

Крупномасштабные компоненты атмосферной циркуляции и прогностические сигналы на территории Северной Евразии

Куликова И.А., Круглова Е.Н. Гидрометцентр России,
Москва

Тринадцатый климатический форум стран СНГ (NEACOF-13)

Москва, 14-16 ноября 2017

СОДЕРЖАНИЕ

- Введение
- Часть I. Методологические аспекты.
 - 1. Физические предпосылки для долгосрочного прогнозирования
 - 2. Определения низкочастотной изменчивости
 - 3. Методы исследований.
- Часть II. Основные крупномасштабные моды.
 - 1. Дальние связи и индексы циркуляции.
 - 2. Влияние низкочастотных составляющих на формирование аномалий температуры и осадков.
 - 3. Численное моделирование и верификация прогнозов индексов циркуляции.
 - 4. Практическое использование
- Заключение

ВВЕДЕНИЕ

- Актуальность исследований низкочастотной изменчивости определяется ограничением предсказуемости первого рода, связанной, с одной стороны, с неопределенностью начальных условий, которые никогда не могут быть заданы с абсолютной точностью, с другой, наличием точек бифуркации (ветвления) для нелинейной системы с диссипаций. Результаты сравнения моделей общей циркуляции атмосферы (ОЦА), разработанных в мировых метеорологических центрах показали, что даже для лучших гидродинамических моделей отрезок времени, называемый интервалом практической предсказуемости, составляет 5-7 суток. По различным оценкам, он может быть увеличен до 2-3 недель в зависимости от сезона, региона и устойчивости атмосферной циркуляции.
- Существование предсказуемости второго рода, связанной с низкочастотной изменчивостью атмосферы, определяет возможности прогноза крупномасштабных структур атмосферной циркуляции, а также статистических характеристик метеорологических полей на месячных, сезонных и более длительных интервалах времени. Физической основой сезонных прогнозов служат гипотезы о решающей роли внешних воздействий (лед, снежный покров и влажность почвы), являющихся более инерционными, а потому легче прогнозируемыми средами. По мнению Дымникова В.П., «исследование природы низкочастотной изменчивости атмосферной циркуляции является в некотором смысле построением физического фундамента для долгосрочного метеорологического прогноза»

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

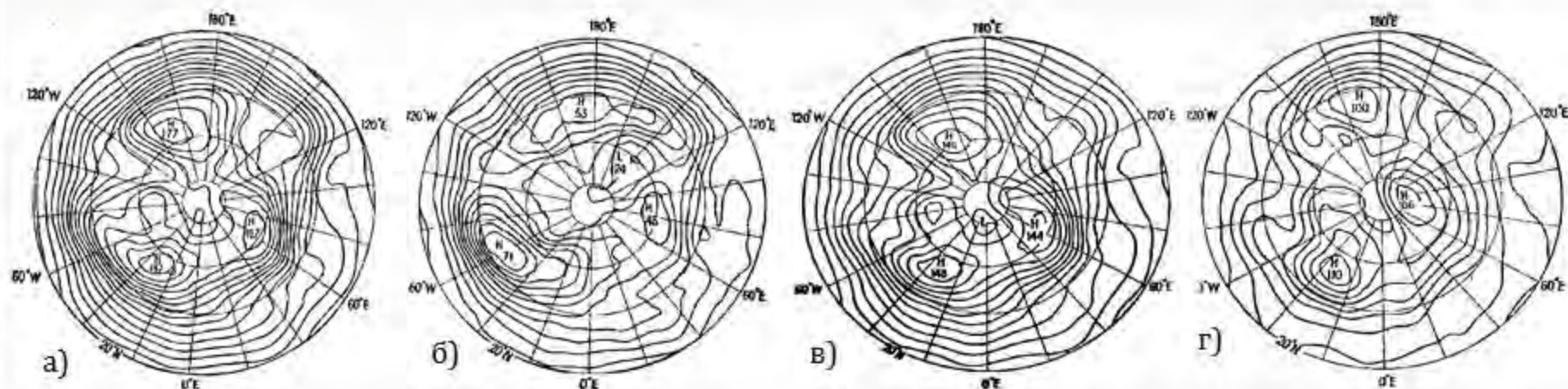
В настоящее время условно принято, что диапазон низких частот в общей циркуляции атмосферы охватывает колебания за пределами синоптической изменчивости.

- Изменчивость с характерными временными масштабами более 10 суток (Дымников В.П.).
- Атмосферные флуктуации с временными масштабами порядка недели и больше (Дж. Уоллес, М. Блэкмон)
- Мультановский ввел понятие «естественного синоптического периода», который определял как такой промежуток времени, в течение которого развивается определенным образом ориентированный процесс при сохранении «знака барического поля» на пространстве «естественного синоптического района». Этот период охватывает примерно 6 – 8, в среднем 7 суток.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Динамико-стохастический подход;
- Спектральные методы (изменчивость как функция частоты и зонального волнового числа);
- Корреляционный анализ – пространственные корреляции. Наиболее широкое распространение на практике получили индексы «дальних связей» Уоллеса-Гацлера (*Wallace and Gutzler, 1981*), выбираемые на основе рассмотрения пространственных корреляций в месячных полях атмосферного давления и геопотенциала H500.
- Факторный анализ, анализ длительных аномалий циркуляции (*Lau 1981; Dole 1983*), повернутых естественных ортогональных функций (ПЕОФ) (rotated empirical orthogonal functions) (*Horel, 1981; Barnston and Livezey 1987; Richman 1986*), ЕОФ, «типов главных колебаний» (Principal Oscillation Patterns, POPs) и «типов главных колебаний по ограниченному времени» (Finite-Time Principal Oscillation atterns, FTPOPs) (*Frederiksen and Branstator 2005*).
- Синоптические методы.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ



Изменчивость (дисперсия) высоты поверхности 500 гПа, построенная на основе подготовленного в НМЦ США банка данных геопотенциала за 18 сезонов (с 1962/63 по 1979/80 г. включительно). Зима здесь определена как 90-дневный период, начинающийся с 1 декабря. Из исходного ряда данных исключен климатический годовой ход. а) – нефильтрованные данные с измерениями по два раза в сутки (интервал между изолиниями 10 м); б) – набор данных, фильтрованных высокочастотным фильтром, пропускающим колебания с периодами от 2,5 до 6 дней (интервал между изолиниями 5 м); в) – набор данных, фильтрованных низкочастотным фильтром, пропускающим колебания с периодами больше 10 дней (интервал между изолиниями 10 м); г) – ряд, осредненных за 30-ти дневные интервалы значений (интервал между изолиниями 10 м).

ИНДЕКСЫ ДАЛЬНИХ СВЯЗЕЙ

$$I_{PNA} = \frac{1}{4} [z(A) - z(B) + z(C) - z(D)]$$

$$I_{EA} = \frac{1}{4} [2z(F) - z(E) - z(G)]$$

$$I_{WA} = \frac{1}{2} [z(N) - z(I)]$$

$$I_{WP} = \frac{1}{2} [z(J) - z(K)]$$

$$I_{EU} = \frac{1}{4} [-z(L) + 2z(M) - z(H)]$$

В расчетных формулах через z обозначены нормализованные значения $H-500$ в соответствующих центрах.



На основе корреляционной матрицы, рассчитанной по средним месячным полям геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа в узлах регулярной сетки Северного полушария, выделены 14 центров действия, объединенных в пять основных структур или колебаний: тихоокеанско-североамериканское (PNA, Pacific-North American), восточно-атлантическое (EA, East Atlantic), западно-атлантическое (WA, West Atlantic), западно-тихоокеанское (WP, West Pacific), евразийское (EU, Eurasian).

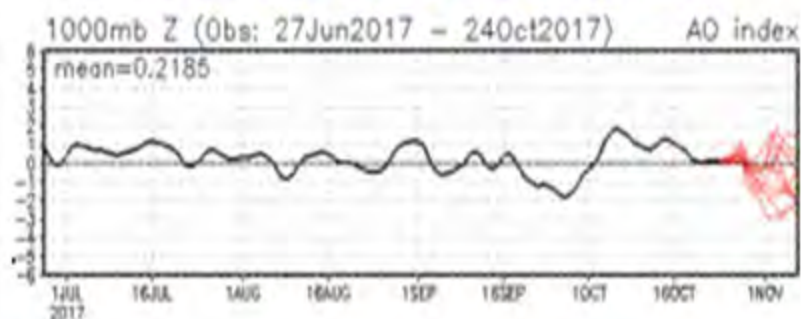
Wallace J.M. and Gutzler D.S. Teleconnection in geopotential height field during the Northern Hemisphere winter.- Mon. Wea. Rev., 1981, vol.109, pp. 784-812.

ИНДЕКСЫ ДАЛЬНИХ СВЯЗЕЙ

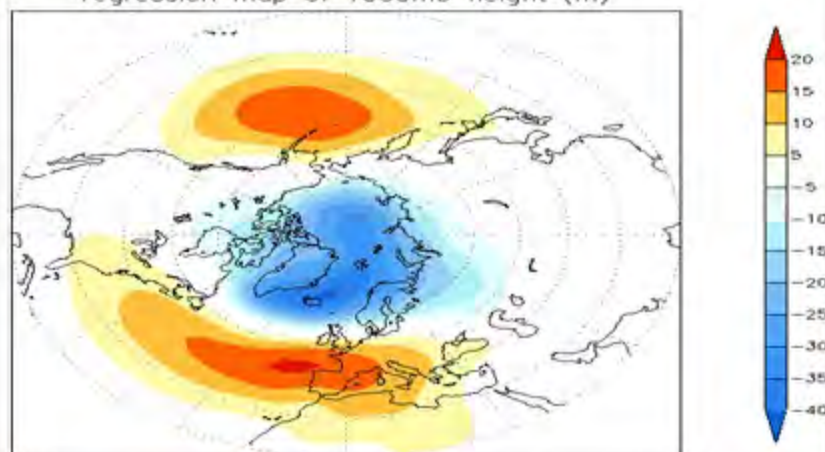
АРКТИЧЕСКОЕ КОЛЕБАНИЕ

мониторинг и прогноз

AO: Observed & ENSM forecasts



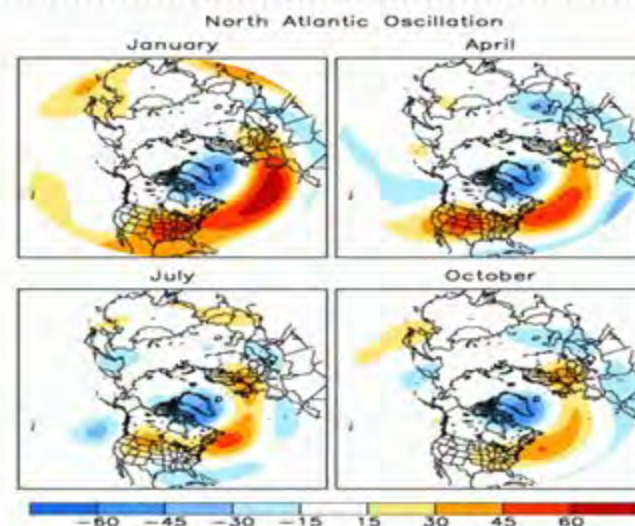
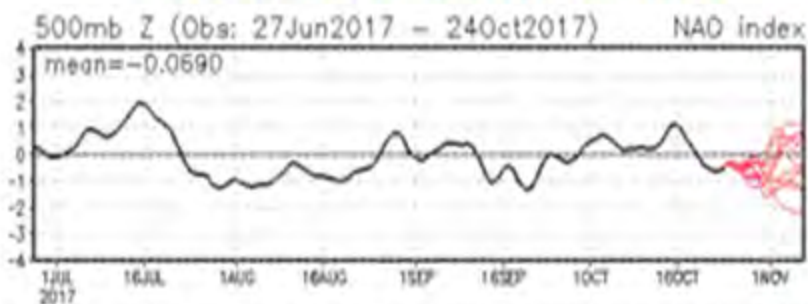
Leading EOF (19%) shown as regression map of 1000mb height (m)



СЕВЕРО-АТЛАНТИЧЕСКОЕ КОЛЕБАНИЕ

мониторинг и прогноз

NAO: Observed & ENSM forecasts



Barnston and Livezey 1987,

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/teleconnections.shtml

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ

Рассмотрим скалярную функцию $F(t, x)$, описывающую некоторую совокупность полей, заданную в фиксированные моменты времени $t_j, j=1, \dots, n$, в некоторой области занумерованных точек $x_i, i=1, \dots, m$. Согласно классической модели факторного анализа, имеет место следующее разложение:

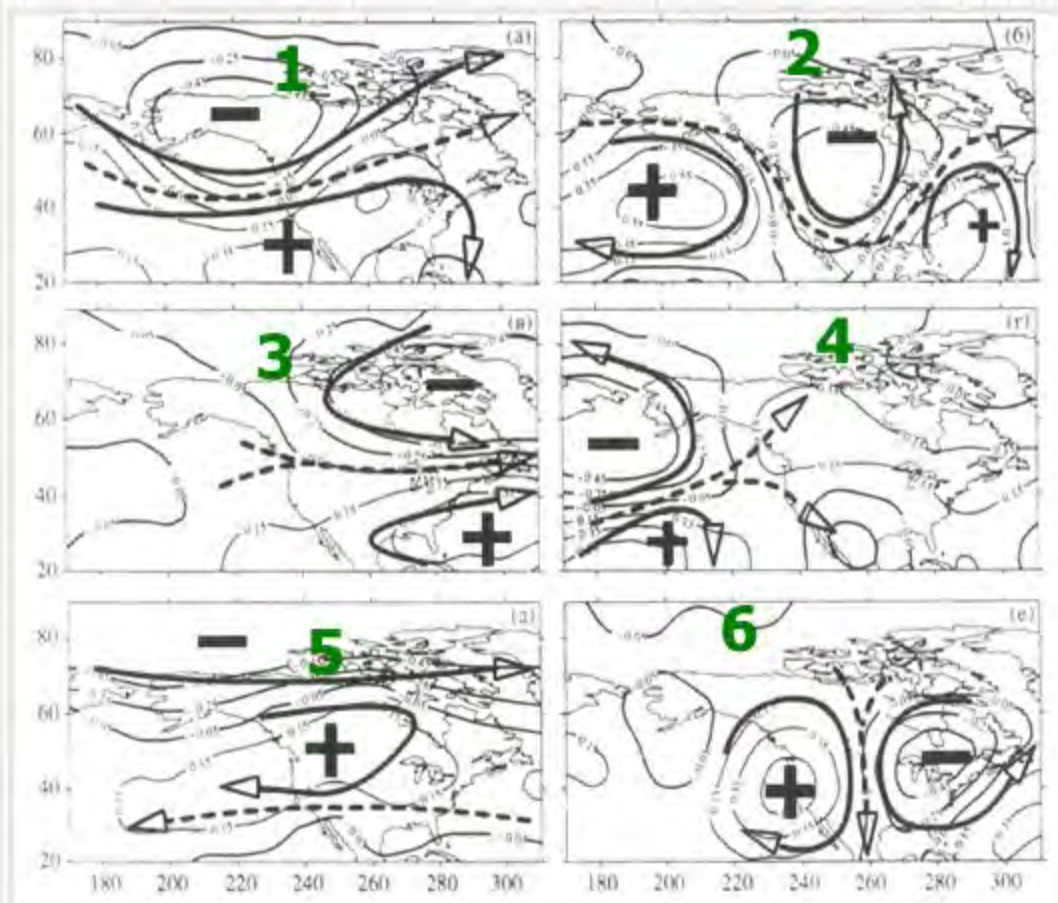
$$F(t_j, x_i) = \sum_{r=1}^k A_r(x_i) G_r(t_j) + \sum_{q=1}^m D_q(x_i) E_q(t_j)$$

где $A_r(x_i)$ and $D_q(x_i)$ нагрузки соответственно при общих $A_r(x_i)$ и специфических факторах $D_q(x_i)$.

Исходная информация:

Ежедневные (за 0 часов гринвического времени поля геопотенциала поверхности 500 гПа за 1967-1987 гг., заданные в более или менее равномерно расположенных 212 точках Северного полушария от 20 до 90 с.ш. Анализ проводился отдельно для каждого из 12 календарных месяцев.

ФАКТОРНЫЕ НАГРУЗКИ И ИНДЕКСЫ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ



$$I_i = P \sum_{j=1}^k \frac{\pm \Delta H_{500j}}{\sigma_j},$$

где i – номер фактора;
 ΔH_{500j} – аномалии поверхности
 500 гПа (со знаком + или – в
 зависимости от знака
 факторных нагрузок); σ_j –
 стандартное отклонение; P –
 веса.

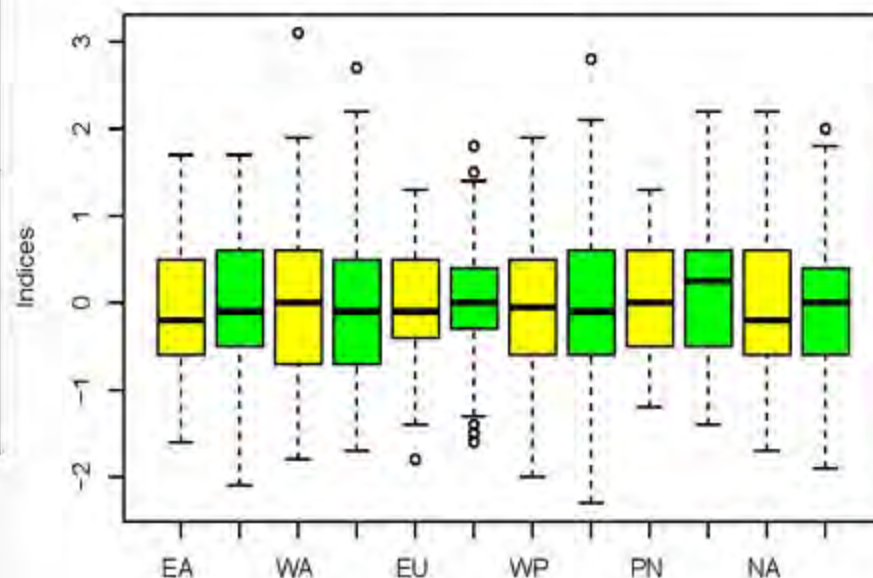
Факторные нагрузки после варимакс вращения
 соответственно при (1), (2), (3), (4), (5) и (6) факторе,
 регион Тихий океан - Северная Америка.

ИНДЕКСЫ ДАЛЬНИХ СВЯЗЕЙ

EA	East Anlantic	Wallace J. M., Gutzler D.S. Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. – Mon. Wea. Rev., 1981, vol. 109, pp. 784-812
WA	West Anlantic	
EU	Eurasian	
WP	West Pacific	
PNA	Pacific-North American	
NAO	North-Atlantic oscillation	Climate Prediction Centre of USA, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/
POL	Polar oscillation	
AOS	Arctic oscillation	

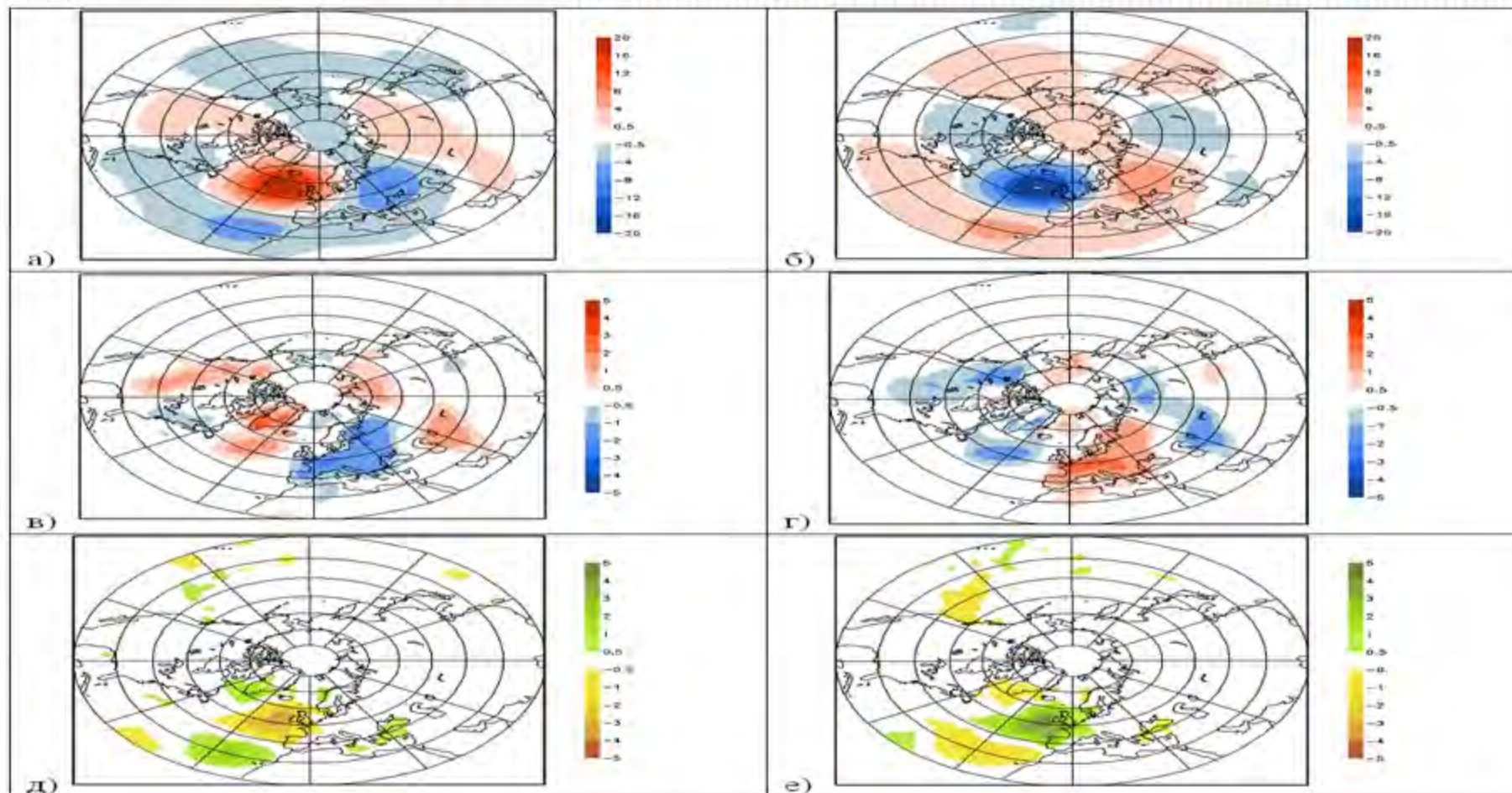
Index	Q1 (25%)	Q3 (75%)
EA	-0.493	0.485
WA	-0.559	0.494
EU	-0.452	0.458
WP	-0.544	0.501
PNA	-0.386	0.404
NAO	-0.487	0.632
POL	-0.487	0.632
AOS	-0.884	0.87

Для анализа одномерных временных рядов каждого индекса использовалась процедура квартильного анализа:



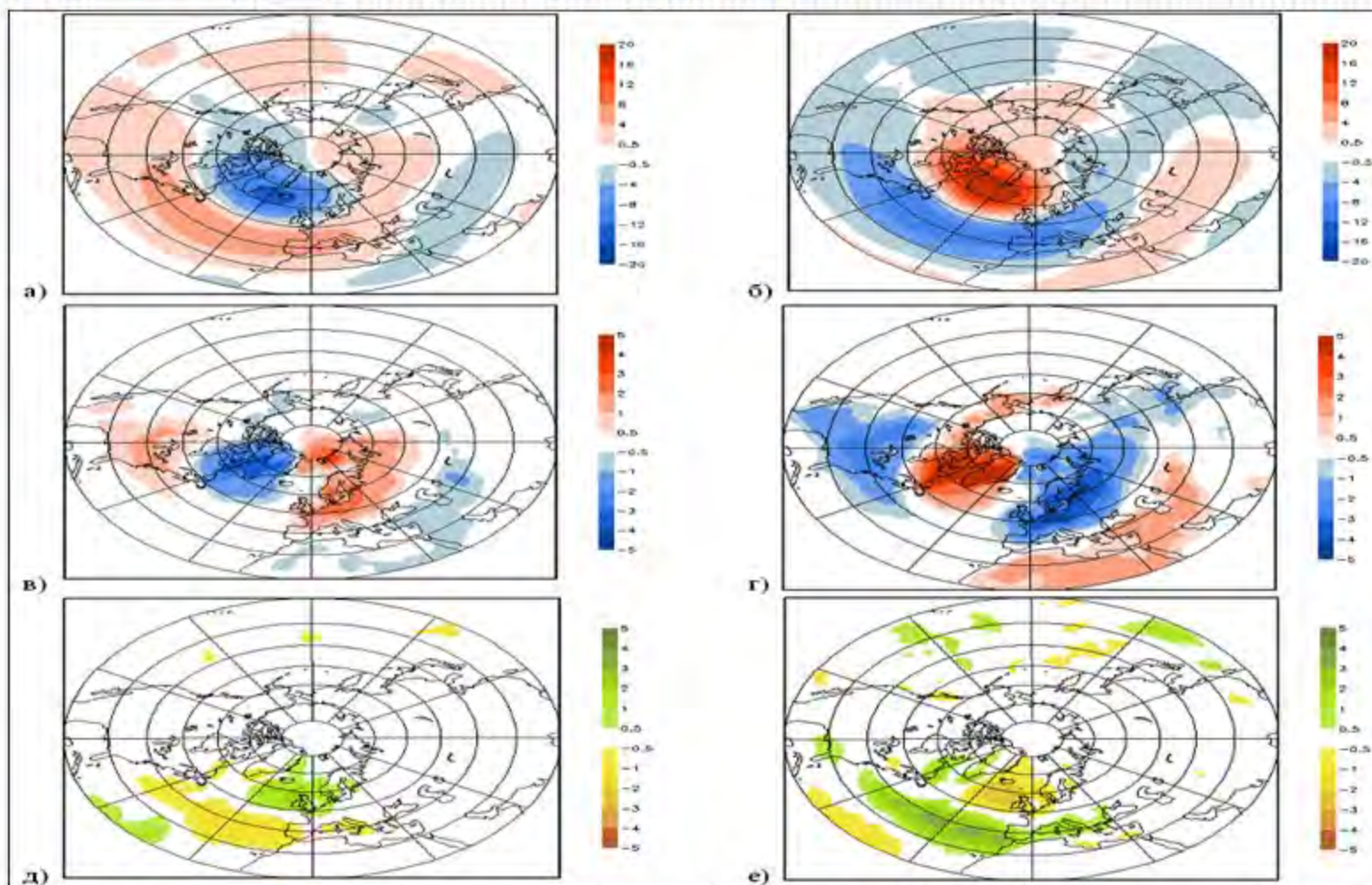
Идентификация режимов производилась на основе выделения двух уровней экстремальности с помощью 25%- и 75%-х квартилей. Данные уровни принимались за граничные значения, позволяющие идентифицировать положительную, нейтральную и отрицательную фазы каждого индекса и связанные с ними режимы атмосферной циркуляции.

КОМПОЗИТНЫЕ КАРТЫ



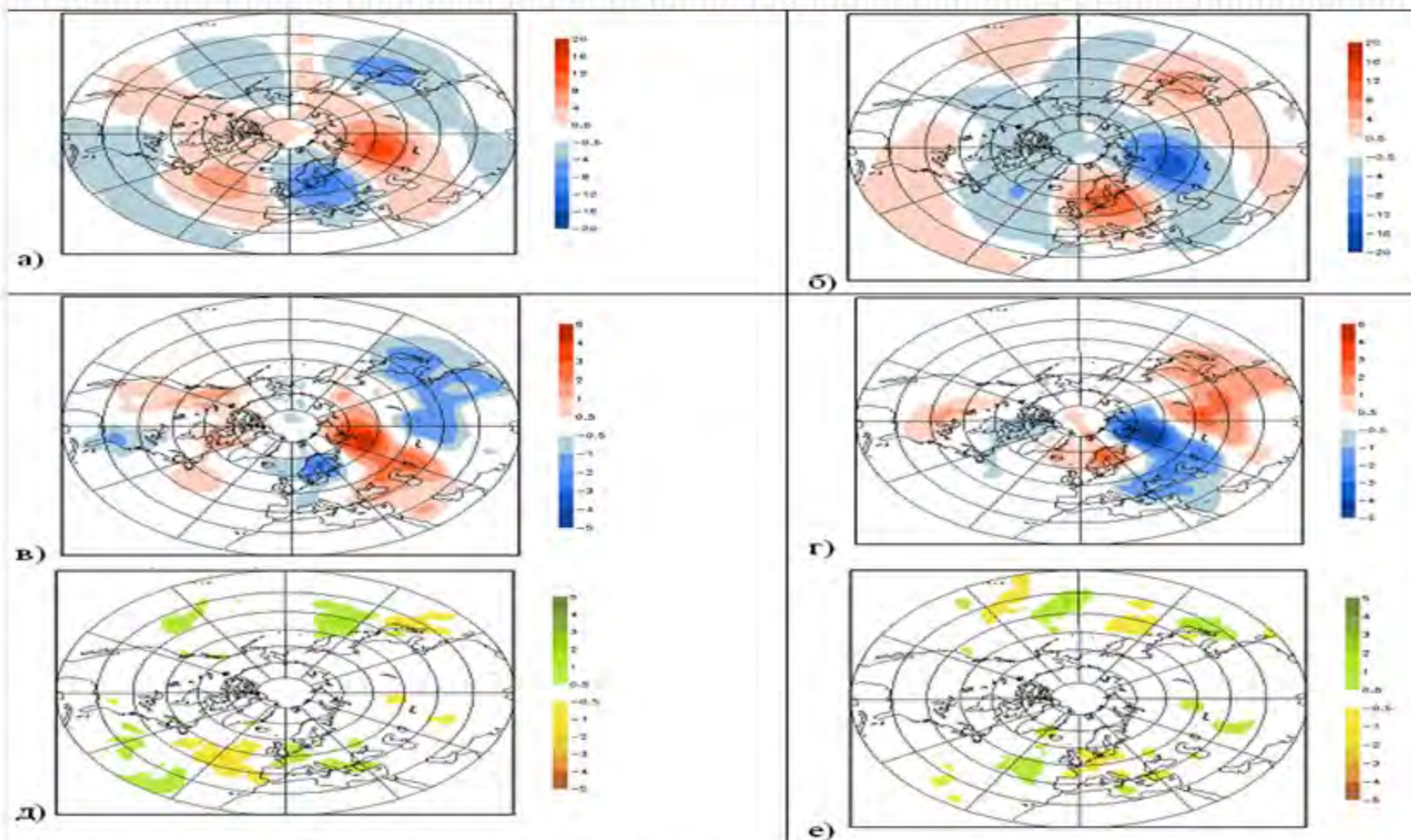
Зима. Композитные карты, построенные для а) поля H-500 (дкм), б) приземной температуры воздуха (°C) и в) осадков (мм/сут.) в случае положительной фазы индекса $EA > 0,63$; г) поля H-500 (дкм), д) приземной температуры воздуха (°C) и е) осадков (мм/сут.) в случае отрицательной фазы индекса $EA < -0,48$.

КОМПОЗИТНЫЕ КАРТЫ



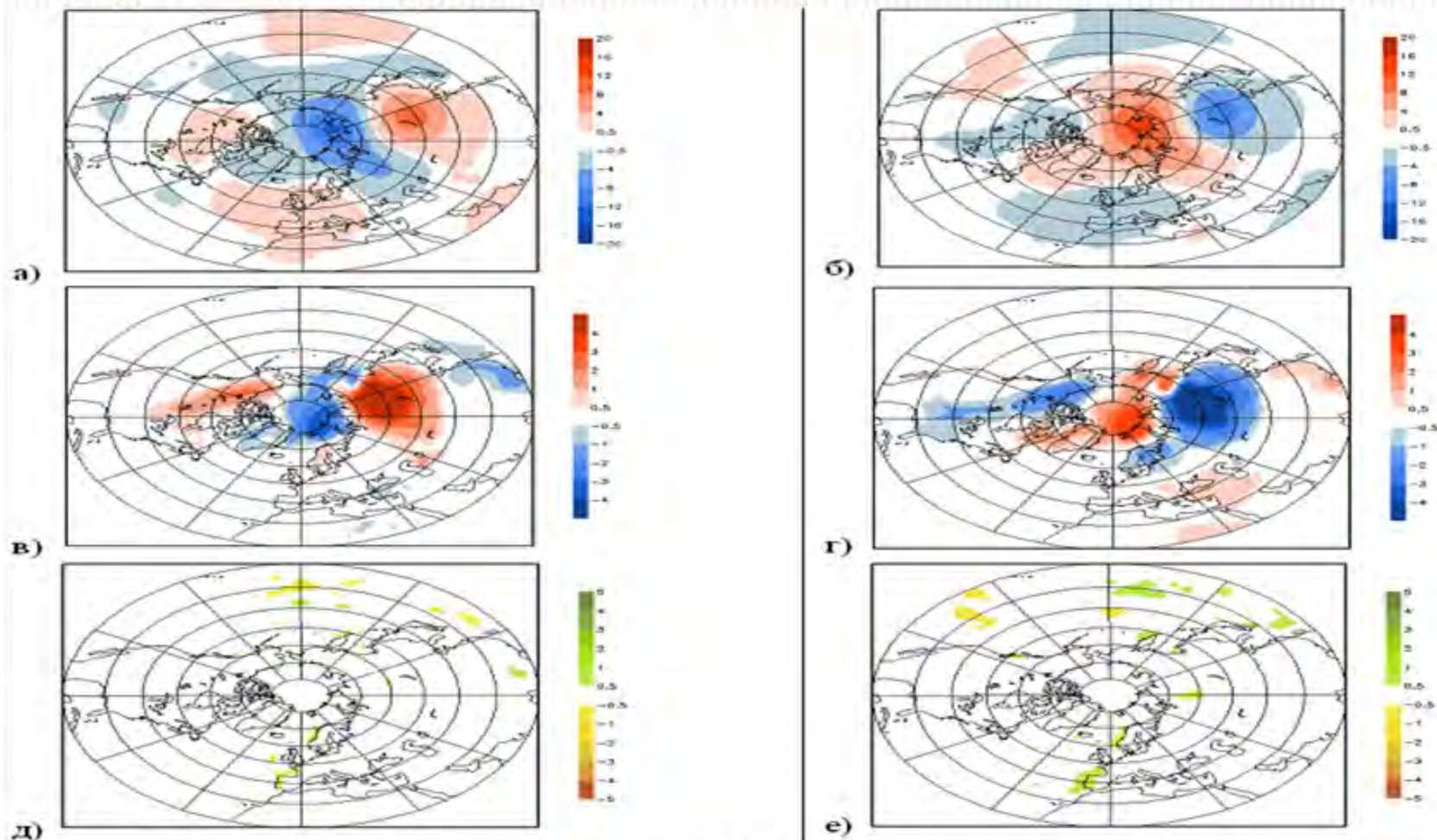
Зима. Композитные карты, построенные для а) поля Н-500 (дкм), б) приземной температуры воздуха ($^{\circ}C$) и в) осадков (мм/сут.) в случае положительной фазы индекса $NAO > 0,63$; г) поля Н-500 (дкм), д) приземной температуры воздуха ($^{\circ}C$) и е) осадков (мм/сут.) в случае отрицательной фазы индекса $NAO < -0,49$.

КОМПОЗИТНЫЕ КАРТЫ



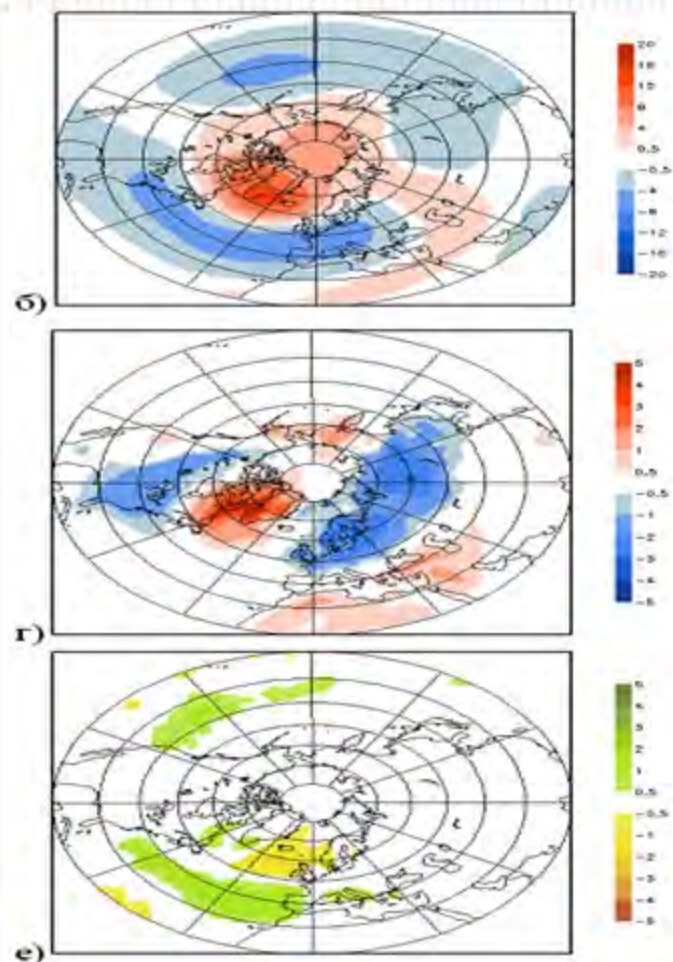
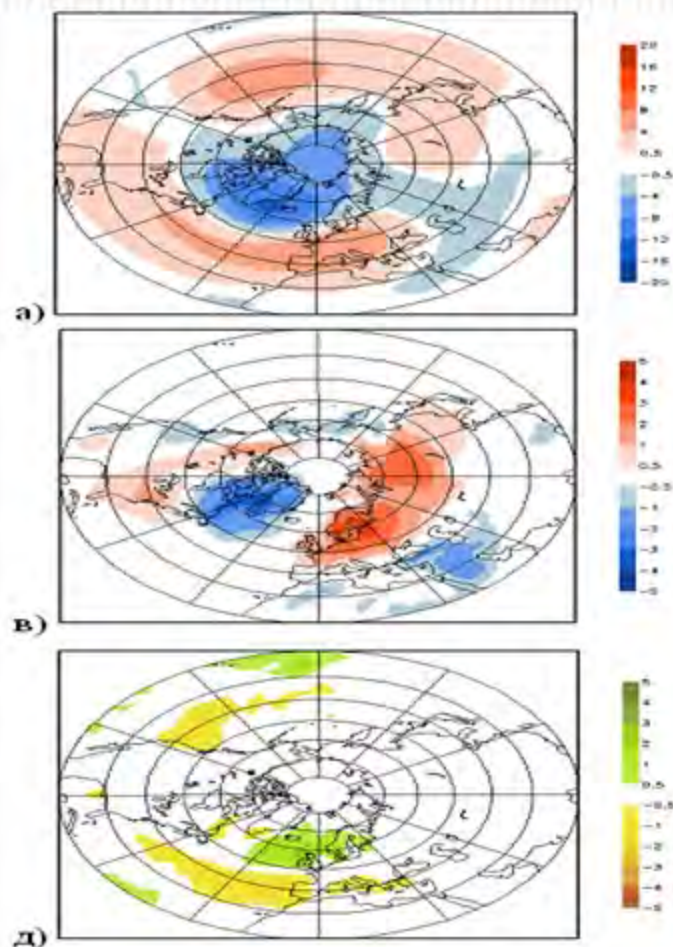
Зима. Композитные карты, построенные для а) поля H-500 (дкм), б) приземной температуры воздуха (°C) и в) осадков (мм/сут.) в случае положительной фазы индекса $EU > 0,46$; г) поля H-500 (дкм), д) приземной температуры воздуха (°C) и е) осадков (мм/сут.) в случае отрицательной фазы индекса $EU < -0,45$.

КОМПОЗИТНЫЕ КАРТЫ



Зима. Композитные карты, построенные для а) поля Н-500 (дкм), б) приземной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и в) осадков (мм/сут.) в случае положительной фазы индекса $\text{POL} > 0,63$; г) поля Н-500 (дкм), д) приземной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и е) осадков (мм/сут.) в случае отрицательной фазы индекса $\text{POL} < -0,49$.

КОМПОЗИТНЫЕ КАРТЫ



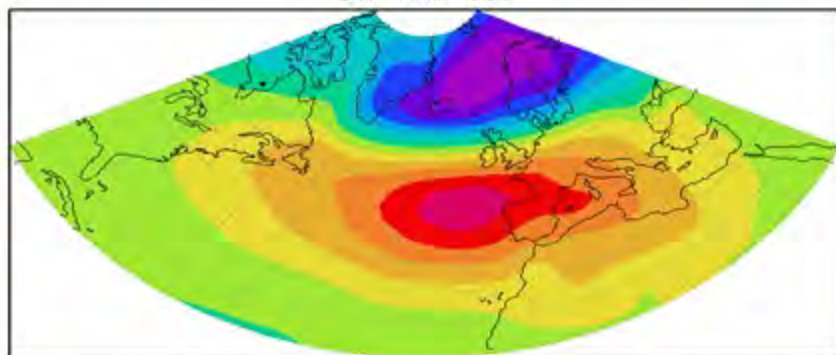
Зима. Композитные карты, построенные для а) поля Н-500 (дкм), б) приземной температуры воздуха (°C) и в) осадков (мм/сут.) в случае положительной фазы индекса $AO > 0,87$; г) поля Н-500 (дкм), д) приземной температуры воздуха (°C) и е) осадков (мм/сут.) в случае отрицательной фазы индекса $AO < -0,88$.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

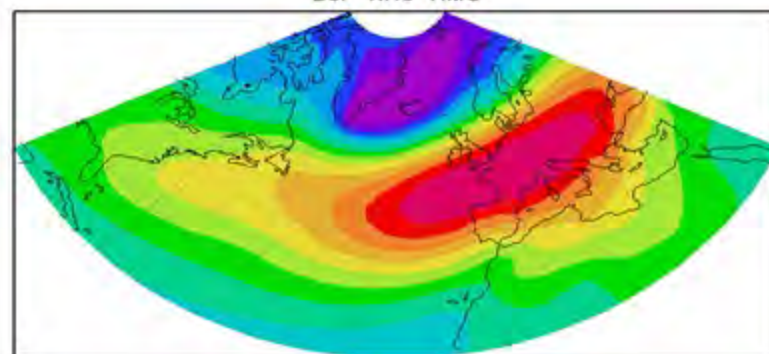
- В качестве исходной информации используются ретроспективные прогнозы (hindcast) полей геопотенциала поверхности 500 мб (H-500) за период с 1981 по 2010 гг., полученные на основе глобальной полулагранжевой модели (SL-AV), разработанной в ИВМ РАН совместно с ГУ Гидрометцентр России. Модель имеет пространственное разрешение 1.125° широты и 1.40625° долготы и 28 вертикальных уровней и генерирует 10 членов ансамбля по начальным данным реанализа-2 NCEP/NCAR с использованием бридинг-метода выращивания быстро растущих мод. Граничными условиями служат начальные аномалии температуры поверхности океана (ТПО) в течение всего прогностического периода. Подробное описание модели дается в работах [4, 13, 14]. В данном исследовании рассматриваются только детерминированные прогнозы (средние по ансамблю) полей геопотенциала поверхности 500 гПа с месячным (на интервале интегрирования 1, 2, 3 и 4 месяца) и сезонным (на интервале интегрирования 1–3 и 2–4 месяца) разрешением.
- Эталонными полями, с которыми сравниваются результаты гидродинамического моделирования, служат поля средних месячных значений геопотенциала поверхности 500 гПа (H500) (reanalysis), полученные на основе архива NCEP/NCAR четырехсрочных полей реанализов (reanalysis) на сетке $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ [24], за период с 1981 по 2010 гг.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

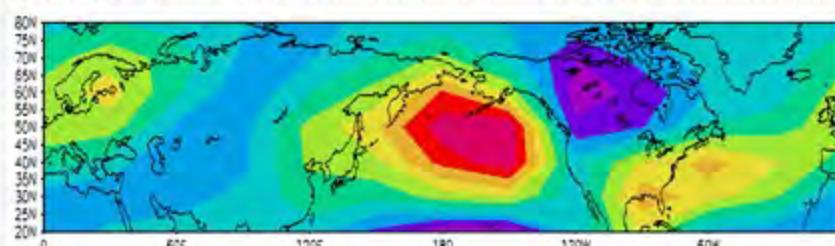
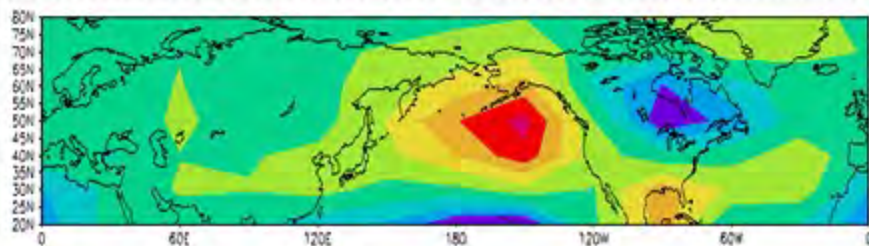
DJF NAO Obs



DJF NAO HMC

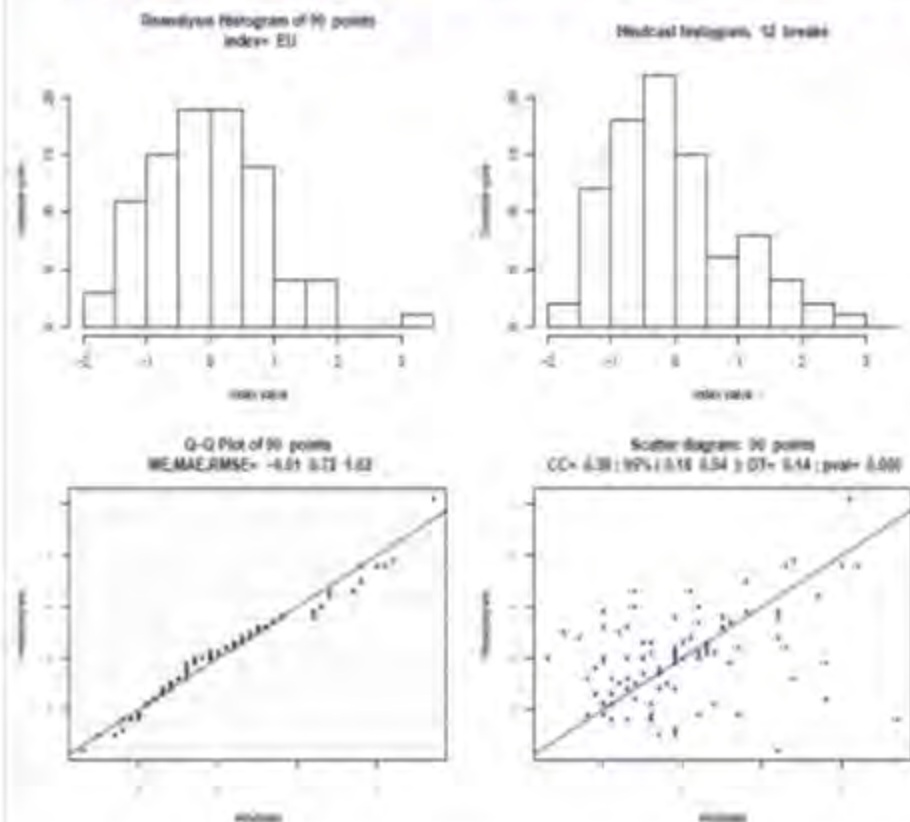


Первая естественная ортогональная функция поля давления по данным наблюдений (слева) и гидродинамического моделирования (справа) (Крызов В.Н.)



Факторные нагрузки после косоугольного вращения: фактор 3 по данным реанализа (слева) и фактор 4 по данным моделирования (справа) для зимнего периода.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ



Киктев Д.Б., Круглова Е.Н., Куликова И.А.
Крупномасштабные моды атмосферной изменчивости. Часть 1. Статистический анализ и гидродинамическое моделирование, - Метеорология и гидрология, 2015, №3, 5-22.

Куликова И.А., Круглова Е.Н., Киктев Д.Б.
Крупномасштабные моды атмосферной изменчивости. Часть 2. Их влияние на пространственное распределение температуры и осадков на территории Северной Евразии, - Метеорология и гидрология, 2015, №4, 5-16.

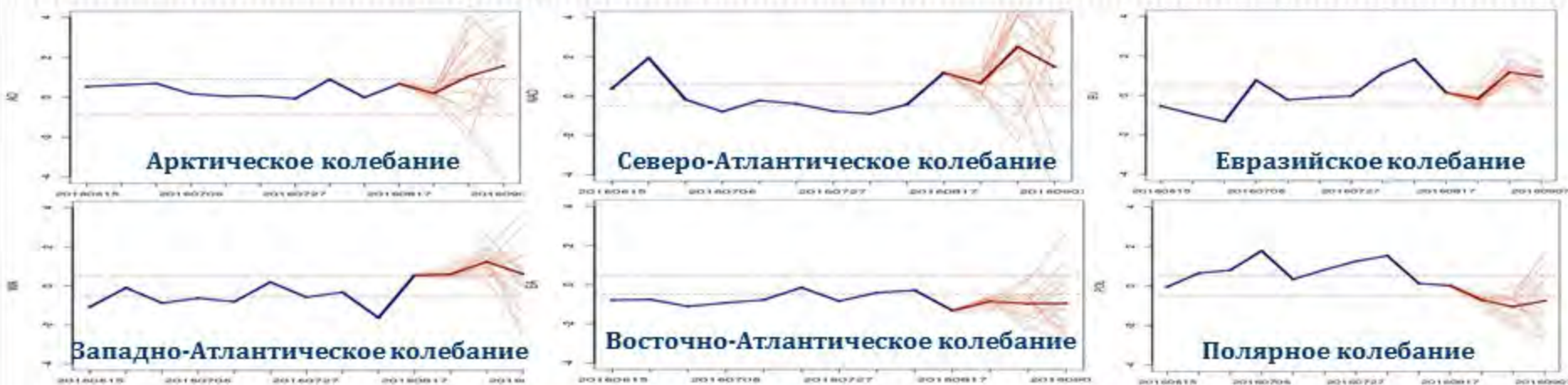
Диагностика исторических прогнозов средних месячных значений индекса Евразийского колебания (EI) на месячном интервале интегрирования для зимнего периода: а) гистограмма реанализов; б) гистограмма ретроспективных прогнозов; в) квантильная диаграмм; г) диаграмма рассеяния.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

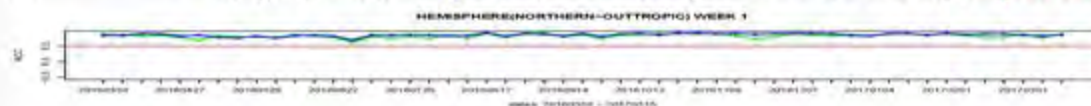
Индекс	ME	MAE	RMSE	CC	CC1	CC2	DT	pval
зима, прогноз на 1-й месяц								
EA	-0.00	0.90	1.13	-0.05	-0.26	0.16	0.00	0.626
WA	0.00	0.84	1.06	0.22	0.01	0.41	0.05	0.040
EU	-0.01	0.72	1.02	0.38	0.18	0.54	0.14	0.000
WP	0.00	0.97	1.24	-0.18	-0.37	0.03	0.03	0.096
PNA	0.01	0.61	0.79	0.26	0.06	0.44	0.07	0.013
NAO	-0.01	0.90	1.19	-0.20	-0.39	0.01	0.04	0.057
зима, прогноз на 2-й месяц								
EA	-0.01	0.89	1.07	-0.03	-0.23	0.18	0.00	0.795
WA	0.01	0.92	1.11	0.09	-0.12	0.29	0.01	0.404
EU	-0.00	0.97	1.21	-0.03	-0.23	0.18	0.00	0.800
WP	-0.00	0.77	0.97	0.13	-0.08	0.33	0.02	0.213
PNA	-0.01	0.73	0.88	-0.00	-0.21	0.20	0.00	0.976
NAO	0.00	0.90	1.10	-0.09	-0.29	0.12	0.01	0.397
зима, прогноз на сезон								
EA	-0.00	0.84	1.05	-0.04	-0.25	0.16	0.00	0.678
WA	0.00	0.87	1.07	0.11	-0.10	0.31	0.01	0.294
EU	0.00	0.87	1.13	0.17	-0.04	0.36	0.03	0.113
WP	-0.00	0.90	1.13	-0.07	-0.28	0.13	0.01	0.484
PNA	0.00	0.64	0.81	0.18	-0.03	0.37	0.03	0.096
NAO	-0.01	0.91	1.14	-0.16	-0.35	0.05	0.02	0.143

Сводка основных интегральных характеристик качества прогнозов для 6 индексов на временных интервалах интегрирования 1, 2 месяц и сезон (ME - средняя, MAE - средняя абсолютная и RMSE - средняя квадратическая ошибки, CC - коэффициент корреляции, CC1 и CC2 – нижняя и верхняя границы доверительных интервалов CC, DT - коэффициент детерминации, pval - вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы на согласованность с имеющимися выборочными данными) для зимнего и летнего периодов.

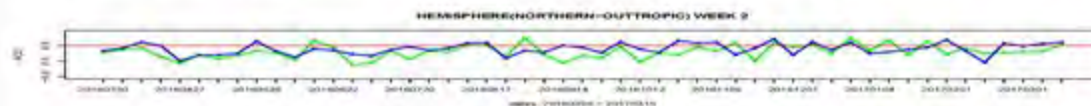
ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



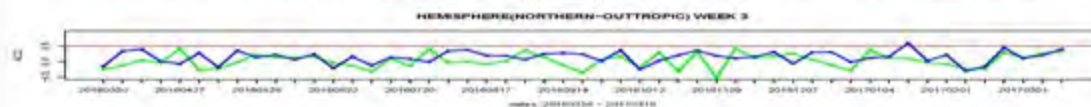
Внутрисезонная (на недельных интервалах времени) изменчивость индексов атмосферной циркуляции: **фактическая** (синим цветом), **прогностическая** (красным цветом).



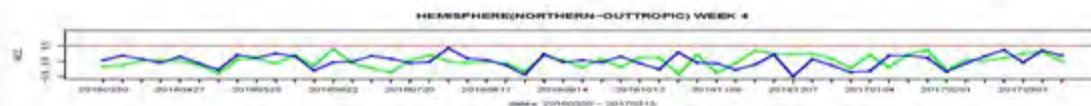
1-я неделя



2-я неделя



3-я неделя



4-я неделя

:

Оценки качества прогнозов N-500: коэффициент корреляции аномалий (ACC). Временной ход за период с 30 марта 2016 г. по 15 марта 2017 г. (51 случай).

Северное полушарие:
прогнозы ГГО (синим цветом),
ГМЦ (зеленым).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

<http://seakc.meteoinfo.ru>

Индексы циркуляции

Северо-Евразийский
Климатический Центр

Индексы

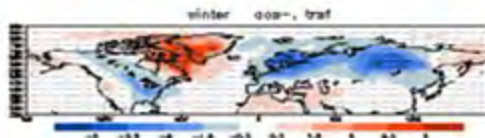
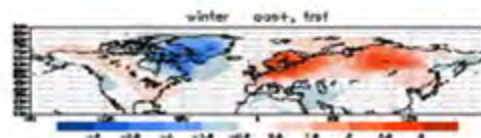
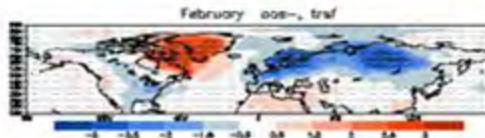
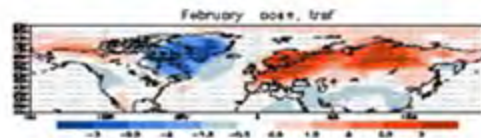
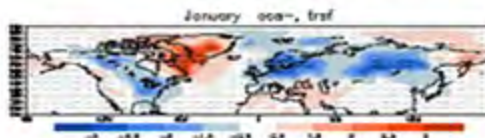
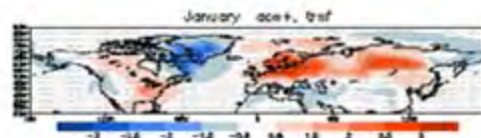
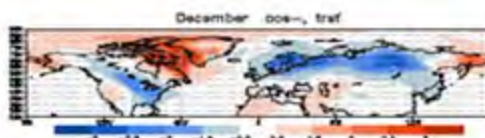
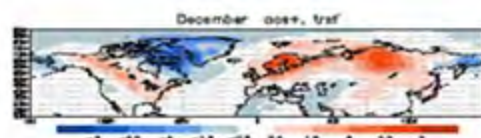
AOS

Сезон

Зима

Метеоэлемент

Т на высоте 2 м



Левый столбец: композиты полей, соответствующих значениям индекса > Q3.

Правый столбец: композиты полей, соответствующих значениям индекса < Q1.

Области статистически незначимых связей выделены белым цветом.

Прогноз по модели Гидрометцентра России

индекс	СЕНТЯБРЬ, ОКТЯБРЬ, НОЯБРЬ, ДЕКАБРЬ 2015					
	1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	1 сезон	2 сезон
EA	-0,83	-0,85	-2,42	-0,65	-1,74	-1,71
WA	1,04	0,72	1,77	1,4	1,36	1,6
EU	1,42	0,68	1,32	1,71	1,13	1,43
WP	-1,13	-0,14	-1,15	-1,15	-0,76	-1,03
PNA	0,36	0,3	0,22	0,27	0,37	0,28
NAO	-0,59	0,4	0,27	0,1	0,1	0,39
POL	-0,62	-0,75	-1,91	-1,7	-1,16	-1,85
AOS	-0,3	0,1	0,44	0,26	0,08	0,26

Синий цвет - статистически-значимые отрицательные индексы
Красный цвет - статистически-значимые положительные индексы

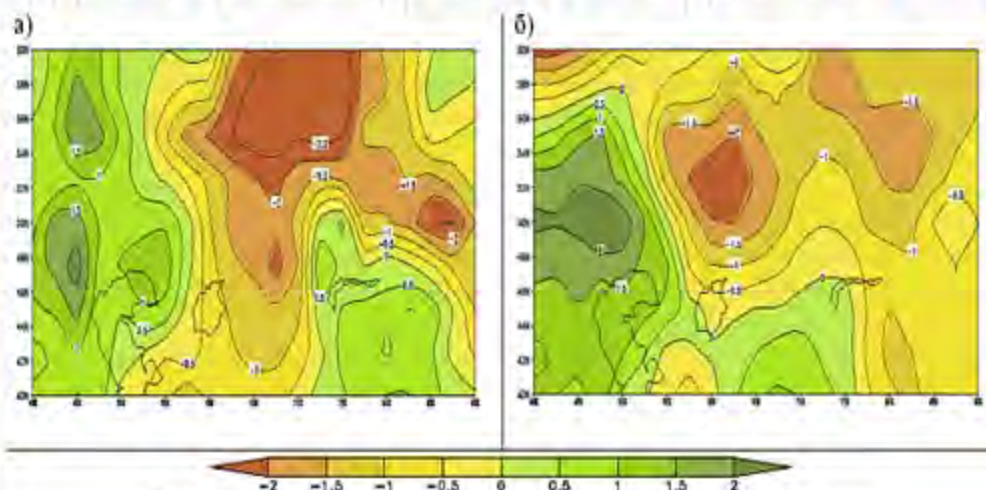
Обозначения

1. EA - Восточно-атлантическое колебание
2. WA - Западно-атлантическое колебание
3. EU - Евразийское колебание
4. WP - Западно-тихоокеанское колебание
5. PNA - Тихоокеанское-северо-американское колебание
6. NAO - Северо-атлантическое колебание
7. POL - Полярное колебание
8. AOS - Арктическая осцилляция

Квартили индексов циркуляции (реанализ 1981-2010)

Индекс	Q1 (25%)	Q3 (75%)
EA	-0.493	0.485
WA	-0.559	0.494
EU	-0.452	0.458
WP	-0.544	0.501
PNA	-0.386	0.404
NAO	-0.487	0.632
POL	-0.487	0.632
AOS	-0.884	0.87

АНАЛИЗ СЛУЧАЯ НА ПРИМЕРЕ ИЮЛЯ 1989



Карты пространственного распределения индекса SPI, полученные по данным реанализа (а) и исторических прогнозов (б), в июле 1989 г.

Куликова И.А. Круглова Е.Н., Киктев Д.Б.,
Практическая предсказуемость
стандартизованного индекса осадков SPI. –
Метеорология и гидрология, 2017, №9, с. 49-59.

Классификация засушливости и увлажненности

Значения SPI	Классы засушливости и увлажненности	Вероятность(%)
$SPI \geq 2.0$	Экстремальное увлажнение	2.3
$1.50 \leq SPI \leq 1.99$	Сильное увлажнение	4.4
$1.0 \leq SPI \leq 1.49$	Среднее увлажнение	9.2
$0.0 \leq SPI \leq 0.99$	Умеренное увлажнение	34.1
$-0.99 \leq SPI \leq 0.0$	Умеренная засуха	34.1
$-1.49 \leq SPI \leq -1.00$	Средняя засуха	9.2
$-1.99 \leq SPI \leq -1.50$	Сильная засуха	4.4
$SPI \leq -2.0$	Экстремальная засуха	2.3

На фоне сопряженности режимов атмосферной циркуляции, связанных с положительными фазами индексов EA и EU, меридиональная составляющая атмосферной циркуляции на территории Казахстана интенсифицировалась. Следствием процессов блокирования, стал дефицит осадков (менее 1 мм за весь июль 1989 г. в центральной части страны). Таким образом, в условиях блокирования, на фоне устойчивых меридиональных форм атмосферной циркуляции, качество прогнозов повышается.

Lloyd-Hughes B., and Saunders M.A. A drought climatology for Europe.
– International Journal of Climatology, 2002, vol. 22, pp. 1571-1592.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

«Паряд» климатических индексов в океанах Северного полушария в 2013 г.

Таблица

Климатический индикатор	Знак индекса в 2013 г.	Знак индекса в 2012 г.
Диполь Индийского океана	–	+
Юго-западный индекс Индийского океана	–	+
Эль-Ниньо: индекс Niño 1, 2	–	+
Эль-Ниньо: индекс Niño 3, 4	–	–
Тихоокеанское декадное колебание	–	–
Тихоокеанско-североамериканское колебание	–	+
Арктическое колебание	–	+

Покровский О.М. Феномен проникновения азиатского муссона на север Азии в 2013 г. как причина наводнения на Дальнем Востоке. Проблемы анализа риска, том 11, 2014, №4, с 8-10.

Аннотация

Показано, что аномальные осадки на водосборе р. Амур в 2013 г. имели муссонную природу. Проведен анализ возникновения и эволюции азиатского муссона (АМ), начиная от области его зарождения в западной части Индийского океана и до проникновения на север Азии. Индексы диполя Индийского океана, Эль-Ниньо, северотихоокеанского и арктического колебаний находились в фазах, способствующих не только максимизации его интенсивности, но и наискорейшему перемещению АМ от области зарождения через территорию полуострова Индостан, Юго-Восточной Азии и Китая на Дальний Восток России. Благодаря сложившейся композиции климатических индексов в Индийском, Тихом и Северном Ледовитом океанах влажные массы муссонного воздуха понесли минимально возможные потери осадков на своем пути в северную часть Азии. Усилению выпадения муссонных осадков на обширном водосборе р. Амур способствовало и то обстоятельство, что арктическое колебание находилось в отрицательной фазе, что приводило к забросам холодного арктического воздуха в этот регион. Последнее обстоятельство влияло на усиление осадков через механизм ускорения конденсации во влажном воздухе. Отрицательные значения северотихоокеанских и арктического индексов способствовали развитию блокирующих ситуаций в зональном токе умеренных широт, что локализовало зону выпадения осадков. Анализ указанных процессов показал, что их развитие целиком и полностью определяется аномалиями полей температуры поверхности в трех океанах, что создает предпосылку для долгосрочного прогноза и предупреждения опасности возникновения подобных ситуаций в будущем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Представленный в данной работе подход реализован в рамках основной технологической линии глобальных долгосрочных метеорологических прогнозов, выпускаемых Гидрометцентром России. Результаты прогнозов индексов, характеризующих крупномасштабную изменчивость, регулярно публикуются на сайте СЕАКЦ и могут использоваться специалистами в области долгосрочных прогнозов, а также при выработке консолидированных прогнозов в процессе работы климатических форумов.
- Для большинства регионов использование полученных результатов ограничивается прогнозами приземной температуры воздуха. Тем не менее, усиление или ослабление региональных квазистационарных волн, связанных с различными фазами индексов циркуляции, может служить косвенным признаком выпадения или, наоборот, отсутствия осадков.
- Качество долгосрочных прогнозов сильно меняется в зависимости от региона, сезона и режима атмосферной циркуляции. В связи с этим в оперативном порядке прогнозы различных индексов могут использоваться для априорной оценки качества.
- Анализ крупномасштабных атмосферных процессов с использованием индексов дальних связей может оказаться полезным при изучении условий формирования засух, наводнений и других экстремальных климатических явлений.

<http://seakc.meteoinfo.ru>



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!