

# Исследование изменчивости метеорологических полей на Азиатской территории России в период интенсивного глобального потепления

**Логинов С.В., Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Харюткина Е.В.**

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО  
РАН, г. Томск, пр. Академический, 10/3, [ceo@imces.ru](mailto:ceo@imces.ru)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОГНОЗОВ, ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ (к 40-летию образования СибНИГМИ)  
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск

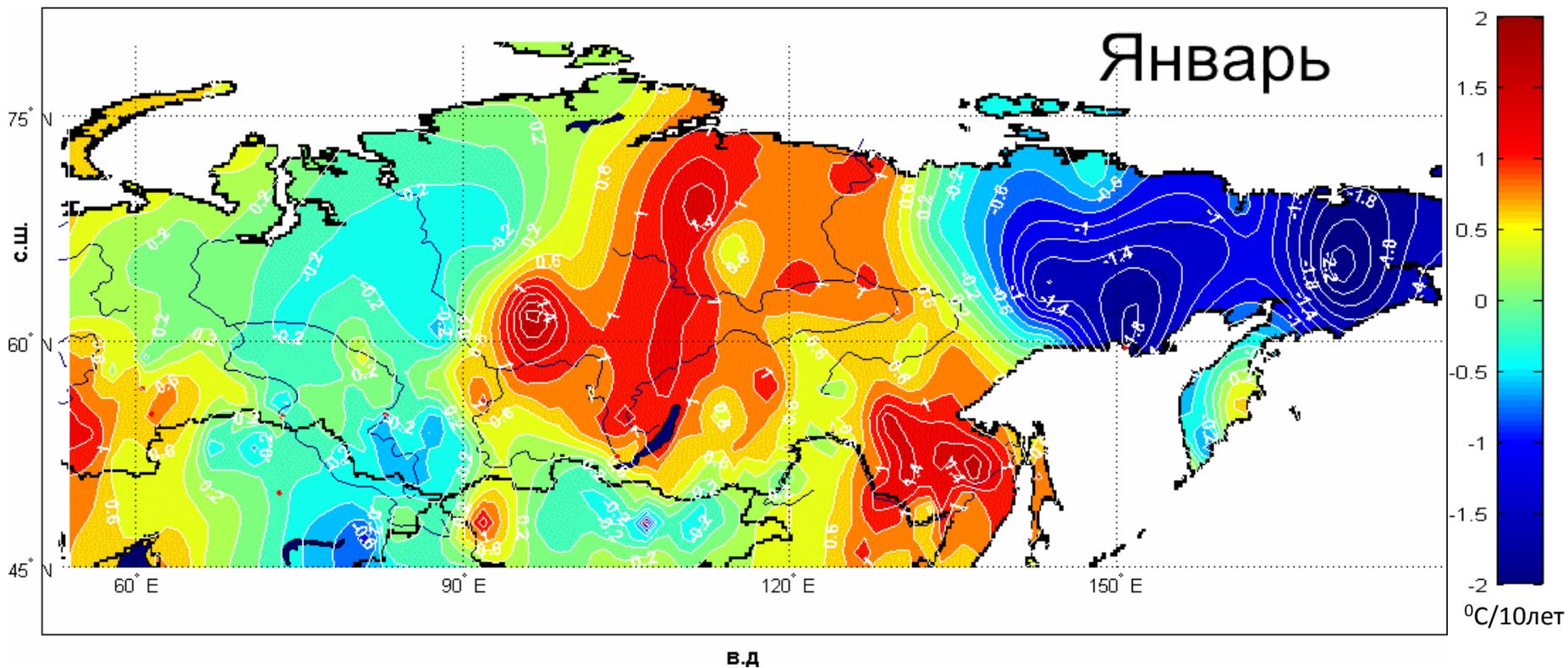
# Задачи

- Пространственно-временная неоднородность температуры, давления и осадков
- Временная изменчивость циркуляционных процессов и ее влияние на поля метеорологических величин
- Влияние изменчивость компонентов радиационного баланса на температуру

# Данные

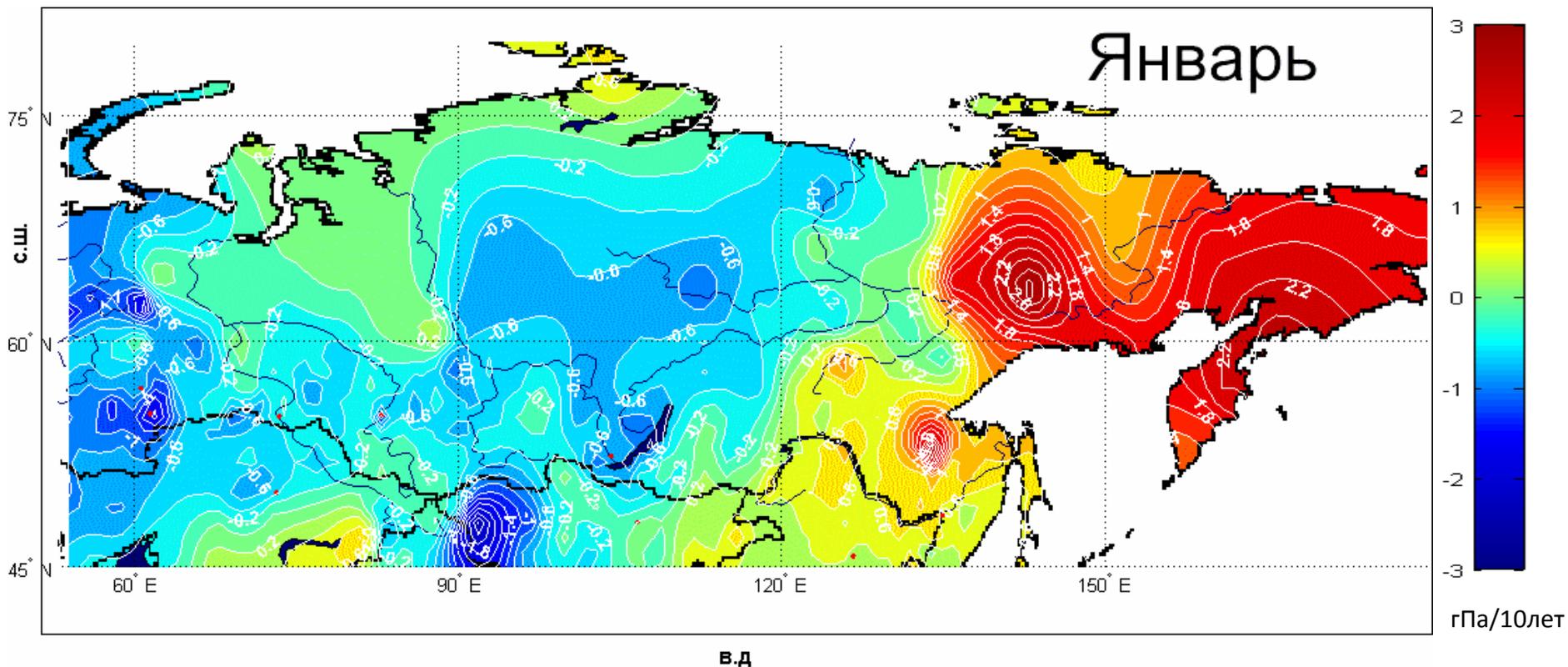
- Данные среднесуточных величин с 450 станций.  
Интервал 1976–2006  
<ftp://ftp.cdc.noaa.gov/pub/data/gsod/>
- Телеконнекционные индексы SCAND, NAO и SOI  
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- 6-часовые данные реанализа JRA-25. Интервал 1979–2010  
Пространственное разрешение  $1.25^\circ \times 1.25^\circ$   
<http://ds.data.jma.go.jp/gmd/jra/>

# Сезонный ход линейных трендов температуры °C/10лет



По данным станций за период 1976–2006

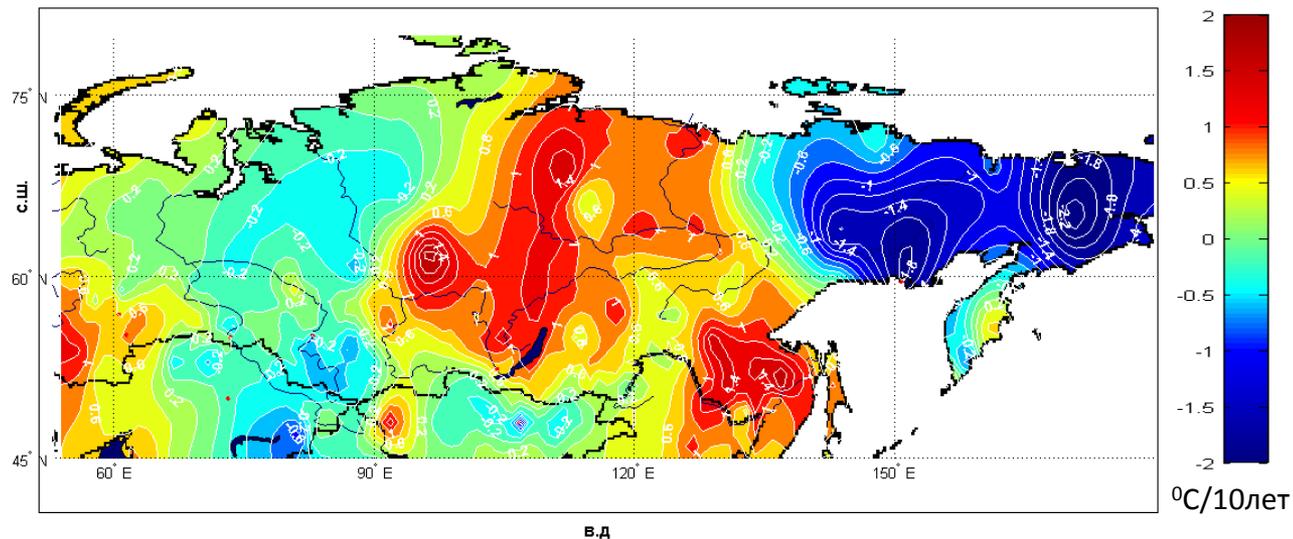
# Сезонный ход линейных трендов давления гПа/10лет



По данным станций за период 1976–2006

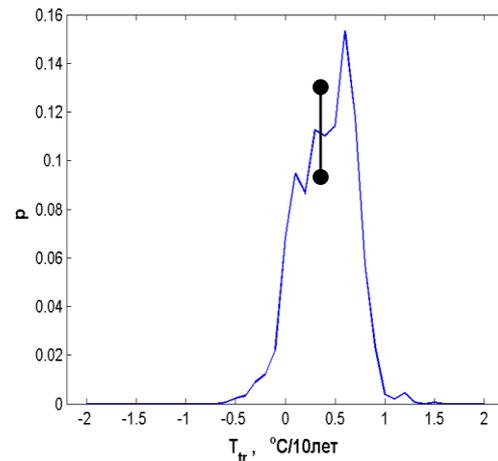
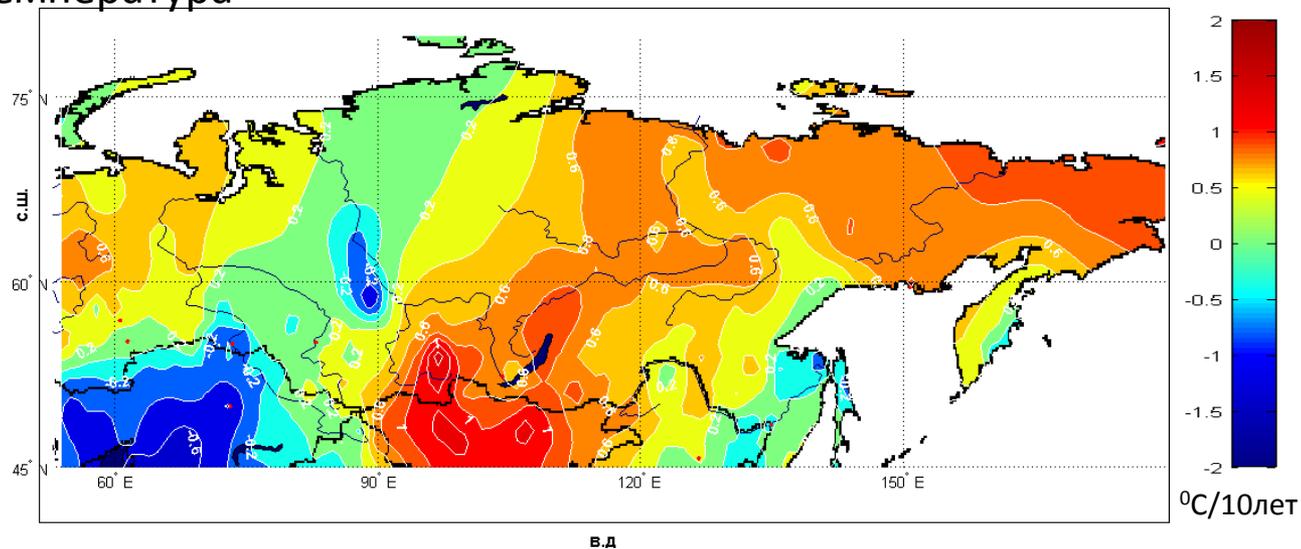
# Распределение среднемесячных трендов температуры и давления в январе для Азиатской территории России за период 1975-2005гг

## Температура

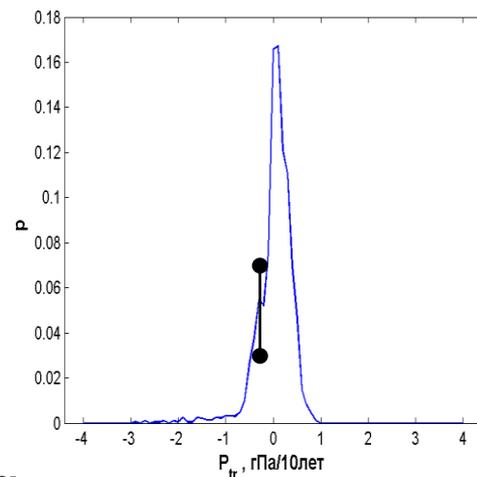
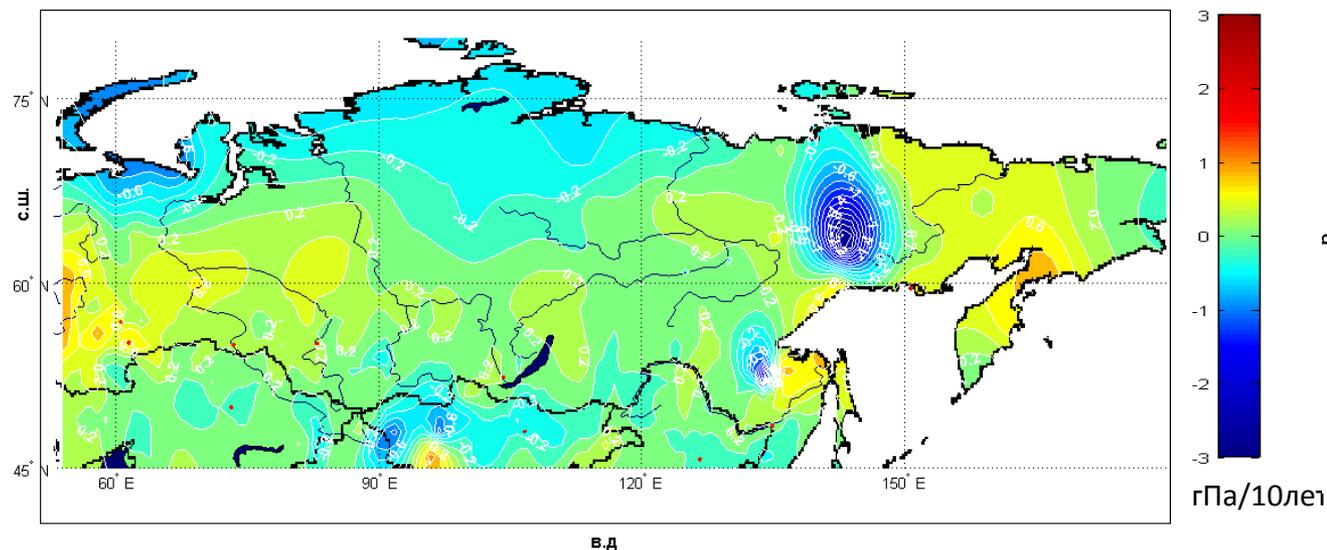


# Распределение среднемесячных трендов температуры и давления в июле для Азиатской территории России за период 1975-2005гг

## Температура

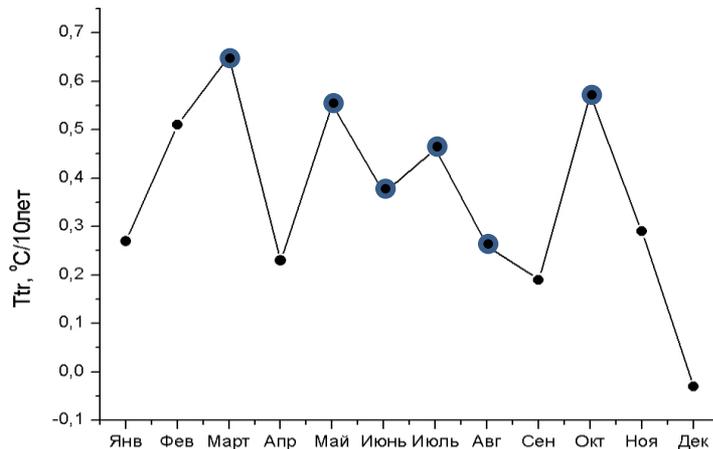
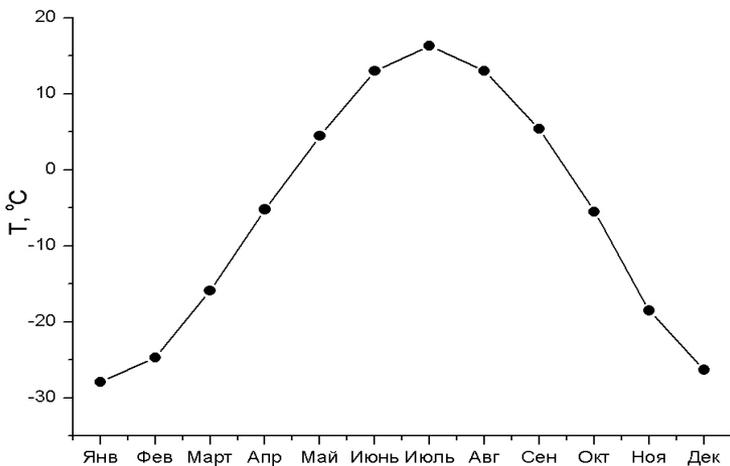


## Давление

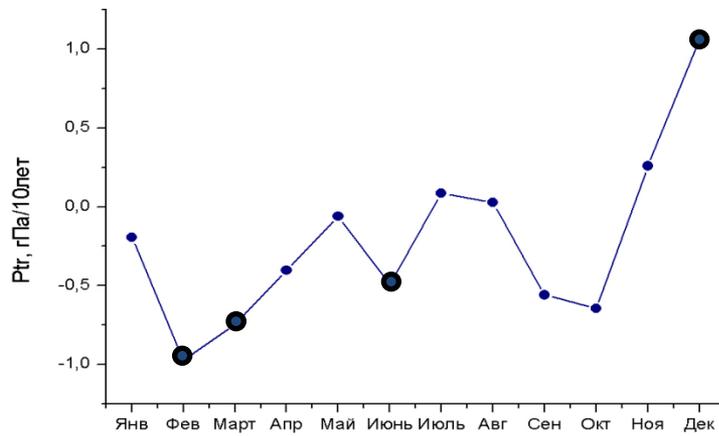
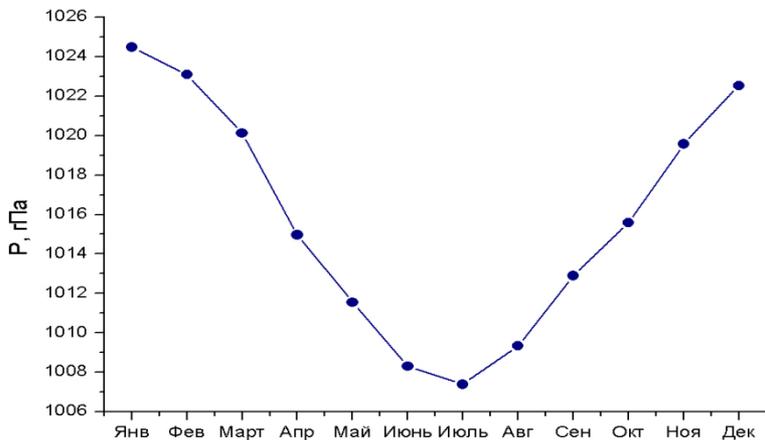


# Сезонный ход величин и их трендов

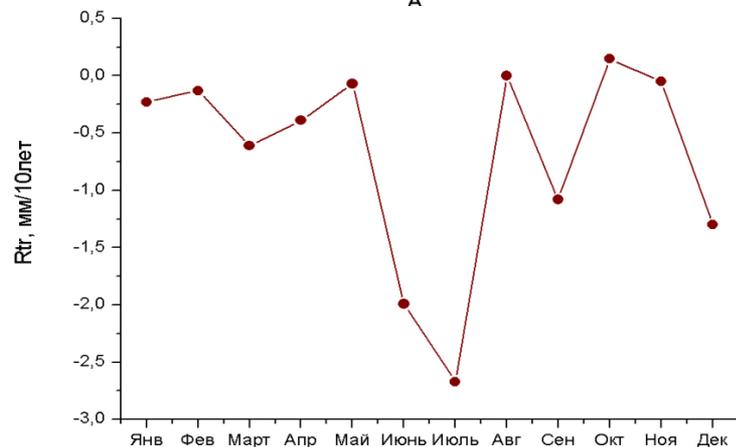
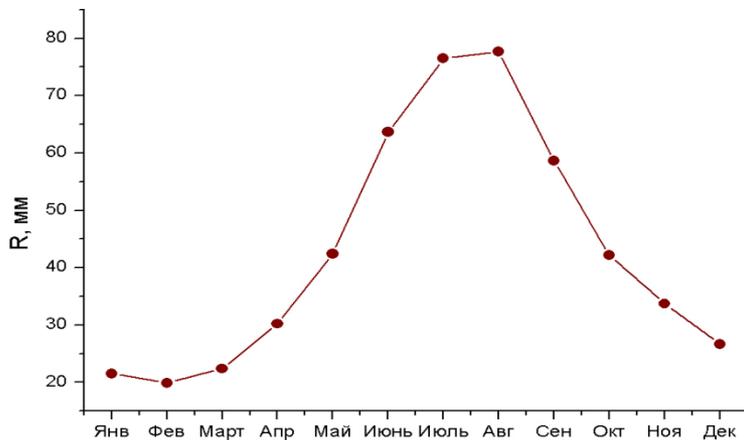
## Температура



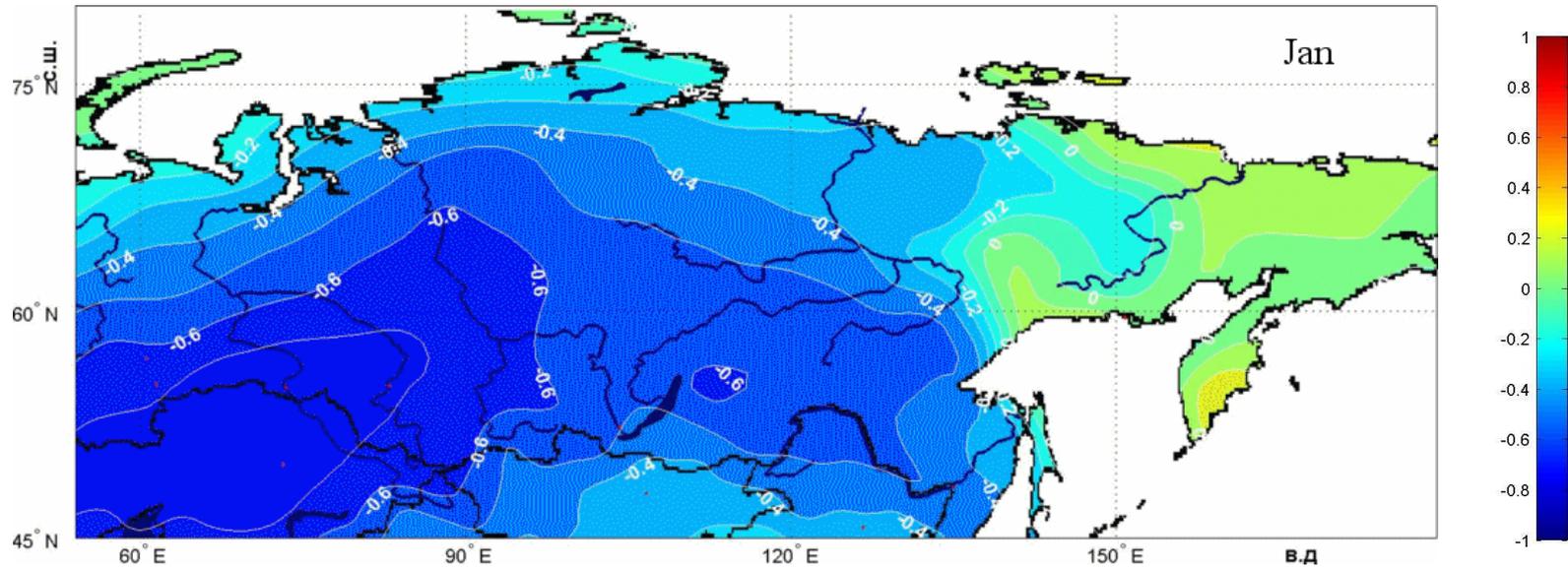
## Давление



## Осадки

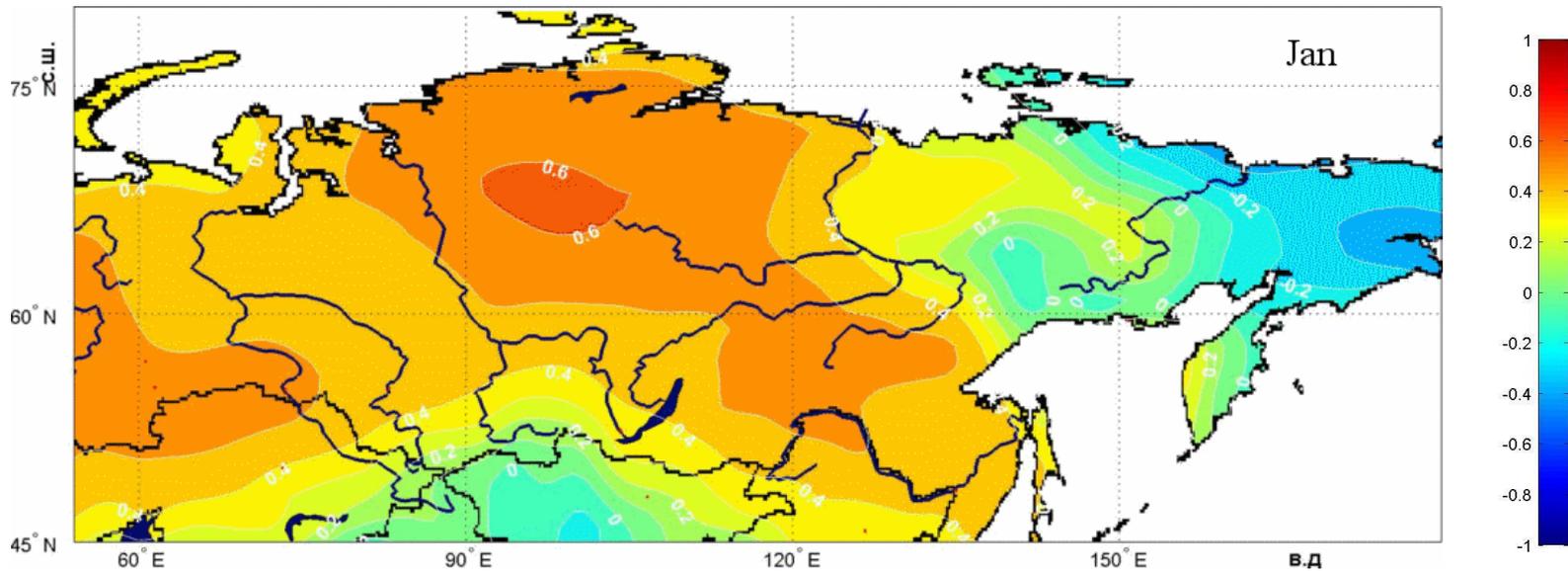


# Корреляция между температурой воздуха на 2м и индексом SCAND



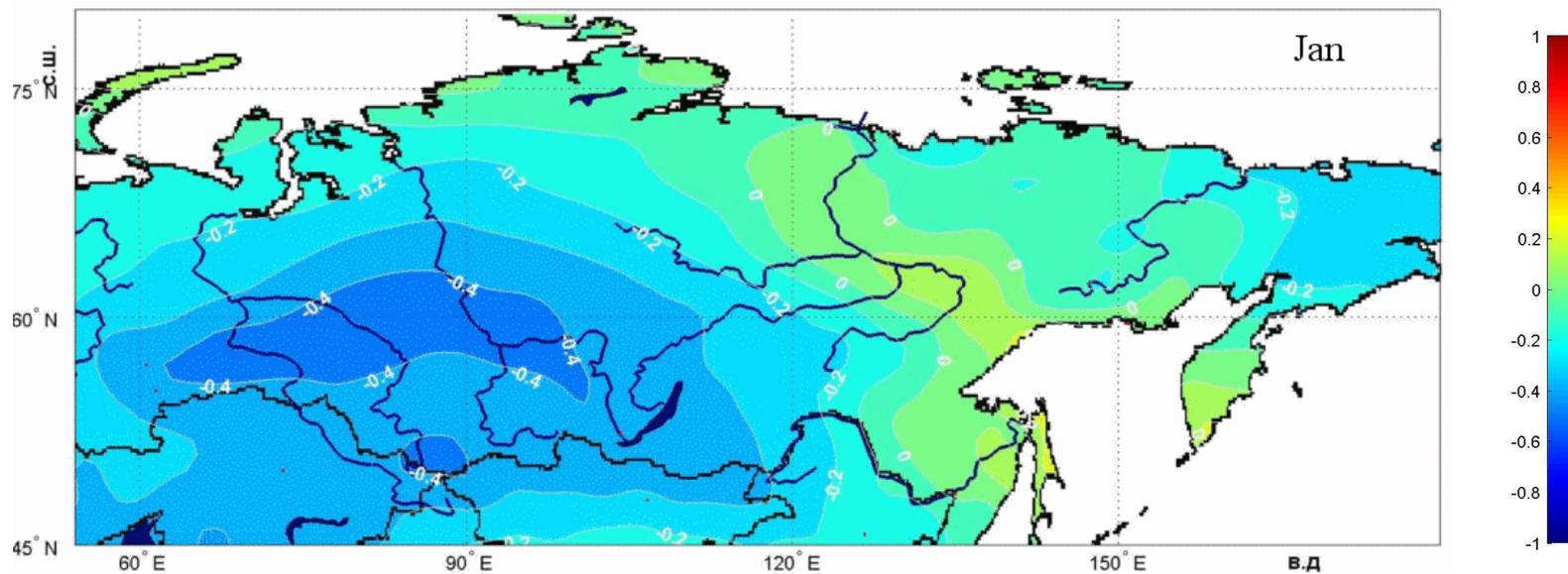
Расчет по JRA-25 за период 1979-2008

# Корреляция между температурой воздуха на 2м и индексом NAO



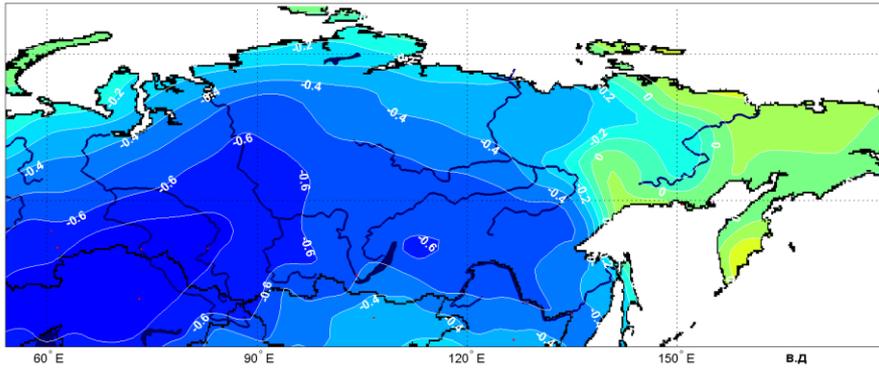
Расчет по JRA-25 за период 1979-2008

# Корреляция между температурой воздуха на 2м и индексом SOI

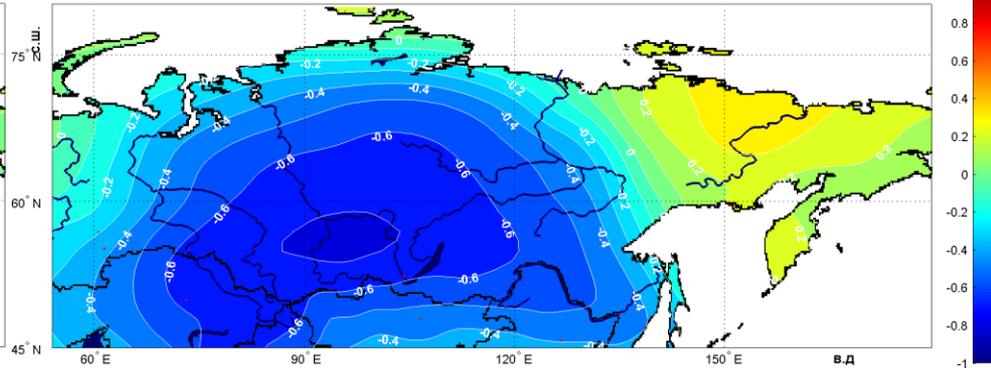


Расчет по JRA-25 за период 1979-2008

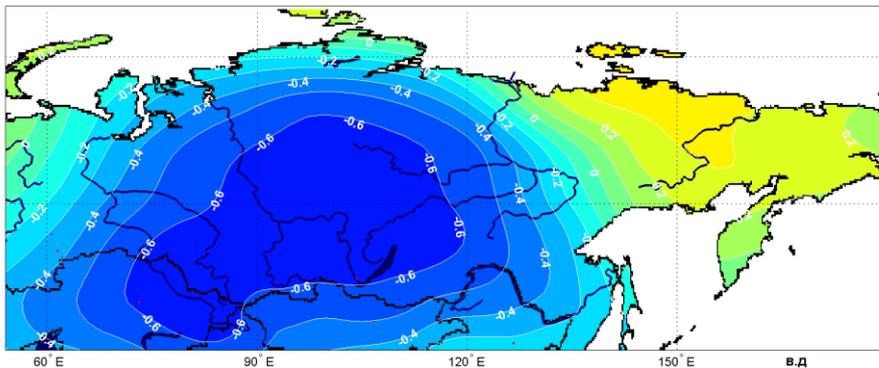
1000 гПа



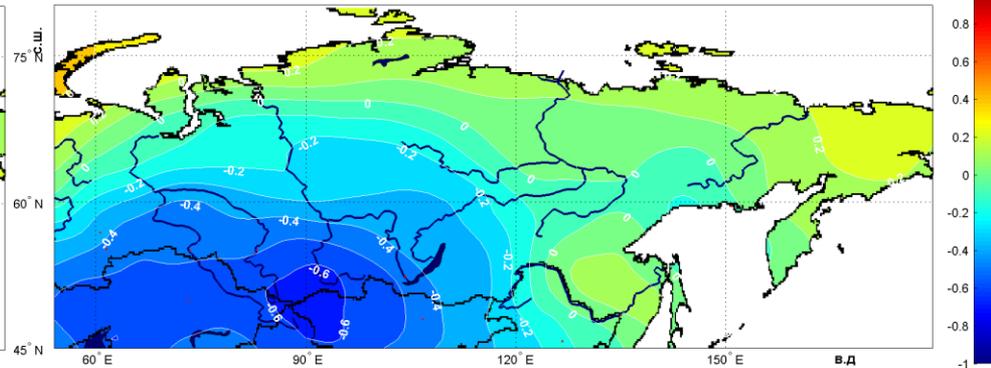
700 гПа



500 гПа



300 гПа

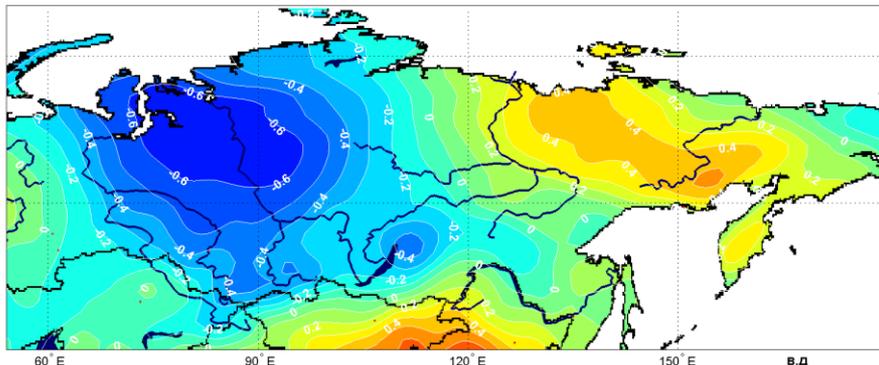


Январь

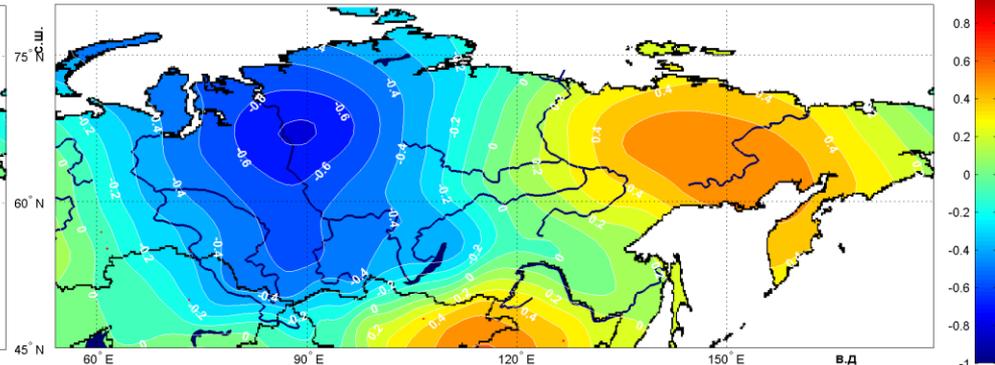
Корреляции между температурой воздуха и индексом SCAND

Расчет по JRA-25 за период 1979-2008

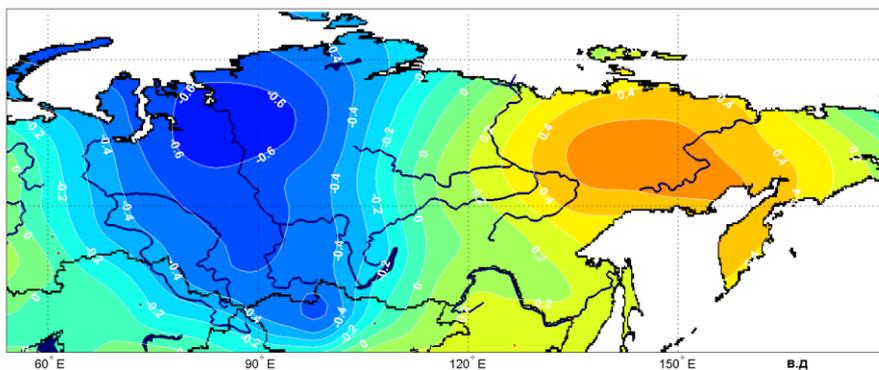
1000 гПа



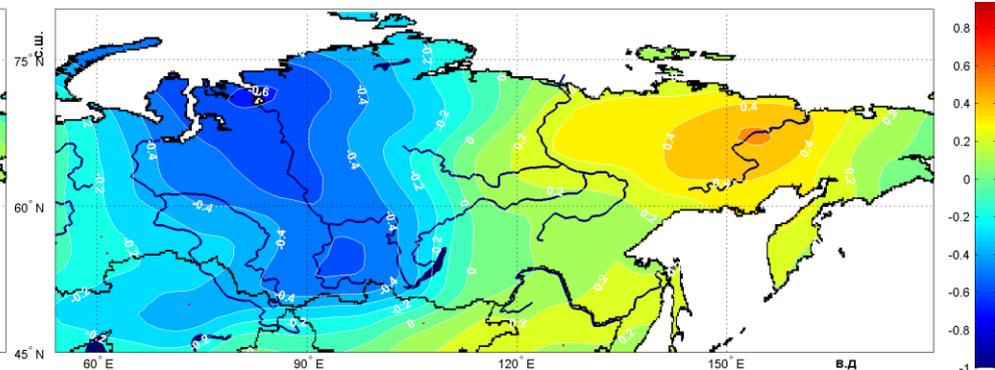
700 гПа



500 гПа



300 гПа

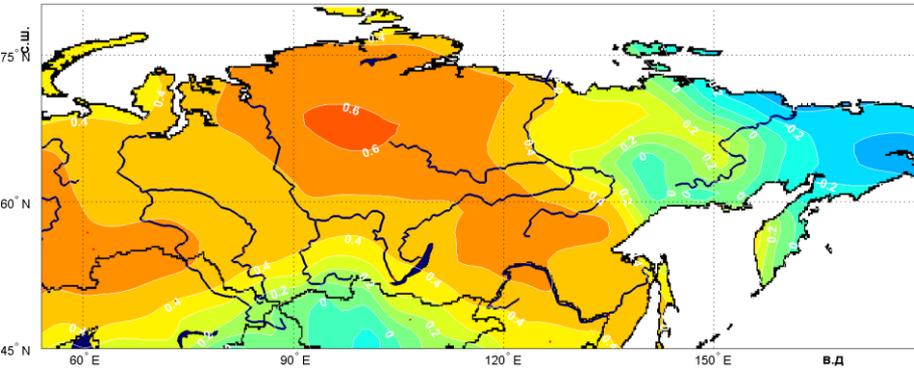


Июль

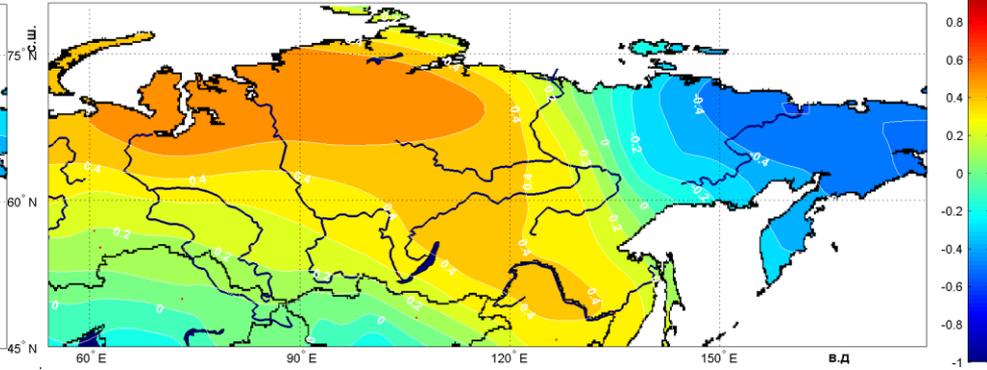
Корреляции между температурой воздуха и индексом Scand

Расчет по JRA-25 за период 1979-2008

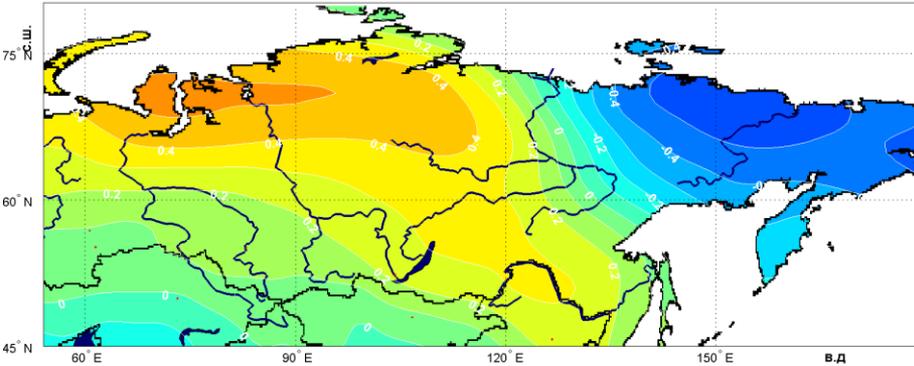
1000 гПа



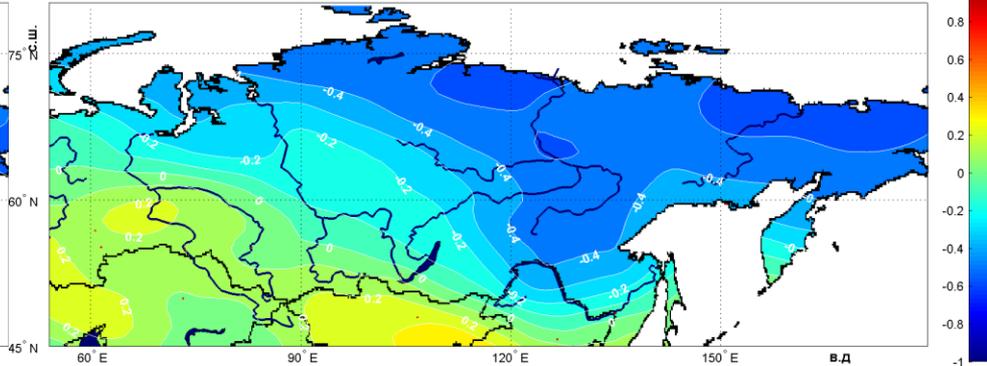
700 гПа



500 гПа



300 гПа

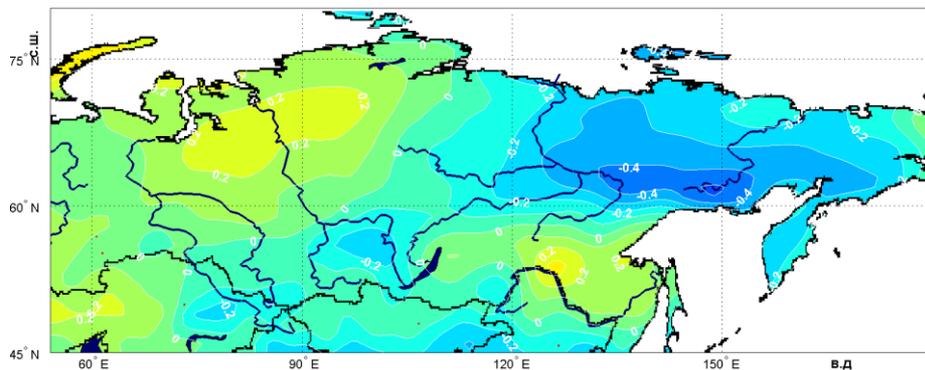


Январь

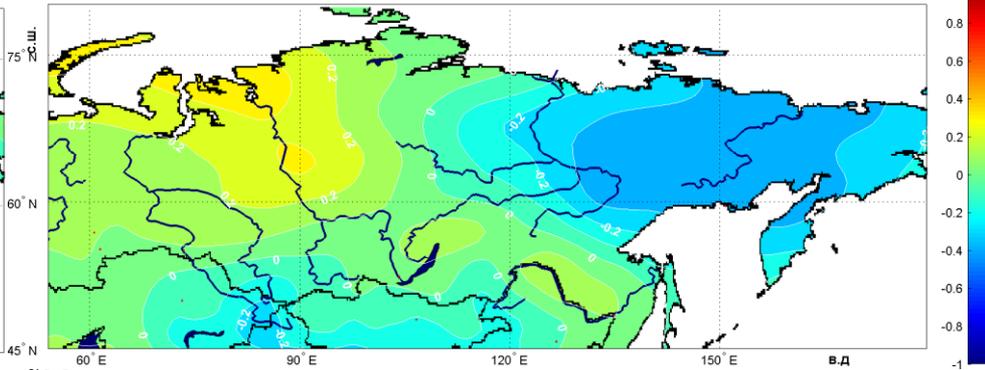
Корреляции между температурой воздуха и индексом NAO

Расчет по JRA-25 за период 1979-2008

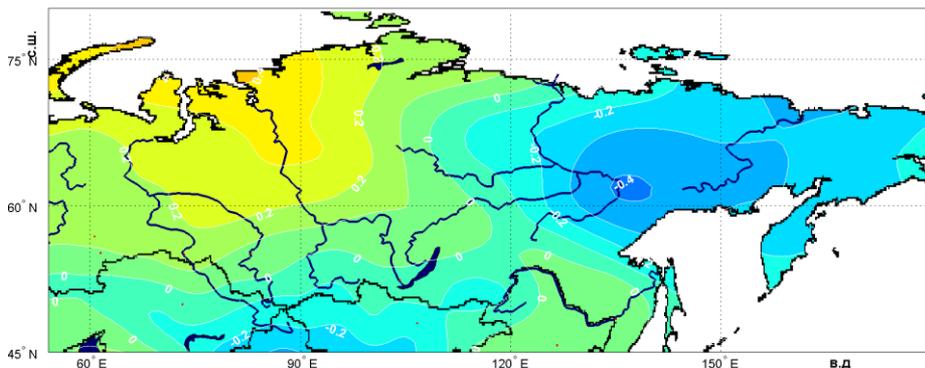
1000 гПа



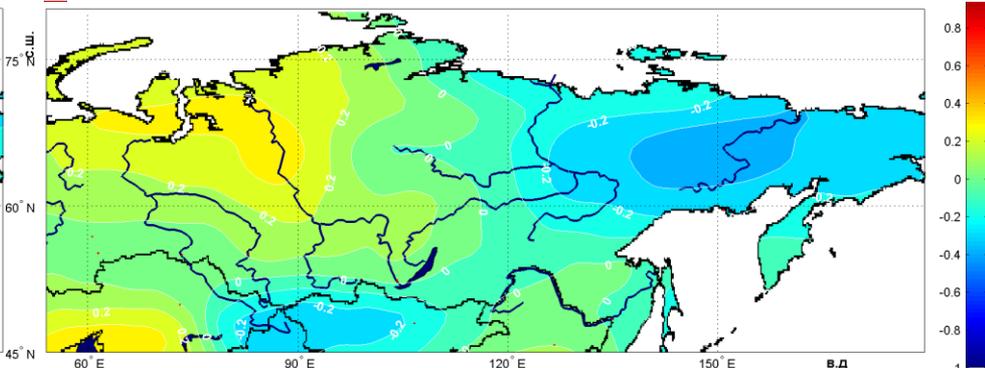
700 гПа



500 гПа



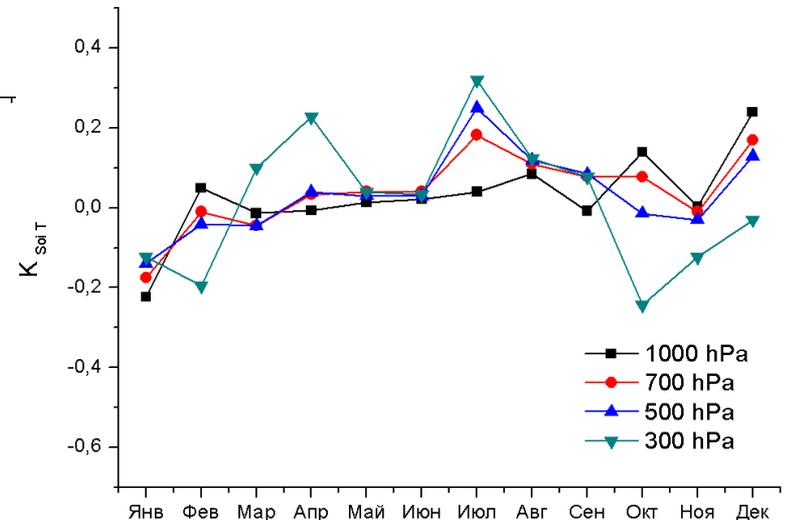
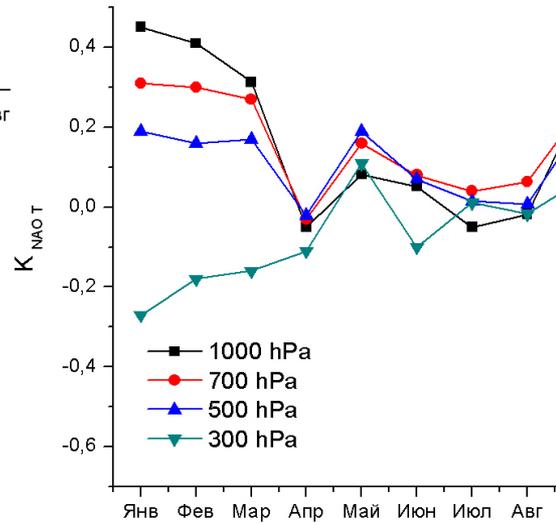
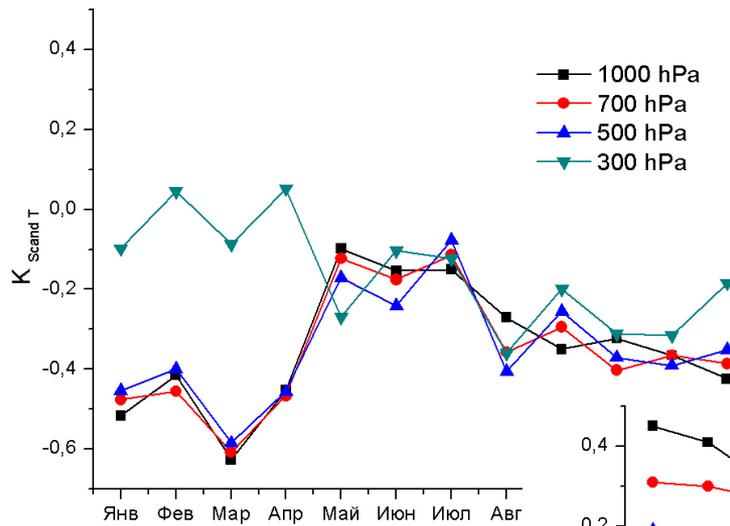
300 гПа



Июль

Корреляции между температурой воздуха и индексом NAO

Расчет по JRA-25 за период 1979-2008



Сезонный ход коэффициентов корреляции телеконнекционных индексов и температуры на разных уровнях

# Сезонный ход связи изменчивости температуры и индексов глобальной циркуляции

Для описания глобальной циркуляции выбраны телеконнекционные индексы:

SCAND - Scandinavia Pattern

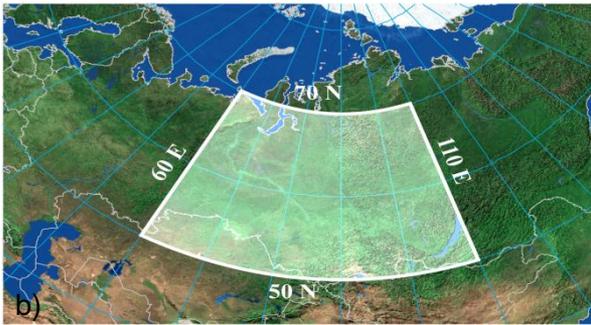
SOI - South Oscillation Index

NAO – North Atlantic Oscillation

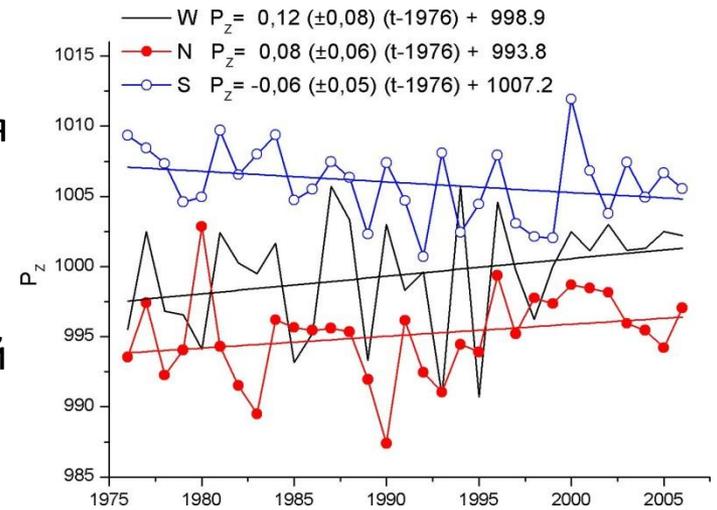
AO – Arctic Oscillation.

Высота, гПа	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	За год
1000	0,47	0,41	0,37	0,53	0,03	0,33	0,35	0,50	0,52	0,65	0,28	0,53	0,41
700	0,36	0,31	0,61	0,50	0,18	0,45	0,24	0,52	0,62	0,50	0,28	0,42	0,42
500	0,29	0,19	0,52	0,43	0,20	0,47	0,23	0,49	0,54	0,53	0,37	0,33	0,38
300	0,31	0,18	0,00	0,23	0,16	0,05	0,32	0,38	0,42	0,30	0,31	0,14	0,23

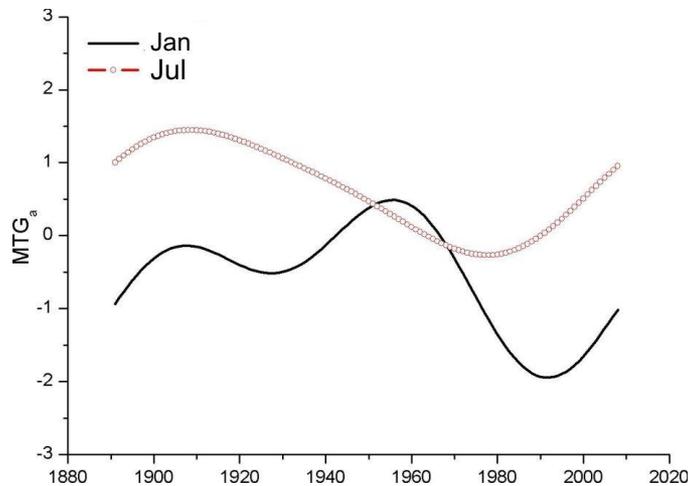
$$\delta T = \beta_1 \delta SCAND + \beta_2 \delta NAO + \beta_3 \delta SOI + \beta_4 \delta AO$$



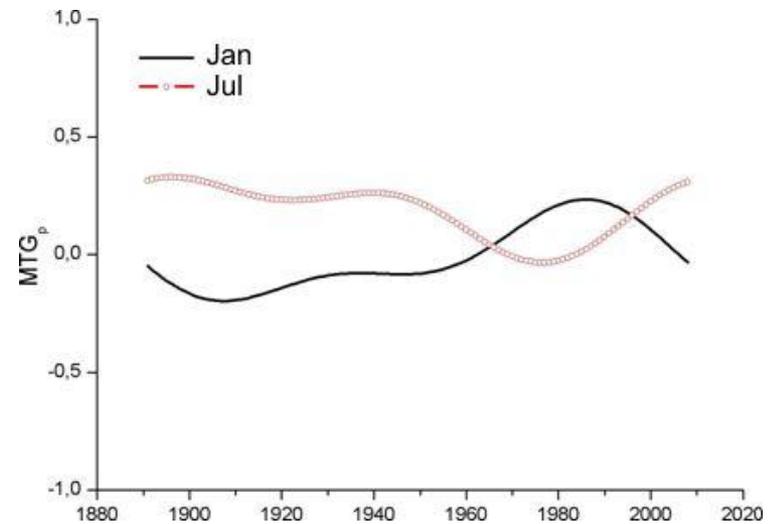
Временная изменчивость давления в центрах циклонов пришедших с северного, южного и западного направлений циклонов



Сглаженные MTG на уровне 1000hPa для арктического и полярного фронтов в атлантическом секторе 0 -60 W



полярный фронт



арктический фронт



## Регрессионная циркуляционная модель изменчивости температуры

Корреляции между температурой и отдельными телеконнекционными индексами

Месяц	SCAND	NAO	AO	POL	SOI	SLP
Январь	-0,56	0,51	0,47	0,42	-0,37	-0,47
Февраль	-0,61	0,45	0,49	0,21	-0,07	-0,54
Март	-0,78	0,30	0,39	0,09	-0,14	-0,64
Апрель	-0,72	0,00	0,38	0,29	-0,06	-0,08
Май	-0,52	0,24	0,45	0,11	-0,13	-0,20
Июнь	-0,69	0,32	0,30	-0,39	-0,15	-0,22
Июль	-0,58	0,00	0,18	0,27	0,14	0,08
Август	-0,73	0,20	0,28	-0,31	0,22	0,23
Сентябрь	-0,55	0,28	0,47	0,41	-0,19	0,01
Октябрь	-0,51	-0,14	0,37	0,42	0,17	-0,15
Ноябрь	-0,54	0,16	0,41	0,34	-0,37	-0,56
Декабрь	-0,67	0,22	0,36	0,00	0,31	-0,45

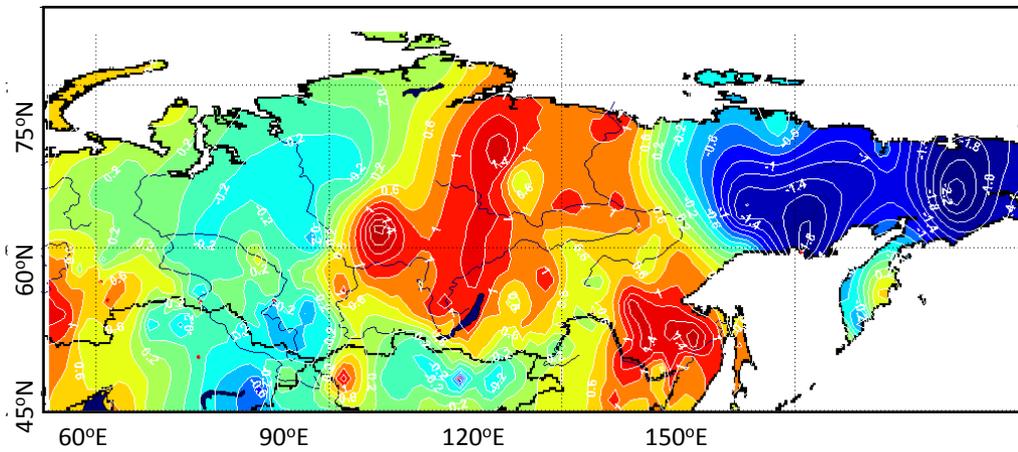
Корреляции между температурой и отдельными характеристиками циклонической активности

$P_Z$	$P_Z^N$	$P_A^N$	$R^2$
-0,54	-0,49	-0,50	0,82
-0,65	-0,45	-0,35	0,73
-0,38	-0,42	-0,37	0,72
-0,62	-0,64	-0,19	0,69
-0,28	-0,01	-0,35	0,54
0,14	0,10	-0,12	0,8
0,09	0,06	-0,08	0,58
-0,02	0,06	0,14	0,64
-0,14	0,00	-0,41	0,61
-0,39	-0,31	-0,38	0,74
-0,51	-0,51	-0,63	0,69
-0,32	-0,19	0,02	0,64

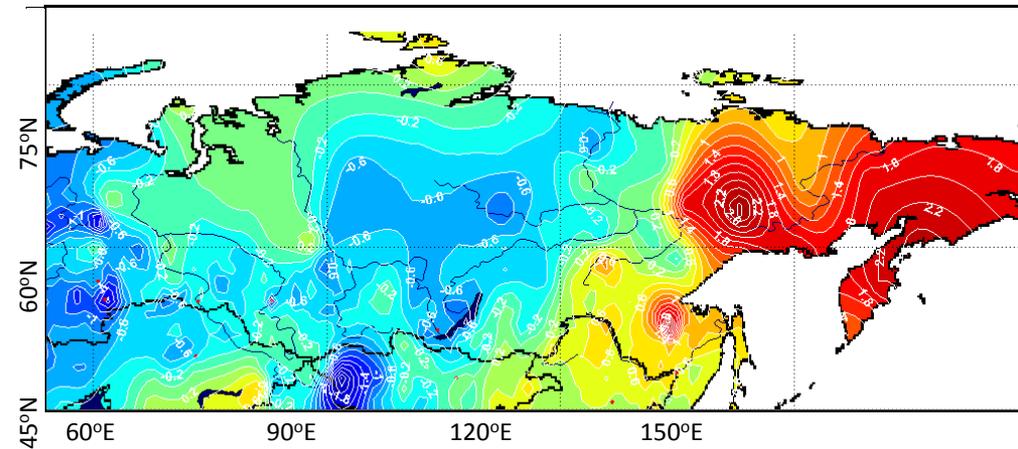
$$\delta T = \beta_1 \delta SCAND + \beta_2 \delta NAO + \beta_3 \delta AO + \beta_4 \delta POL + \beta_5 \delta SOI + \beta_6 \delta SLP + \beta_7 \delta P_Z + \beta_8 \delta P_Z^N + \beta_9 \delta P_A^N$$

По данным станций за период 1976–2006

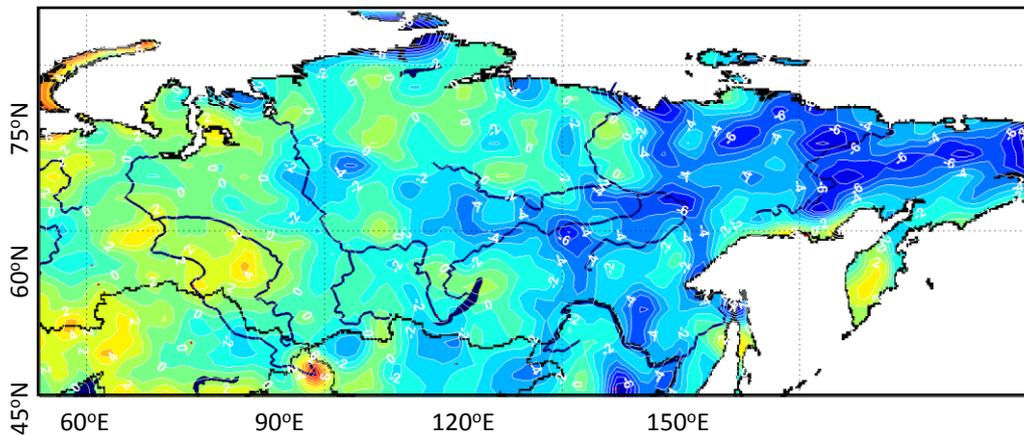
**Карты среднемесячных трендов температуры (а), давления (б) и общей облачности (в) в январе для Азиатской территории России за период 1975-2005гг**



Тренды температуры (оС/10лет)



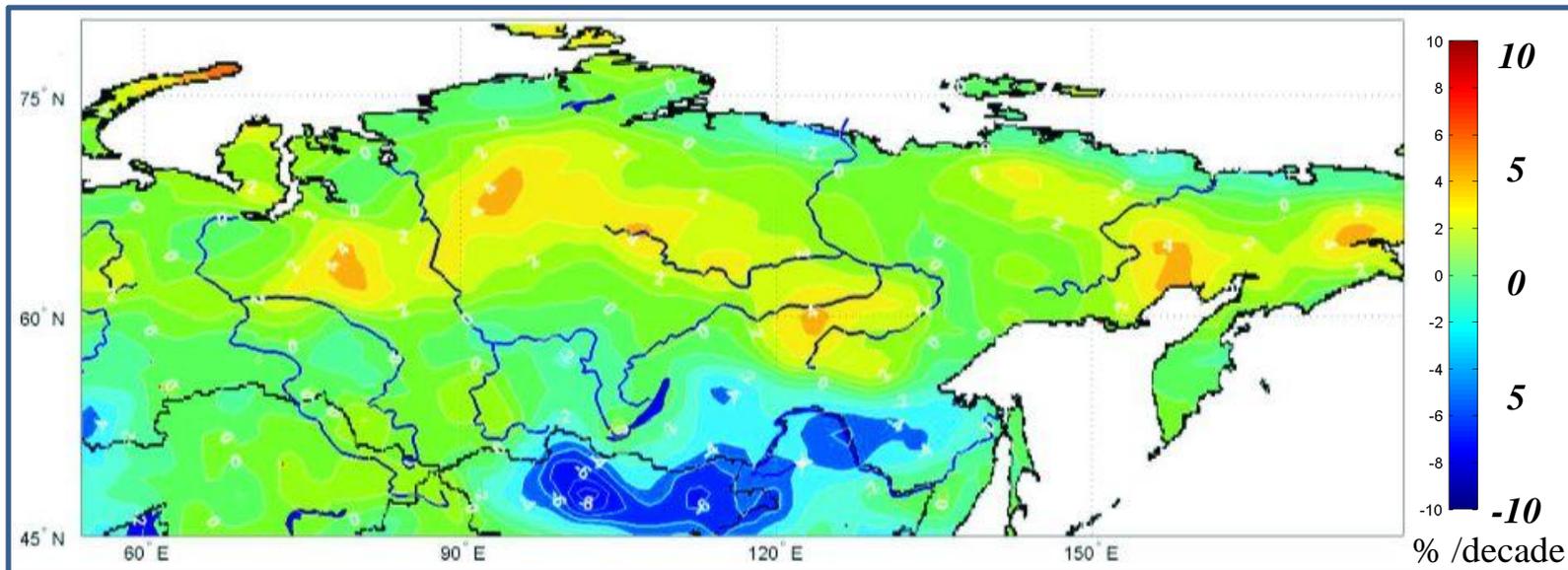
Тренды давления (гПа/10лет)



Тренды общей облачности (%/10лет)

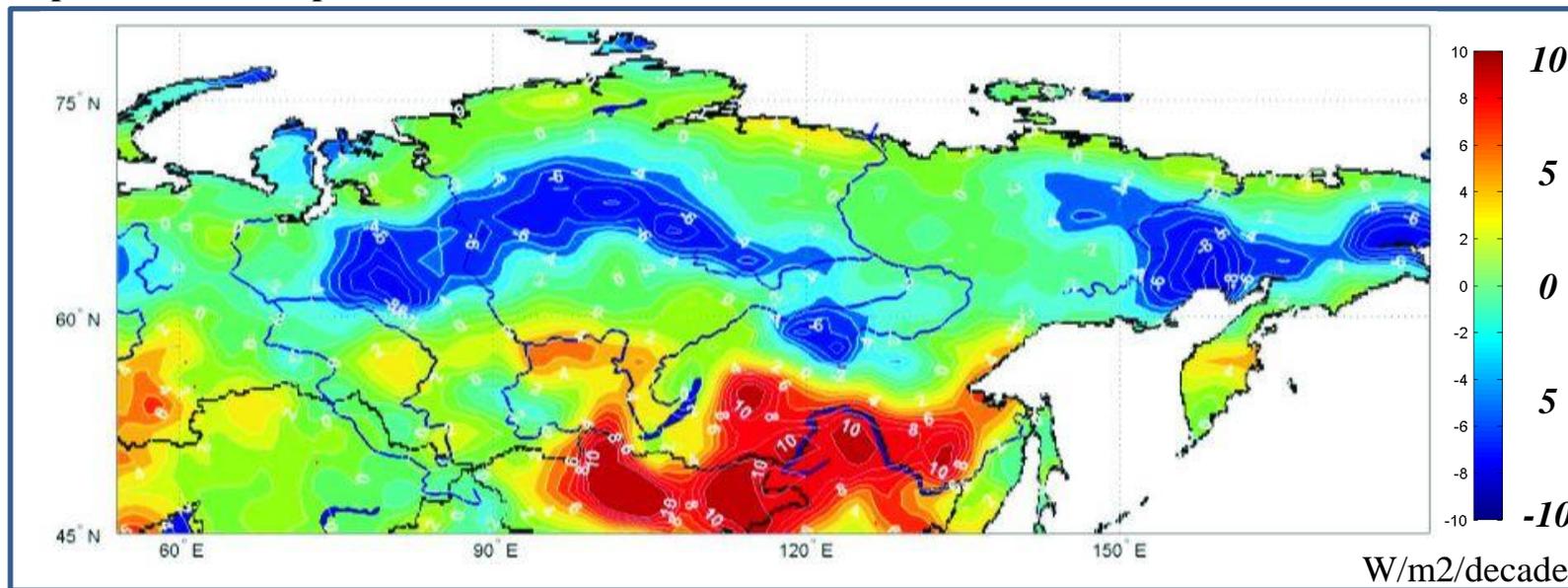
# Пространственные распределения трендов $TC$ и $Q_{\downarrow S}$

Общая облачность



Август

Приходящая коротковолновая радиация



W/m2/decade

$$\delta T = \beta_1 \delta Q_n + \beta_2 \delta E_{eff} + \beta_3 \delta Eg + \beta_4 \delta TC$$

## Регрессионная термическая модель изменчивости температуры

$\delta Q_n$  ( $Q_n = Q_{\downarrow S} - Q_{\uparrow S}$ ) – аномалии коротковолновой радиации

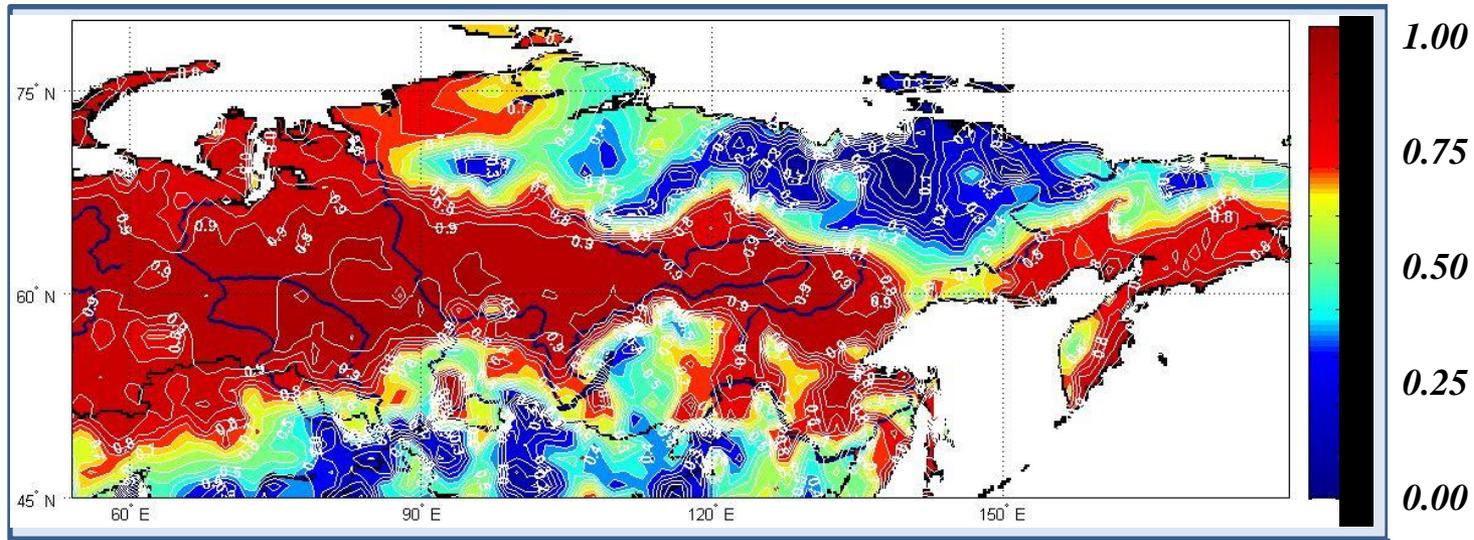
$\delta E_{eff}$  - аномалии длинноволновой радиации

$\delta Eg$  ( $Eg = LE + P + G$ ) – аномалии потоков скрытого и явного тепла, и потока тепла в грунт

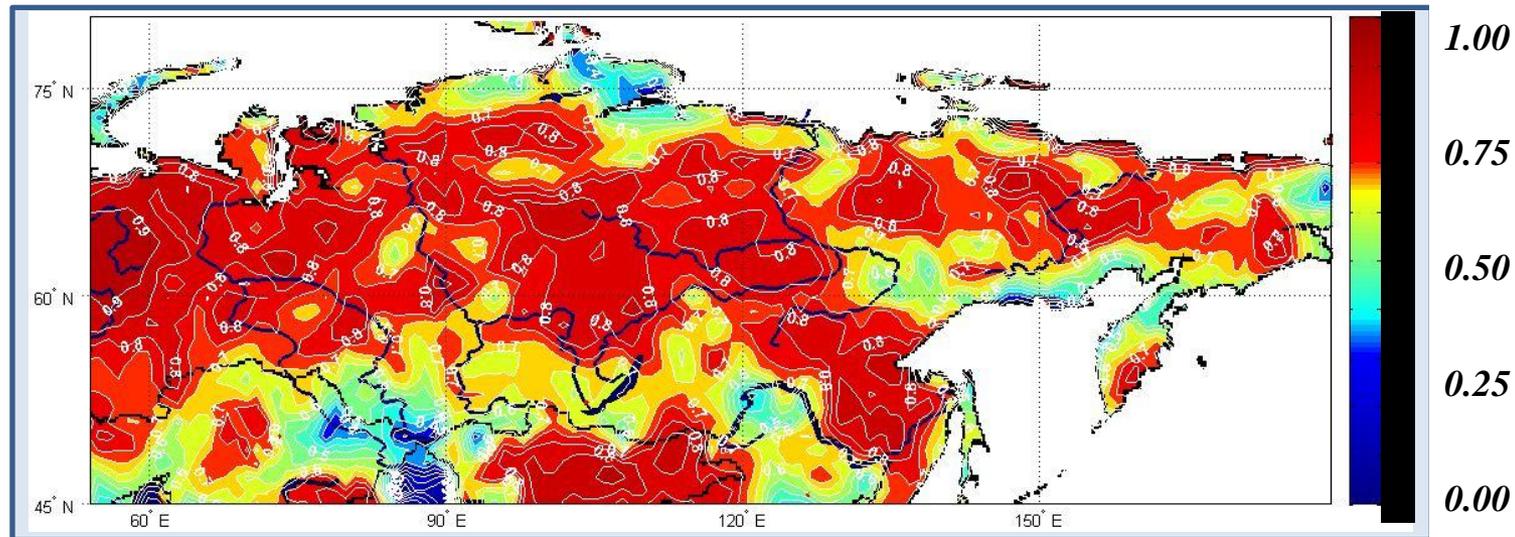
$\delta TC$  – аномалии облачности

Month	$\overline{R^2}$	$\sigma_{R^2}$	$\delta Q_n$	$\delta E_{eff}$	$\delta Eg$	$\delta TC$
Jan	0.71	0.26	26,8	37,2	20,2	15,8
Feb	0.58	0.23	20,0	41,3	21,5	17,3
Mar	0.49	0.22	21,5	42,1	15,3	21,1
Apr	0.49	0.19	50,6	14,9	6,4	28,1
May	0.48	0.18	53,8	17,9	6,5	21,8
Jun	0.68	0.24	43,8	32,0	10,8	13,4
Jul	0.71	0.12	45,3	23,3	15,5	15,9
Aug	0.65	0.16	39,7	30,4	19,0	10,9
Sep	0.49	0.16	35,0	36,4	14,1	14,5
Oct	0.47	0.20	20,2	31,6	17,2	31,1
Nov	0.64	0.22	7,3	35,9	24,4	32,4
Dec	0.57	0.26	19,5	36,8	25,7	18,0

Январь



Июль



Пространственное распределение коэффициента детерминации

Спасибо за внимание

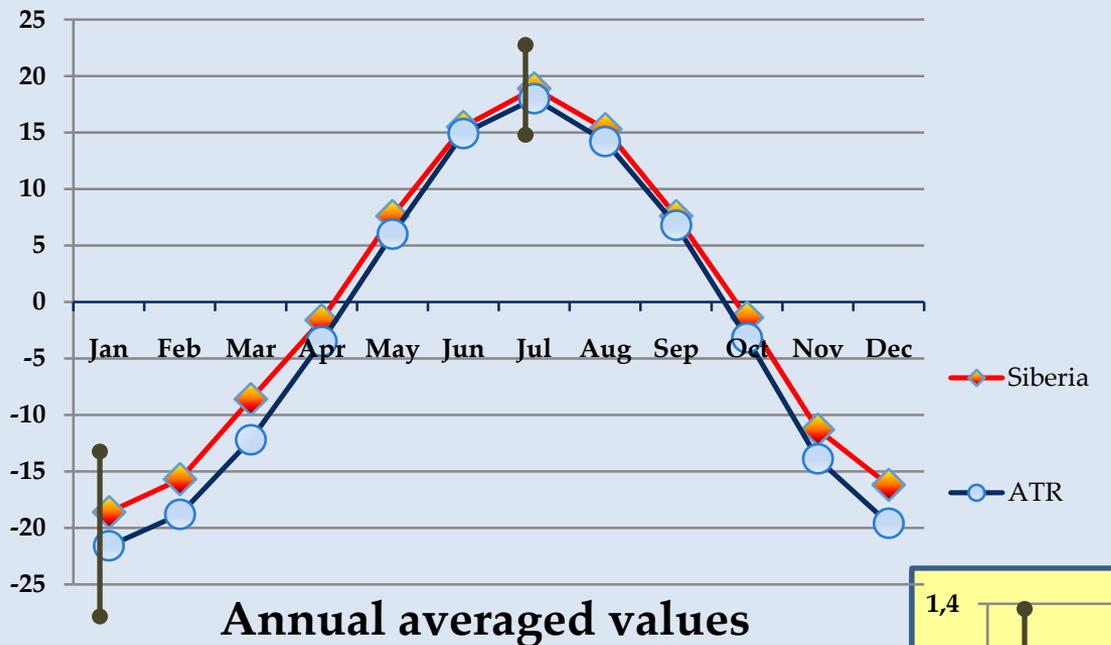
- **За период глобального потепления 1975-2005 гг рост температуры на Азиатской территории России составил 1,05 °С, среднегодовое давление уменьшилось, осадки снизились как в теплый, так и в холодный сезоны. Эти изменения связаны с изменениями в атмосферной циркуляции, характеризующимися усилением западного переноса в верхней тропосфере и уменьшением числа проходящих циклонов при наблюдаемом росте времени их пребывания на территории.**

# Air temperature

**JRA-25 1,25 x1,25**

[http://jra.kishou.go.jp/JRA-25/index\\_en.html](http://jra.kishou.go.jp/JRA-25/index_en.html)

**Period: 1979-2008**



**Siberia**

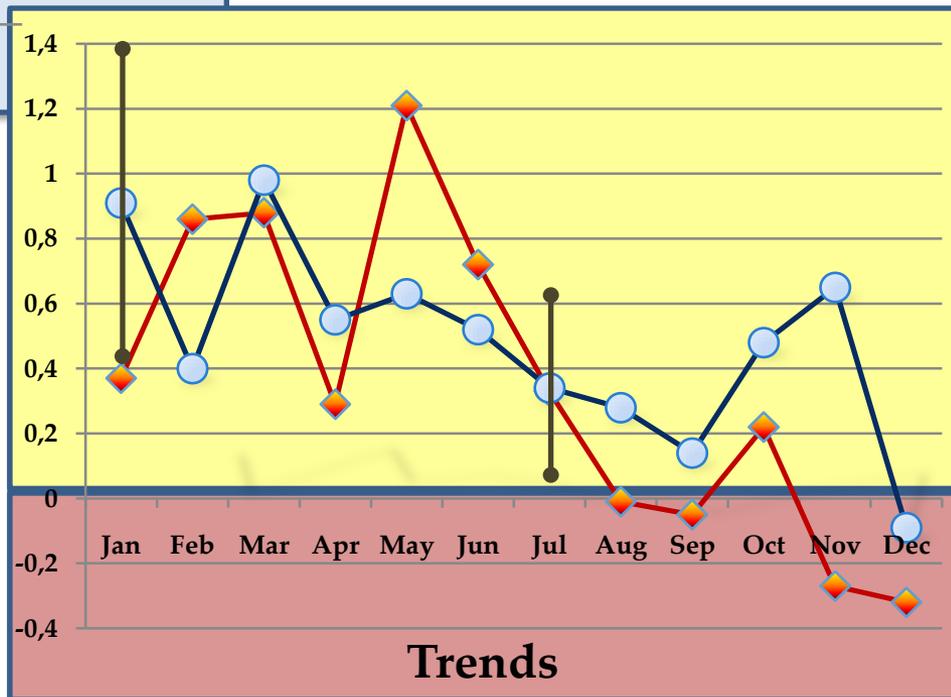
**ATR**

$$\bar{T} = -0,71$$

$$\bar{T} = -2,74$$

$$\overline{T_{tr}} = 0,35$$

$$\overline{T_{tr}} = 0,48$$

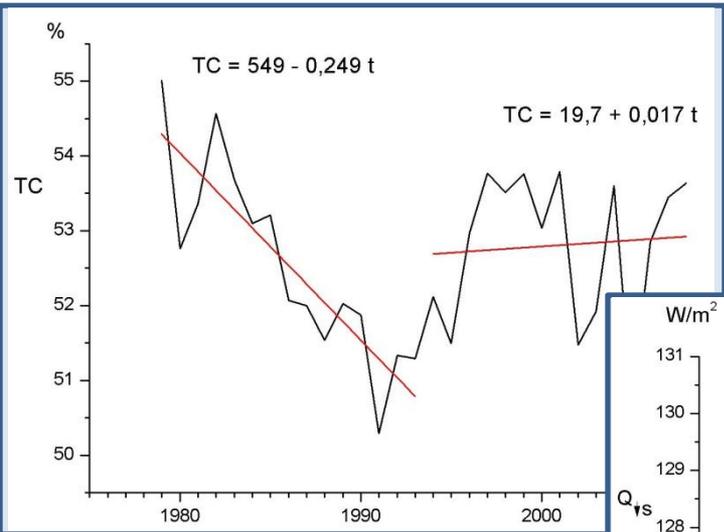


# Radiative balance elements at the surface:

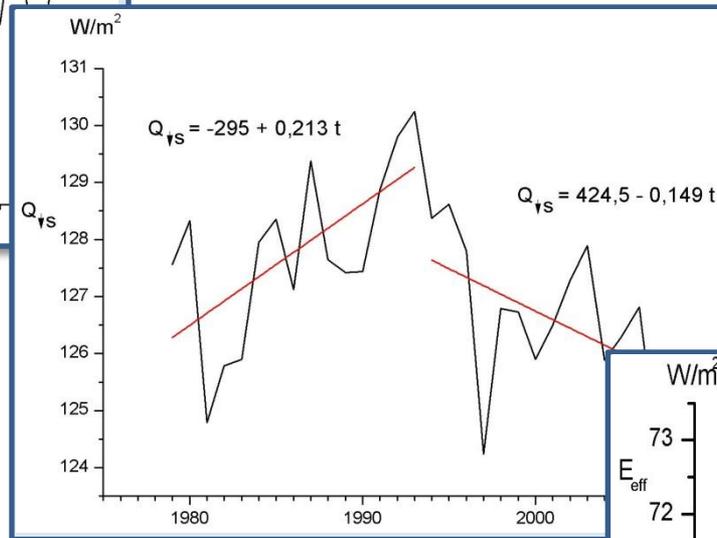
- Total cloud cover  $TC$
- Downward shortwave radiation  $Q_{\downarrow s}$
- Downward longwave radiation  $L_{\downarrow s}$
- Upward longwave radiation  $L_{\uparrow s}$
- Effective radiation  $E_{eff} = L_{\uparrow s} - L_{\downarrow s}$
- Latent heat  $LE$
- Sensible heat  $P$

# Temporal variability

Total cloudiness TC

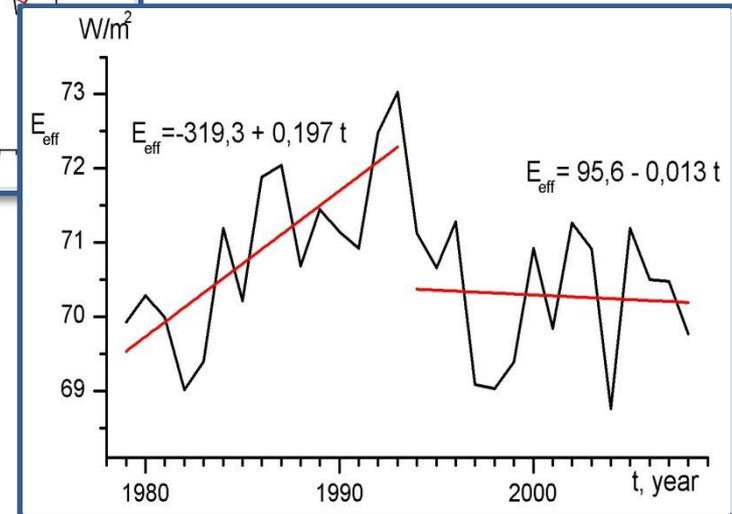


Downward shortwave radiation  $Q_{\downarrow S}$



Effective radiation

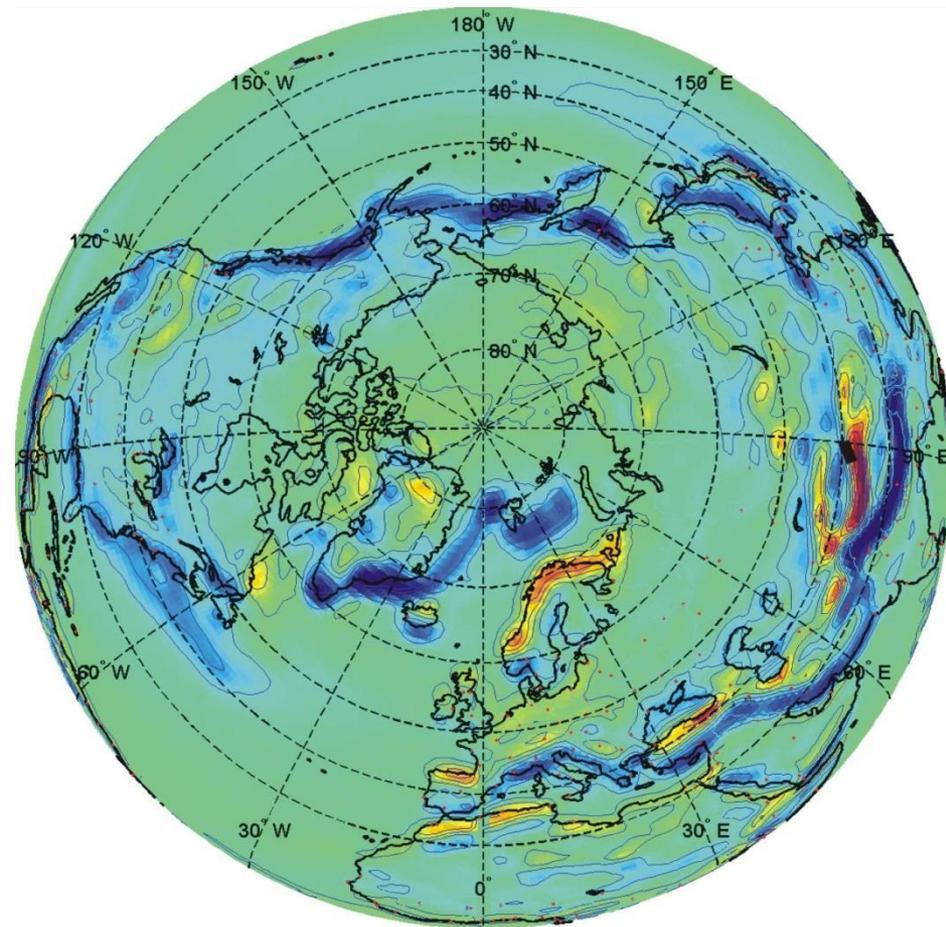
$$E_{eff} = L_{\uparrow S} - L_{\downarrow S}$$



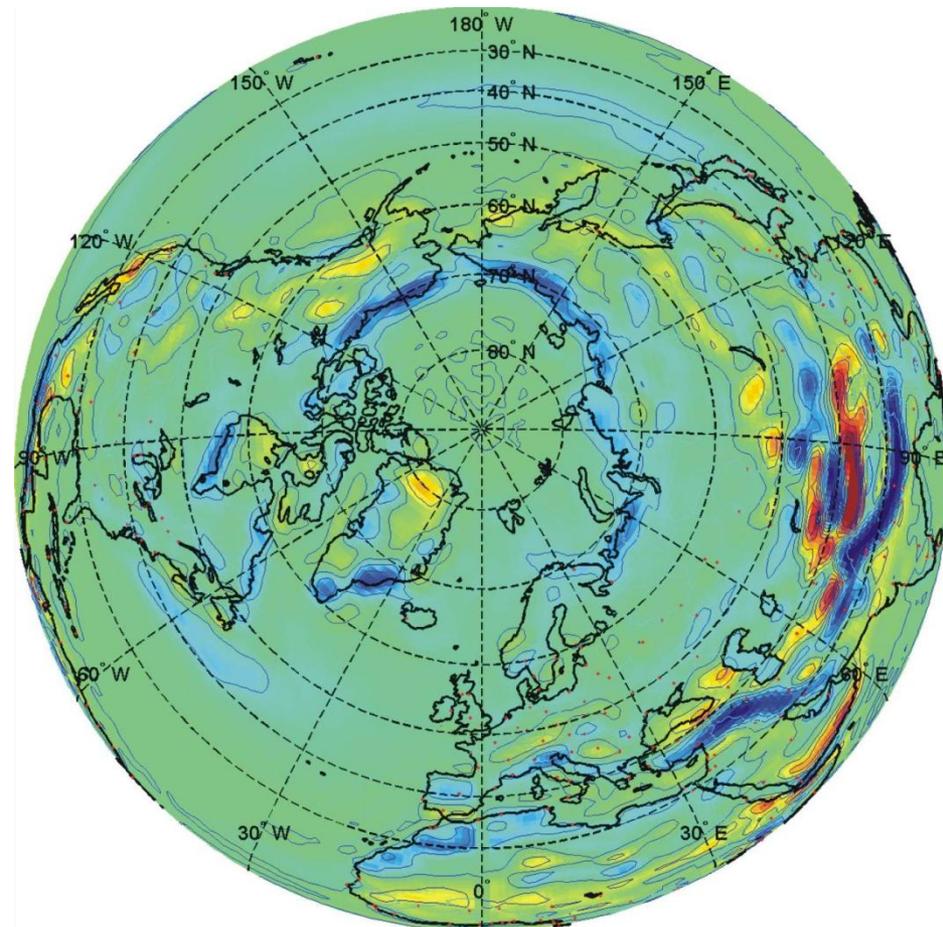
↓ Sensible heat

↑ Latent heat

The mean climatological locations of zones baroclinity between 1979-2008, obtained by calculating grad T at the grid 995gPa  $1.125^\circ \times 1.125^\circ$

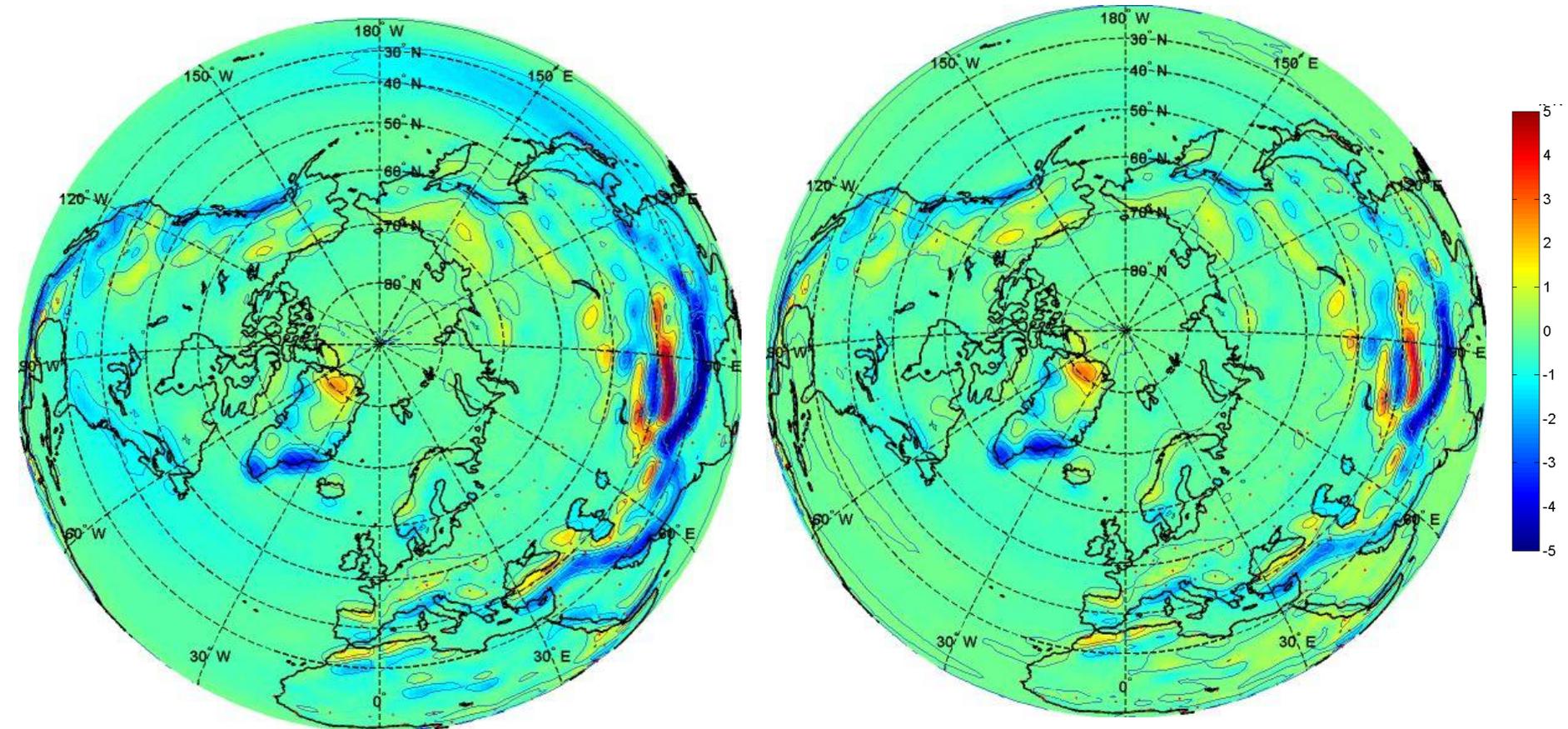


**January**



**July**

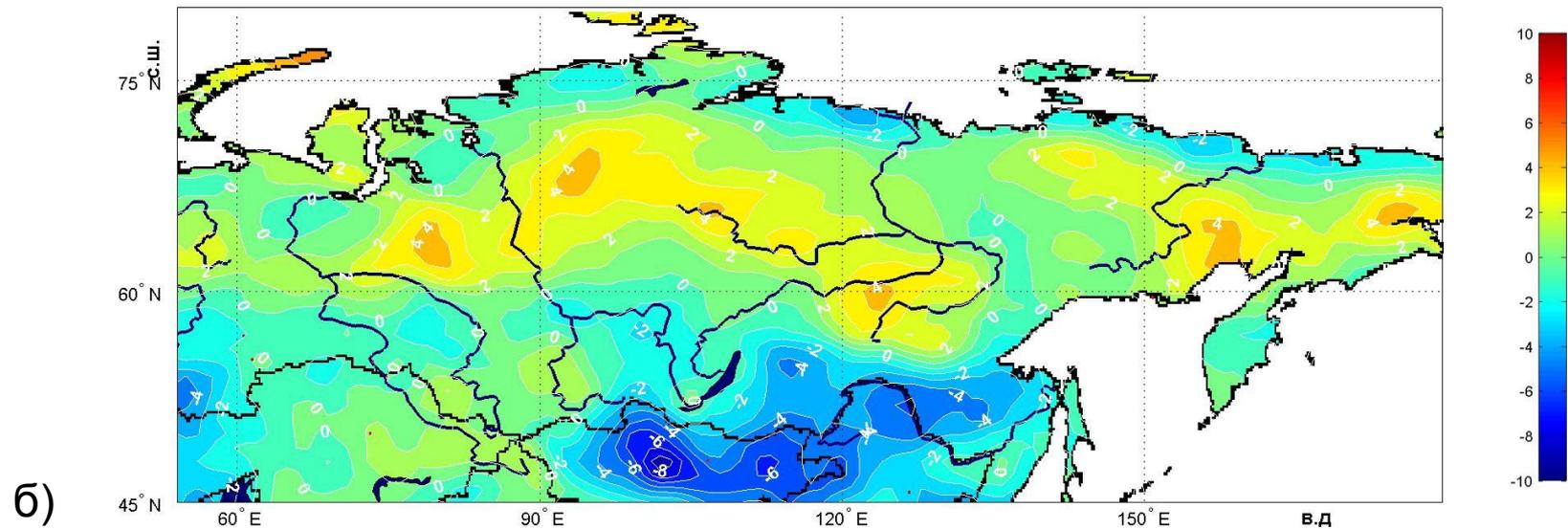
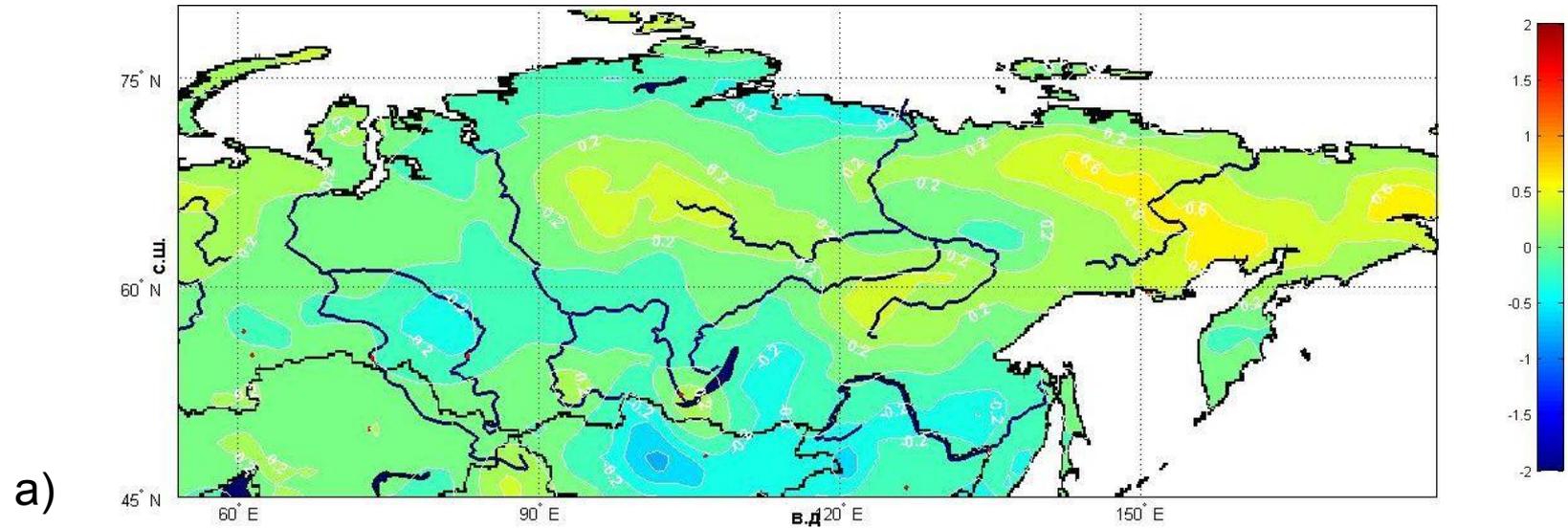
The mean climatological position of the Arctic and polar fronts between 1979-2008, obtained by calculating grad T at the grid 497gPa  $1.125^\circ \times 1.125^\circ$



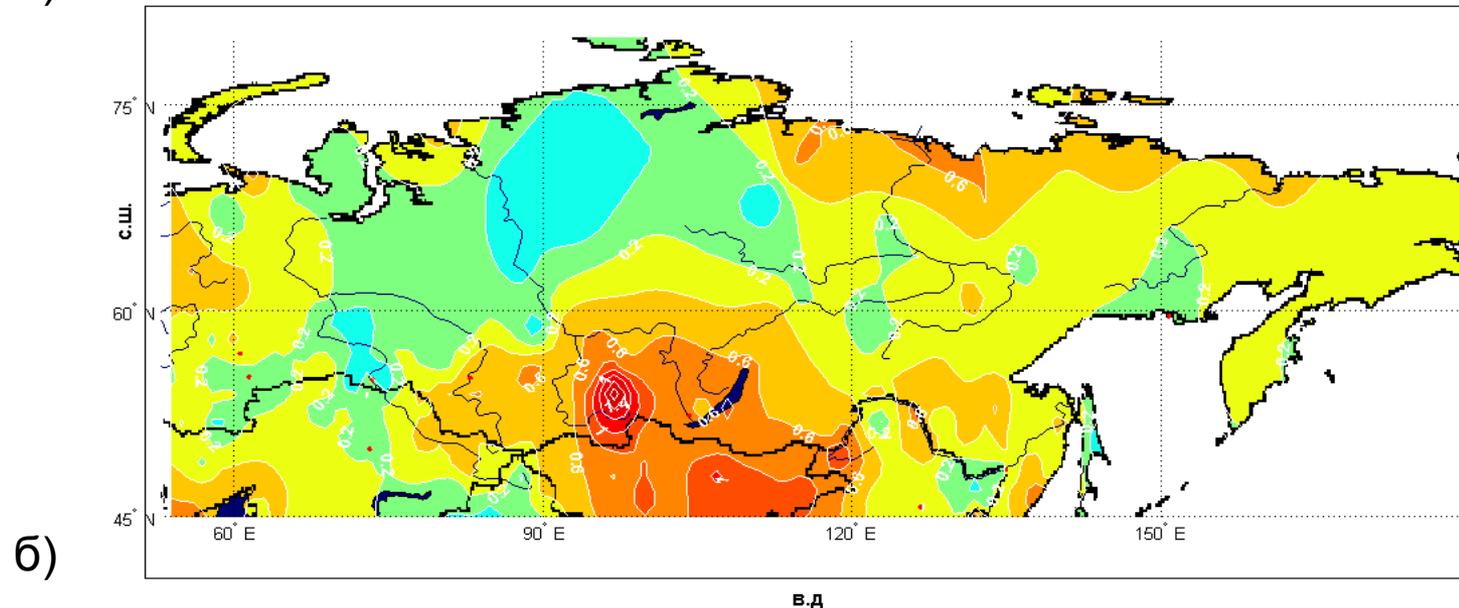
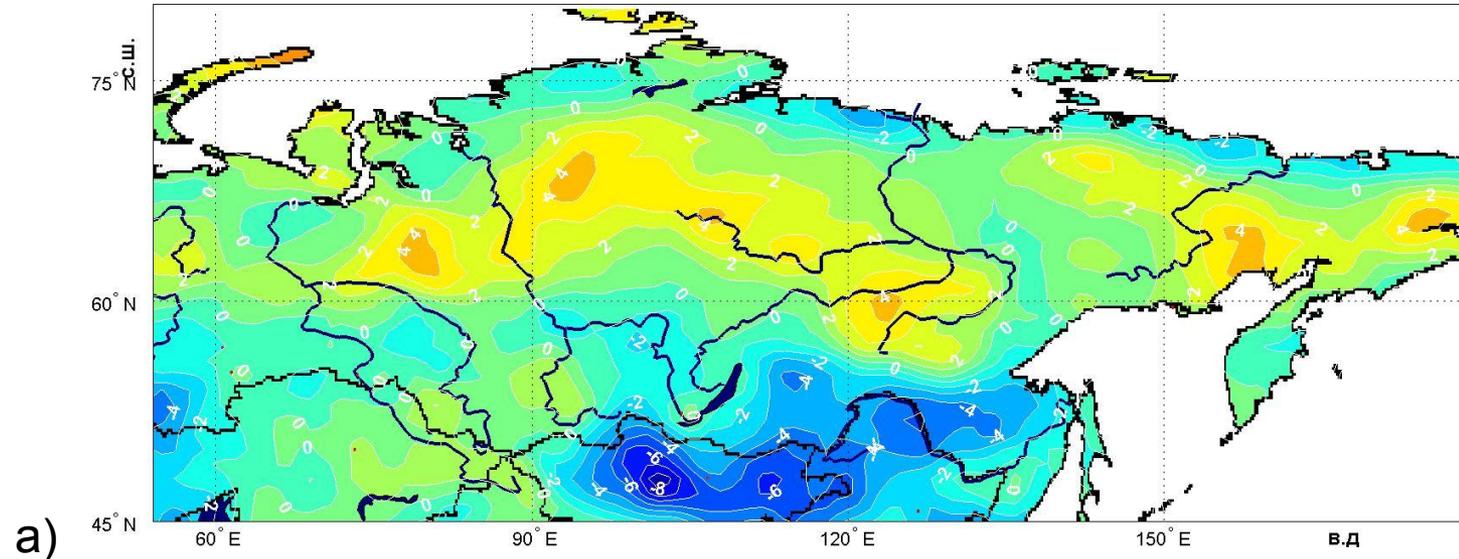
**January**

**July**

# Пространственное распределение трендов приходящей длинноволновой радиации на поверхность Земли (а) и общего количества облаков (б) для августа



# Пространственное распределение трендов общего количества облаков (а) и температуры воздуха (б) для августа



Ипполитов И.И. и др. Структура и динамика метеорологических полей на Азиатской территории России в период интенсивного глобального потепления 1975-2005 гг.// Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 4 (№1): 2008,с.323-344.