

**Практический пример разработки прогноза  
синоптико-статистическим методом  
гомологов циркуляции  
на предстоящий зимний сезон**

Цепелев В.Ю.

Департамент Росгидромета по С

Мироничева Н.П.

ФГБУ «Северо-Западный УГМС»

снову метода положены физические закономерности преобразований макроциркуляционных процессов Северного полушария.

Основная идея метода - аналогичные макросиноптические процессы Северного полушария, приводящие в определенном районе к формированию крупных аномалий погоды одного знака, имеют схожую предисторию.

Группа аналогичных цепочек преобразования макросиноптических процессов от месяца к месяцу и приводящая в конечном итоге к формированию крупномасштабных аномалий погоды одного знака, получила название «группового гомолога циркуляции» (ТМП).

Метод «группового гомолога циркуляции» предполагает анализ крупномасштабных полей аномалий приземного давления и температуры Северного полушария в пяти месяцах, предшествующих прогностическому.

В результате объективного и экспертного анализа отбирается ТМП, имеющий максимальную степень сходства с фактическим макроциркуляционным процессом.

В качестве прогностических полей аномалий приземного давления, температуры и осадков берутся соответствующие параметры, осредненные по набору лет, составляющих ТМП.

Прогноз выпускается для первого естественного синоптического района. Прогностические поля представляются на регулярной сетке с шагом в 2 градуса по широте и долготе.

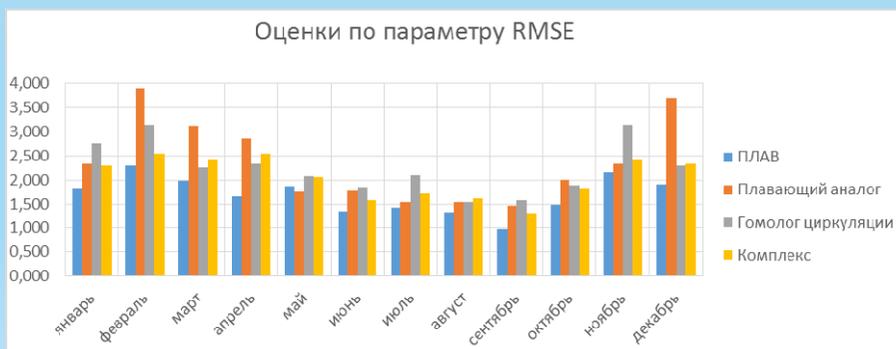
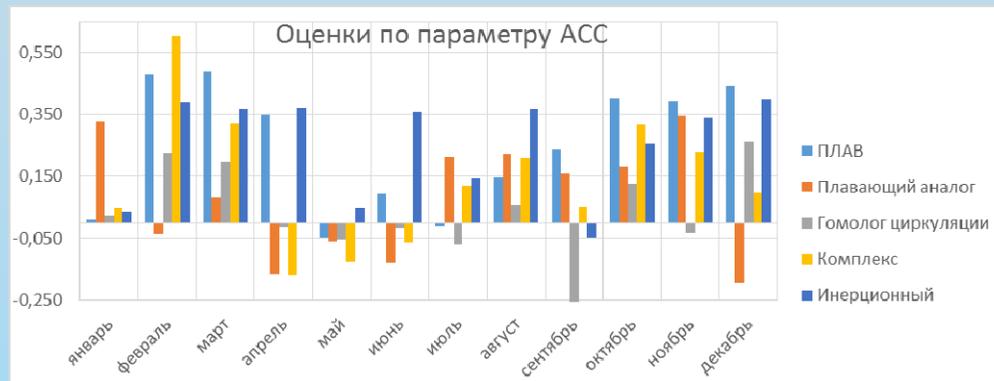
Прогноз выпускается три раза в месяц: 15 числа предварительный, 28-29 числа окончательный прогноз. 5 числа прогностического месяца производится уточнение прогноза.

## Статистические оценки качества прогнозов

Для долгосрочных прогнозов погоды по методу гомологов циркуляции проводится оценка успешности аномальной температуры, осадков, аномалий приземного давления.

В качестве меры оценки качества прогнозов используются коэффициент корреляции аномалий, отношение средних квадратических ошибок методического и климатического прогнозов, средняя квадратическая ошибка прогноза, превосходства методического прогноза по отношению к климатическому прогнозу. Кроме того, используются оценки качества прогнозов по параметру -  $\rho$ .

Для июня, для которого производится оценка качества прогноза, ограничен координатами от  $45^\circ$  до  $70^\circ$  северной широты, и от  $10^\circ$  западной долготы до  $50^\circ$  восточной долготы.



качества прогнозов RO(a), ACC(b), RMSE(c) для методов ПЛАВ, ПЛАВАЮЩИЙ АНАЛОГ, ГОМОЛОГ ЦИРКУЛЯЦИИ, КОМПЛЕКСНЫЙ, ИНЕРЦИОННЫЙ

# Внешний вид программного комплекса «Синоптик-Долгосрочник»

**LONG RANGE WEATHER FORECAST (ver. 7.0)**

ПРОГНОЗ ПО ГОМОЛОГАМ    ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ГОМОЛОГОВ    ПРОГНОЗ ПО АНАЛОГУ    КОРРЕКЦИЯ БД    СТАТИСТИКА    АНСАМБЛЕВЫЙ ПРОГНОЗ    КОМПЛЕКСНЫЙ ПРОГНОЗ

ТЕКУЩАЯ ГРУППА    ГРУППА СРАВНЕНИЯ    ОТ ШИРОТЫ    ДО ШИРОТЫ

2014    ТЕКУЩИЙ ГОД

2014    СРАВНИВАЕМЫЙ ГОД

ТЕКУЩИЙ МЕСЯЦ    ОТ ДНЯ    СРАВНИВАЕМЫЙ МЕСЯЦ    ДО ДНЯ

ИЮНЬ    1    ИЮНЬ    1

ТЕКУЩАЯ БД    СРАВНИВАЕМАЯ БД

SLP

ТИП ДАННЫХ    ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

АНОМАЛИИ    ИЗОЛИНИИ

ОСРЕДНЕНИЕ    ШАГ ИЗОЛИНИЙ

МЕСЯЧНОЕ    СРЕДНЯЯ

НОРМА    1

1900-2010

ДАТЫ НАЧАЛА ОЦП    ДЛИНА ЕСП

1 6 11 16 21 26

ТИП ПОИСКА ГОМОЛОГА

СТАНДАРТНЫЙ     ОДИН ПАРАМЕТР

0

СДВИГ ПО ДНЯМ ДЛЯ ПОИСКА РЕПЕРА

СОХРАНИТЬ В ФАЙЛ    ПЕЧАТЬ    ЗАКРЫТЬ ВСЕ ОКНА    ВЫХОД

АНСАМБЛЕВЫЙ ПРОГНОЗ

МОДЕЛИ    ОСРЕДНЕНИЕ

NCEP CFSv2    МЕСЯЧНОЕ

ТИП ДАННЫХ

АНОМАЛИИ

ДАТА ВЫПУСКА ПРОГНОЗА

ГОД    МЕСЯЦ    ДЕНЬ

2014    6    22

ВЕСА ДЛЯ МОДЕЛЕЙ

1 1 1

ВЕСА ДЛЯ ЧЛЕНОВ АНСАМБЛЯ

	0	1	2	3	4
0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1

ТЕКУЩАЯ ГРУППА    ГРУППА СРАВНЕНИЯ

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

ВЕС ДЛЯ ХВОСТА

1 1 1 1 1 1

СДВИГ ПО ДНЯМ В ГРУППЕ

0

ОТ ШИРОТЫ    ДО ШИРОТЫ

-90 -85 -80 -75 -70 -65 -60 -55 -50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0

90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 35 30 25 20 15 10 5 0

ОТ ДОЛГОТЫ    ДО ДОЛГОТЫ

-180    180

ПРОЕКЦИЯ    ЦЕНТР КАРТЫ

СЕВ. ПОЛУШАРИЕ    0

ТОПОГРАФИЯ

КОНТУРЫ

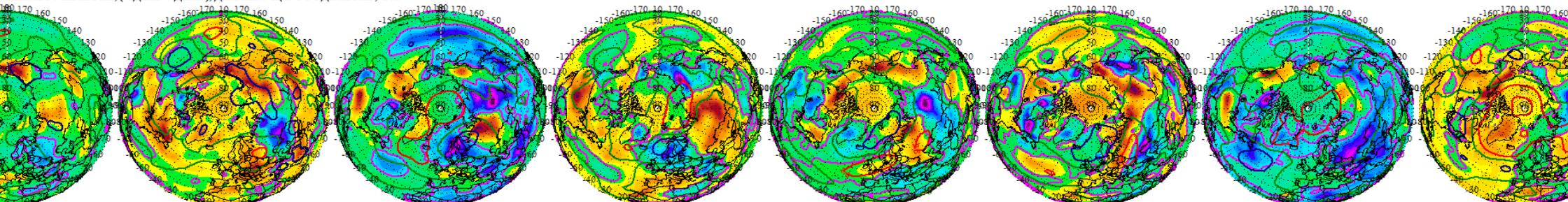
ее аналогичными к выбранному макропроцессу по текущему месяцу (если есть данные) и пяти предшествующим месяцам.

Индекс сходства между выбранным годом и всеми ТМП календарного месяца рассчитывается по формуле  $SI = \frac{OT}{500/1000}$ .

Рассчитывается сходство между текущим и каждым (выбранным) месяцем цепочки по трем параметрам. Из полученных мер близости получают средний коэффициент сходства выбранного года с каждым из ТМП.

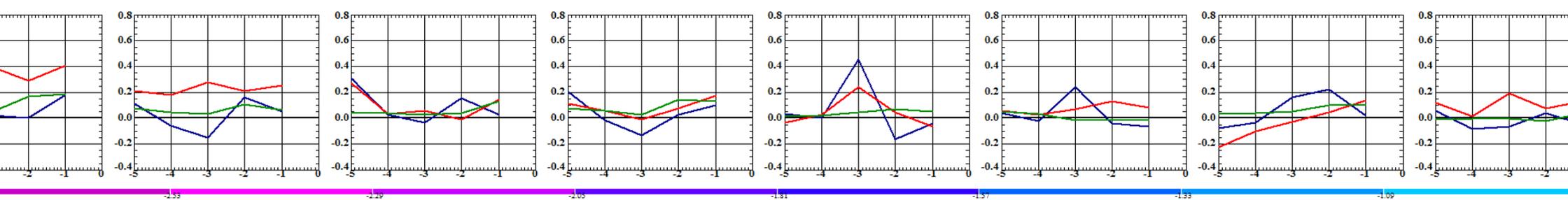
Формируется список наиболее близких ТМП, ранжированных по степени близости к текущему макропроцессу.

НАИБОЛЕЕ БЛИЗКИХ ГРУПП ИЮНЬ, (СДВИГ 0 ДНЕЙ), ДЛЯ ТЕКУЩЕГО ГОДА ИЮНЬ, 2014



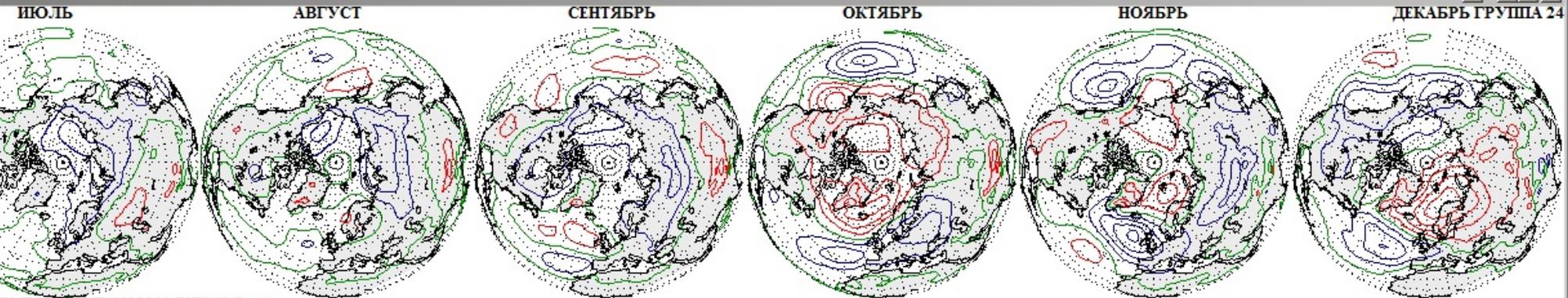
ГРУППА 25, SI=0.150202      ГРУППА 6, SI=0.104780      ГРУППА 24, SI=0.068824      ГРУППА 13, SI=0.046603      ГРУППА 2, SI=0.037326      ГРУППА 3, SI=0.029902      ГРУППА 19, SI=0.021111

(SLP-СИНИЙ; 500/1000-КРАСНЫЙ; SST-ЗЕЛЕНЬ)



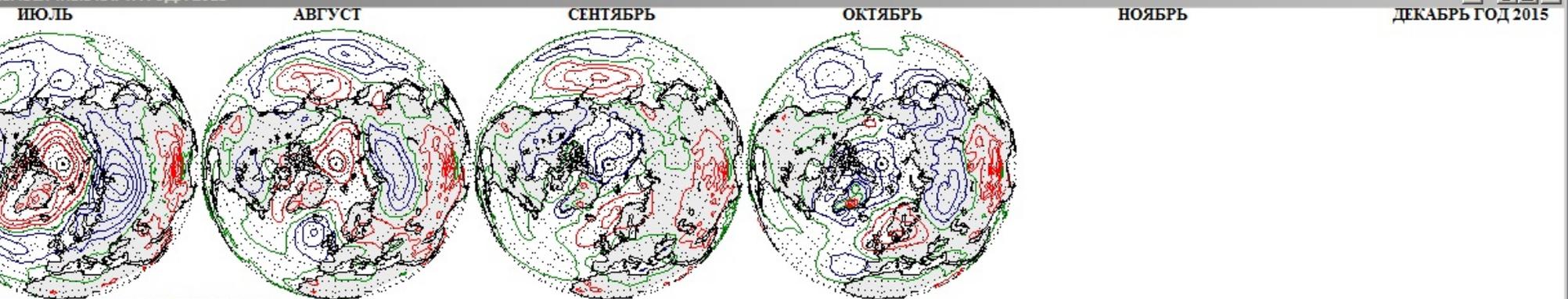
-1.53      -1.29      -1.05      -1.81      -1.57      -1.33      -1.09

ДЕСЯТИЛЕТНИЕ КАРТА ГРУППЫ 24



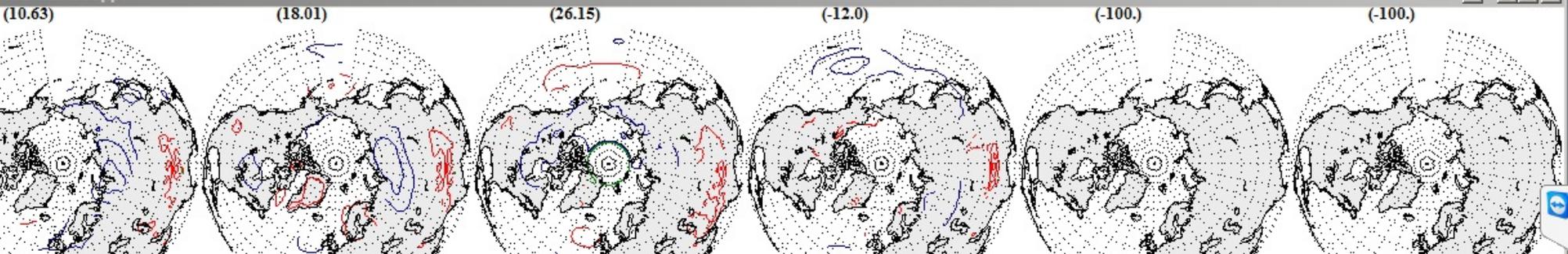
ДЕСЯТИЛЕТНИЕ АНОМАЛИИ SLP ( )

ДЕСЯТИЛЕТНИЕ КАРТА ГОДА 2015



ДЕСЯТИЛЕТНИЕ АНОМАЛИИ SLP ( )

ГРУППЫ И ГОДА



Анализируются визуально годы, составляющие каждый ТМП и отбраковываются худшие из них.

ТМП	Состав лет					
25	2011	2004	2003	1995	1991	
23	2011	2004				
24	2012	2002				
10	1987	1985	1977			
6	1991	1988	1942			
2	1965	1957	1951			

КАРТА ВЫБРАННОГО ГОДА 2015

ИЮЛЬ

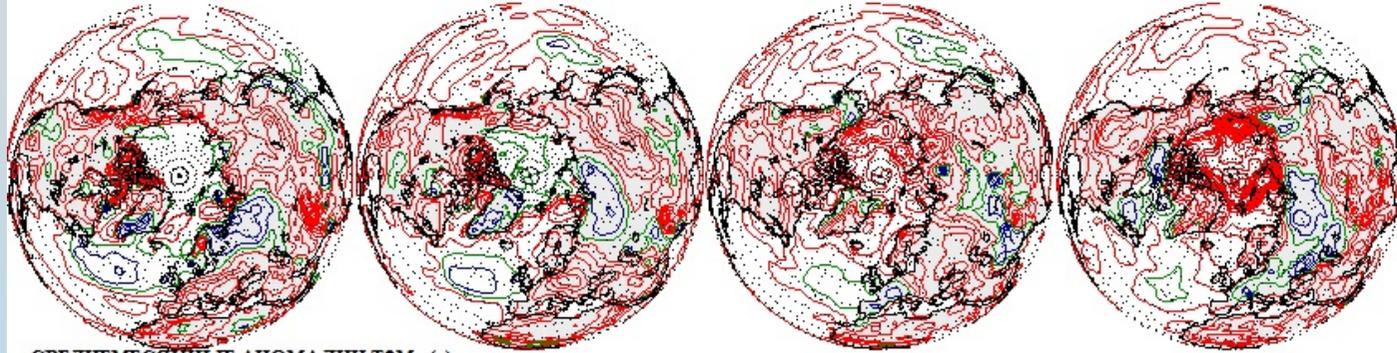
АВГУСТ

СЕНТЯБРЬ

ОКТАБРЬ

НОЯБРЬ

ДЕКАБРЬ 2015



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ T2M ( )

КАРТА ВЫБРАННОГО ГОДА 2011

ИЮЛЬ

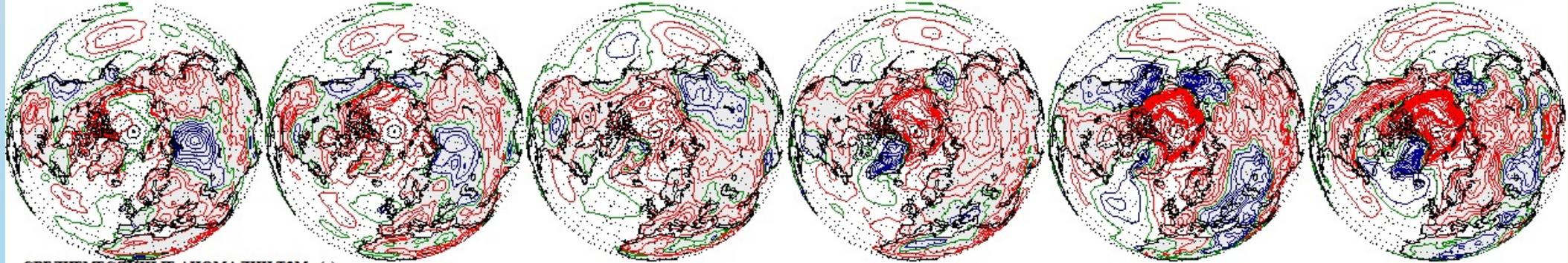
АВГУСТ

СЕНТЯБРЬ

ОКТАБРЬ

НОЯБРЬ

ДЕКАБРЬ 2011



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ T2M ( )

КАРТА ВЫБРАННОГО ГОДА

32.94

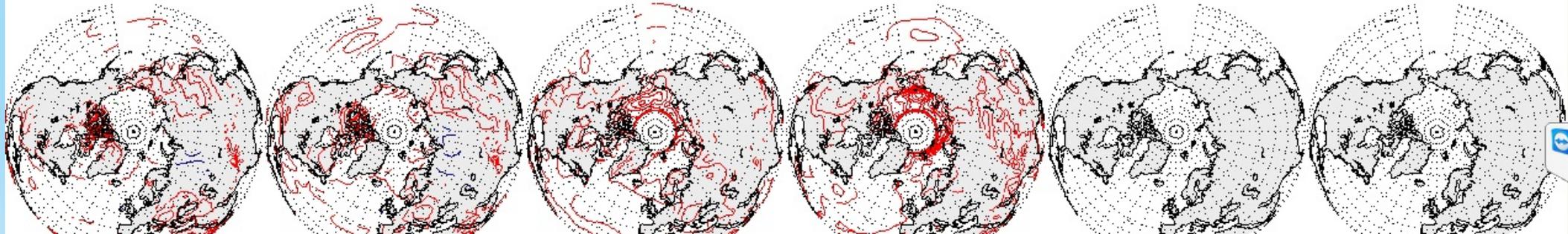
46.50

45.96

44.71

-100.

-100.



КАРТА ВЫБРАННОГО ГОДА 2015

↔ - □ ×

ИЮЛЬ

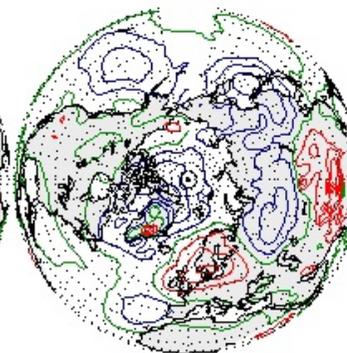
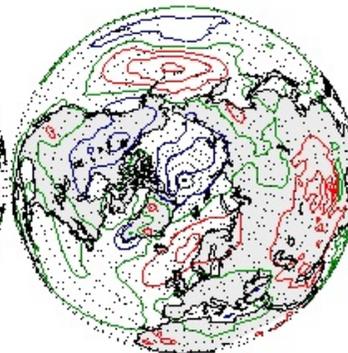
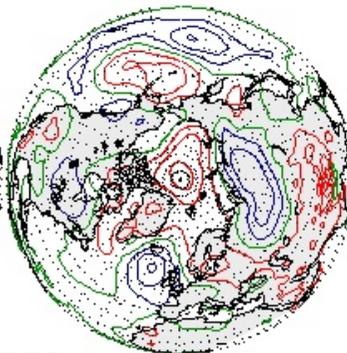
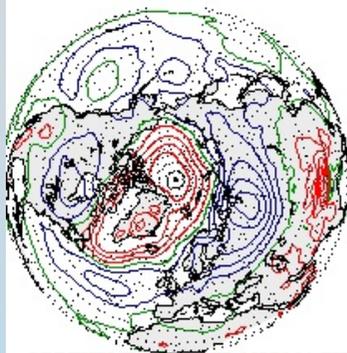
АВГУСТ

СЕНТЯБРЬ

ОКТЯБРЬ

НОЯБРЬ

ДЕКАБРЬ 2015



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ SLP ( )

КАРТА ВЫБРАННОГО ГОДА 1965

↔ - □ ×

ИЮЛЬ

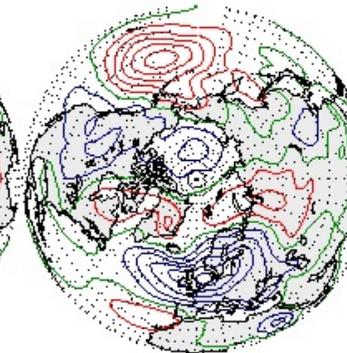
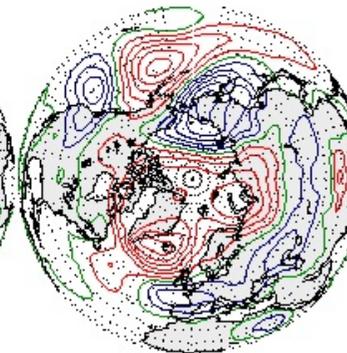
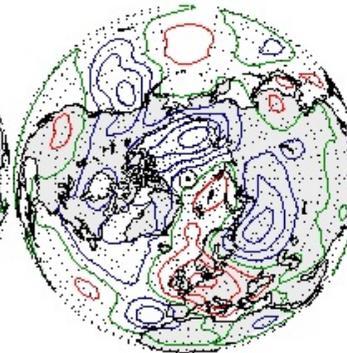
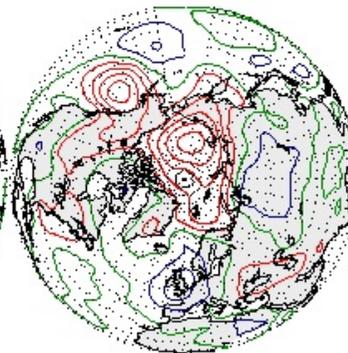
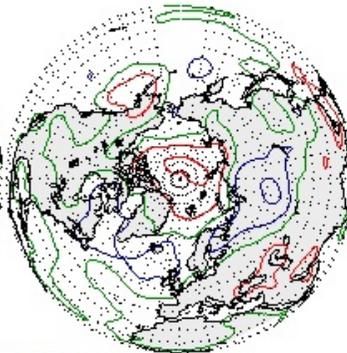
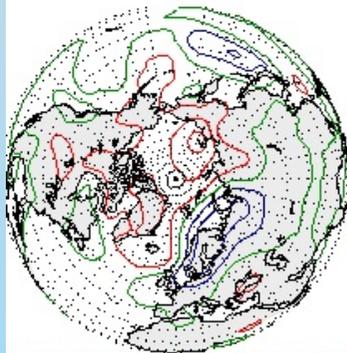
АВГУСТ

СЕНТЯБРЬ

ОКТЯБРЬ

НОЯБРЬ

ДЕКАБРЬ 1965



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ SLP ( )

КАРТА ВЫБРАННОГО ГОДА

↔ - □ ×

10.55

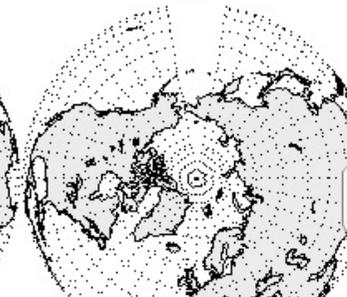
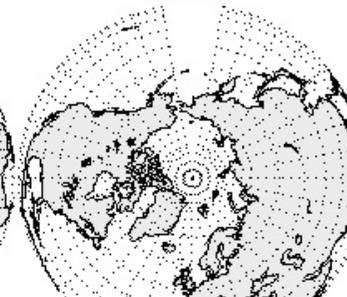
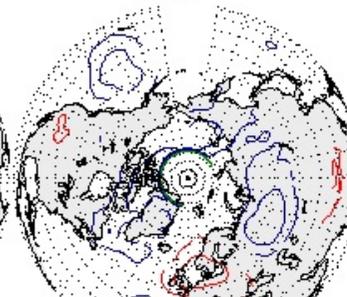
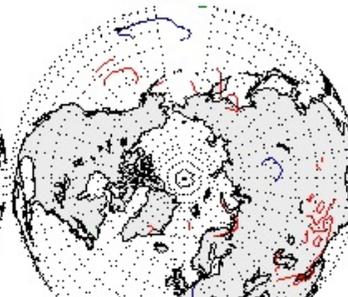
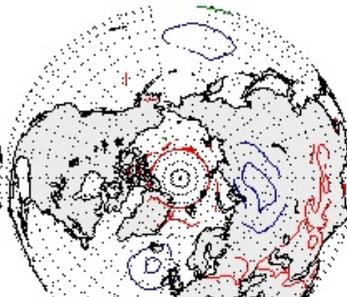
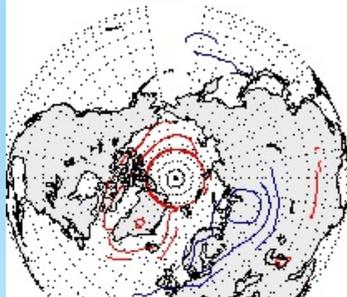
21.57

1.776

28.35

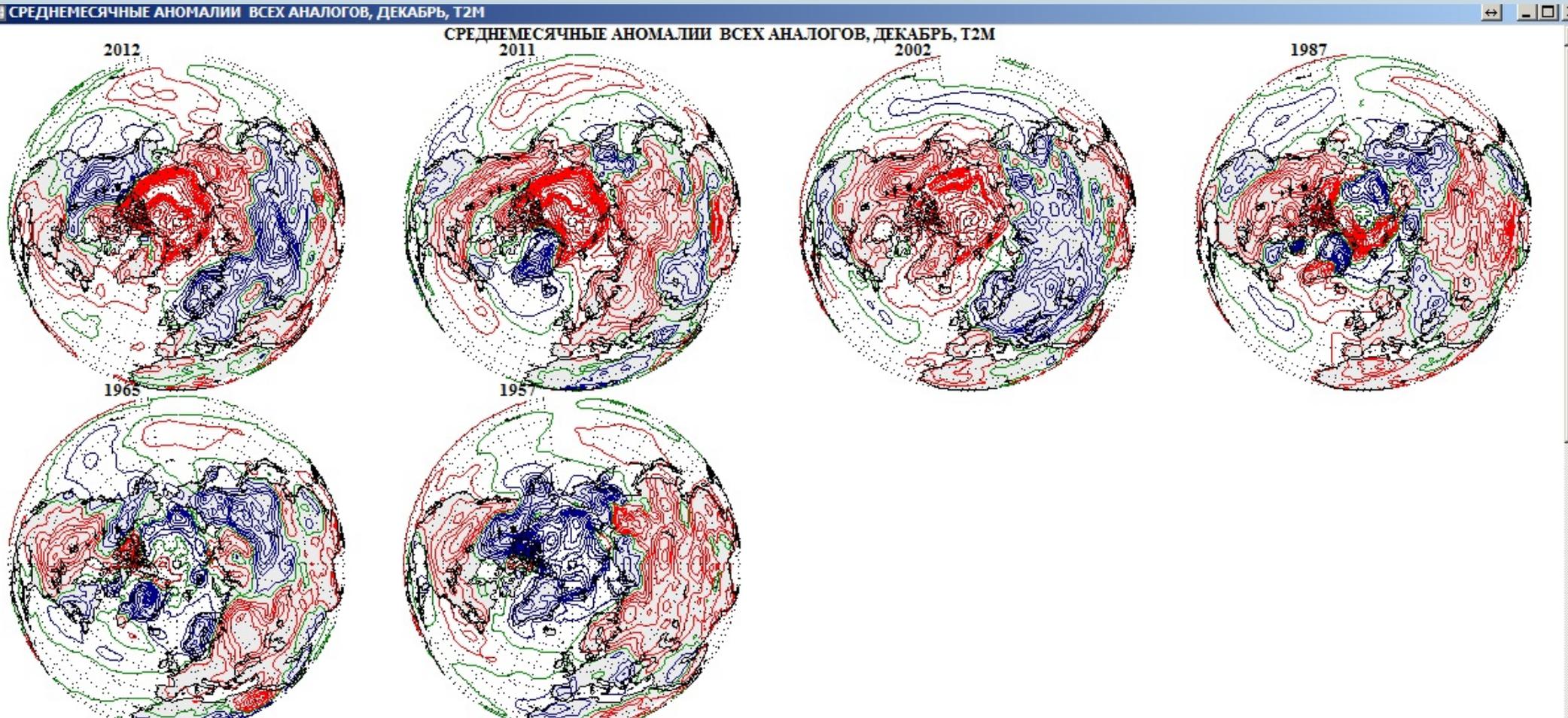
-100.

-100.

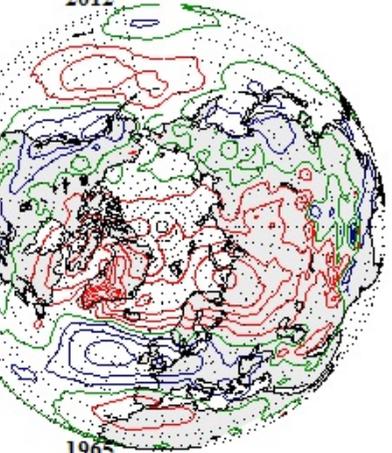


Выбранные годы анализируются, классифицируются. Из оставшихся лет формируются новые ТМП.

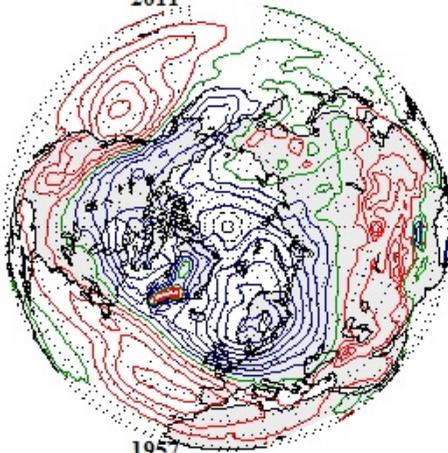
Проводится поиск аналогов по всей базе данных и дополнительно найденные годы дополняют обновленные ТМП.



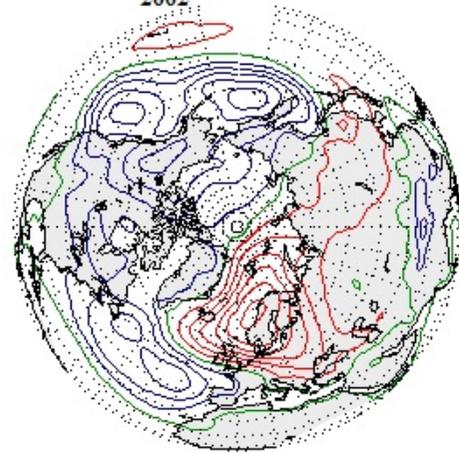
2012



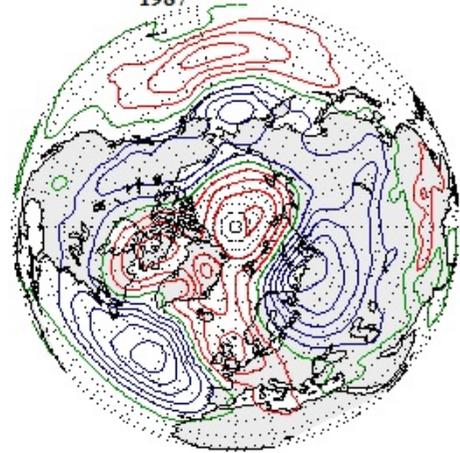
2011



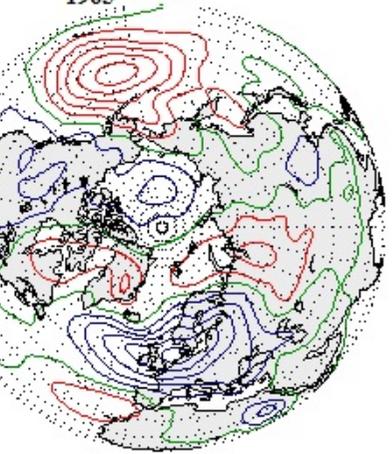
2002



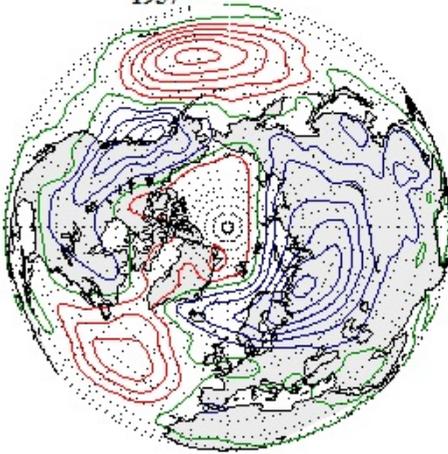
1987



1965



1957



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ КАРТА ГРУППЫ 25

ИЮЛЬ

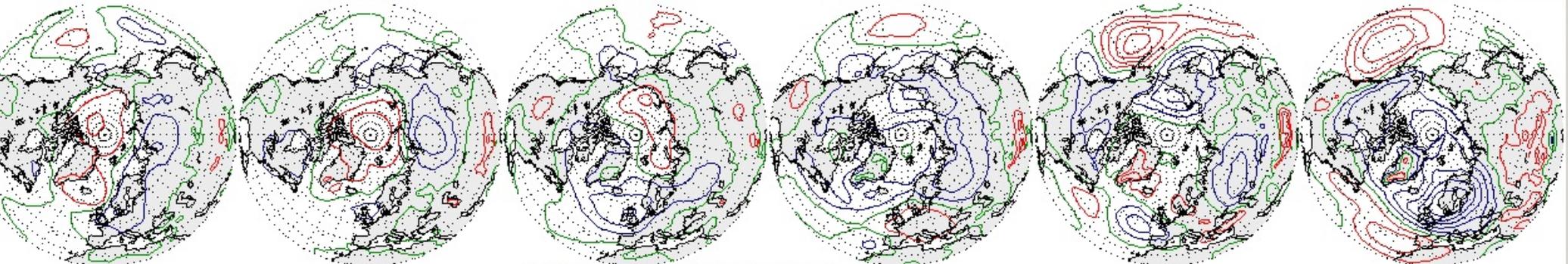
АВГУСТ

СЕНТЯБРЬ

ОКТАБРЬ

НОЯБРЬ

ДЕКАБРЬ ГРУППА 25



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ SLP ( )

СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ КАРТА ГРУППЫ 24

ИЮЛЬ

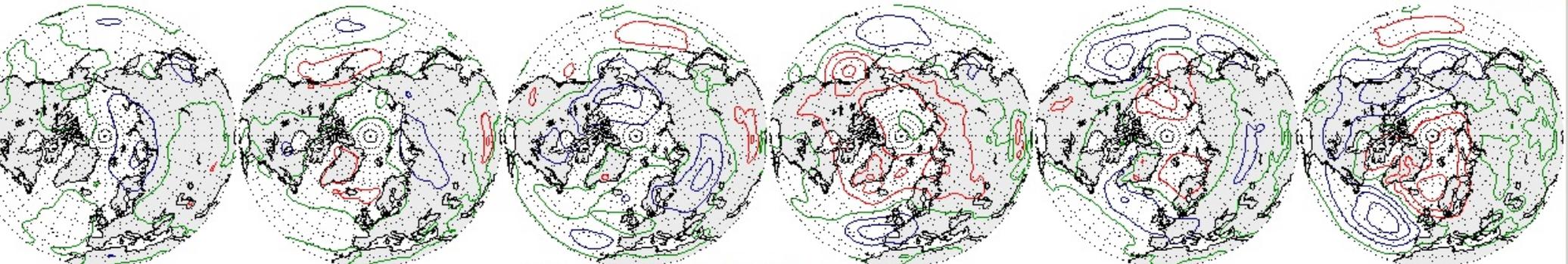
АВГУСТ

СЕНТЯБРЬ

ОКТАБРЬ

НОЯБРЬ

ДЕКАБРЬ ГРУППА 24



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ SLP ( )

СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ КАРТА СРАВНЕНИЯ ГРУПП

22.12

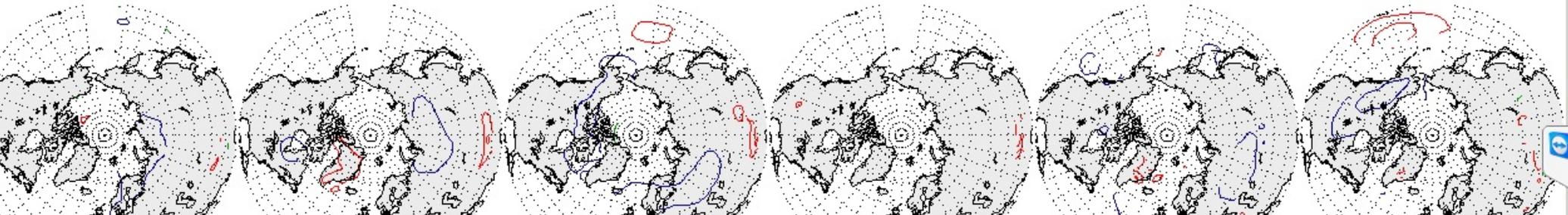
20.10

22.20

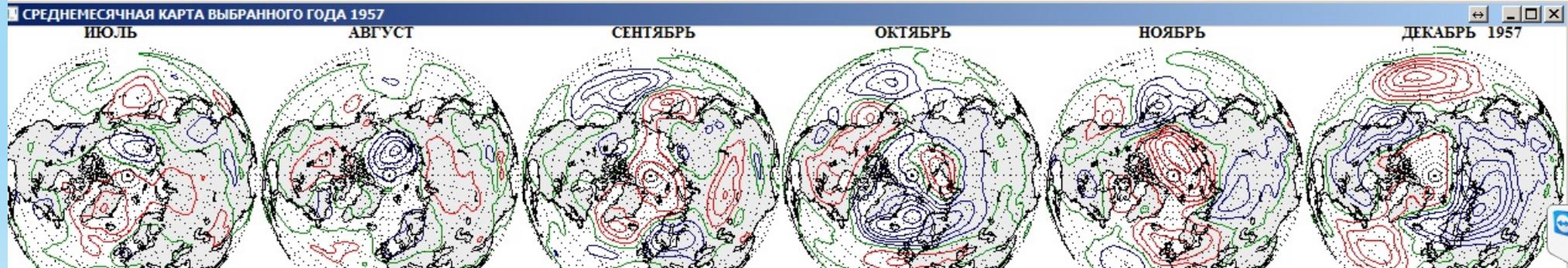
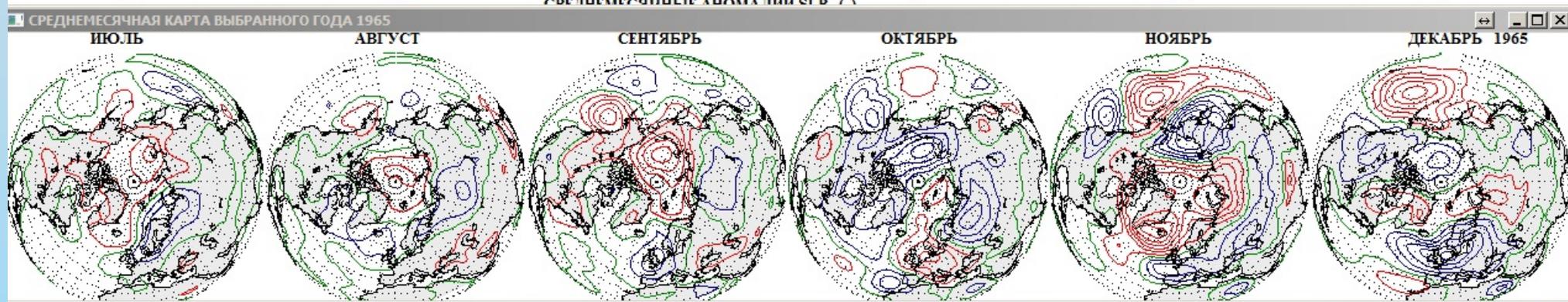
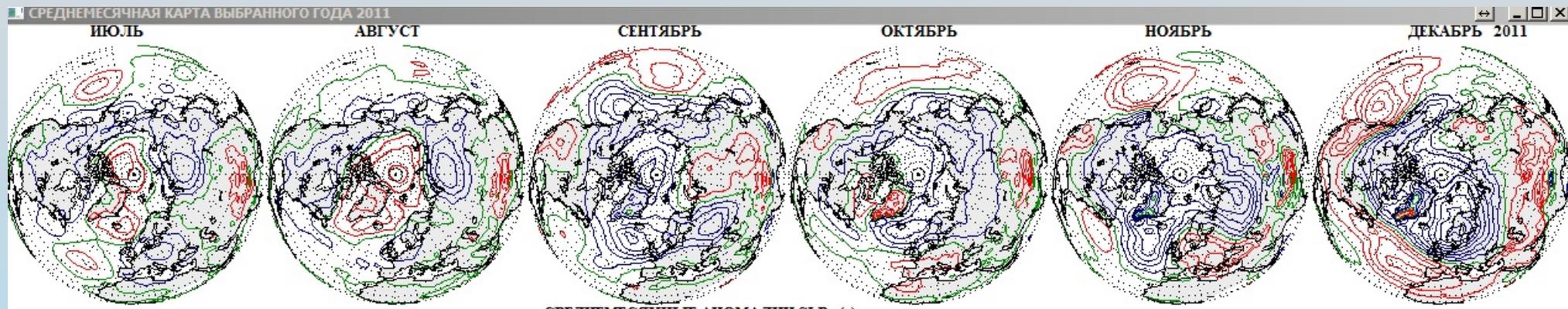
-50.8

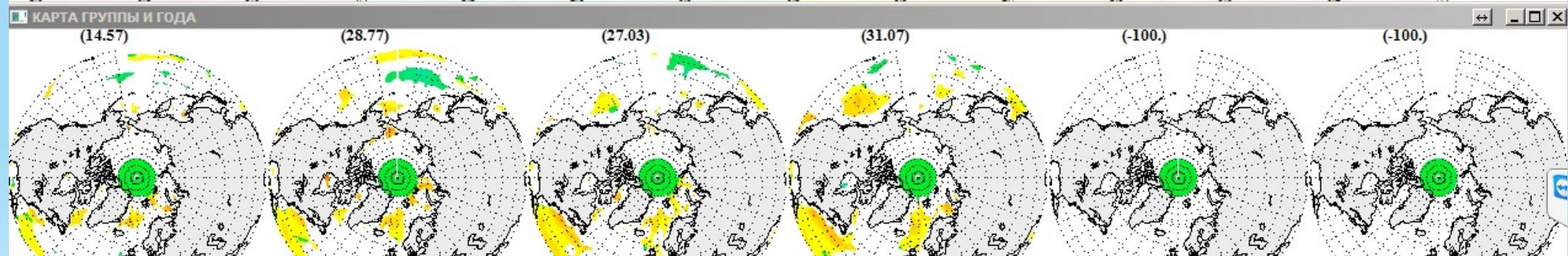
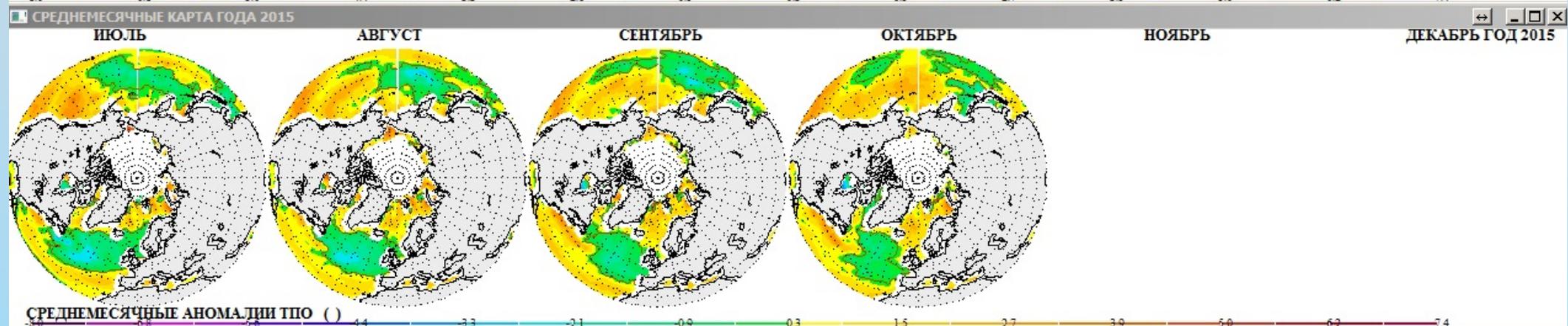
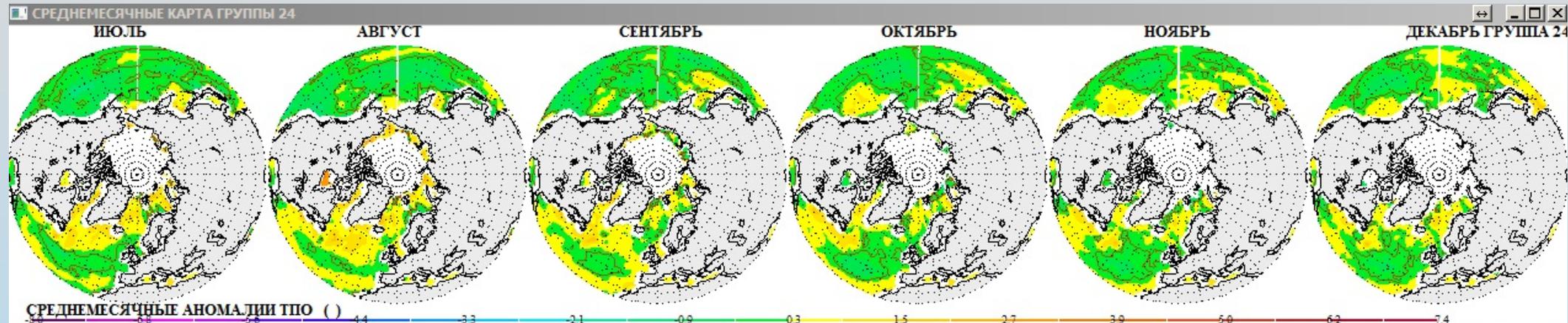
-2.24

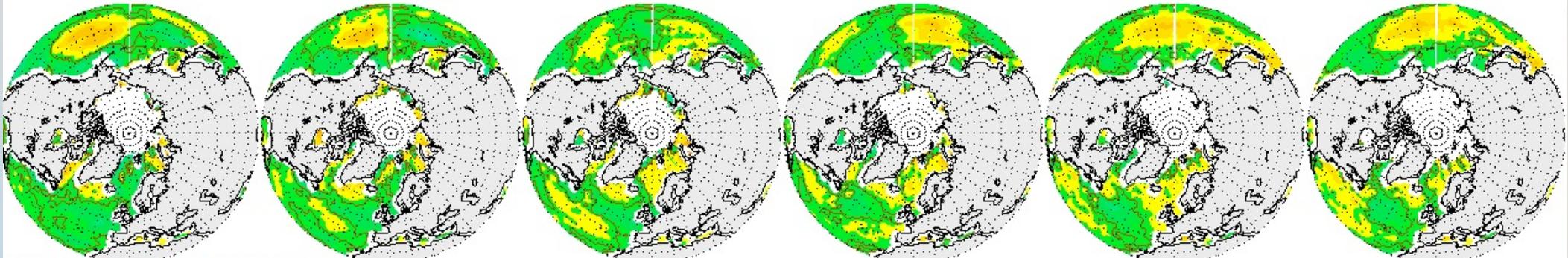
-10.3



я из анализа результатов ТМГ снова модифицируются.

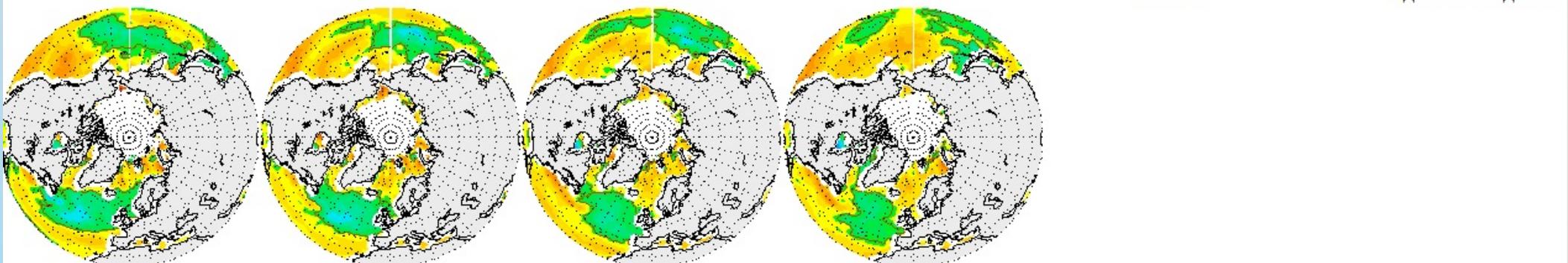






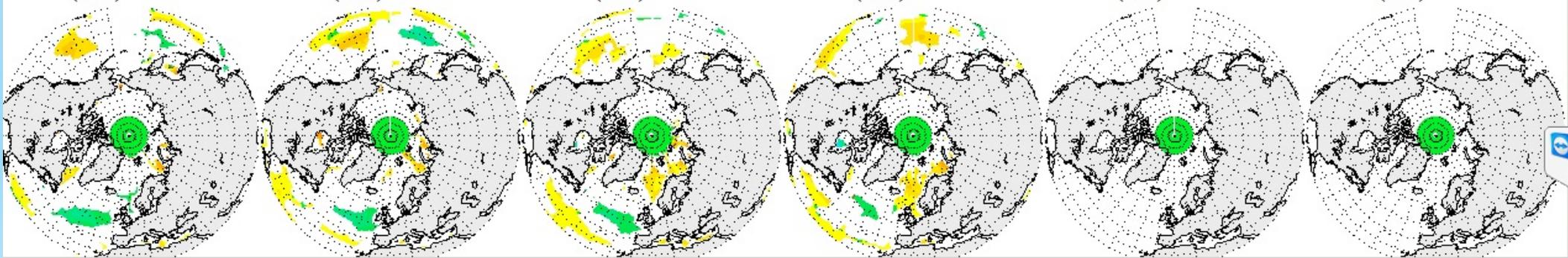
СРЕДНЕСЕЗОННЫЕ КАРТА ГОДА 2015

ИЮЛЬ АВГУСТ СЕНТЯБРЬ ОКТЯБРЬ НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ ГОД 2015



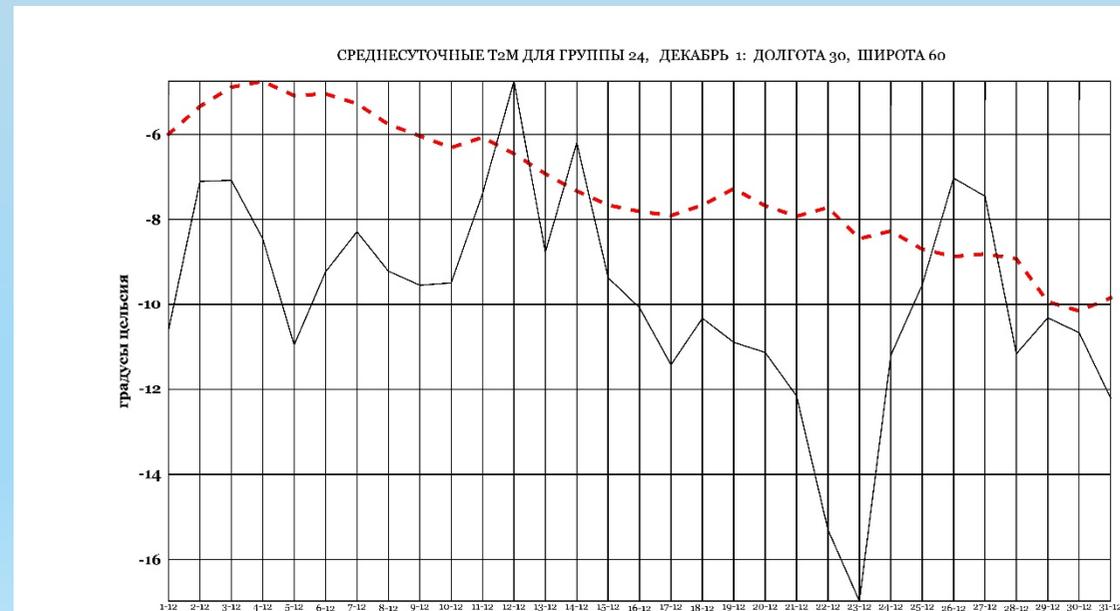
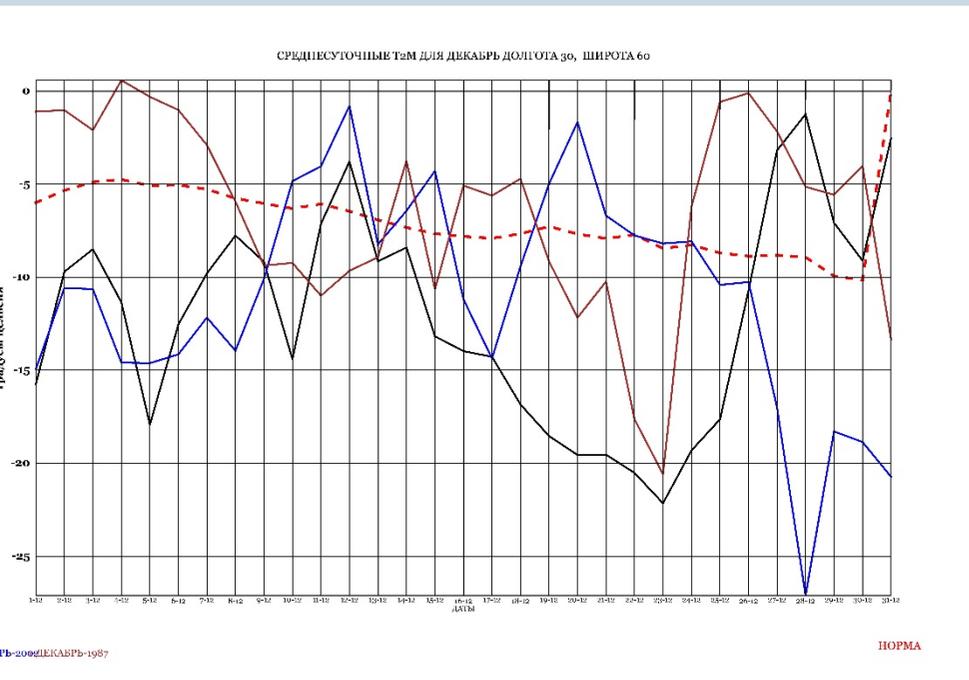
КАРТА ГРУППЫ И ГОДА

(15.39) (23.18) (23.42) (25.91) (-100) (-100)

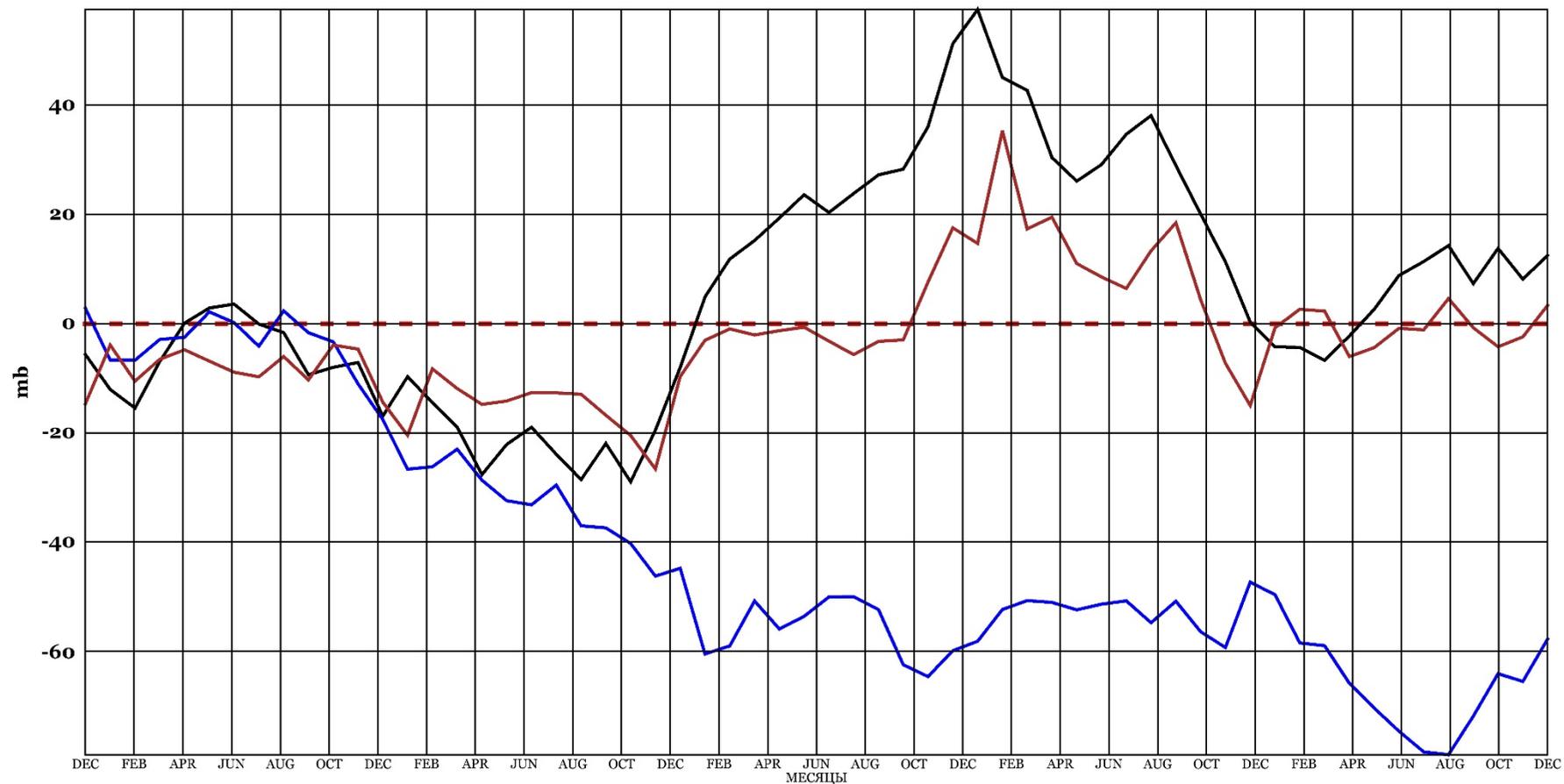


текущим макропроцессом. Для этого:

ведут сравнение лучших ТМП по внутримесячному ходу температуры.



СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ SLP, ИНТЕГРАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ МЕСЯЦЕВ ГРУППЫ 24 ЗА ДЕКАБРЬ: ДОЛГОТА ОТ -18 ДО -13, ШИРОТА ОТ 64 ДО 64

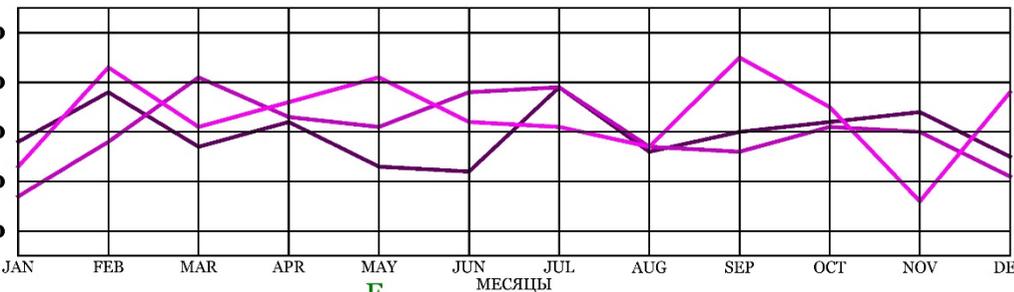


ГОДЫ

ДЕКАБРЬ-2021    ДЕКАБРЬ-2002    ДЕКАБРЬ-1987

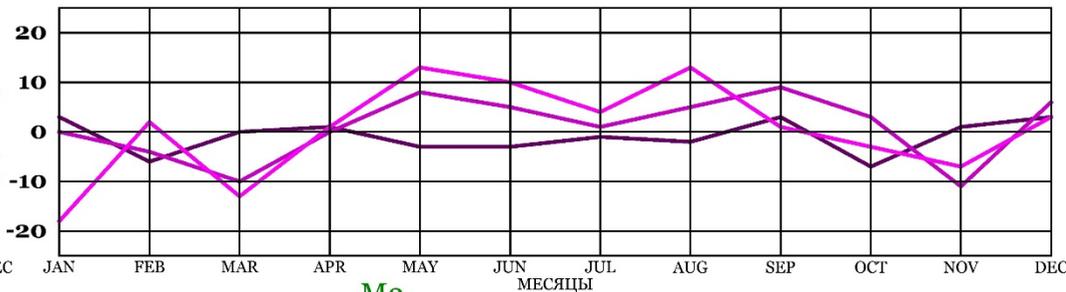
НОРМА

# ИНДЕКСЫ ВАНГЕНГЕЙМА-ГИРСА ДЛЯ ДЕКАБРЬ ГРУППА 24 И ПРЕДШЕСТВУЮЩИХ 11 МЕСЯЦЕВ



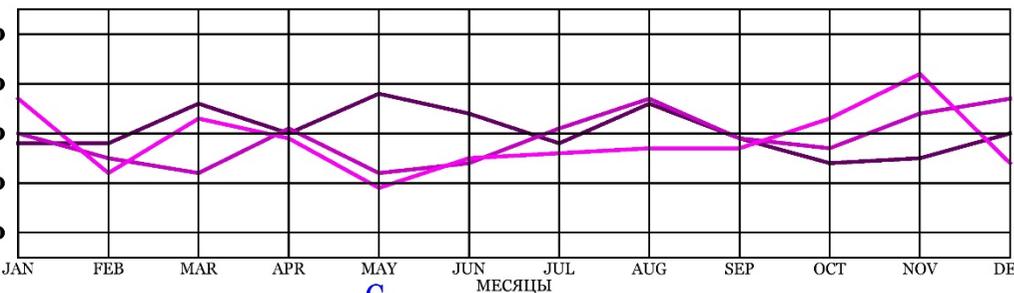
2012 2002 1987

**E**



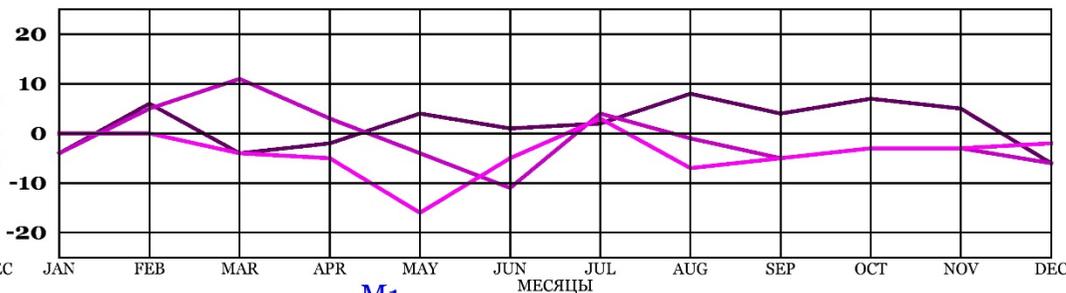
2012 2002 1987

**M2**



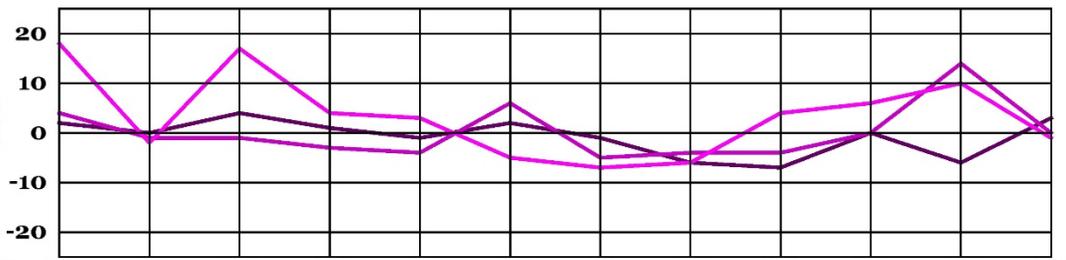
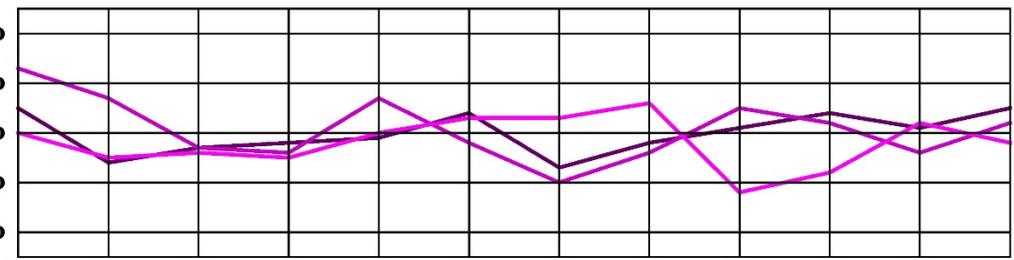
2012 2002 1987

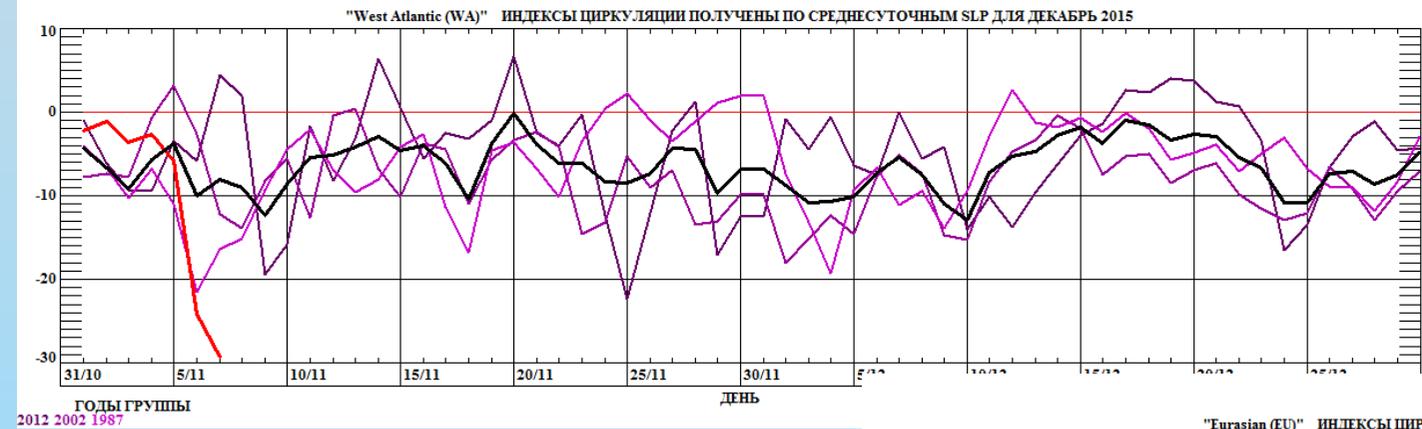
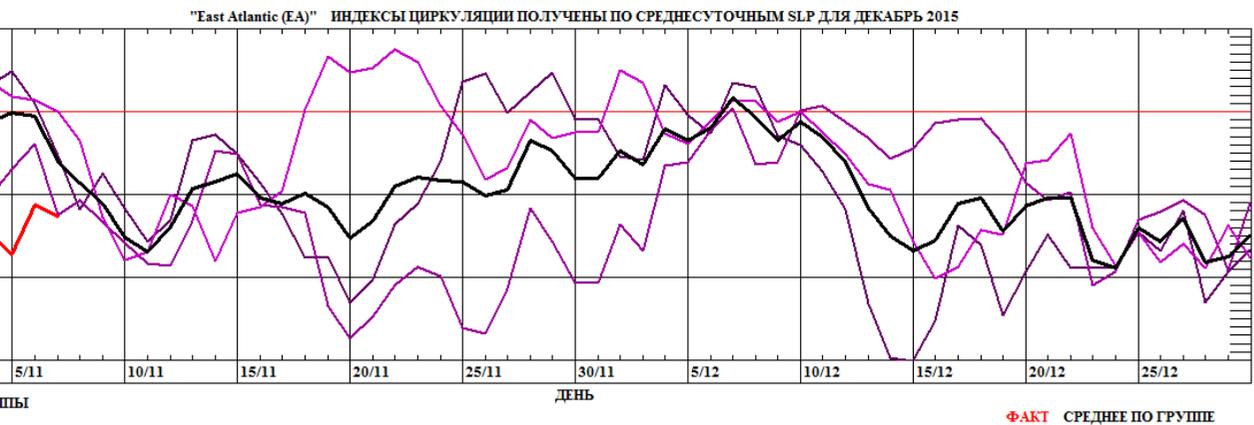
**C**



2012 2002 1987

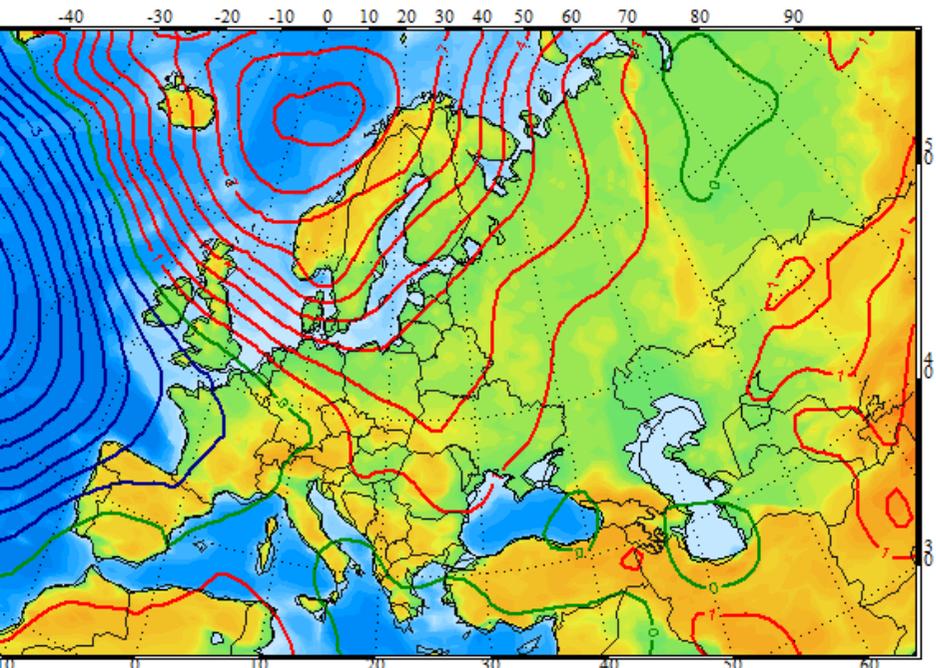
**M1**



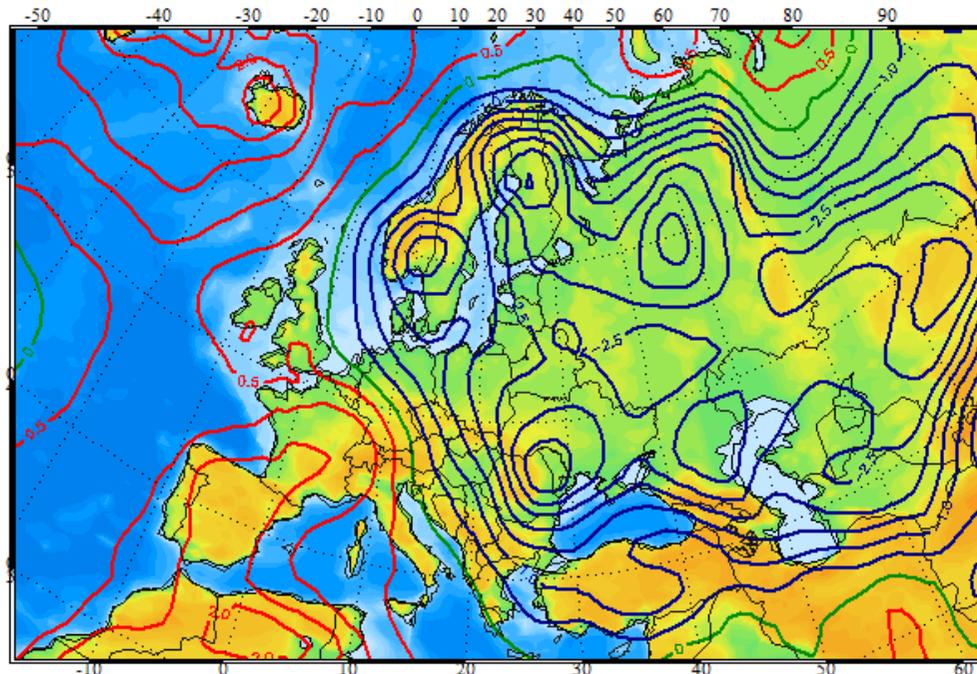


распределения метеопараметров для этого ТМГ принимают в качестве прогноза на следующий месяц. Для этого ТМГ строят средние поля метеопараметров по всем годам, которые в него входят. При этом каждый год входит со своим весом.

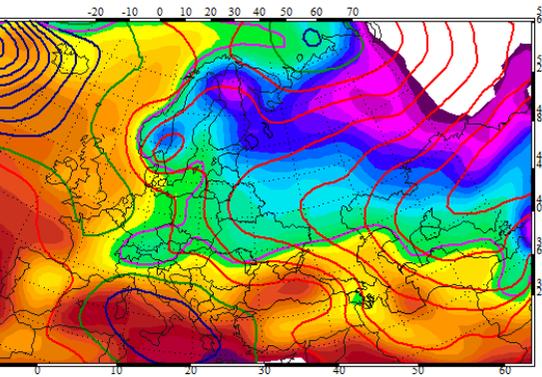
ПРОГНОЗ АНОМАЛИИ SLP



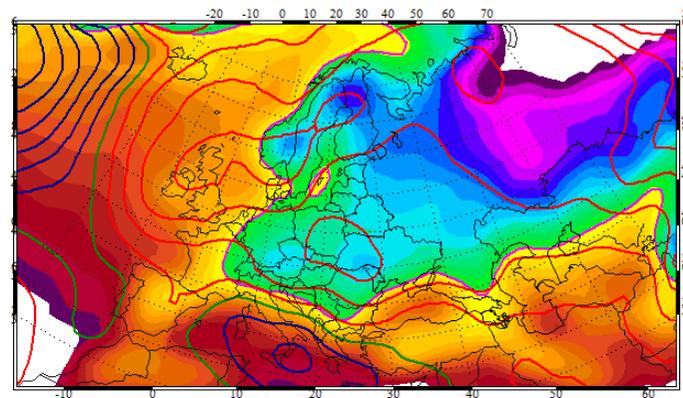
ДЕКАБРЬ ПРОГНОЗ АНОМАЛИИ T2M



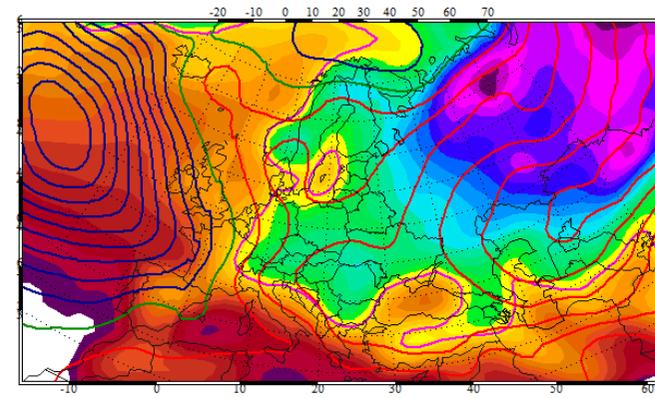
ПРОГНОЗ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ SLP ( T2M ) ДЛЯ ЕСП  
1 - 5 ДЕКАБРЬ, ГРУППА 24



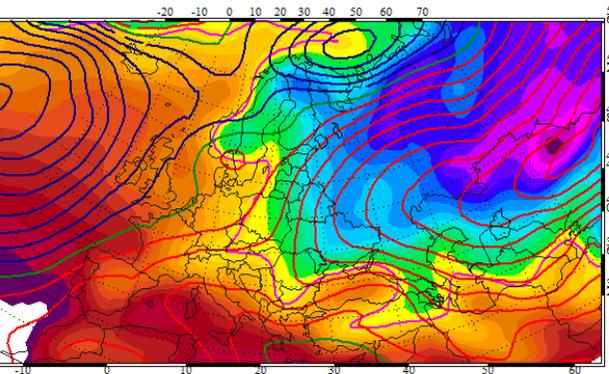
ПРОГНОЗ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ SLP ( T2M ) ДЛЯ ЕСП  
6 - 10 ДЕКАБРЬ, ГРУППА 24



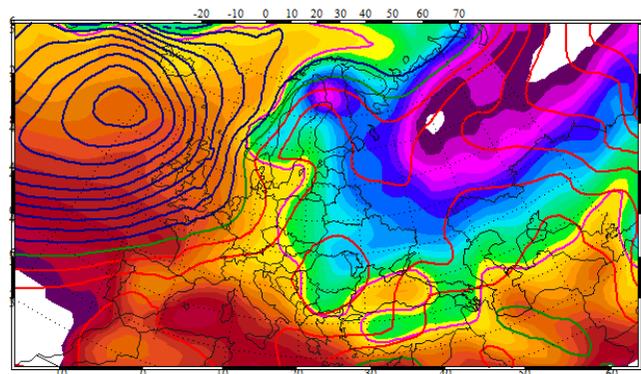
ПРОГНОЗ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ SLP ( T2M ) ДЛЯ ЕСП  
11 - 15 ДЕКАБРЬ, ГРУППА 24



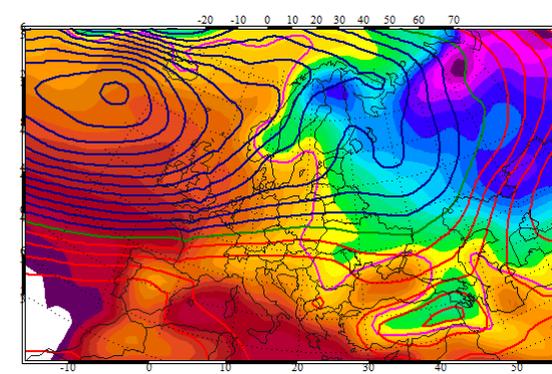
ПРОГНОЗ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ SLP ( T2M ) ДЛЯ ЕСП  
16 - 20 ДЕКАБРЬ, ГРУППА 24

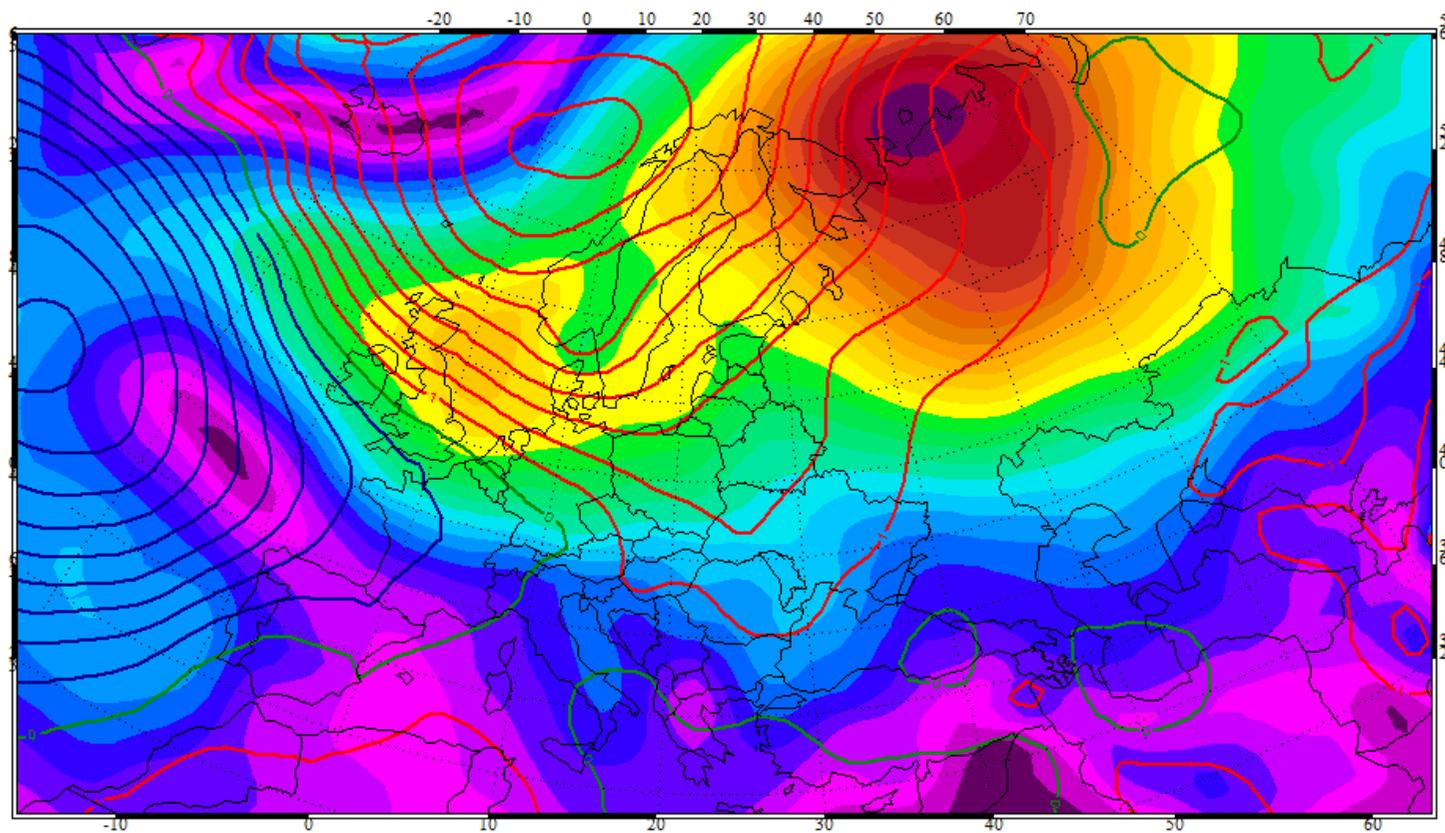


ПРОГНОЗ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ SLP ( T2M ) ДЛЯ ЕСП  
21 - 25 ДЕКАБРЬ, ГРУППА 24



ПРОГНОЗ АБСОЛЮТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ SLP ( T2M ) ДЛЯ ЕСП  
26 - 31 ДЕКАБРЬ, ГРУППА 24





СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ПО ПРОГНОЗУ



# (в примере изотерма минус 5 градусов).

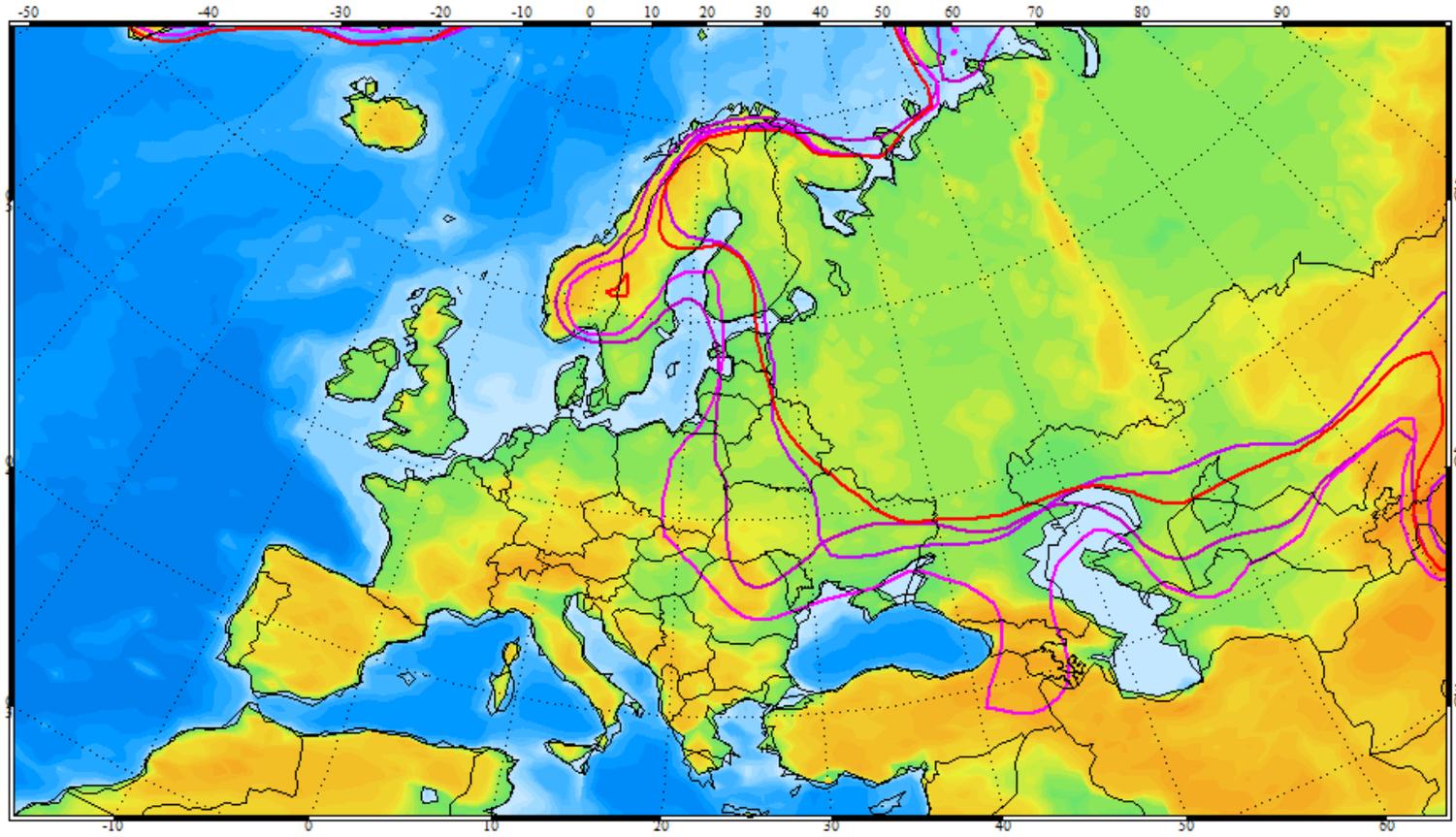
ДЕКАБРЬ ГРУППА 24

T2M

ИЗОГИПСА -5

ГОДЫ

2015  
2012  
2002  
1987

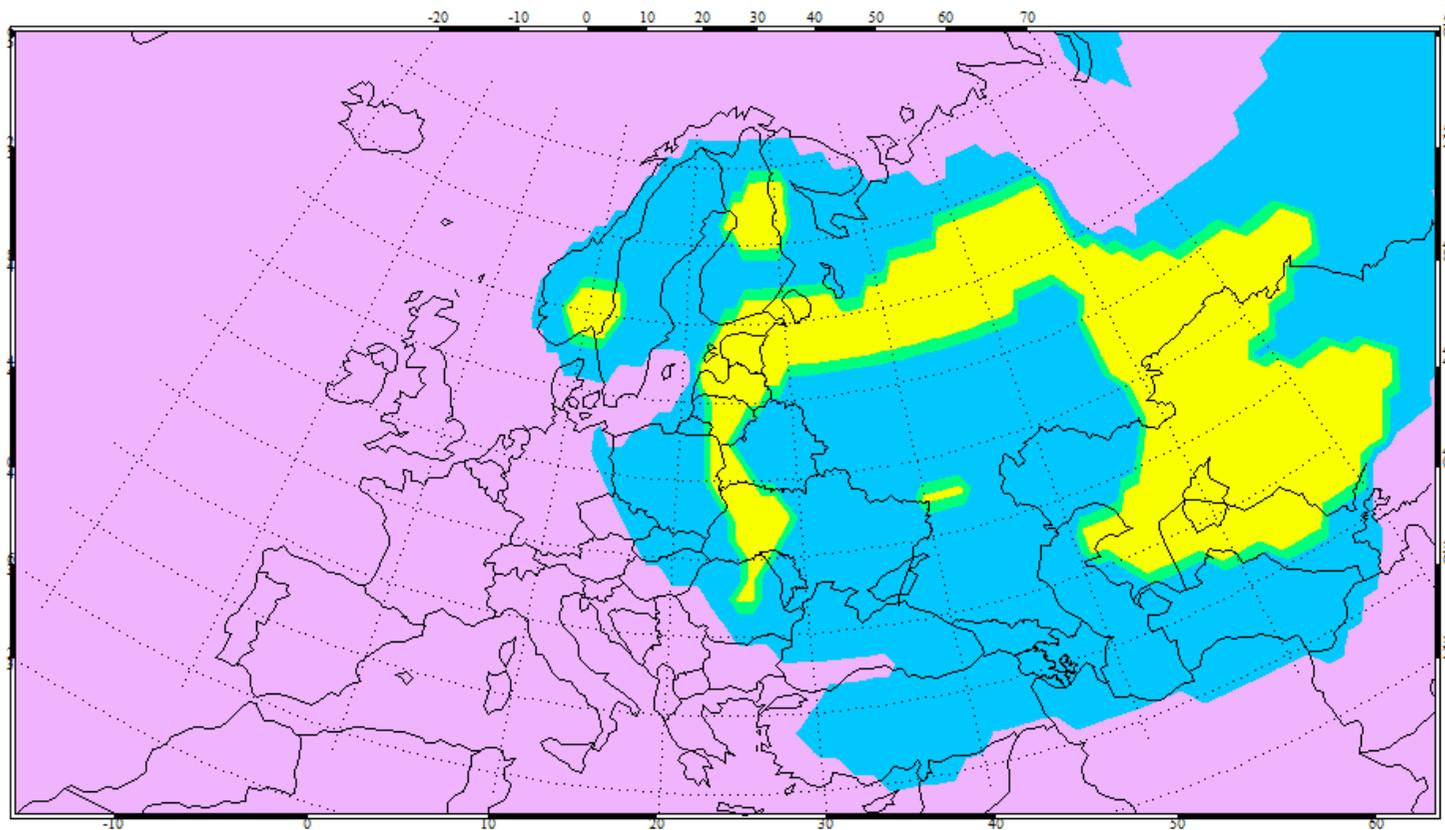


Примере построена карта осуществления аномалии приземной температуры величиной минус (градуса).

ДЕКАБРЬ ГРУППА 24  
СОСТАВ ГРУППЫ : 2012, 2002, 1987,

СРЕДНЕМЕСЯЧНЫЕ АНОМАЛИИ T2M

ИЗОГИПСА -3



# градациям.

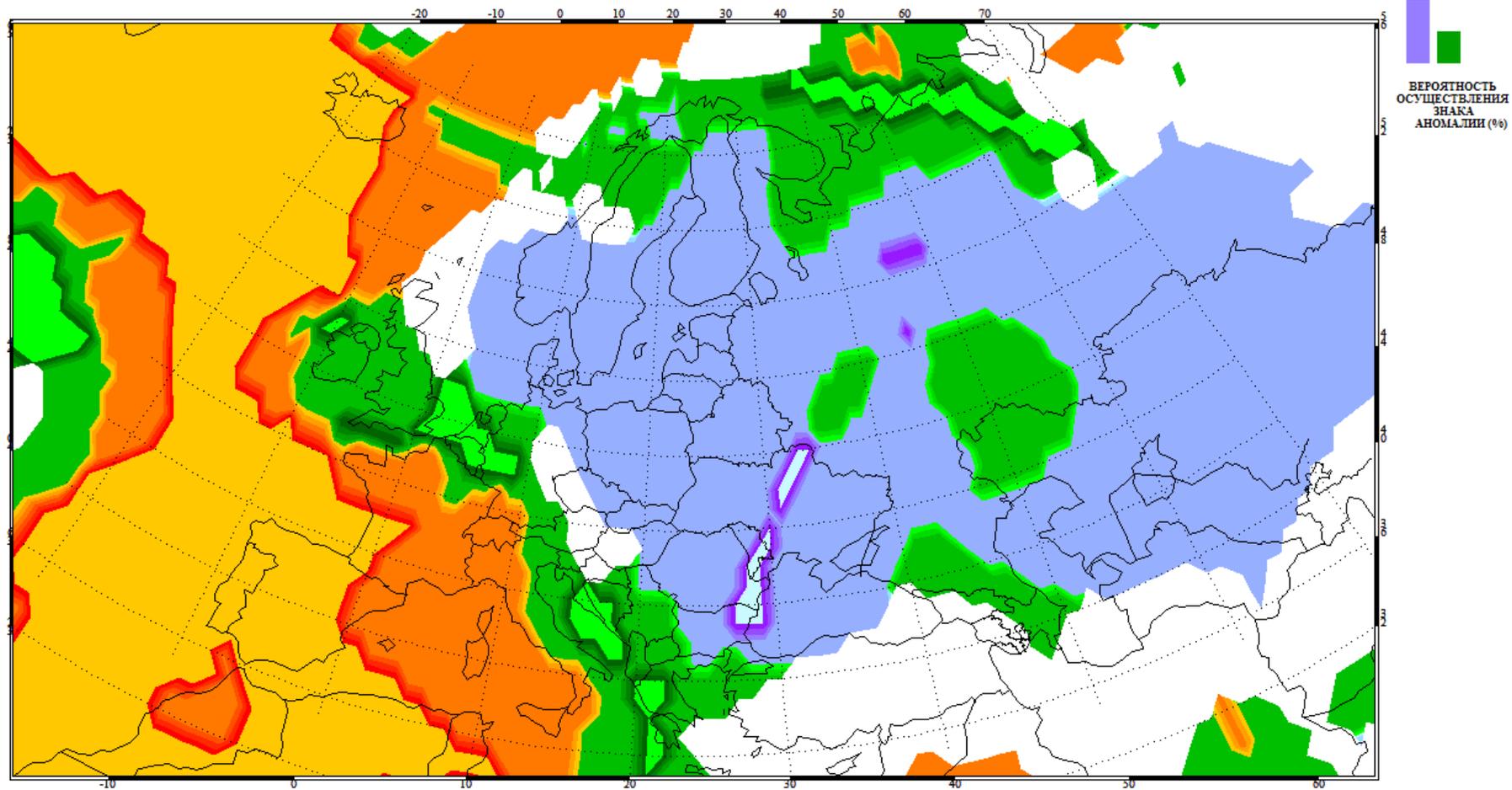
ДЕКАБРЬ 2015

СОСТАВ ГРУППЫ : 2012, 2002, 1987,

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ ПО ТРЕМ ГРАДАЦИЯМ ДЛЯ T2M

LONG=30 LAT=59

66 33 0



ДЛЯ ВЫХОДА НАЖМИТЕ ЛЕВУЮ КНОПКУ МЫШИ

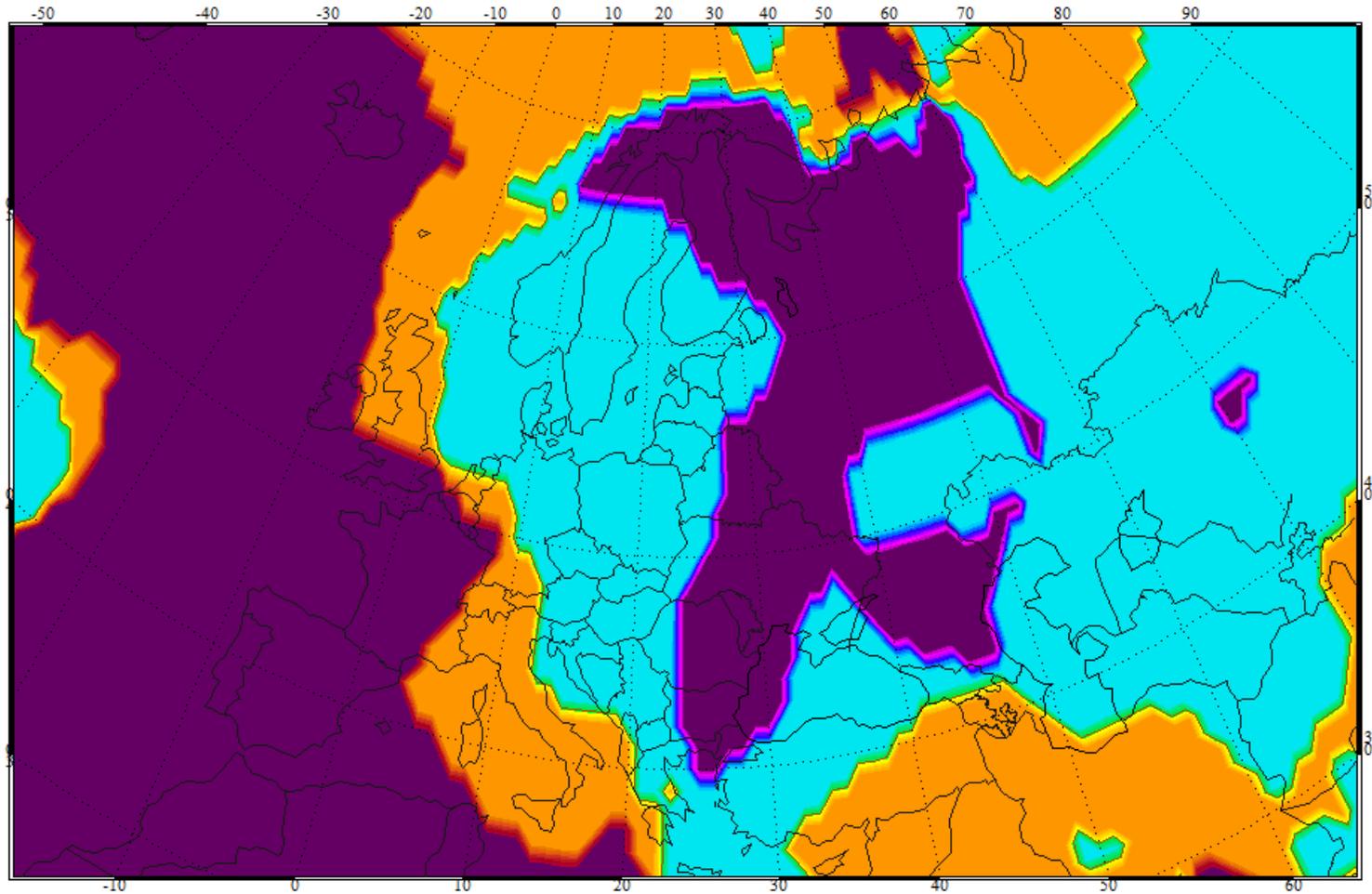
СРЕДНЕСУТОЧНЫЕ T<sub>2</sub>M ДЛЯ ГРУППЫ 24, ДЕКАБРЬ 1: ДОЛГОТА 30, ШИРОТА 60



# метеопараметра.

ДЕКАБРЬ ГРУППА 24

ПОВТОРЯЕМОСТЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ АНОМАЛИЙ T2M



Средние многолетние характеристики апреля по г. Санкт-Петербургу  
(рассчитаны за период с 1961 по 1990 гг.)

Среднемесячная температура воздуха составляет +4.0 градуса.

Вследствие значительного увеличения притока солнечной радиации среднесуточная температура повышается от +0.8 градуса в первой декаде до +5.5 градуса - в третьей.

Среднемесячная сумма осадков составляет 33 мм.

В среднем в апреле бывает 13 - 14 дней с осадками.

ПРОГНОЗ ПОГОДЫ НА АПРЕЛЬ 2006 г. по г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГУ И ПРИГОРОДАМ.

Среднемесячная сумма осадков ожидается в пределах 80-120% от нормы.

Среднемесячная температура воздуха на 0,5-1,5 градуса ниже нормы и составит 2,5...3,5°C.

Сдвиг температуры воздуха через 0°C ожидается в первых числах апреля, что на несколько дней позже средних многолетних дат перехода.

*Погода на территории области будет по большей части определяться влиянием периферийных центров и в меньшей степени полями повышенного давления, сформировавшимися в их тыловых частях. Характер атмосферных процессов обусловит умеренно-прохладную для этого времени года погоду с нормальным уровнем увлажнения, близким к средним многолетним значениям.*

Падаящие ночные температуры будут находиться в пределах +2°...-3°C, дневные – в пределах до +9° градусов.

В первые дни первой и второй декад месяца возможно понижение ночных температур до -4°...-6°C. Дневные температуры при этом составят +1°...+4°C.

В третьей декаде высока вероятность волны тепла, когда при ясной солнечной погоде дневные температуры будут повышаться до +13°...+18°, а ночные – до +2°...+7°C.

В последние дни последней декады апреля ожидается повышение средней суточной температуры