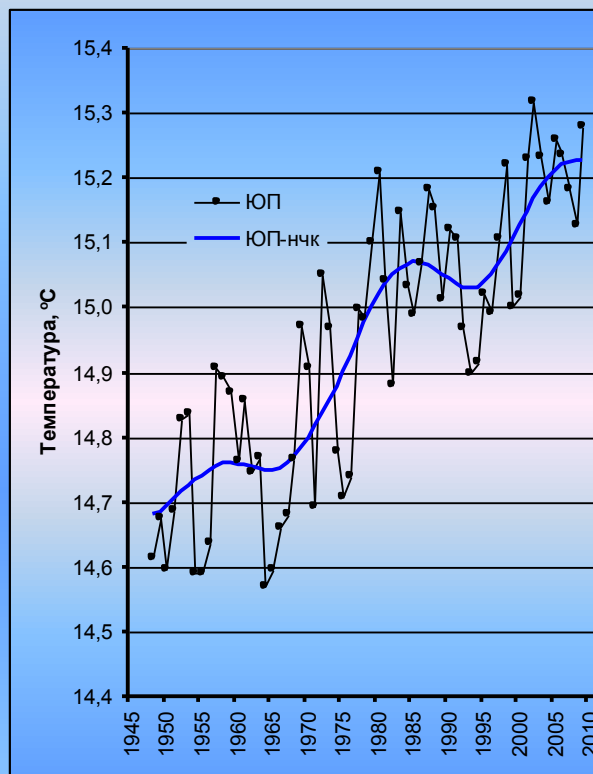
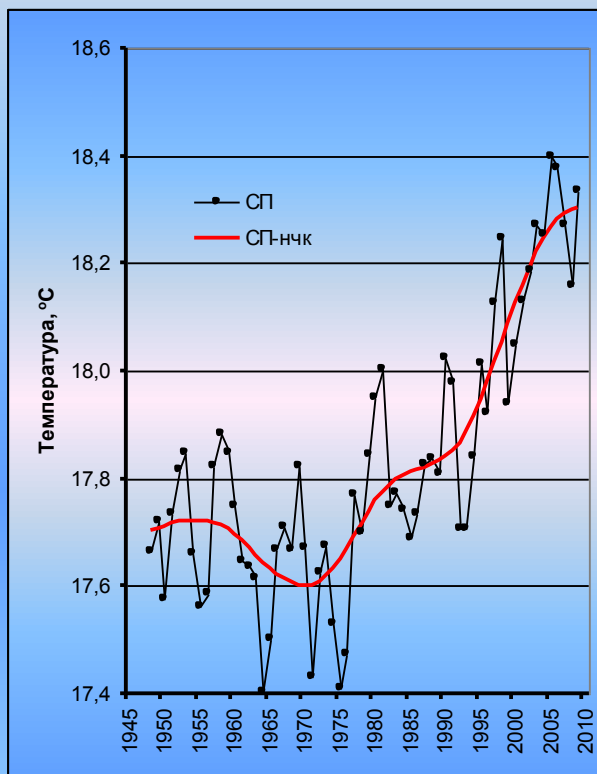
Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
СП повышение	1971	2009	38	0,77	0,020
ЮП повышение	1964	2009	45	0,53	0,008

# Многолетний ход средних годовых температур над сушей северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



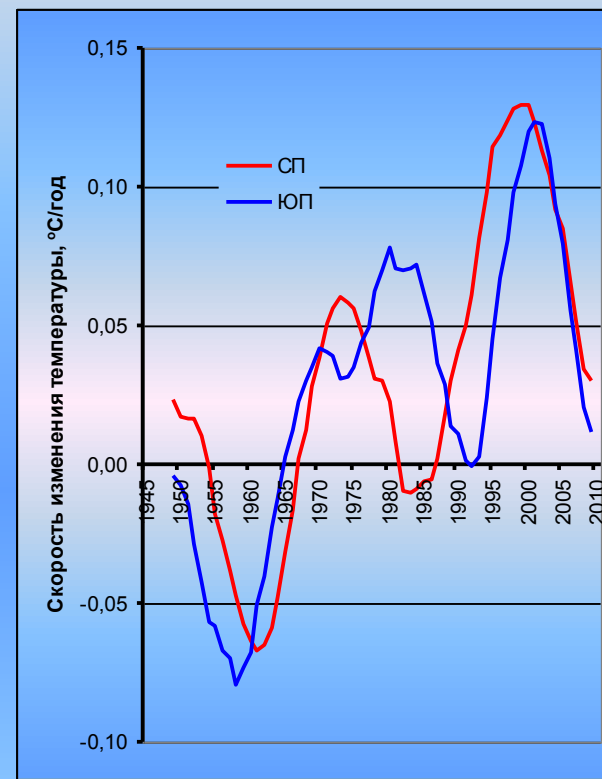
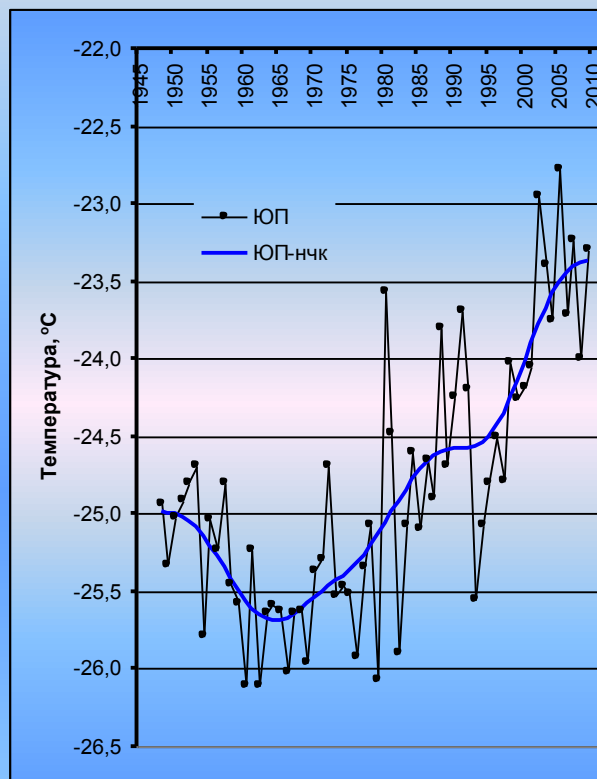
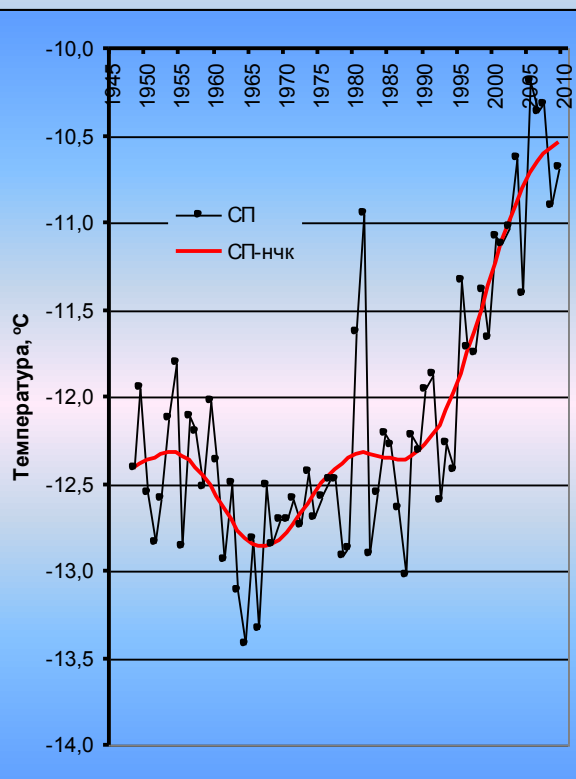
Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
СП повышение	1972	2009	37	0,89	0,024
ЮП повышение	1964	2009	45	0,79	0,012

# Многолетний ход средних годовых температур над океаном северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



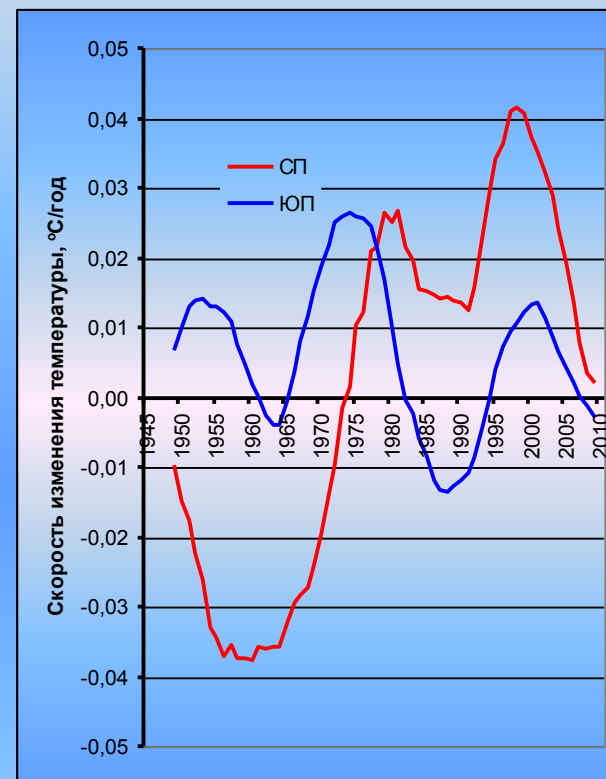
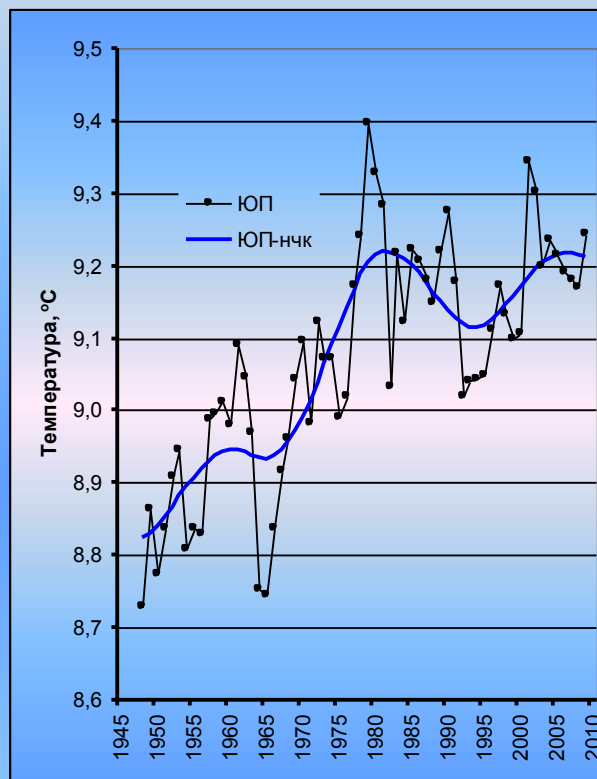
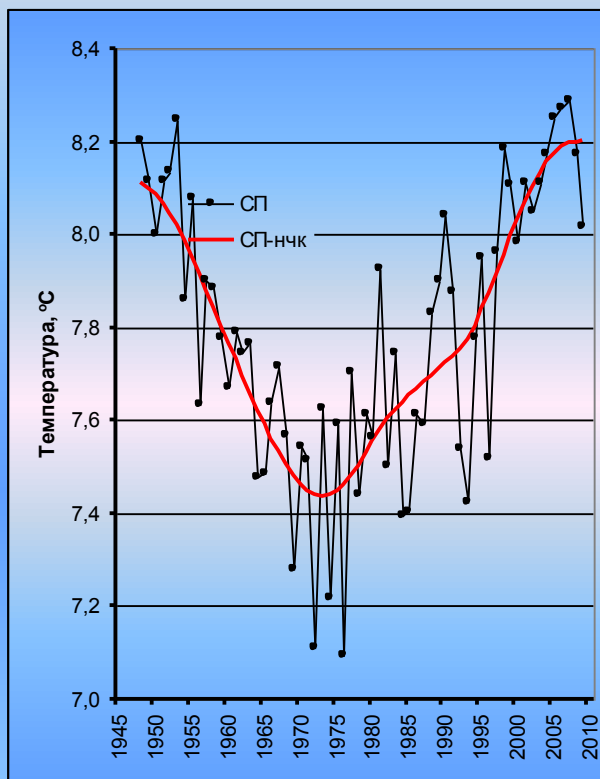
Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
СП повышение	1970	2009	39	0,70	0,018
ЮП повышение	1964	2009	45	0,49	0,008

# Многолетний ход средних годовых температур в полярной зоне северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



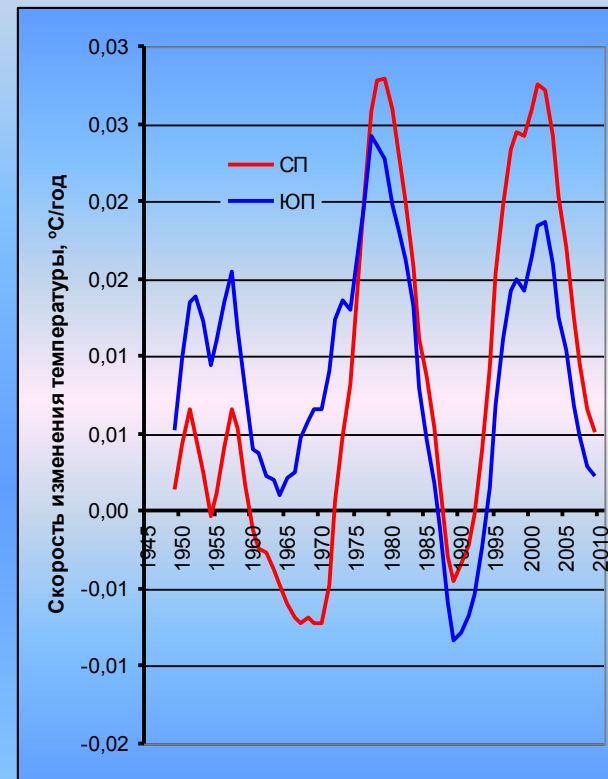
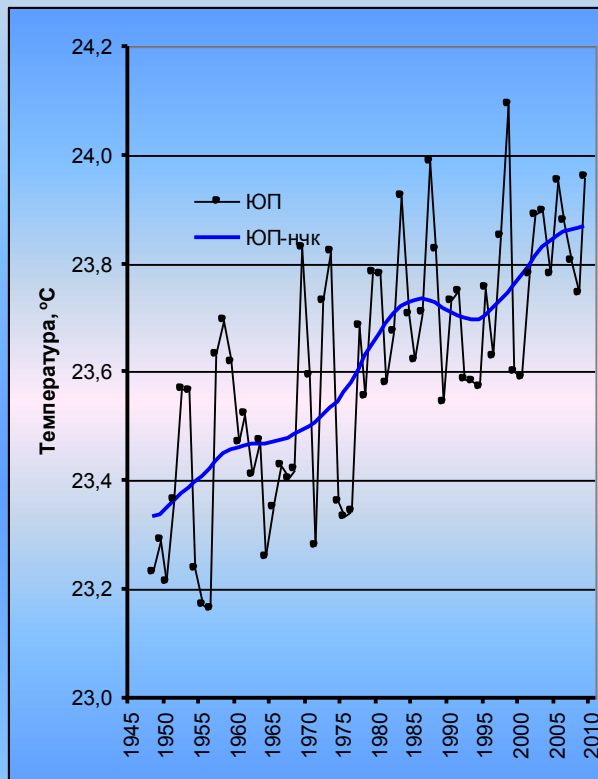
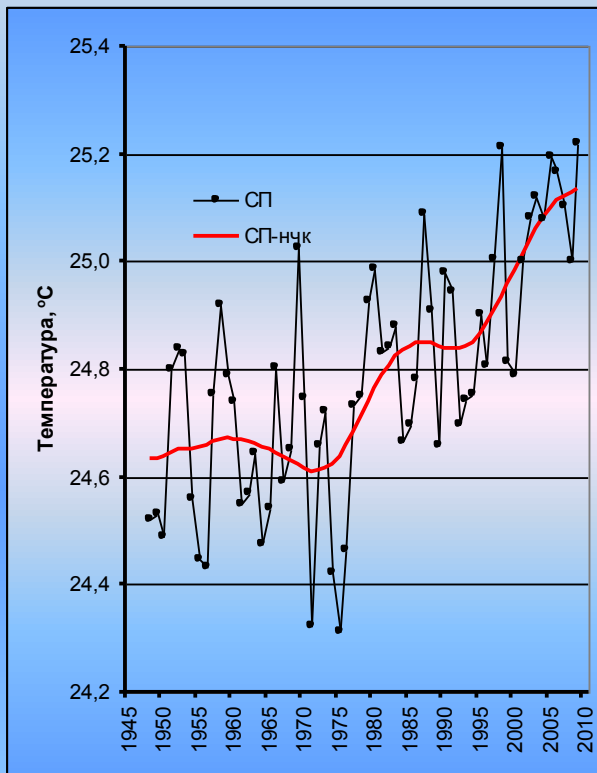
Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
СП повышение	1966	2009	43	2,32	0,036
ЮП повышение	1964	2009	45	2,31	0,037

# Многолетний ход средних годовых температур в умеренной зоне северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
СП повышение	1973	2009	36	0,76	0,021
ЮП повышение	1965	2009	44	0,28	0,004

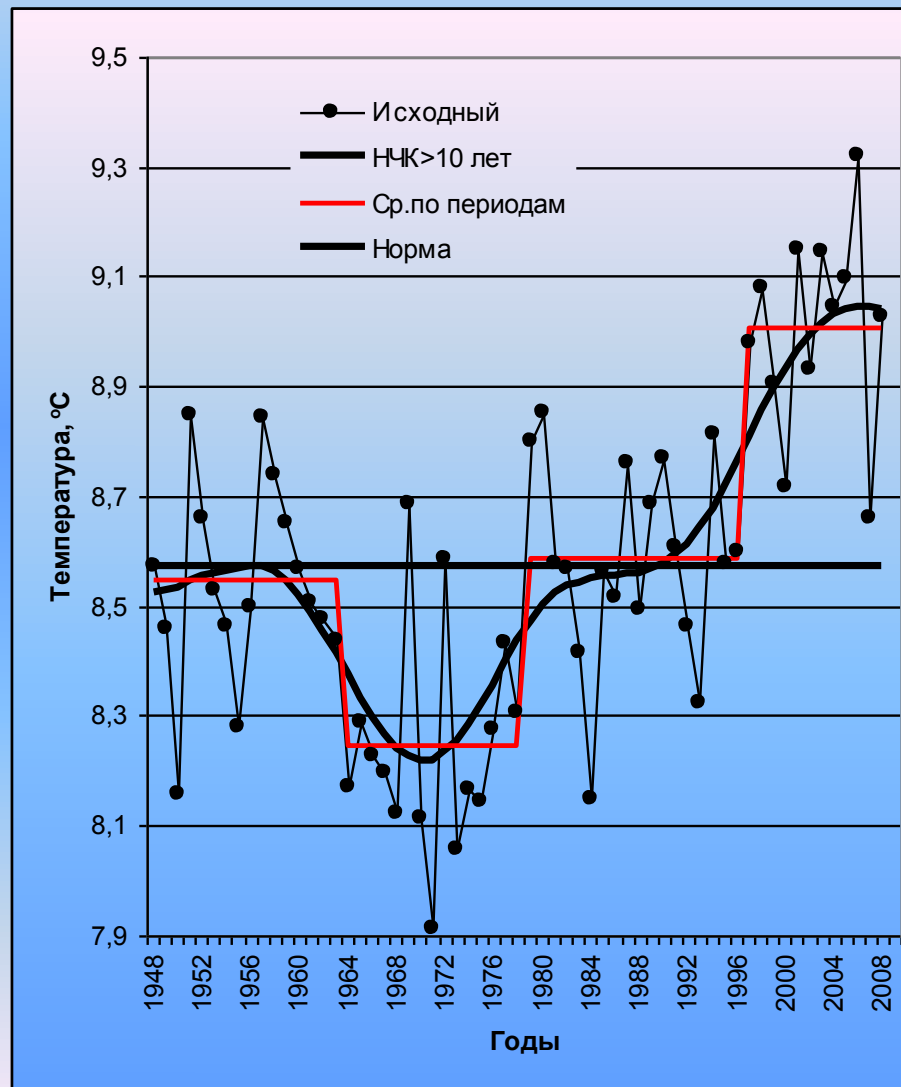
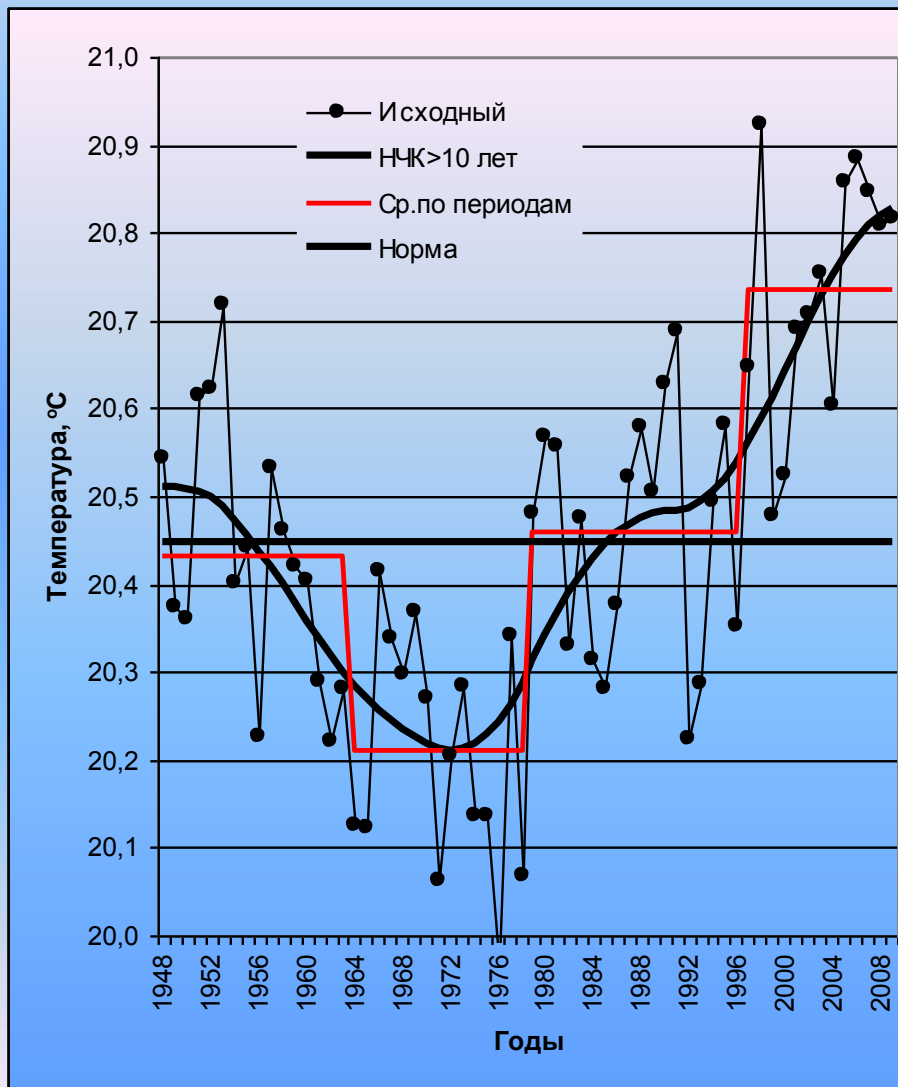
# Многолетний ход средних годовых температур в тропической зоне северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



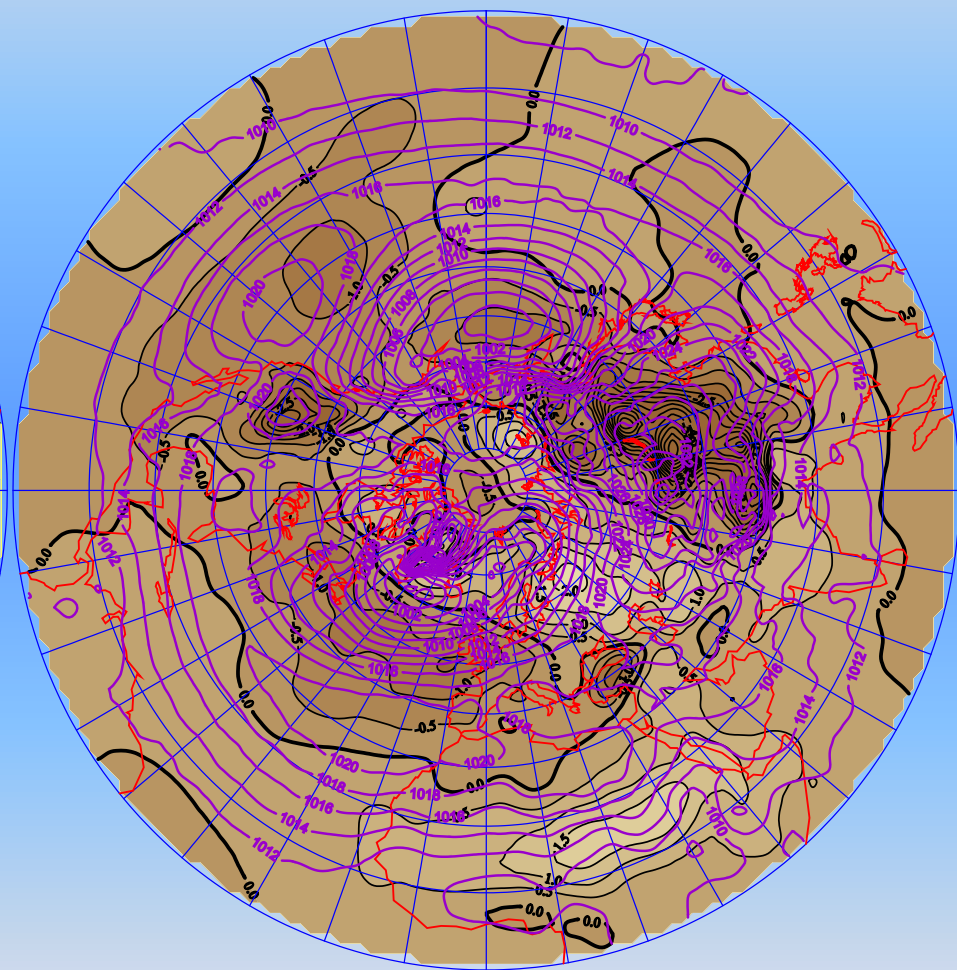
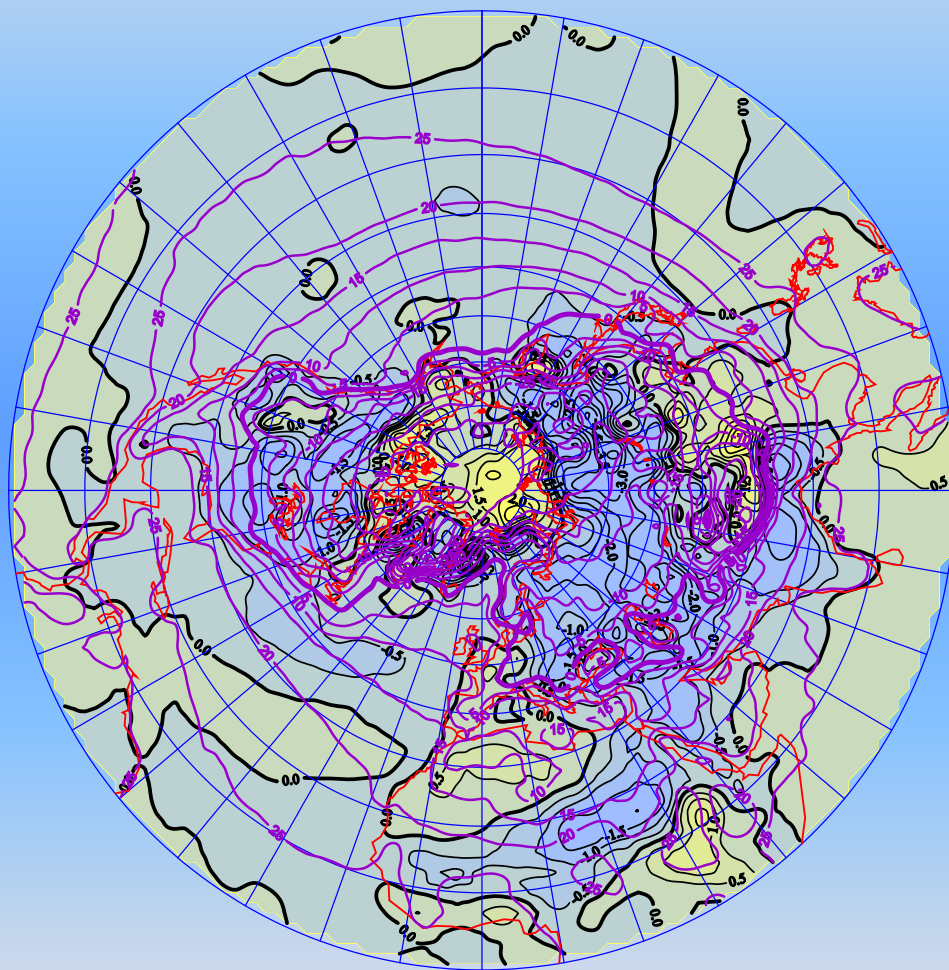
Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
СП повышение	1971	2009	38	0,52	0,010
ЮП повышение	1948	2009	61	0,53	0,005



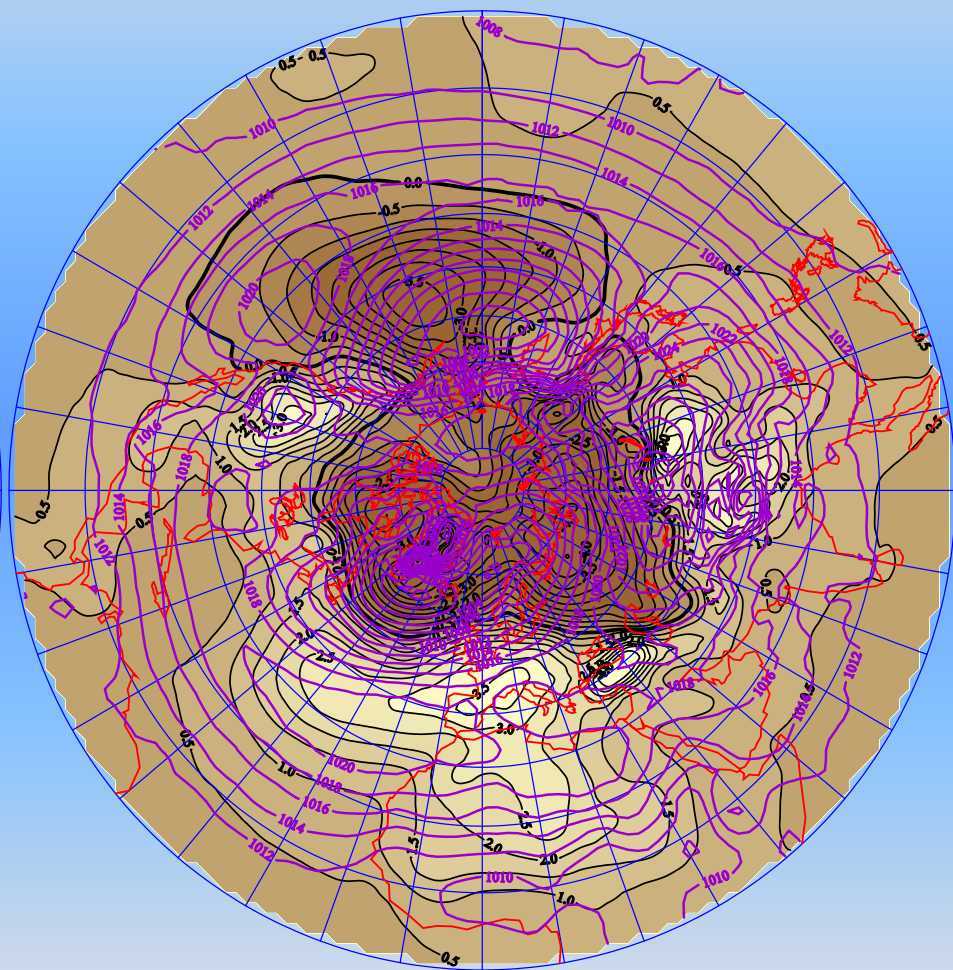
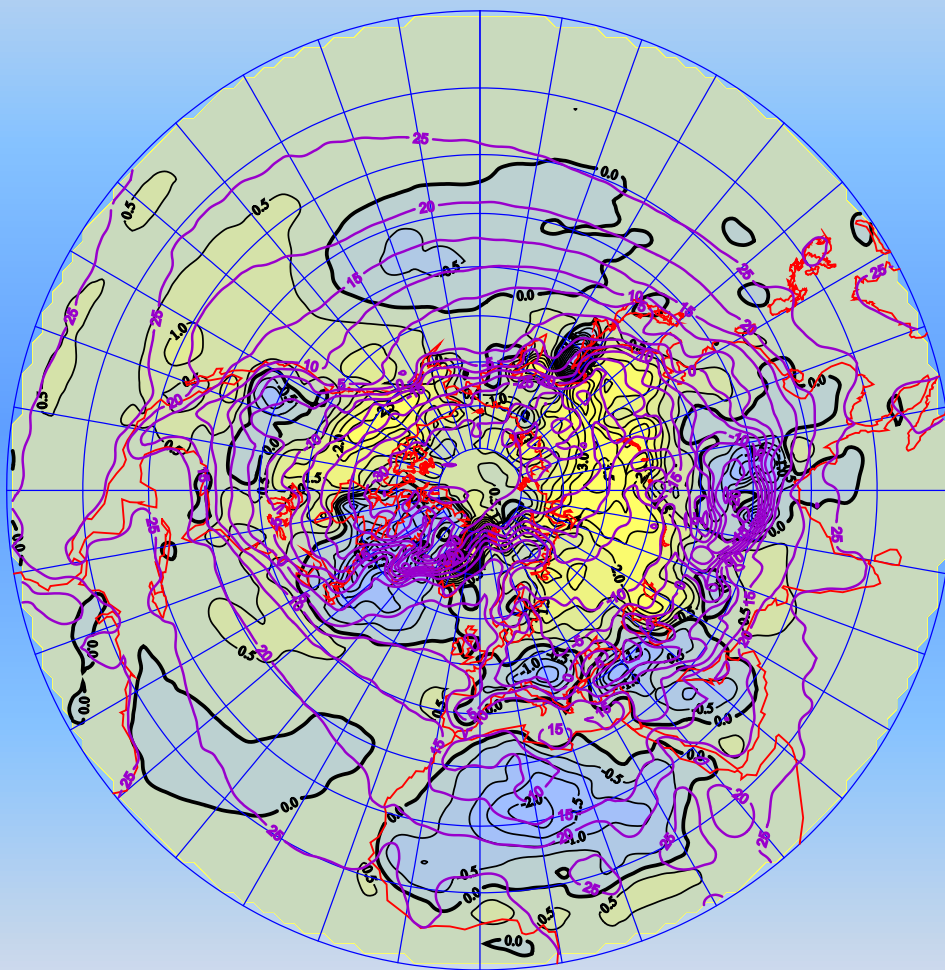
# Многолетний ход средних летних (слева) и зимних (справа) температур северного полушария (1948 – 2009 гг.)



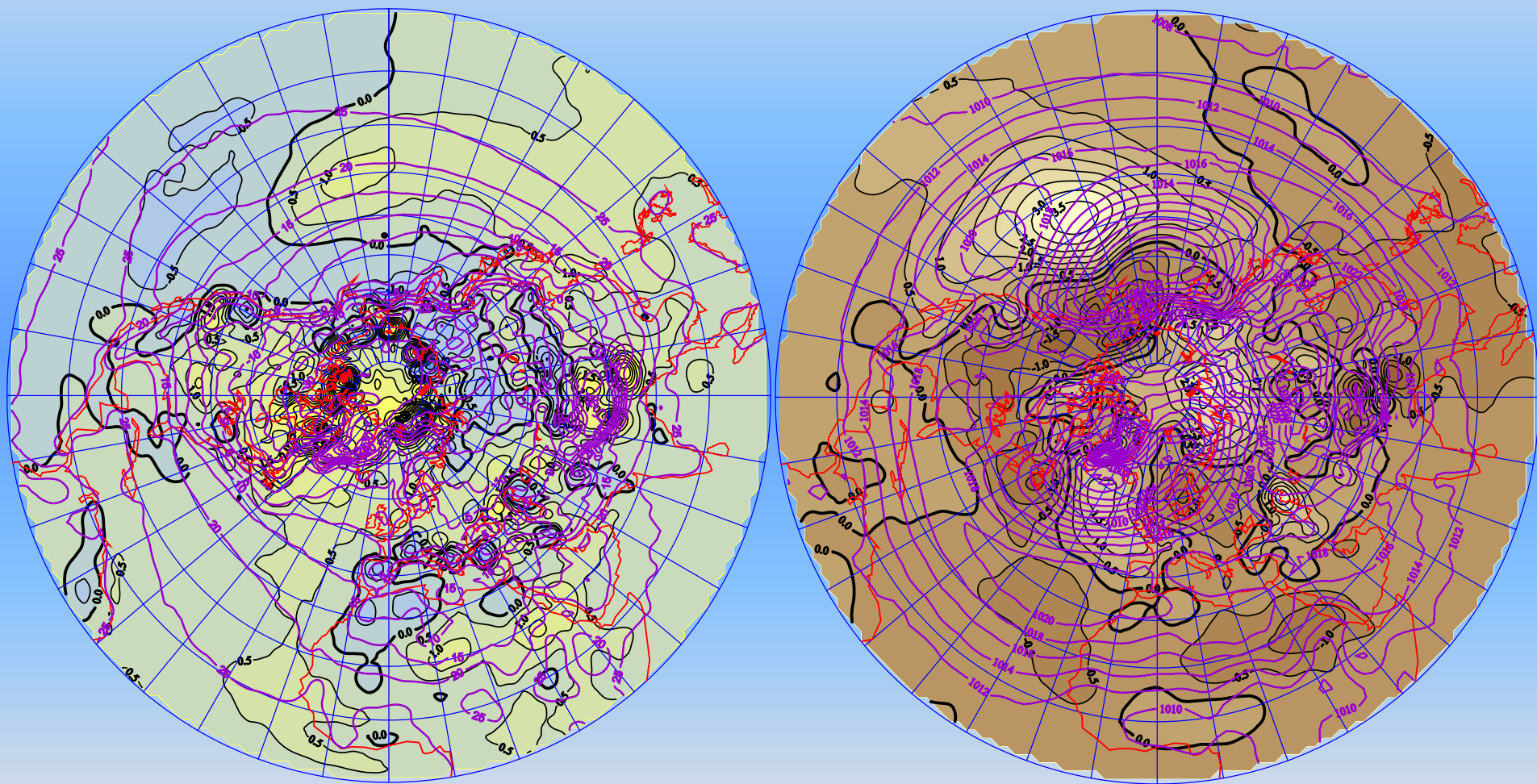
Разности средних зимних температур воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) (слева)  
и давления приведенного к уровню моря (гПа) (справа)  
для периодов 1964-1978 и 1948-1963 гг.



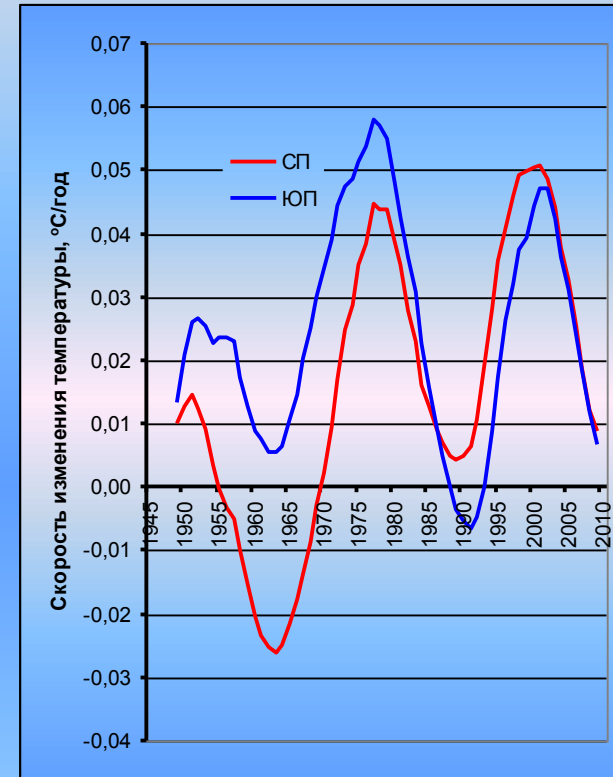
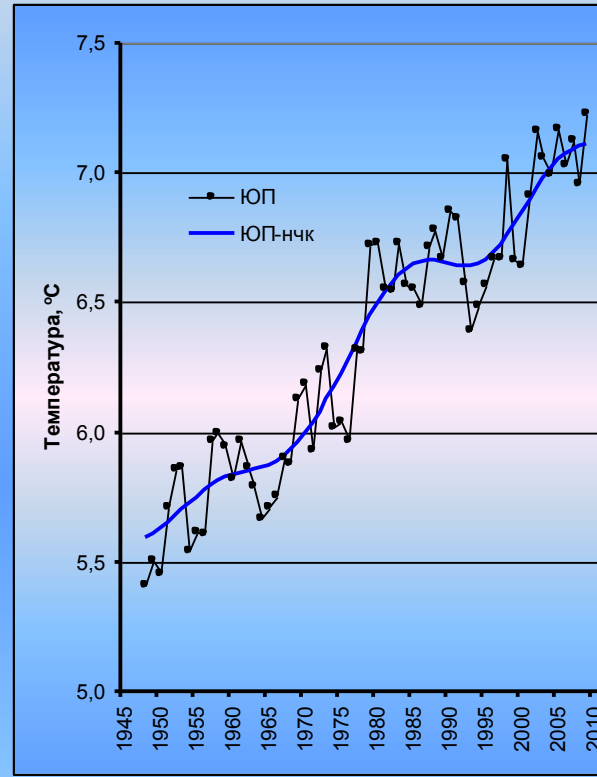
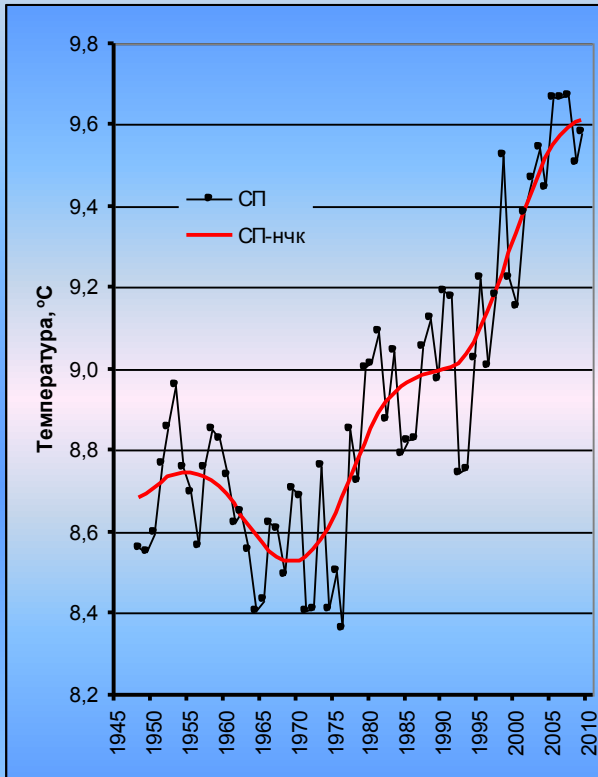
Разности средних зимних температур воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) (слева)  
и давления приведенного к уровню моря (гПа) (справа)  
для периодов 1979-1996 и 1964-1978 гг.



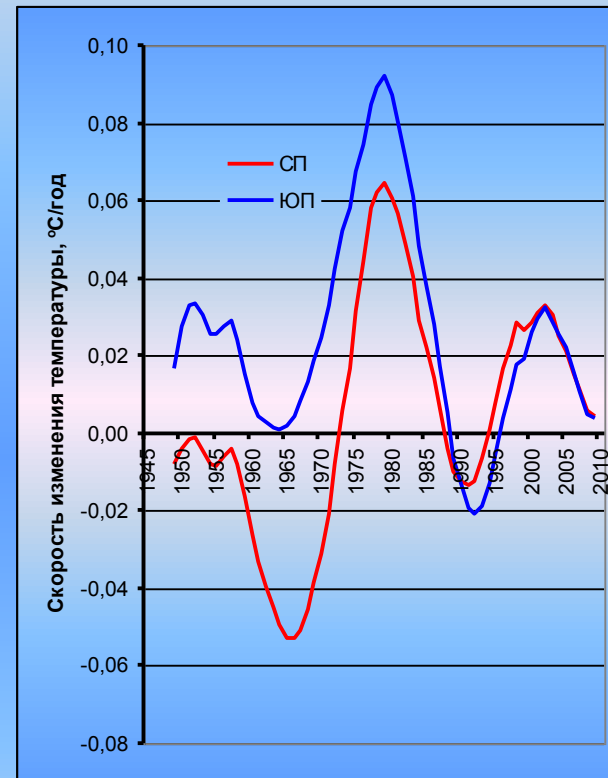
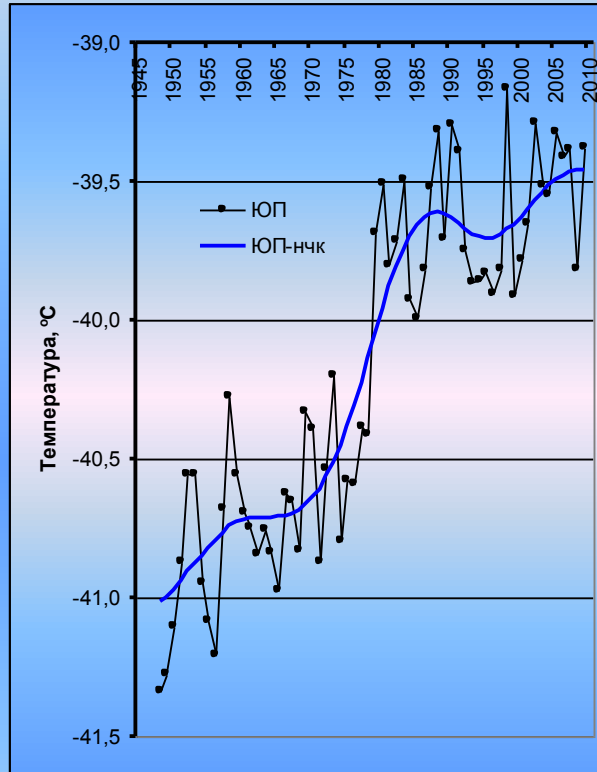
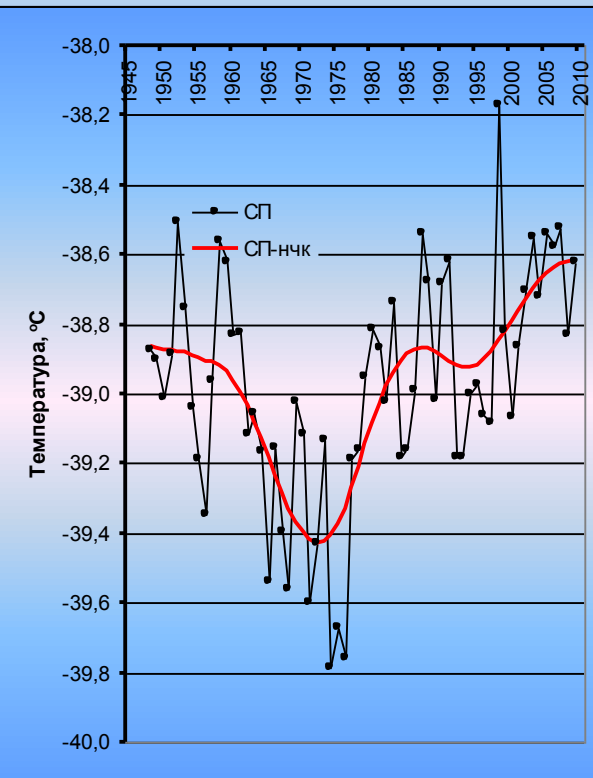
Разности средних зимних температур воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) (слева)  
и давления приведенного к уровню моря (гПа) (справа)  
для периодов 1997-2009 и 1979-1996 гг.



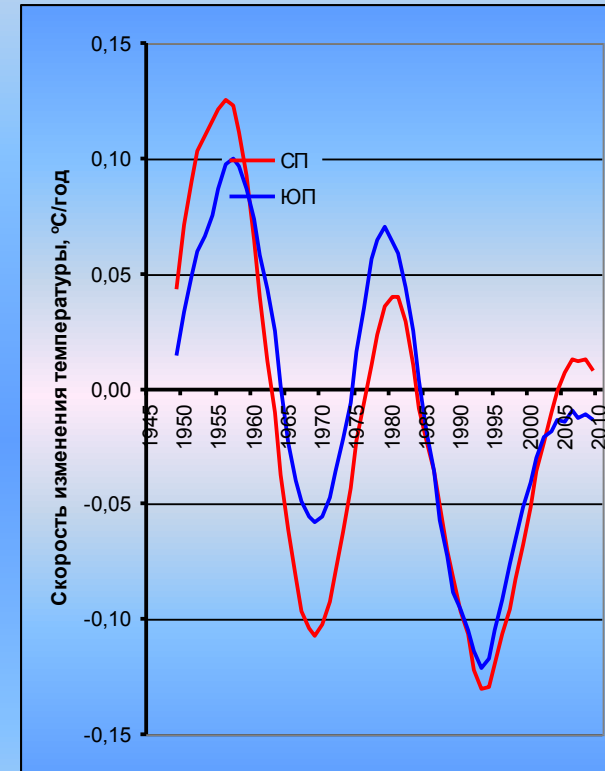
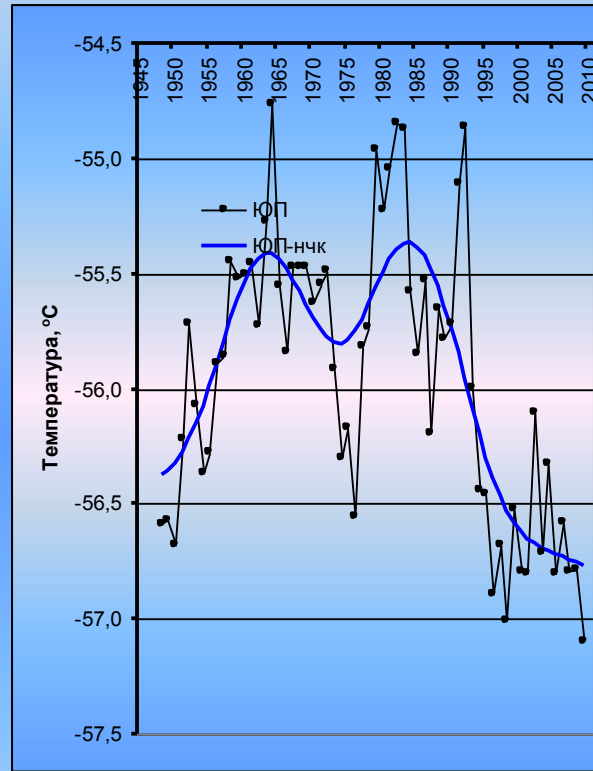
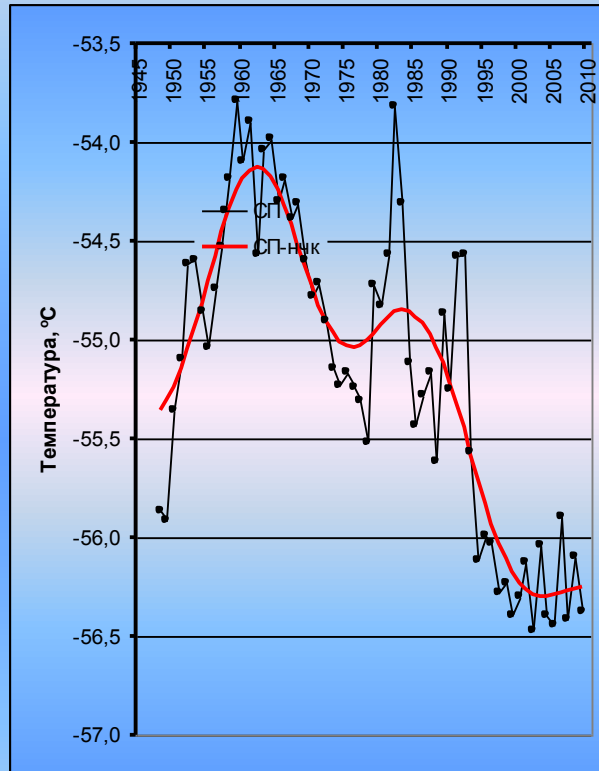
# Многолетний ход средних годовых температур на поверхности 850 гПа северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



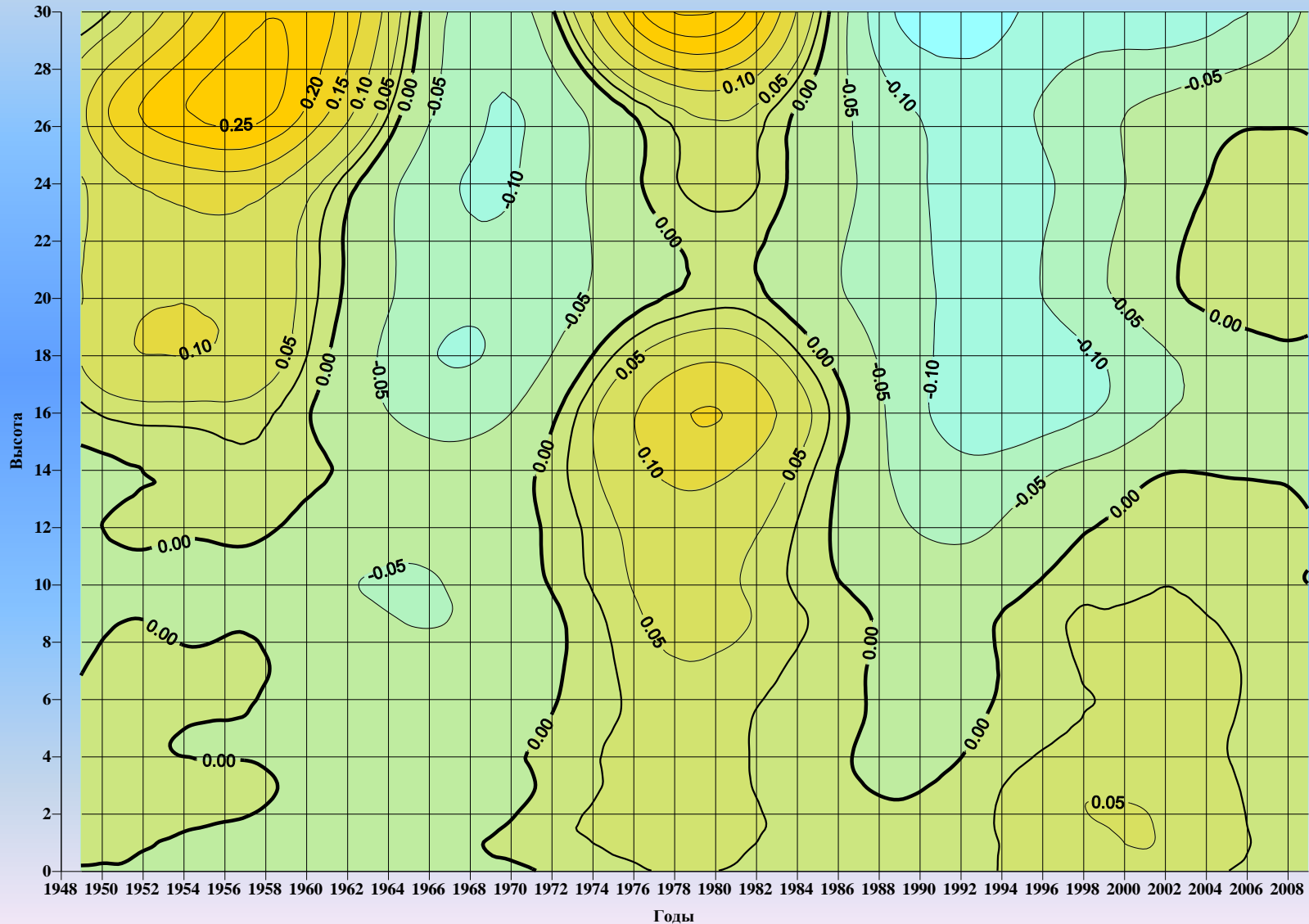
# Многолетний ход средних годовых температур на поверхности 300 гПа северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



# Многолетний ход средних годовых температур на поверхности 30 гПа северного и южного полушарий и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)

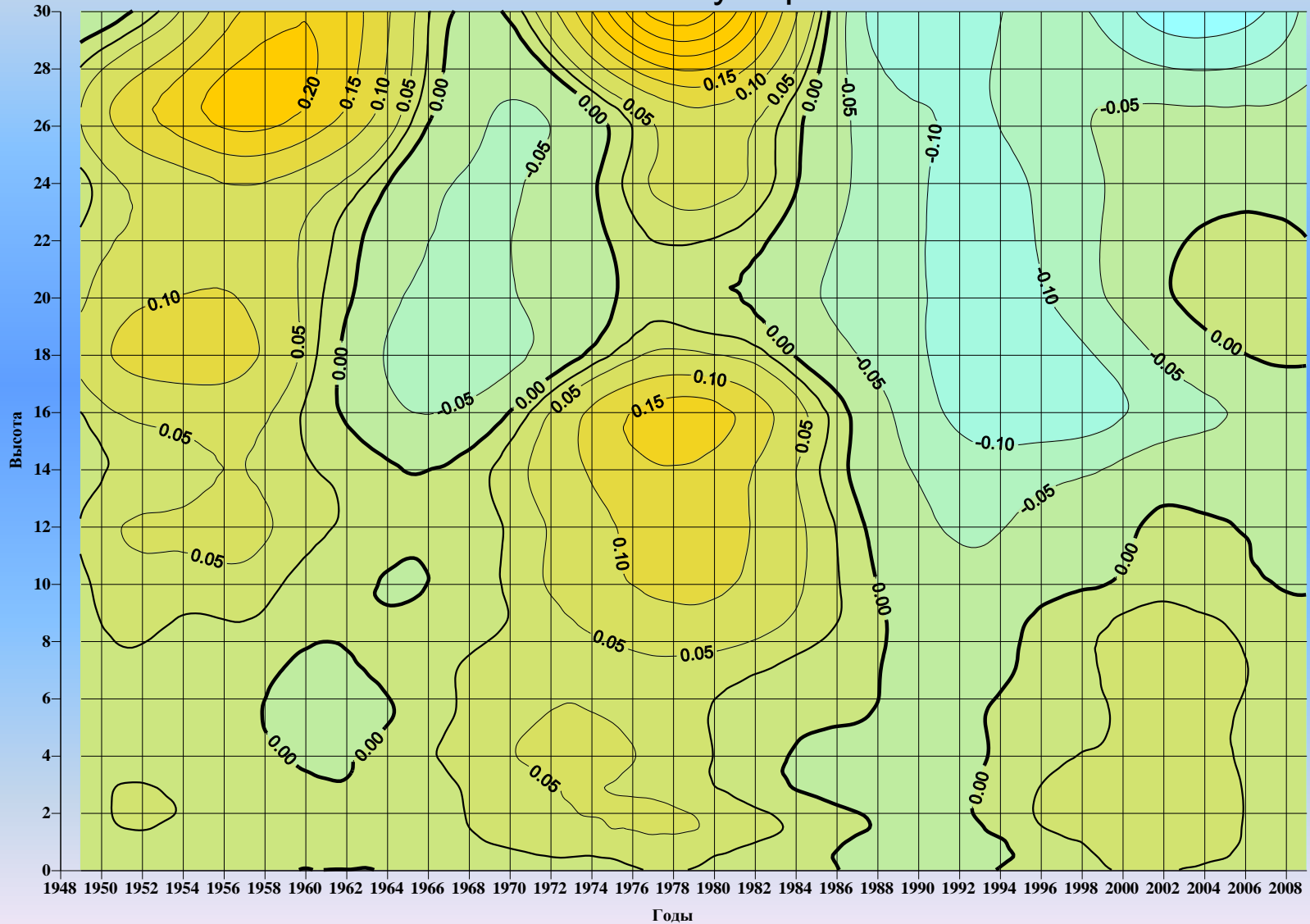


# Вертикальный разрез многолетнего хода интенсивности изменения ( $^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ) НЧК с периодом более 10 лет средней годовой температуры северного полушария

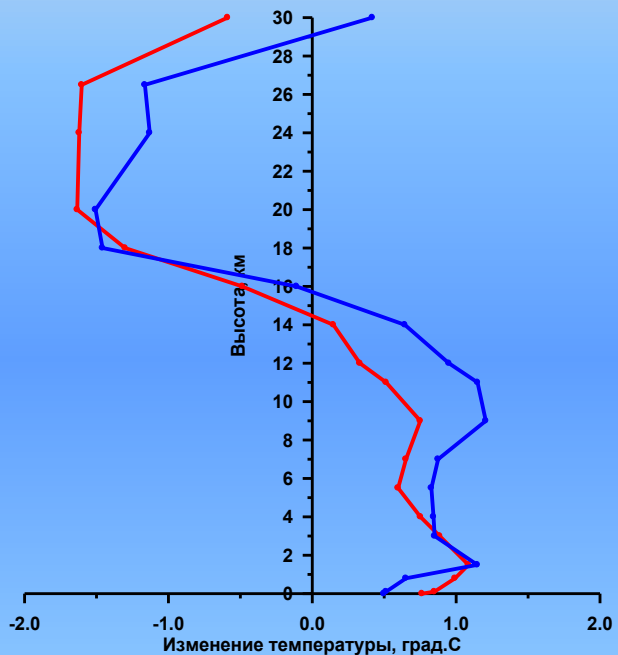




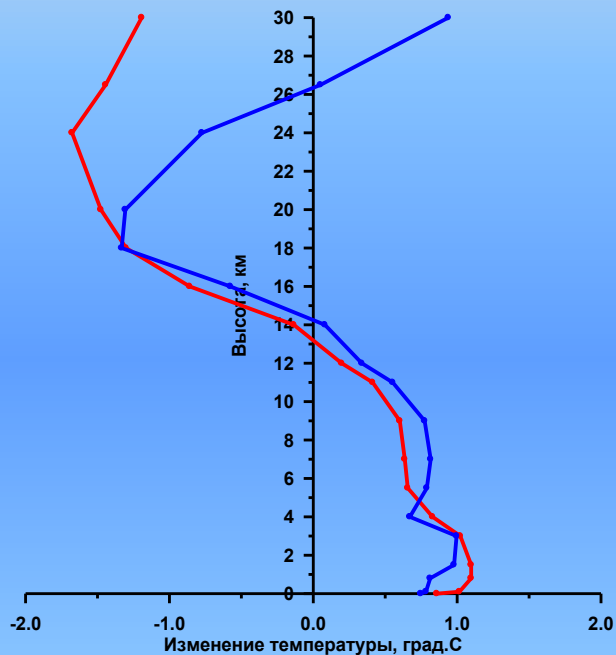
# Вертикальный разрез многолетнего хода интенсивности изменения ( $^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ) НЧК с периодом более 10 лет средней годовой температуры южного полушария



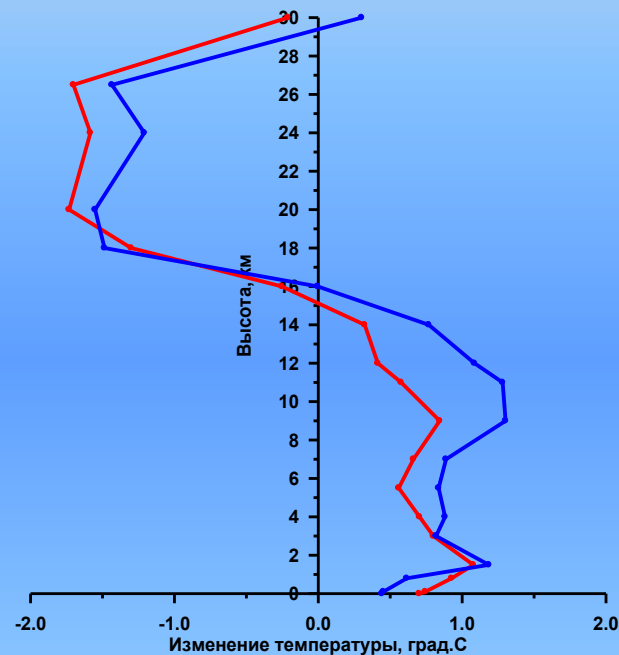
Вертикальные профили  
осредненных по территории Северного и Южного полушарий  
изменений температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) за период 1970 – 2009 гг.  
(красный – СП, синий – ЮП)



Полушарие

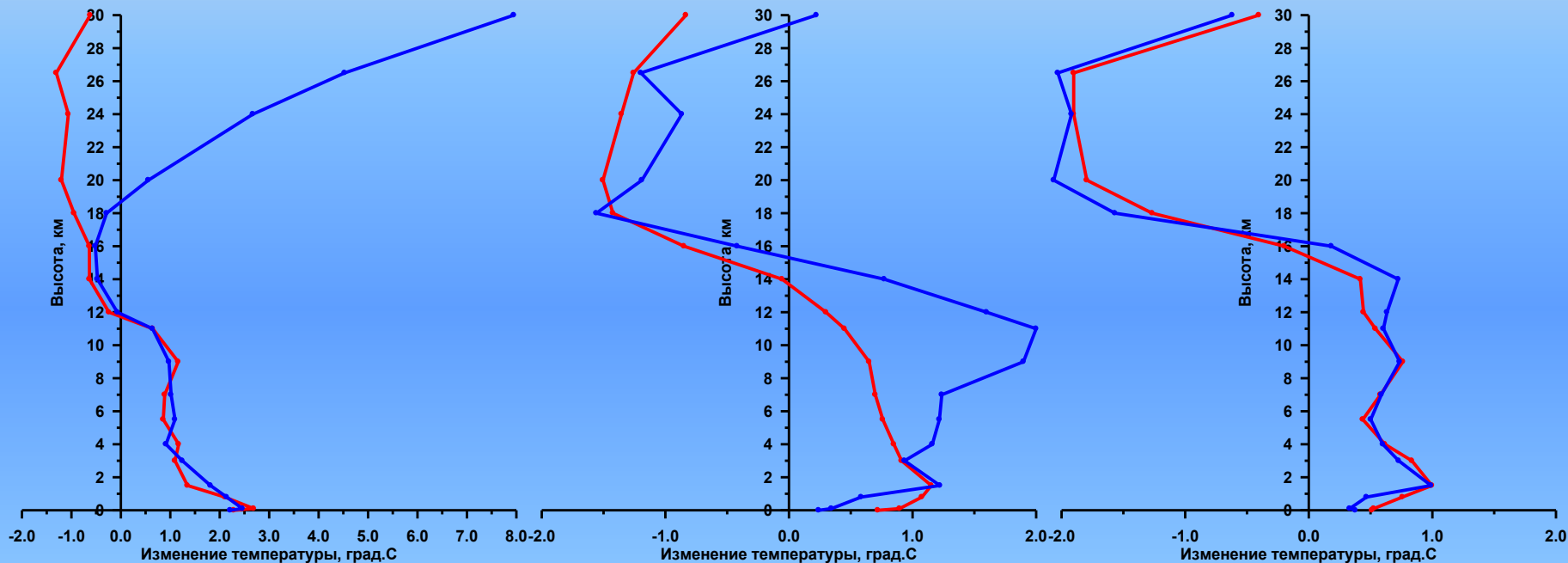


Суша



Океан

# Вертикальные профили осредненных по территории широтных зон Северного и Южного полушарий изменений температуры воздуха (°C) за период 1970 – 2009 гг. (красный – СП, синий – ЮП)

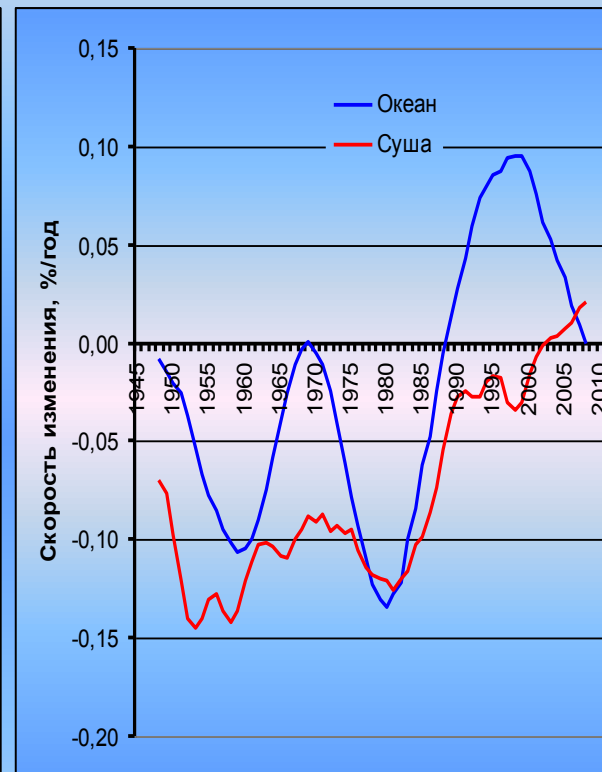
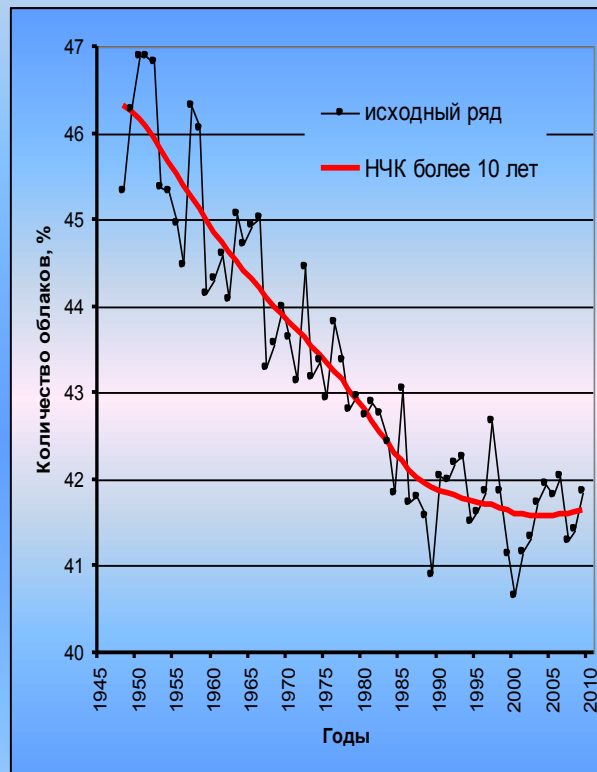
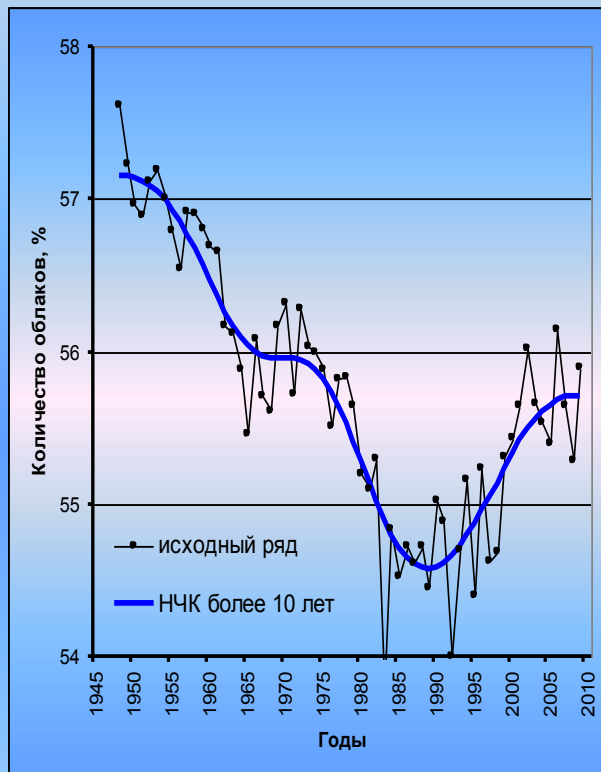


Полярная

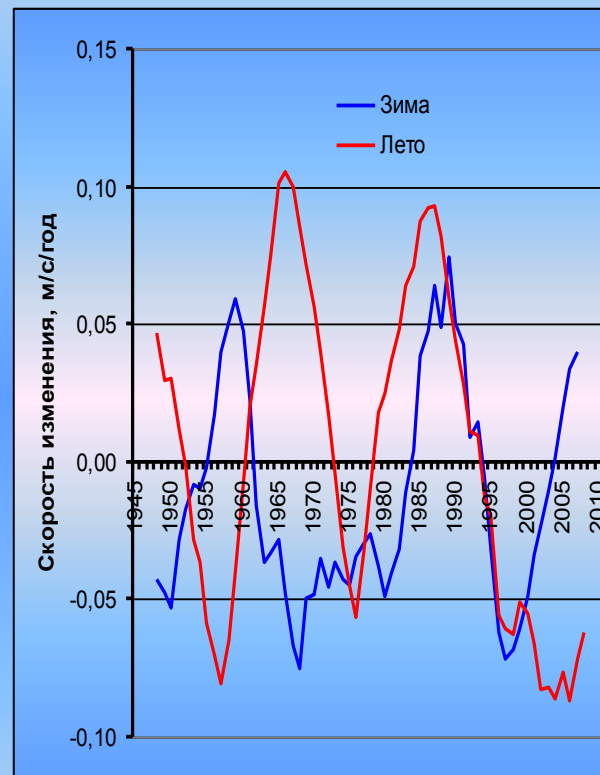
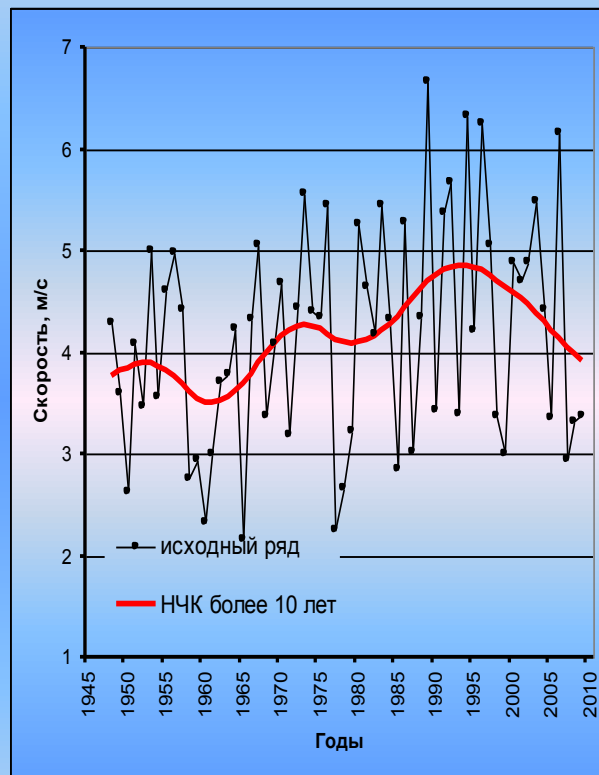
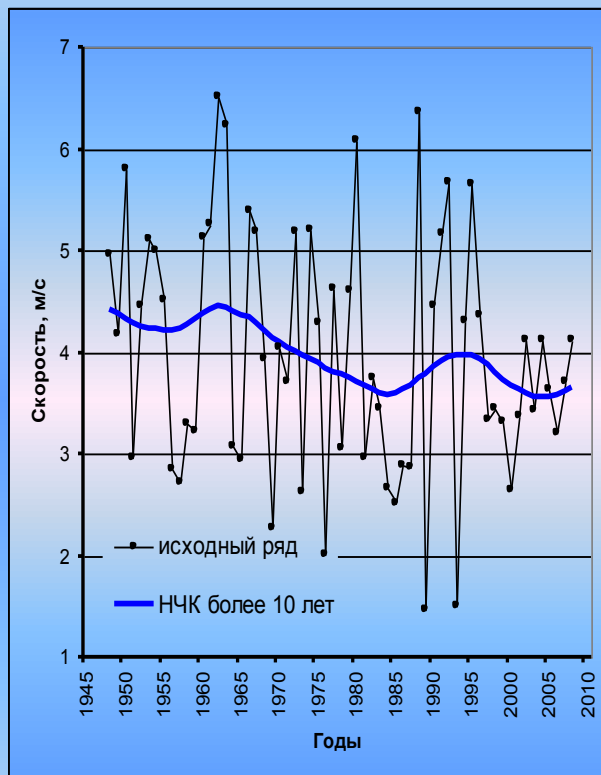
Умеренная

Тропическая

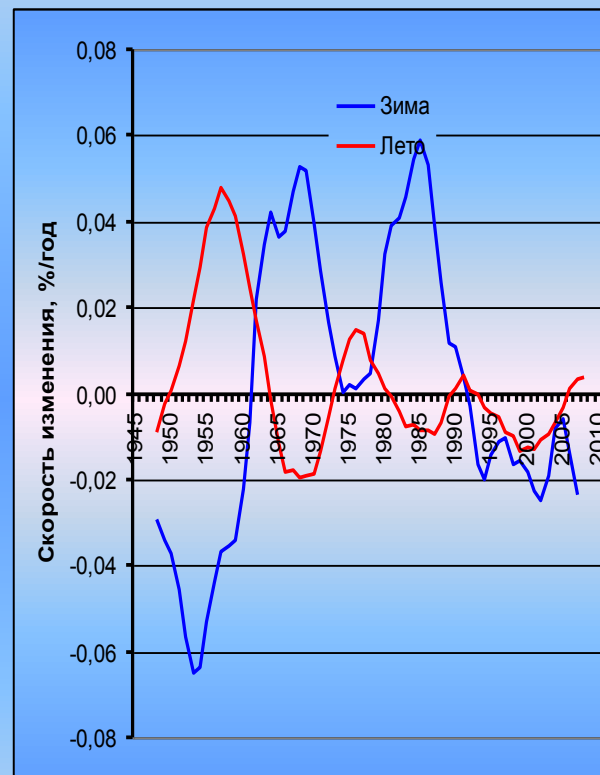
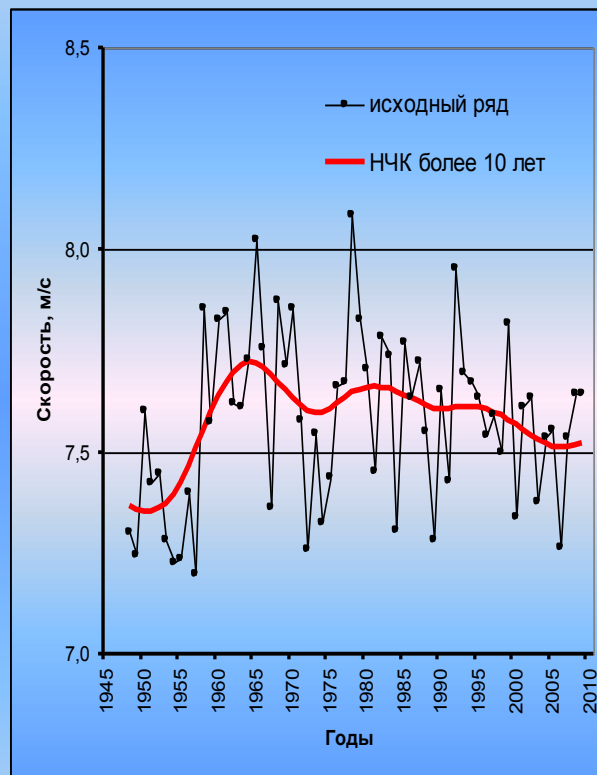
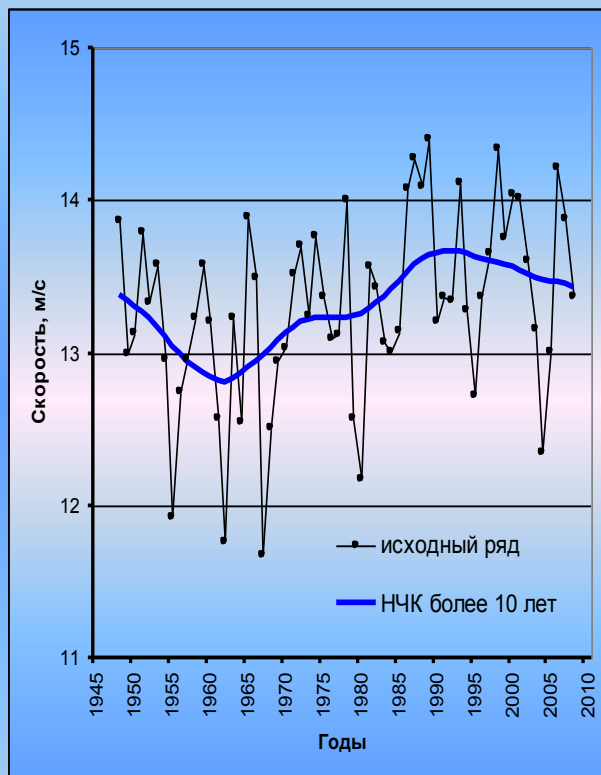
# Многолетний ход среднего годового количества облачности над океаном (слева) и сушей северного полушария и скоростей их изменения (1948 – 2009 гг.)



# Многолетний ход средней зональной скорости ветра на изобарической поверхности 500 гПа зимой (слева) и летом в полярной зоне северного полушария и интенсивности их изменения (1948 – 2009 гг.)



# Многолетний ход средней зональной скорости ветра на изобарической поверхности 500 гПа зимой (слева) и летом в умеренной зоне северного полушария и интенсивности их изменения (1948 – 2009 гг.)

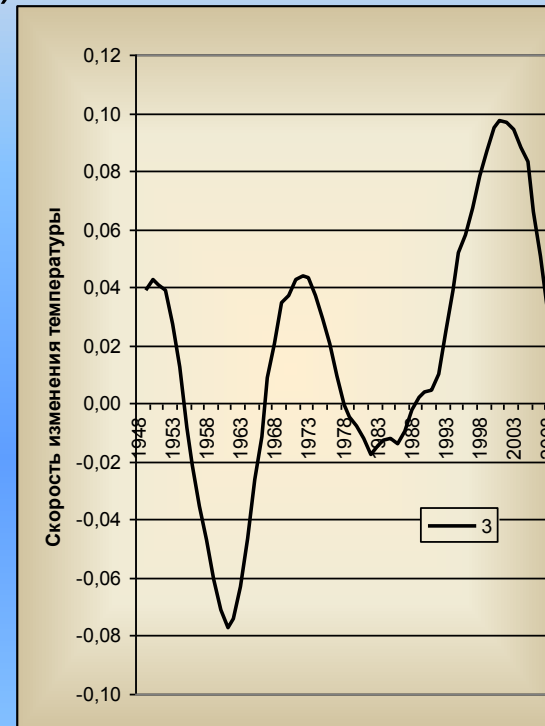
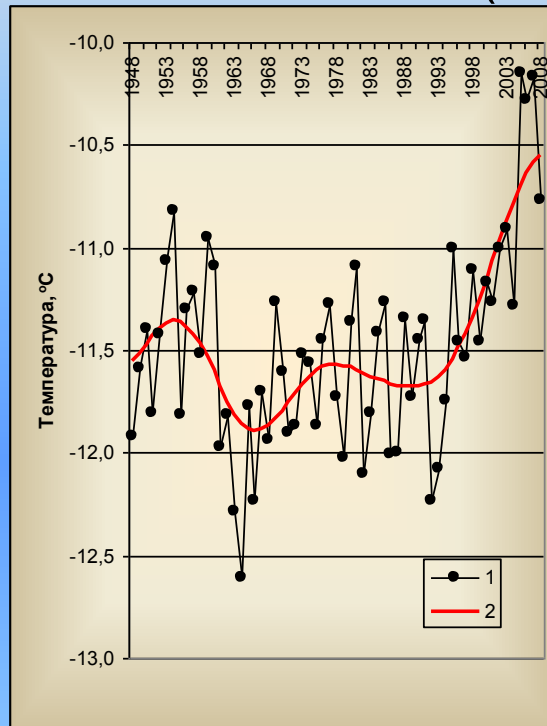


## Показатель аналогичности

$$\xi = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 \sum_{i=1}^n (y_i)^2}} + \frac{\sum_{i=1}^n (x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i)^2 + \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Показатель  $\xi$  может принимать значения в интервале от  $-1$  до  $2$ . При  $\xi = 2$  имеет место полная аналогия рассматриваемых полей, при  $\xi = -1$  – полная контраналогия.

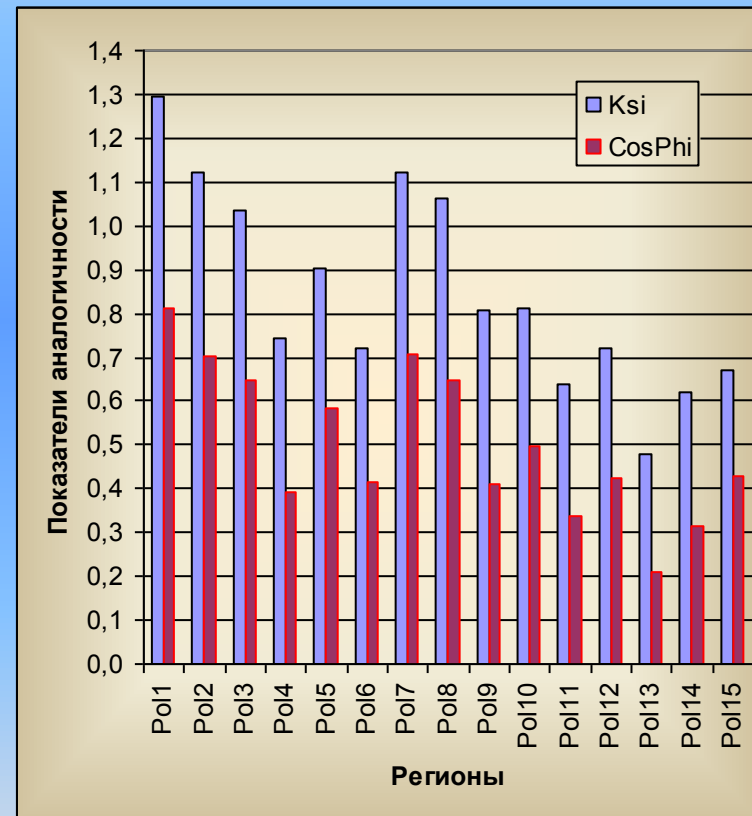
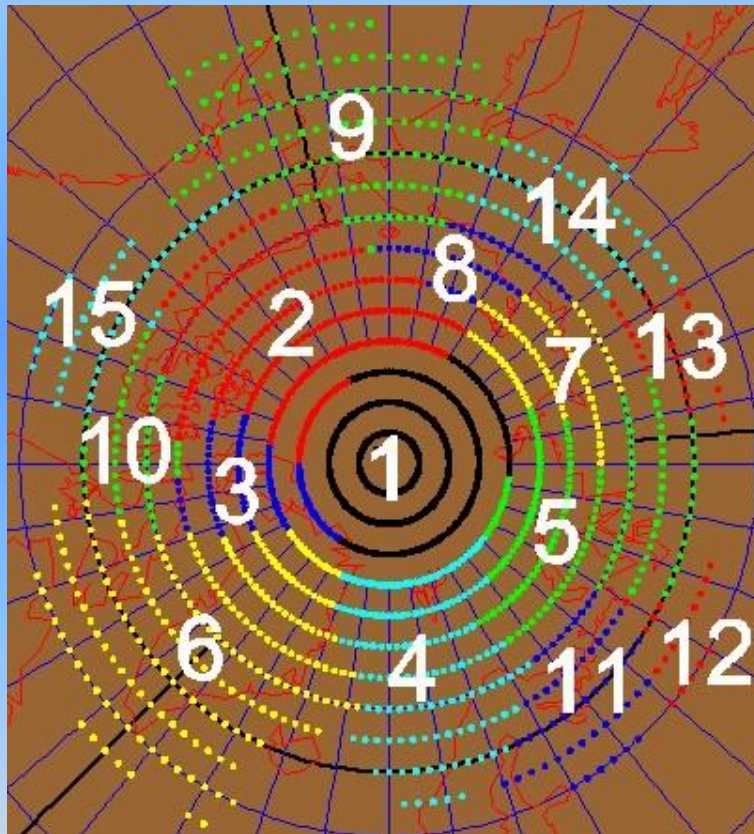
# Многолетний ход средней годовой температуры полярной зоны северного полушария на поверхности 850 гПа и скорости ее изменения (°С/год) 1948 - 2008 гг.



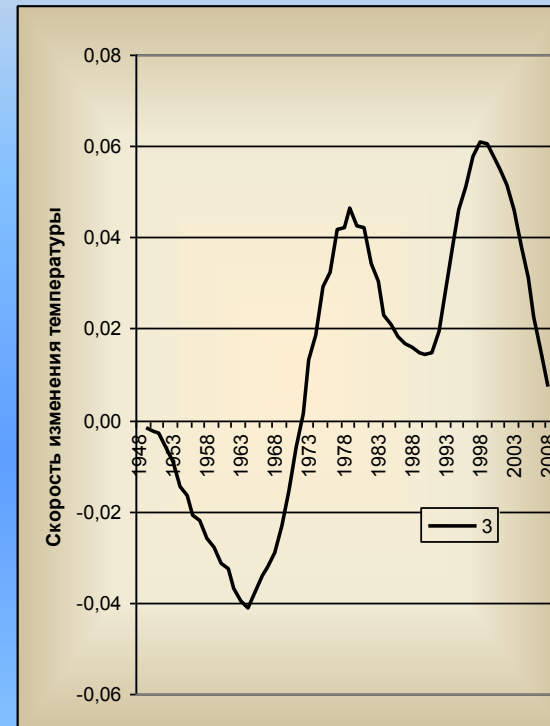
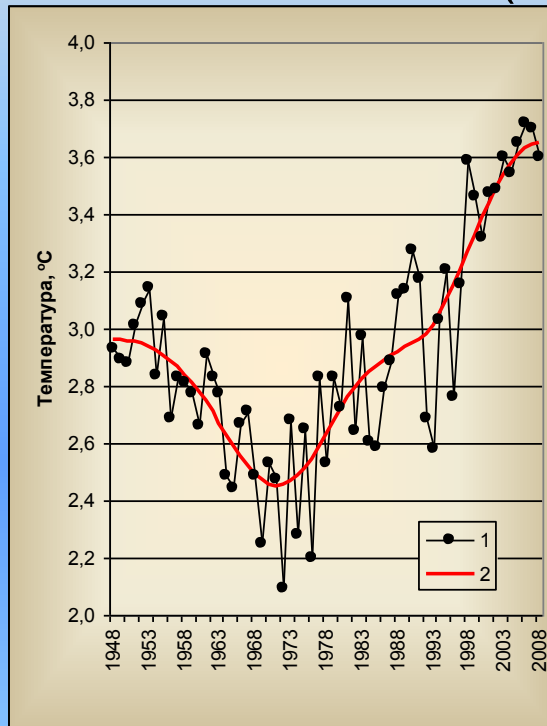
Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
повышение	1948	1954	6	0,20	0,03
понижение	1954	1966	12	<b>-0,54</b>	-0,05
повышение	1966	1977	11	<b>0,33</b>	0,03
понижение	1977	1988	11	-0,11	-0,01
повышение	1988	2008	20	<b>1,13</b>	0,06



Регионы полярной зоны северного полушария аналогичные по характеру изменения температуры на поверхности 850 гПа и степень аналогичности полей интенсивности ее изменения для всей полярной зоны и отдельных ее регионов.

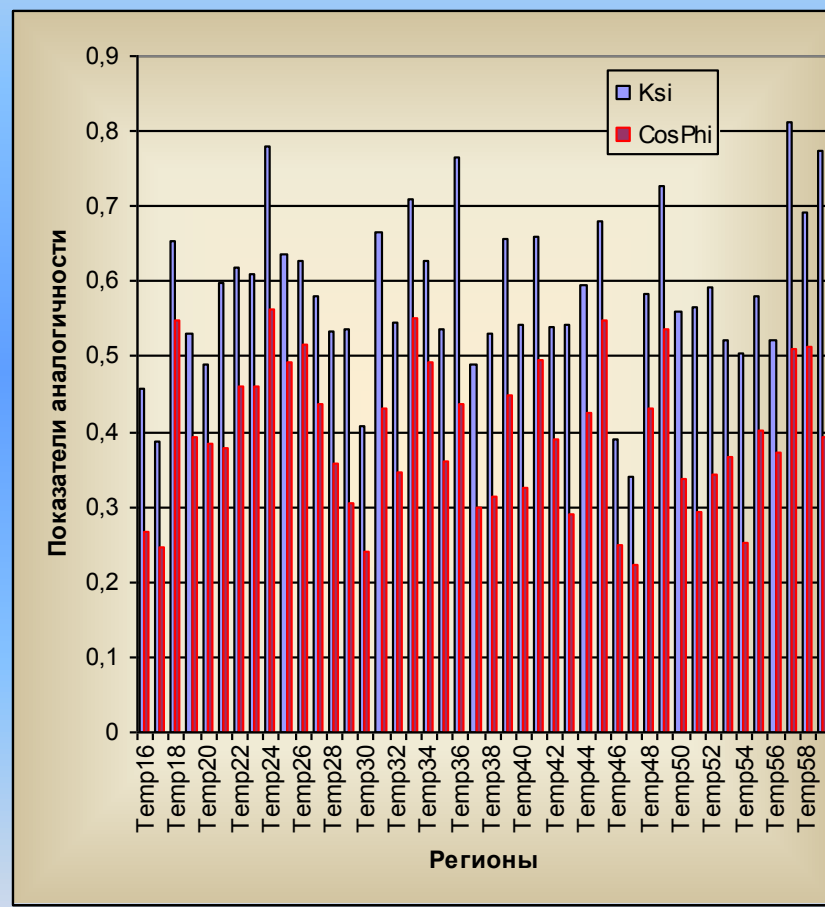
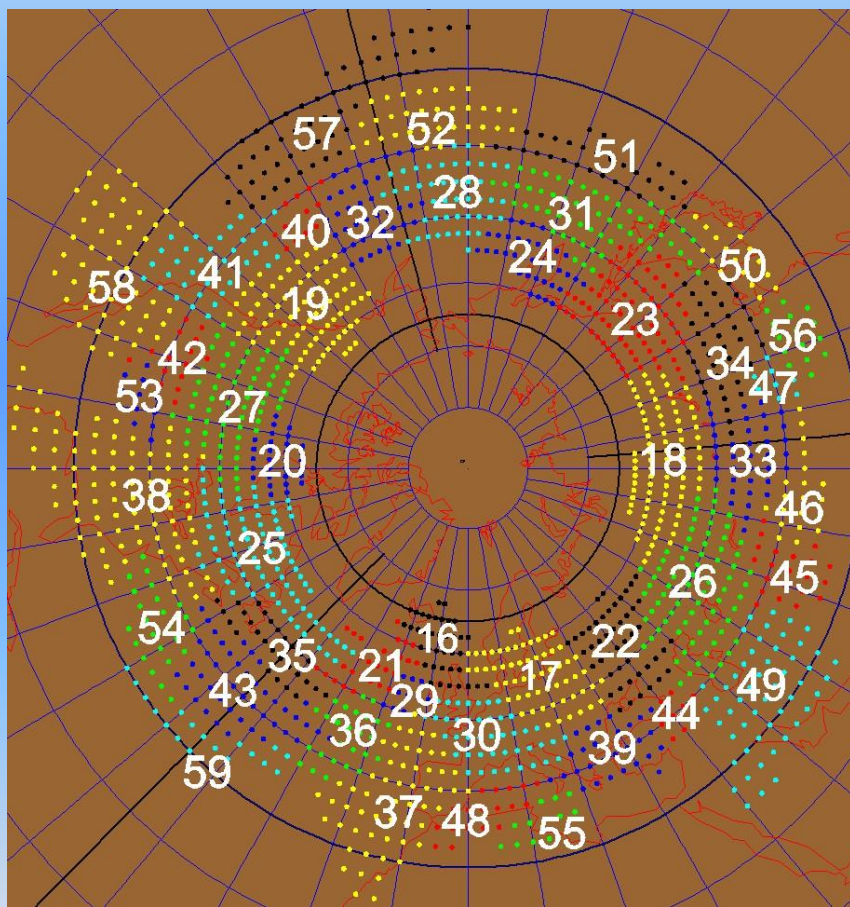


# Многолетний ход средней годовой температуры умеренной зоны северного полушария на поверхности 850 гПа и скорости ее изменения (°С/год) 1948 - 2008 гг.

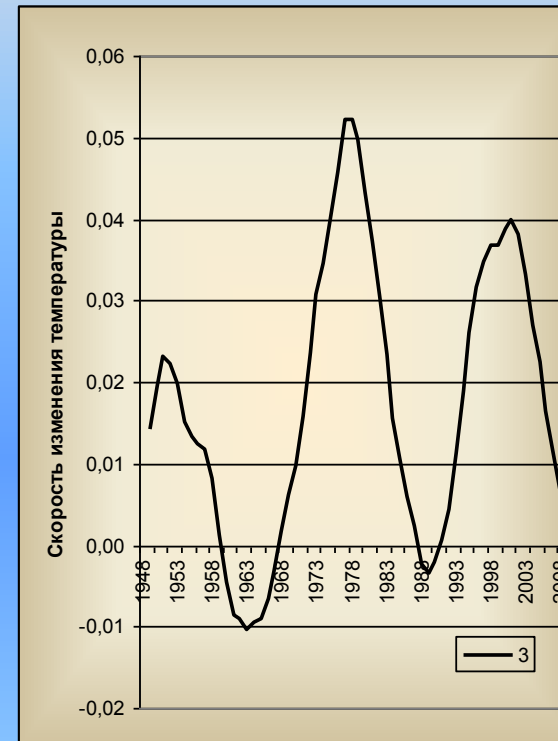
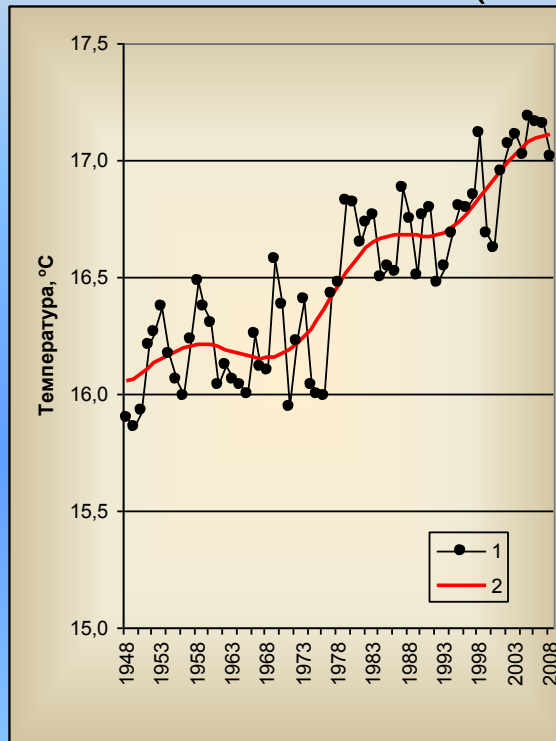


Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
понижение	1948	1971	23	<b>-0,51</b>	-0,02
повышение	1971	2008	37	<b>1,20</b>	0,03

Регионы умеренной зоны северного полушария аналогичные по характеру изменения температуры на поверхности 850 гПа и степень аналогичности полей интенсивности ее изменения для всей умеренной зоны и отдельных ее регионов.

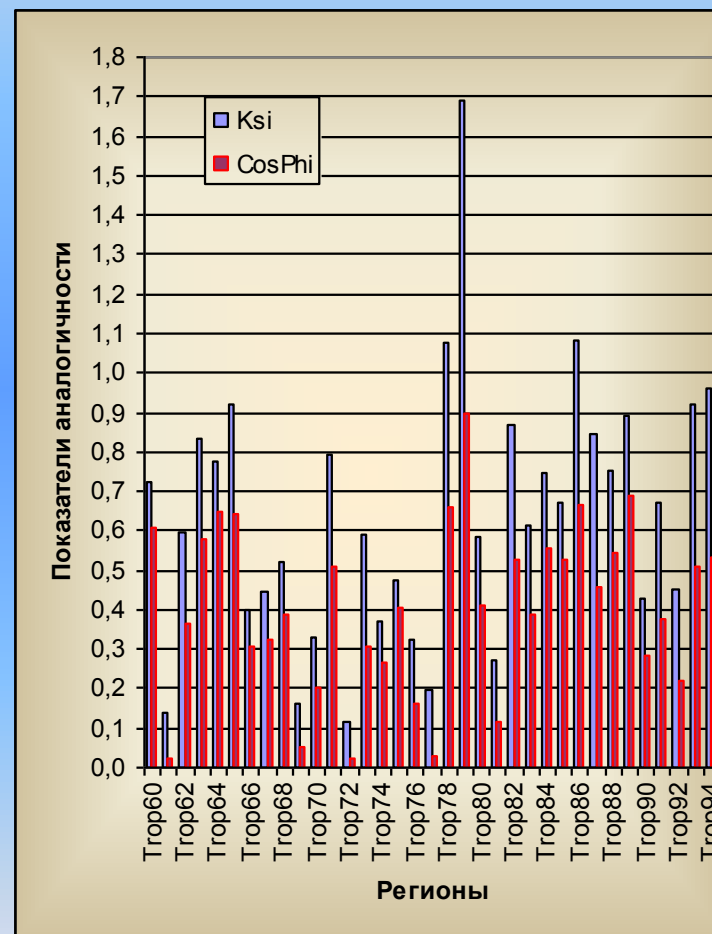
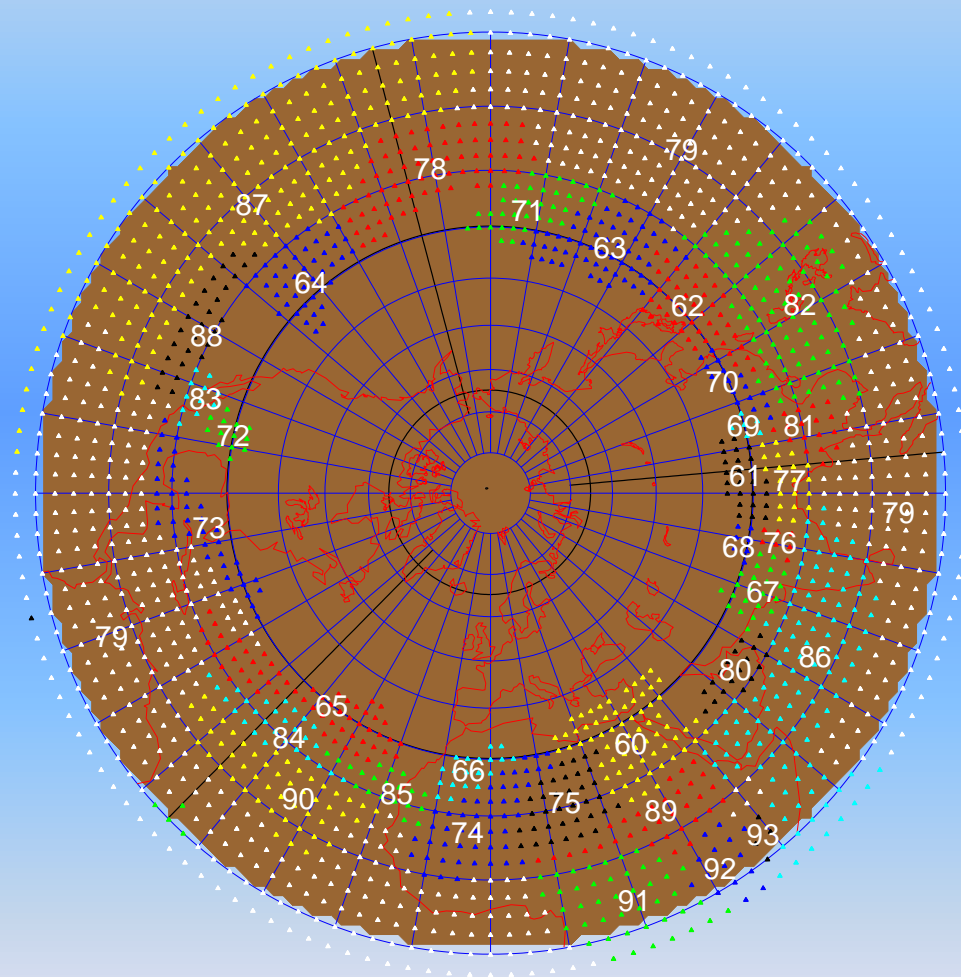


# Многолетний ход средней годовой температуры тропической зоны северного полушария на поверхности 850 гПа и скорости ее изменения (°С/год) 1948 - 2008 гг.

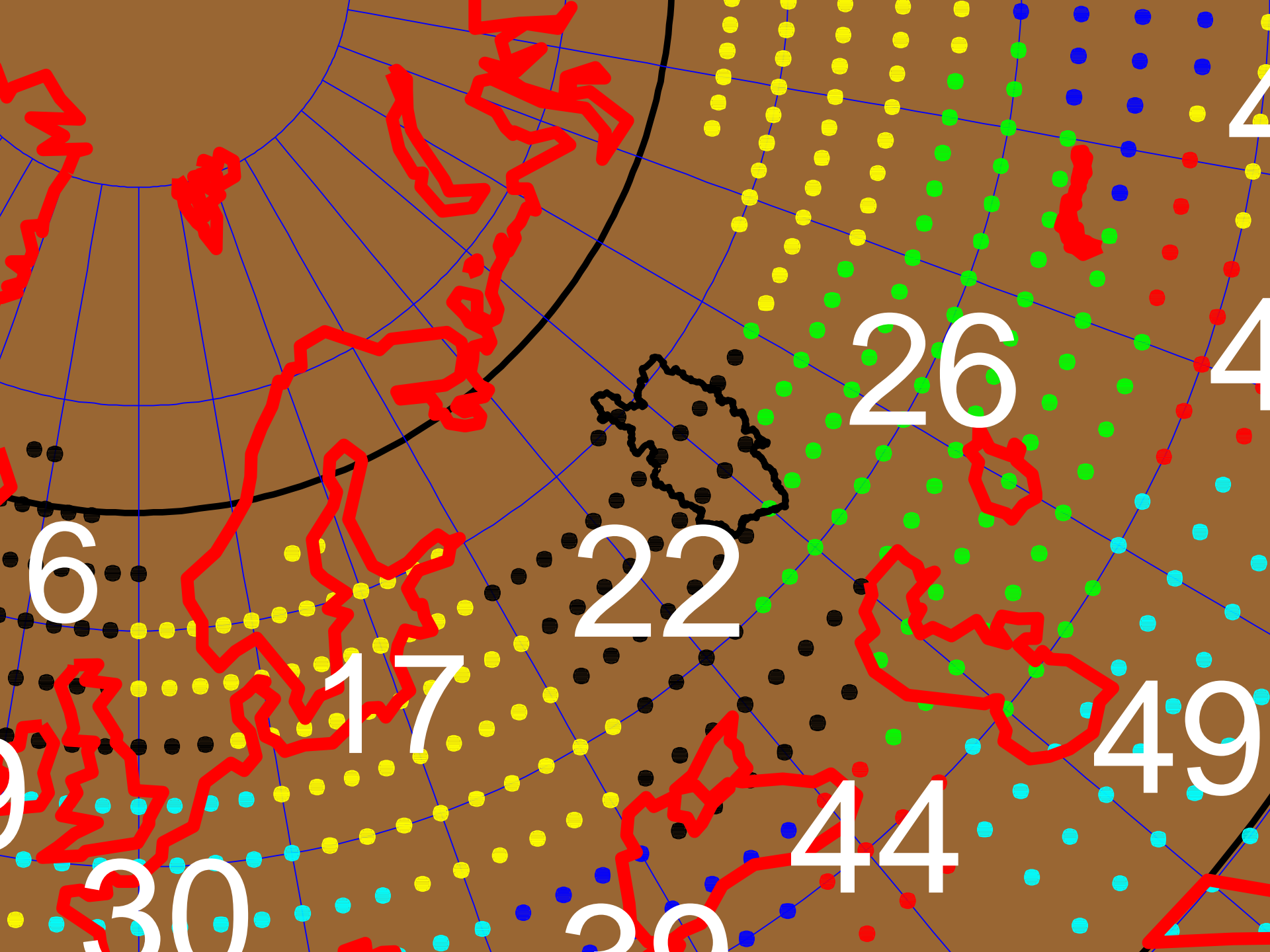


Динамика	Начало	Конец	Продолжительность	Величина	Интенсивность
повышение	1948	1959	11	0,16	0,01
понижение	1959	1967	8	-0,06	-0,01
повышение	1967	1987	20	<b>0,53</b>	0,03
понижение	1987	1990	3	-0,01	0,00
повышение	1990	2008	18	<b>0,43</b>	0,02

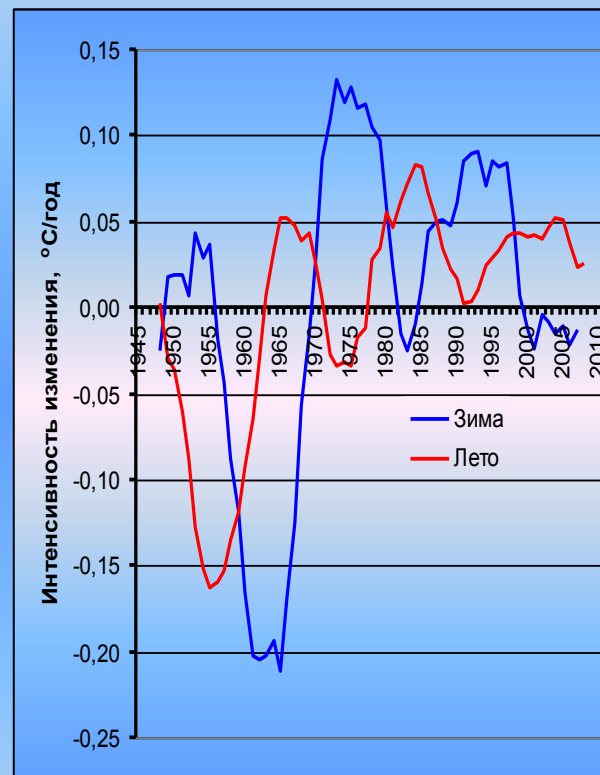
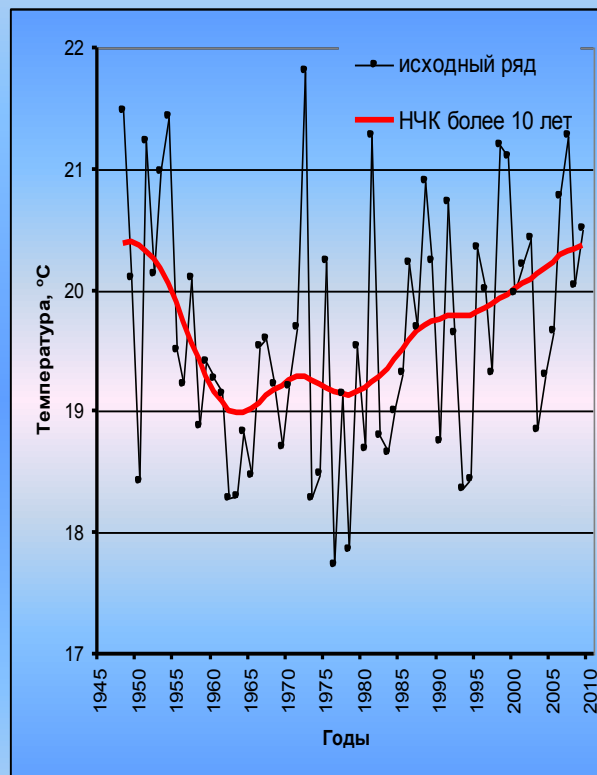
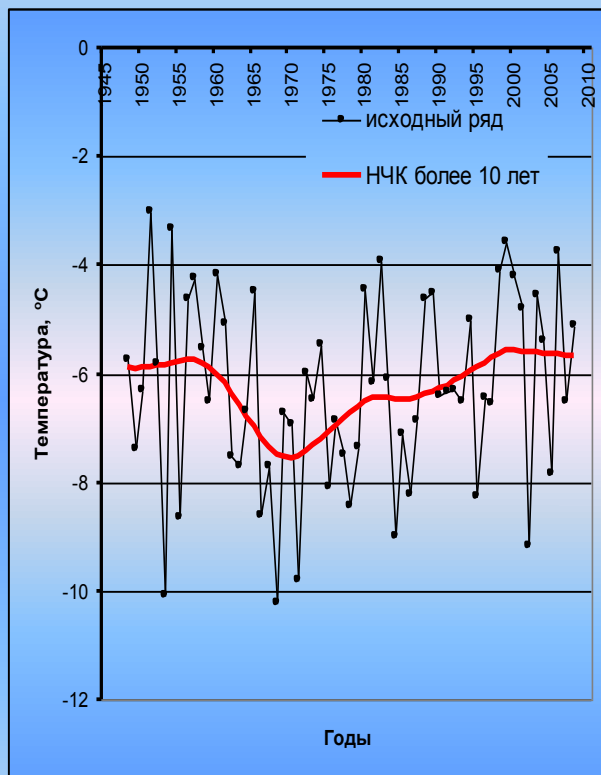
Регионы тропической зоны северного полушария аналогичные по характеру изменения температуры на поверхности 850 гПа и степень аналогичности полей интенсивности ее изменения для всей тропической зоны и отдельных ее регионов.



# **Особенности изменения климатических характеристик Среднего Поволжья**

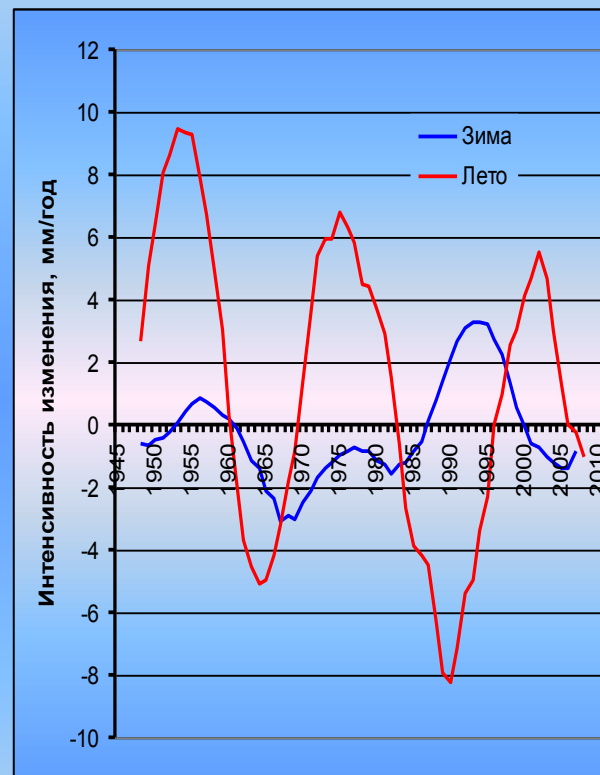
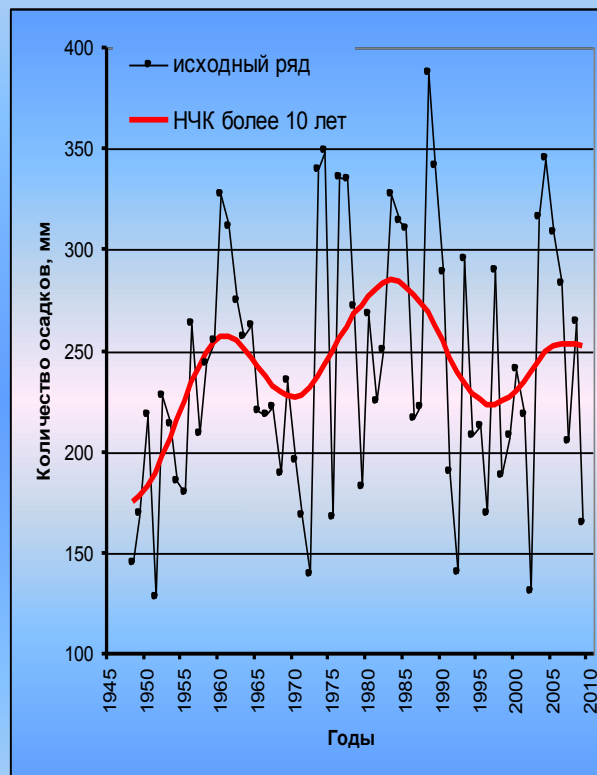
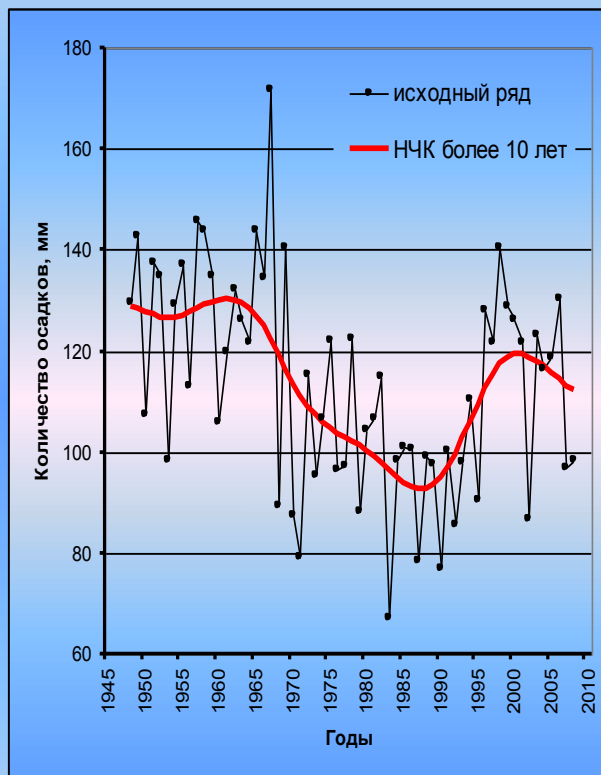


# Многолетний ход средней температуры воздуха в зимой (слева) и летом в 22 регионе северного полушария и интенсивности их изменения (1948 – 2009 г.)

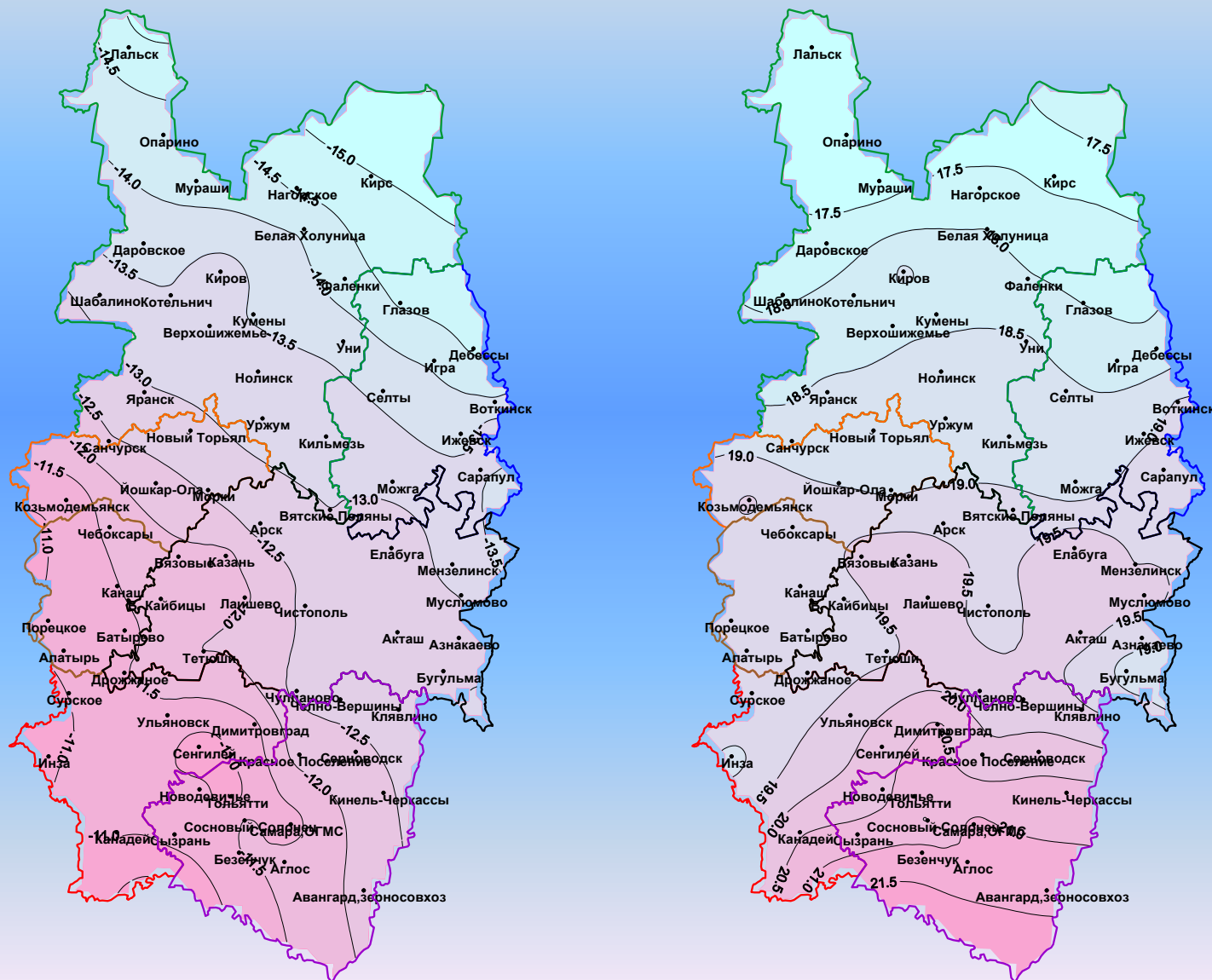




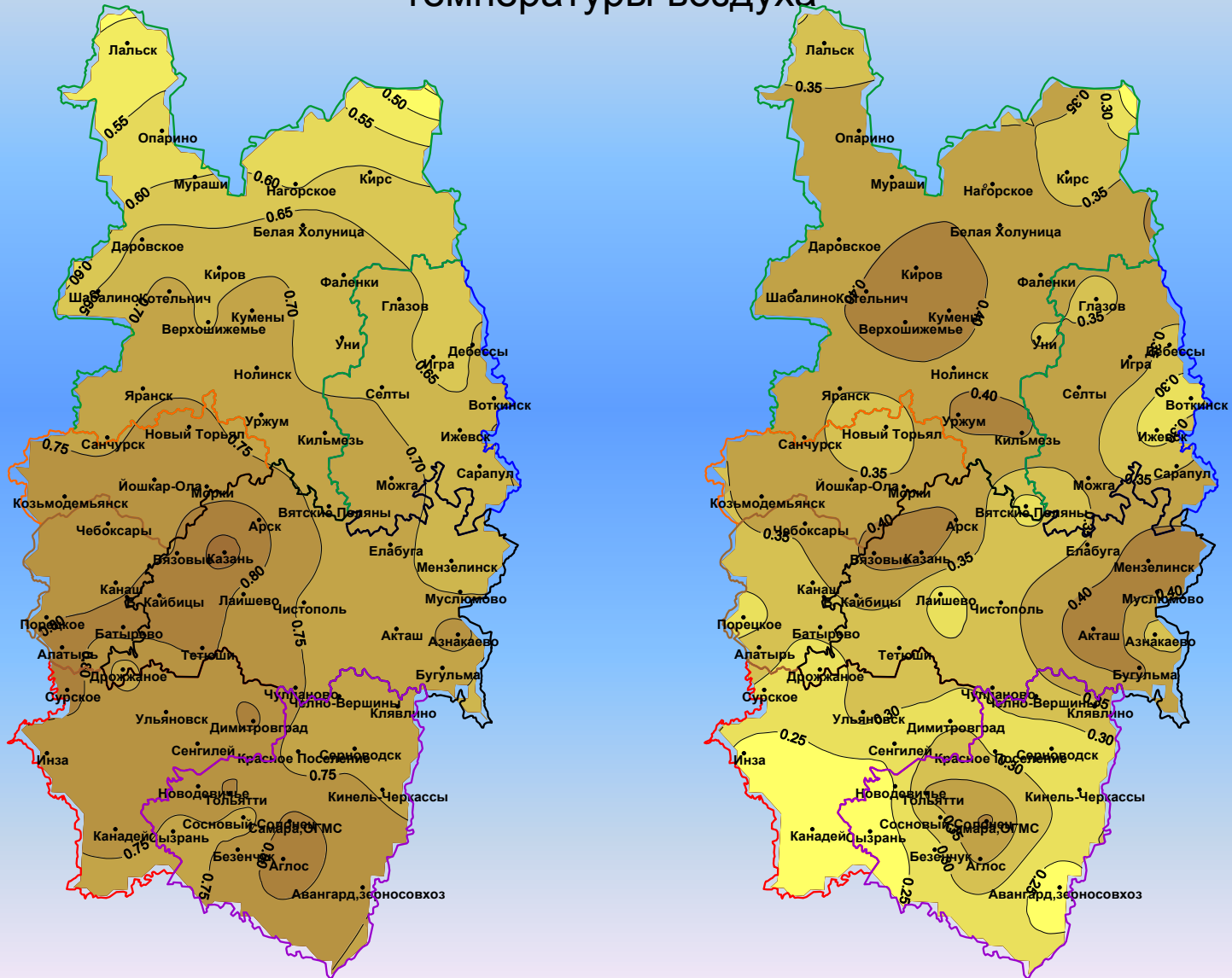
# Многолетний ход количества осадков в зимой (слева) и летом в 22 регионе северного полушария и интенсивности их изменения (1948 – 2009 гг.)



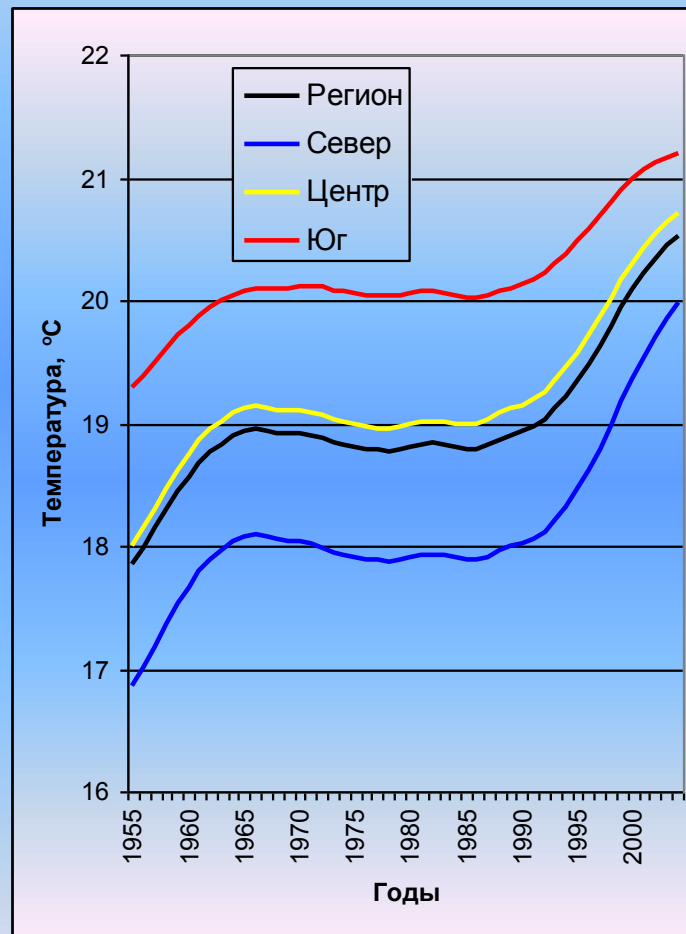
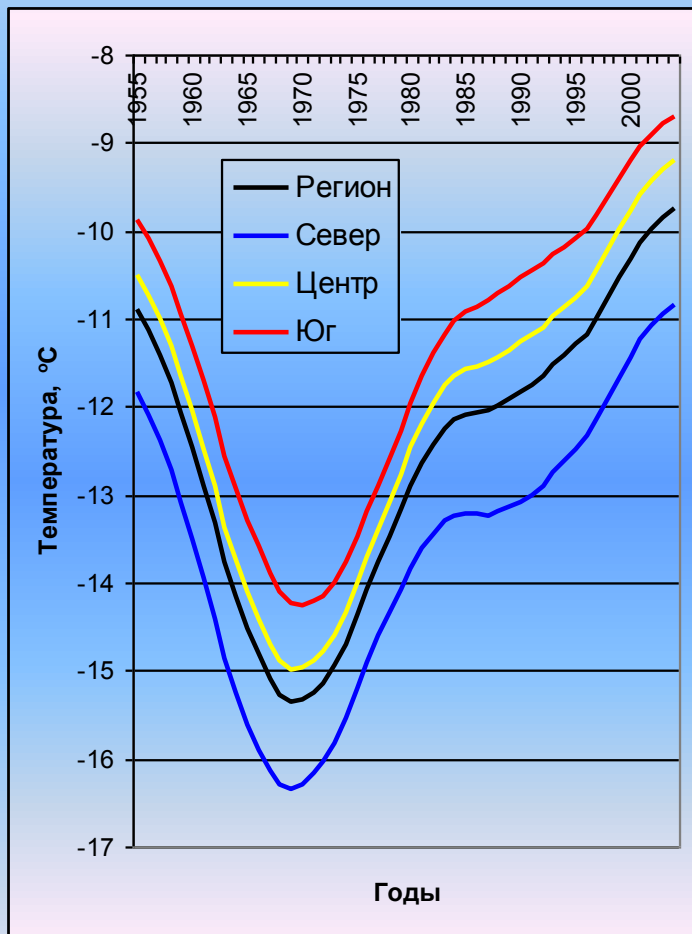
# Средние многолетние (1955 – 2004 гг.) значения средней январской (слева) и средней июльской (справа) приземной температуры воздуха (°C)



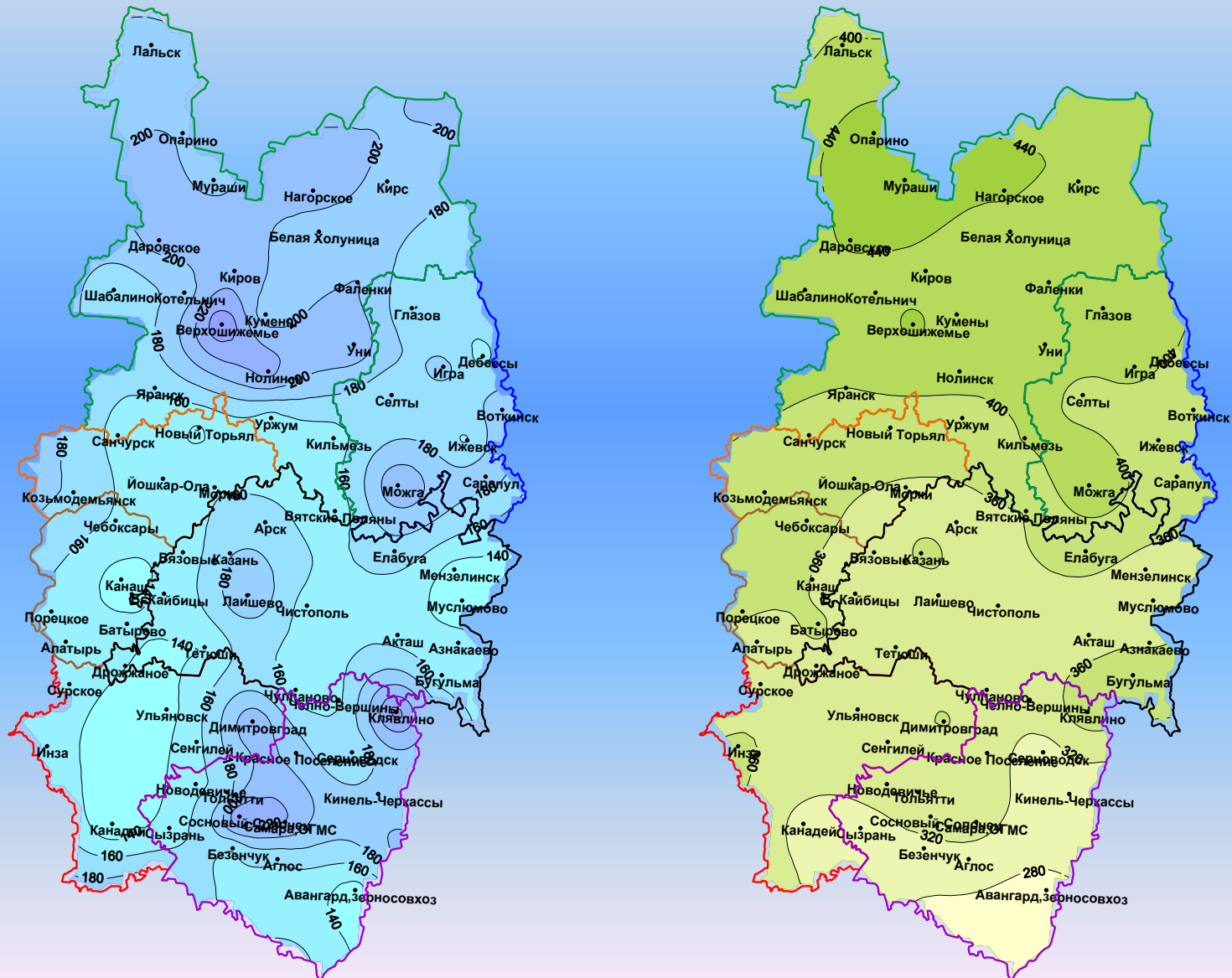
# Коэффициент наклона линейного тренда ( $^{\circ}\text{C}/10$ лет) временных рядов (1955 – 2004 г.) январской (слева) и июльской (справа) приземной температуры воздуха



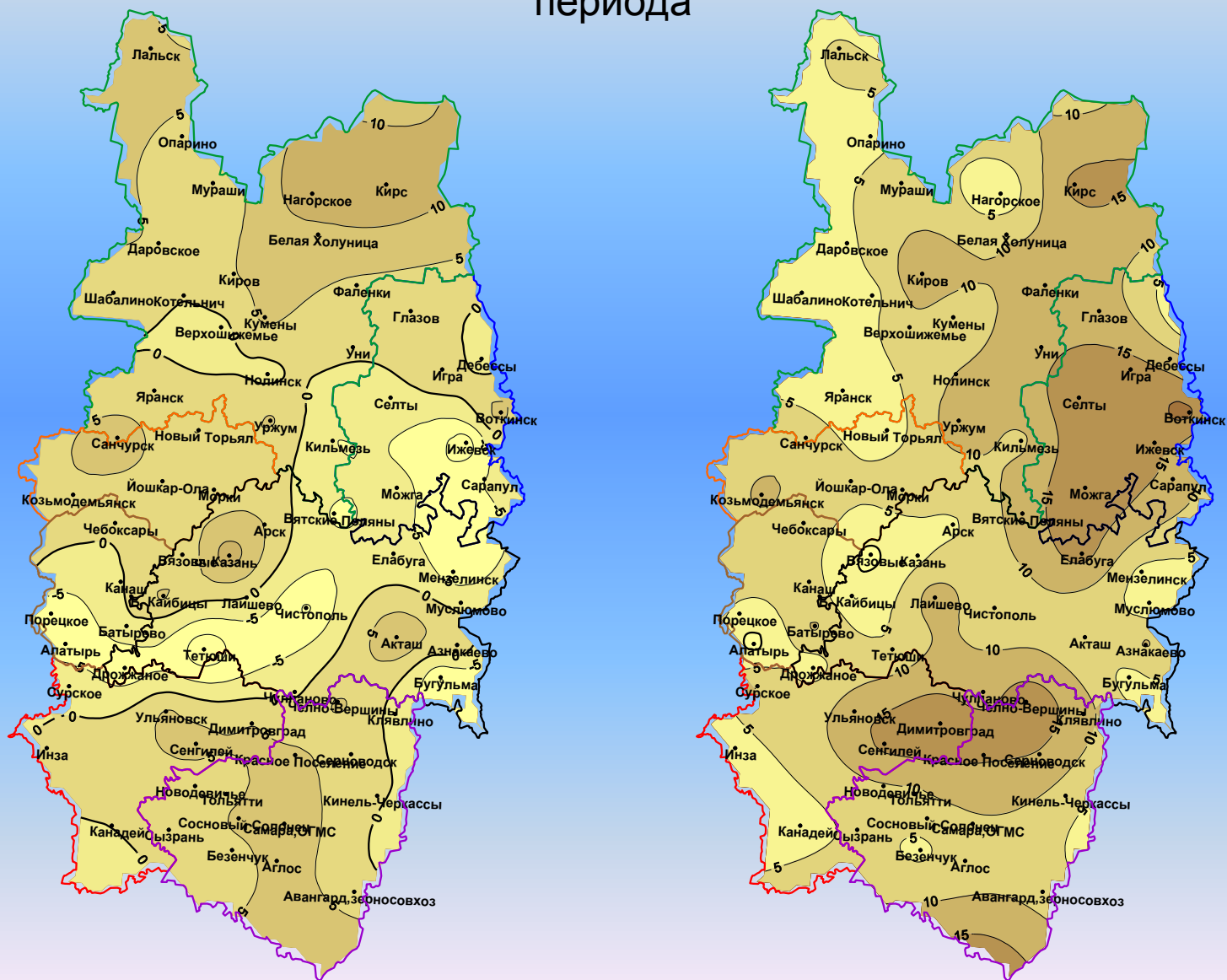
Динамика НЧК (> 20 лет) средней январской (слева) и июльской (справа) температуры воздуха в Приволжском регионе и его частях



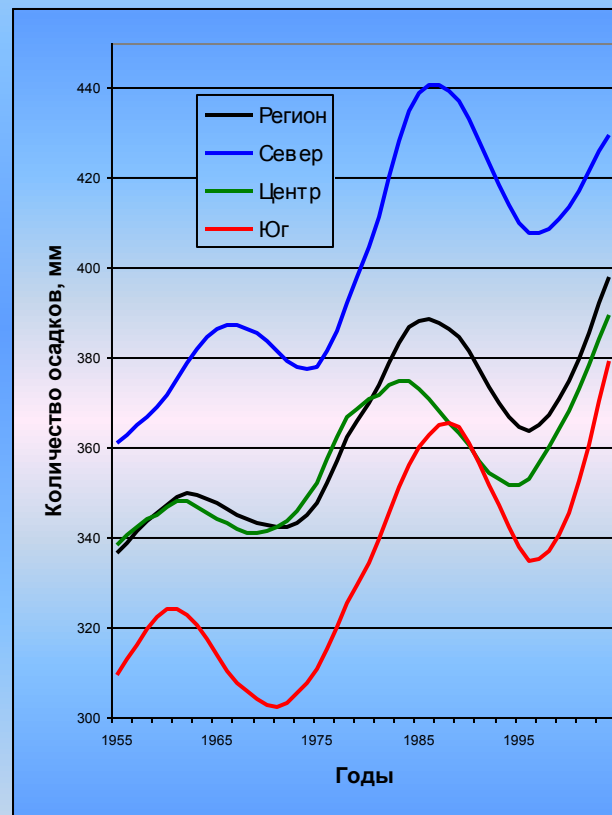
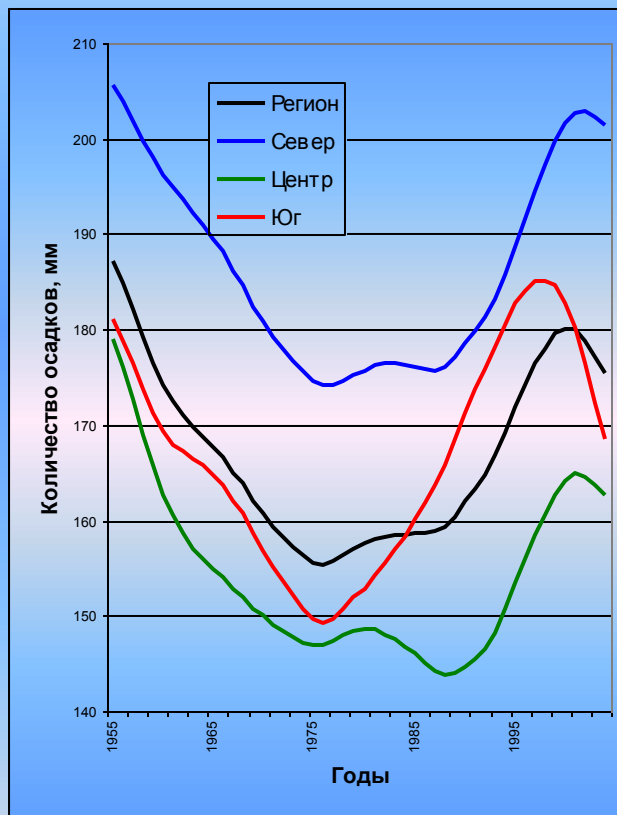
# Средние многолетние (1955 – 2004 г.) значения сумм осадков холодного (слева) и теплого (справа) периода (мм)



Коэффициент наклона линейного тренда (мм/10 лет) временных рядов (1955 – 2004 гг.) сумм осадков холодного (слева) и теплого (справа) периода



Динамика НЧК (> 10 лет) сумм осадков холодного (слева) и теплого (справа) периода в Приволжском регионе и его частях.



# **Заключение**



Установлено, что за последние 34 года приземная температура умеренных широт Северного полушария повысилась на  $0,81^{\circ}\text{C}$ , что почти в 3 раза меньше, чем в приполярной зоне ( $2,3^{\circ}\text{C}$ ), а наименьшие изменения СГТВ наблюдаются в тропиках, где за последние 36 лет температура повысилась на  $0,50^{\circ}\text{C}$ . Причем над океанической поверхностью изменения температуры выражены существенно слабее, чем над сушей.

В приполярной и тропической зонах Южного полушария картина аналогичная Северному полушарию, однако в умеренной зоне Южного полушария прирост СГТВ составил лишь  $0,28^{\circ}\text{C}$ , что значительно уступает скорости ее изменения в Северном полушарии ( $0,76^{\circ}\text{C}$ ).

В целом за период 1975 – 2009 гг. скорость роста СГТВ в Северном полушарии вдвое превосходит скорость роста СГТВ в Южном полушарии.

Выявлены 20 и 70-летняя цикличность в скорости изменения СГТВ.

В последнее десятилетие наметилась тенденция снижения скорости роста температуры воздуха как в Северном, так и в Южном полушариях. В Северном полушарии она началась примерно на 10 – 15 лет позднее, чем в Южном.

В стратосфере (за исключением Евразийского континента) в последние годы отмечается слабое потепление.

На кривых многолетнего хода СГТВ на АТ-30 проявляется влияние вулканических извержений – происходит повышение температуры.

Вертикальные разрезы многолетнего хода интенсивности изменения ( $^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ) НЧК с периодом более 10 лет СГТВ указывают на сходство процессов в обоих полушариях.

Построенные вертикальные профили осредненных по территории Северного и Южного полушарий, суши и океана, различных широтных зон изменений температуры воздуха за период с 1971 по 2009 г. показывают, что наибольший прирост температуры наблюдается на уровне изобарической поверхности 850 гПа (более 1°C). При переходе из тропосферы в стратосферу происходит смена знака изменения температуры.

Вертикальные профили изменения температуры в приполярных и тропических широтных зонах обоих полушарий одинаковы, наибольшие расхождения наблюдаются в умеренных широтах. При этом прирост температуры в толще тропосферы Южного полушария более значителен, чем Северного.

В последние 20 лет площадь с крупными и очень крупными положительными аномалиями температуры стала превосходить площадь занятую аналогичными очагами отрицательного знака.

Исследование показало, что в период (1948-2009 гг.) в Северном полушарии преобладающее уменьшение количества общей облачности, которое началось с начала 50-х годов XX столетия, сменилось процессом ее увеличения над океанами и некоторой стабилизацией его понижения над сушей, что может быть объяснено большим поступлением в атмосферу водяного пара.

Установлено, что зимой в приполярной зоне зональная компонента скорости ветра уменьшается, летом это явление отмечено лишь с середины 90-х годов и до настоящего времени.

В умеренных широтах зимой над Тихим океаном в последние десятилетия отмечается устойчивое усиление зональной циркуляции. Летом в умеренных широтах в последние десятилетия происходит ослабление западно-восточного переноса в условиях потепления.

С использованием критерия аналогичности выполнено объективное районирование территории Северного полушария с учетом региональных особенностей изменения температуры на АТ-850. Было выделено 93 района различной площади.

Комплексный анализ метеорологических процессов на территории Среднего Поволжья за последние десятилетия выявил реакцию региона на глобальное потепление климата: отмечается существенные рост зимних температур, снижение континентальности климата, изменения в режимах атмосферных осадков, характеристиках вегетационного периода и т.д.

В частности, значения КНЛТ температуры по Среднему Поволжью для января меняются в пределах 0,70 – 0,75 °С/10 лет, в июле 0,25 – 0,40 °С/10 лет. КНЛТ осадков – в пределах 5 мм/10 лет – 15 мм/10 лет.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**