

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Т Р У Д Ы

В Ы П У С К 53

286352  
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА  
МАКРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ ЗА 60 ЛЕТ  
и долгосрочные прогнозы погоды

Под редакцией  
канд. геогр. наук доц. И. А. БАУМАНА

Ленинградский  
Гидрометеорологический институт  
БИБЛИОТЕКА  
Л-д 195196 Малоохтинский пр., 98

ЛЕНИНГРАД

1975

*Одобрено Ученым советом*

*Ленинградского гидрометеорологического института*

В сборник помещены работы, выполненные на кафедре метеорологических прогнозов ЛГМИ и представляющие макрометеорологические исследования по району Северной Атлантики. Эти исследования, в основном, проводились по заказу АтлантНИРО и ПИНРО и имеют своей целью улучшение метеорологического обслуживания рыбопромысловых организаций. Количественная оценка интенсивности воздушных переносов на уровне моря в различных районах Северной Атлантики представлена месячными значениями индексов атмосферной циркуляции за 1949—1969 годы. Этот материал удобен для количественного сопоставления с региональными гидрологическими и промышленными характеристиками.

Другие статьи посвящены изложению вопросов макрометеорологической типизации и методов долгосрочного метеорологического прогноза (атмосферного давления и температуры воздуха) по атлантическому сектору северного полушария. Наряду с синоптико-статистическими схемами прогноза, в основном относящимися к макроциркуляционному методу ААНИИ, распространенному на Северную Атлантику, в сборнике помещены и результаты применения расчетных методов прогноза и анализа (динамико-статистический метод, разложение метеорологических полей по естественным ортогональным функциям). Заключительная статья дает представление о роли внешних факторов в возникновении предбиологических систем.

Материалы сборника представляют интерес для широкого круга специалистов, аспирантов и студентов, работающих над вопросами долгосрочного гидрометеорологического и промышленного прогнозирования, а также над проблемой взаимодействия океана и атмосферы.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДУШНЫХ ПЕРЕНОСОВ НА УРОВНЕ МОРЯ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ ПО ДАННЫМ ЕЖЕДНЕВНЫХ КАРТ ПОГОДЫ ЗА 60 ЛЕТ

Характерной особенностью гидрометеорологических исследований в последние десятилетия является стремление к использованию количественных оценок интенсивности атмосферных и гидрологических процессов.

По Северной Атлантике количественная оценка интенсивности циклонической и антициклонической деятельности за большой ряд лет была проведена Н. А. Белинским [1] и Л. А. Вительсом [2]. Однако в целях более детального исследования влияния термического и динамического воздействия воздушных переносов на уровне моря на формирование гидрологических и биологических условий в различных районах Северной Атлантики нам представляется более целесообразным использовать индексы зональной и меридиональной циркуляции, предложенные А. Л. Кацом [3].

Основной задачей данной работы являлось получение за длительный период индексов зональной и меридиональной циркуляции, характеризующих интенсивность воздушных переносов на уровне моря по акватории Северной Атлантики, расположенной между  $30^\circ$  и  $60^\circ$  с. ш.

В отличие от оценки интенсивности и направления воздушных переносов по средним месячным картам давления [3], не исключаяющей возможности значительных ошибок, мы использовали вычисление индексов зональной и меридиональной циркуляции А. Л. Каца по ежедневным картам погоды ГМЦ за 1949—1970 и за 1901—1939 гг. по картам северного полушария Бюро погоды США:

Индекс зональной циркуляции  $J_z$  определялся по формуле

$$J_z = \frac{b \sum_1^i n_i}{(\varphi_1 - \varphi_2) i} \quad (1)$$

Изобары на картах погоды проведены через 5 мб, поэтому  $b = 5$  мб. Под знаком суммы стоит число пересечений изобар  $n_i$  с

отрезками меридианов между широтами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ ;  $i$  — число меридианов.

Пересечение изобар с меридианом с запада на восток принято положительным, с востока на запад — отрицательным. Поэтому положительное значение  $J_3$  соответствует преобладанию западного переноса над восточным. Отрицательные значения зонального индекса получаются при преобладании восточных переносов.

Аналогичным образом подсчитывался индекс меридиональной циркуляции  $J'_m$ :

$$J'_m = \frac{b \sum_1^j m_j \cdot k}{(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot j} \quad (2)$$

В формуле (2) под знаком суммы стоит  $m_j$  — число пересечений изобар с отрезком параллели между долготами  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ ;  $j$  — число отрезков параллелей;  $k = \frac{1}{\cos \varphi}$  — множитель, учитывающий сходимость меридианов.

Южным переносам соответствуют положительные величины  $m_j$ , северным — отрицательные. При преобладании южного выноса над северным индекс  $J'_m$  будет положительным, и наоборот.

Часто [1] индекс  $J'_m$ , который не учитывает направленности меридиональных переносов, применяется в диагностических задачах при расчленении метеорологической истории на макропроцессы. Понятно, что для правильного учета термического и динамического воздействия воздушных переносов следует пользоваться индексом  $J'_m$ .

Зональные индексы нами вычислены для  $60-50^\circ$ ,  $50-40^\circ$  и  $40-30^\circ$  с. ш. на десятиградусных отрезках в каждой широтной зоне для восьми меридианов: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70,  $80^\circ$  з. д.

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_m$  вычислялись на параллелях  $30$ ,  $40$ ,  $50$  и  $60^\circ$  с. ш. для трех двадцатиградусных участков, расположенных на каждой параллели между  $10-30^\circ$ ,  $30-50^\circ$ ,  $50-70^\circ$  з. д.

На основе ежедневных значений индексов  $J_3$  и  $J'_m$  были получены средние месячные величины за каждый год (табл. 6—47), которые затем были осреднены за весь 60-летний период (табл. 1, 2, 4).

Ниже рассматриваются некоторые особенности как зональных, так и меридиональных переносов воздуха на уровне моря в различных широтных зонах Северной Атлантики по многолетним данным.

## 1. Особенности зональных переносов

В табл. 1, 2 представлены многолетние средние величины «нормы» индексов  $J_z$  для различных отрезков меридианов в трех широтных полосах. Для наглядности годовой ход индексов зональной циркуляции представлен графически на рис. 1—3. Эти графики показывают, что в широтной зоне 50—60° с. ш. над Атлантикой во все месяцы года преобладают западно-восточные переносы. Однако их интенсивность в западных и восточных районах Северной Атлантики существенно различна.

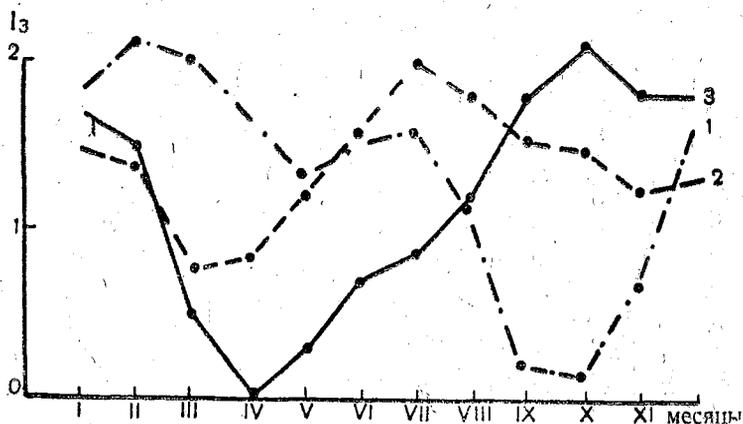


Рис. 1. Годовой ход  $J_z$  в западной части Северной Атлантики для широтных зон:

1 — 30—40°; 2 — 40—50°; 3 — 50—60° с. ш. Масштаб 3:1

Максимум западно-восточного переноса в западных районах (60—40° з. д.) приходится на октябрь—ноябрь, а в восточных районах (30—0° з. д.) — на январь. Основной минимум западно-восточных переносов падает на май. Кроме этого, в восточных районах наблюдается вторичный минимум зональных переносов в августе—сентябре (рис. 3).

Известное представление об изменчивости зональных переносов в высоких широтах (50—60° с. ш.) в различные месяцы могут дать данные табл. 3, где представлены экстремальные значения индексов зональной циркуляции.

Как видно из табл. 3, наибольшие колебания интенсивности зональных переносов отмечены в январе, когда для большинства меридианов величины амплитуд превышали 3 мб/1° мерид. Максимальная интенсивность как западных, так и восточных переносов наблюдалась для всех меридианов в месяцы холодного полугодия с октября по март. В широтной зоне 40—50° с. ш. (рис. 1—3) так-

же преобладают западные переносы над всей Атлантикой. Но по сравнению с более высокими широтами в годовом ходе интенсивности зональных переносов наблюдаются определенные отличия. Так, в западных районах (70—40° з. д.) помимо зимнего максимума  $J_z$  имеется второй хорошо выраженный максимум, который приходится на июль.

Для центральных районов рассматриваемого широтного пояса (рис. 2) характерно появление наиболее интенсивных западно-восточных переносов в декабре—январе и наибольшее ослабление

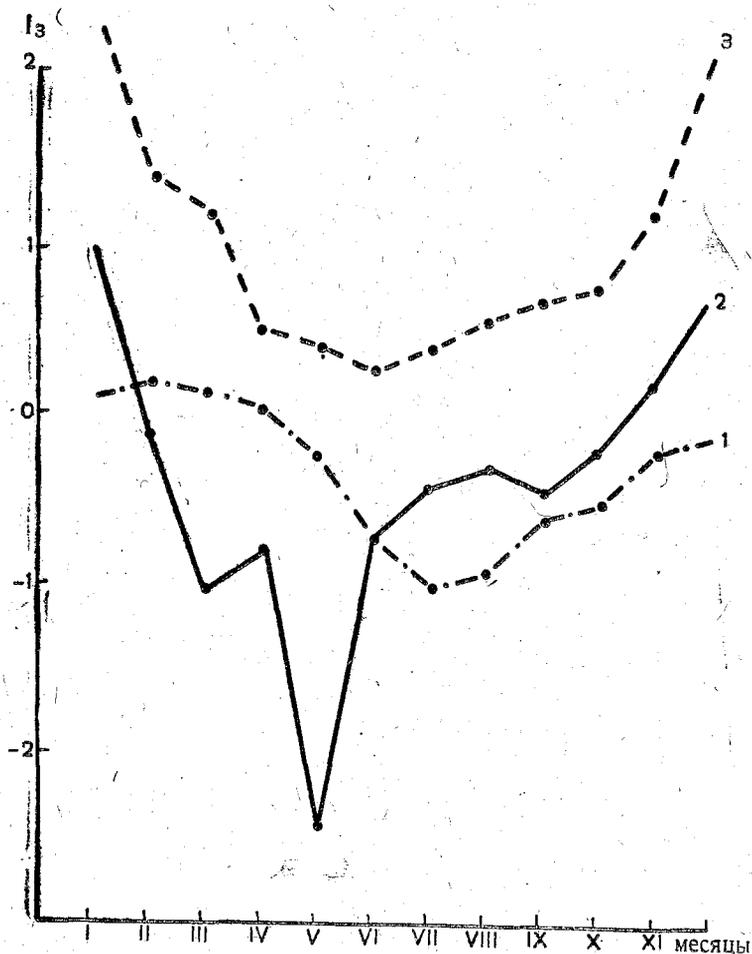


Рис. 2. Годовой ход  $J_z$  в центральной части Северной Атлантики для широтных зон.

1 — 30—40°; 2 — 40—50°; 3 — 50—60°; с. ш. Масштаб 3:1

их в апреле. Но поскольку центральные районы чаще всего находятся под воздействием южной периферии Исландского минимума

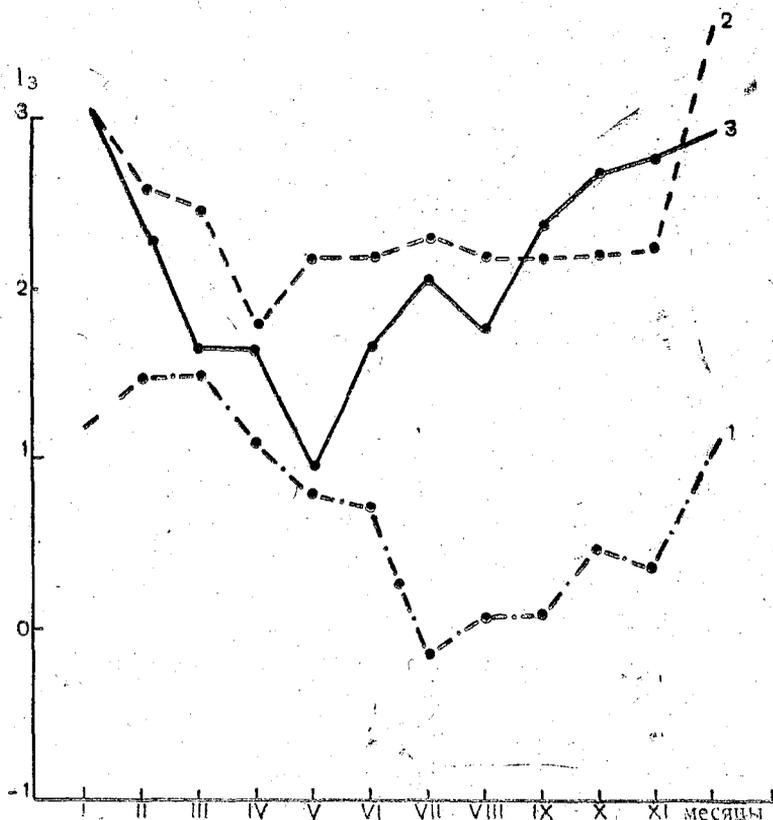


Рис. 3. Годовой ход  $J_3$  в восточной части Северной Атлантики для широтных зон:

1 — 30—40°; 2 — 40 — 50°; 3 — 50—60° с. ш. Масштаб 3:1.

или северной периферии Азорского максимума, для большинства календарных месяцев здесь показательна наибольшая интенсивность западных переносов, которая практически не бывает ниже 2 мб/1°мерид.

В восточной части (20—10° з. д.) при большой интенсивности западных переносов (рис. 3) в холодное полугодие наблюдается их летний минимум, приходящийся на июнь—июль.

Экстремальные значения индекса зональной циркуляции  $J_3$  для широтного пояса 40—50° с. ш. хорошо согласуются с отмеченными особенностями годового хода интенсивности зональных переносов. В западных районах максимальные величины западных переносов,

равные 1,3—1,6 мб/1°мерид., приходится на август. В остальных районах максимум падает на январь—февраль и достигает 1,7—2,6 мб/1°мерид. Наиболее интенсивные восточные переносы для большинства районов наблюдаются в декабре—январе ( $J_3 = -0,80 \div +1,95$  мб/1°мерид.).

Остановимся на отличительных особенностях зональных переносов в низких широтах Северной Атлантики, где их интенсивность, по сравнению с более высокими широтами, на большинстве меридианов ослаблена более чем в два раза. Здесь можно выделить два района, в которых особенности годового хода зональных переносов существенно отличаются друг от друга. В западных районах (50—80° з. д.) во всех месяцах года характерно преобладание западно-восточного переноса с максимумом зимой (рис. 1) и возрастание интенсивности западных переносов по мере движения вдоль данного широтного пояса с запада на восток. Основной минимум западных переносов приходится на сентябрь—октябрь и добавочный—на май. На 70° з. д. в сентябре—октябре преобладают восточные переносы.

Для второго типа годового хода  $J_3$ , который наблюдается в восточных районах (30—10° з. д.) низких широт, характерно значительное ослабление интенсивности западных переносов в теплую половину года и даже их переход на восточные (максимум восточных переносов в июле). Наибольшее усиление западных переносов имеет место в феврале—марте (рис. 3).

Выделенные два типа годового хода  $J_3$ , отличные для западного и восточного районов данного широтного пояса Северной Атлантики, могут быть объяснены особенностями сезонной миграции Азорского максимума и Исландского минимума. Действительно, зимой в западных районах Атлантики получает значительное развитие ложбина Исландского минимума при смещении Азорского антициклона к юго-западу, что приводит к преобладанию западных переносов у побережья Америки. Летом, в связи с ослаблением Исландского минимума и смещением Азорского антициклона к северо-востоку, возникают восточные переносы в районе Азорских и Канарских островов.

Существенные отличия в интенсивности зональных переносов низких широт, по сравнению с более высокими широтами, проявляются и в величинах экстремальных значений  $J_3$ . Так, для низких широт максимальные значения западных переносов (табл. 3) превышают 1,78 мб/1°мерид., в то время как в широтных поясах 40—50° с. ш. и 50—60° с. ш. максимальные величины  $J_3$  достигают соответственно 2,55 и 2,53 мб/1°мерид.

## 2. Особенности меридиональных переносов

Представление о средних многолетних меридиональных переносах на параллелях 30, 40, и 60° с. ш. в Северной Атлантике дают данные табл. 4. На рис. 4—6 отображены особенности годо-

вого хода  $J'_m$  для западного, центрального и восточного районов на соответствующих широтах.

В западной части (70—50° з. д.) Северной Атлантики (рис. 4) наиболее ярко выражен годовой ход индекса  $J'_m$  на 60° с. ш. Максимум северных переносов приходится на декабрь—февраль. В месяцы летнего полугодия наблюдается резкое ослабление меридиональных потоков северного направления, и в июле—августе здесь преобладают южные переносы.

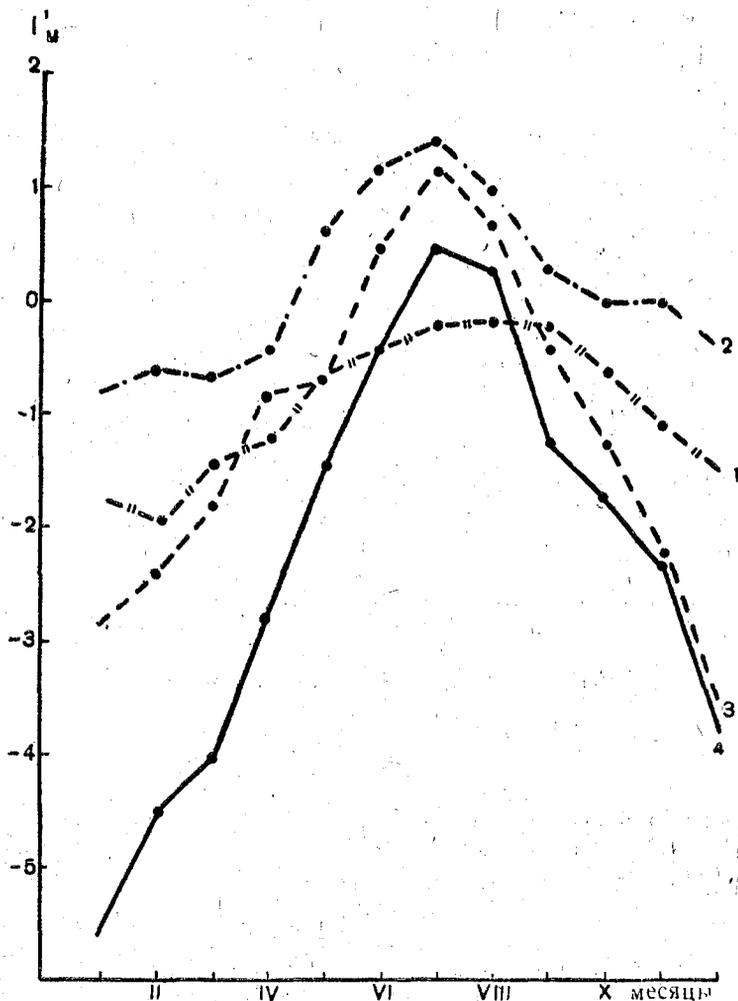


Рис. 4. Годовой ход  $J'_m$  в западной части Северной Атлантики для широт:

1 — 30°; 2 — 40°; 3 — 50°; 4 — 60°; с. ш. Масштаб 5:1.

Аналогичный годовой ход  $J_M^1$  в западных районах Атлантики наблюдается и в более низких широтах ( $50^\circ$  и  $40^\circ$  с. ш.). Однако в этом случае возрастает повторяемость южных выносов воздуха в месяцы теплого полугодия. Так, на  $50^\circ$  с. ш. южные переносы преобладают с июня по август, а на  $40^\circ$  с. ш. южные переносы еще большей интенсивности отмечаются с мая по октябрь.

Для  $30^\circ$  с. ш. было обнаружено во всех месяцах преобладание северных переносов с некоторым ослаблением их в месяцы теплого полугодия.

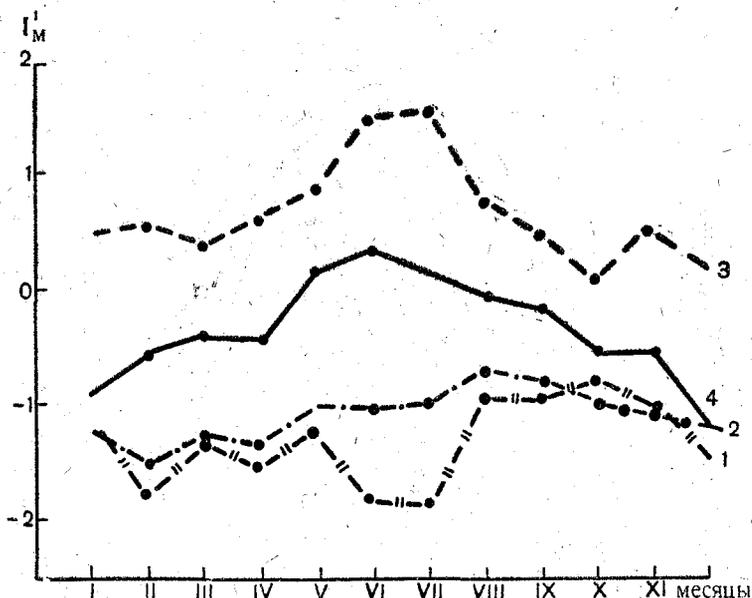


Рис. 5. Годовой ход  $J_M^1$  в центральной части Северной Атлантики для широт:

1 —  $30^\circ$ ; 2 —  $40^\circ$ ; 3 —  $50^\circ$ ; 4 —  $60^\circ$ ; с. ш. Масштаб 5:1

Таким образом, для западной части Атлантики ( $70-50^\circ$  з. д.) на всех рассмотренных широтах можно обнаружить определенные черты сходства в годовом ходе меридиональных переносов, выраженных индексом  $J_M^1$ , причем в более низких широтах он выражен хуже, чем в высоких.

Анализ экстремальных величин индексов  $J_M^1$  для различных широт западной части Атлантики, которые представлены в табл. 5, приводит к следующим выводам.

Южные переносы наибольшей интенсивности  $1,12-0,97$  мб/1° широты наблюдаются как на широте  $60^\circ$ , так и на широте  $40^\circ$ . Но на широте  $30^\circ$  южные переносы более  $0,59$  мб/1° широты не встречаются.

Экстремумы северных переносов ( $1,92 \text{ мб}/1^\circ \text{ широты}$ ) отмечены в месяцы холодного полугодия на широте  $60^\circ$ . В более низких широтах интенсивность северных переносов ослаблена и их максимальные значения на  $30^\circ$  не превышают  $0,59 \text{ мб}/1^\circ \text{ широты}$ .

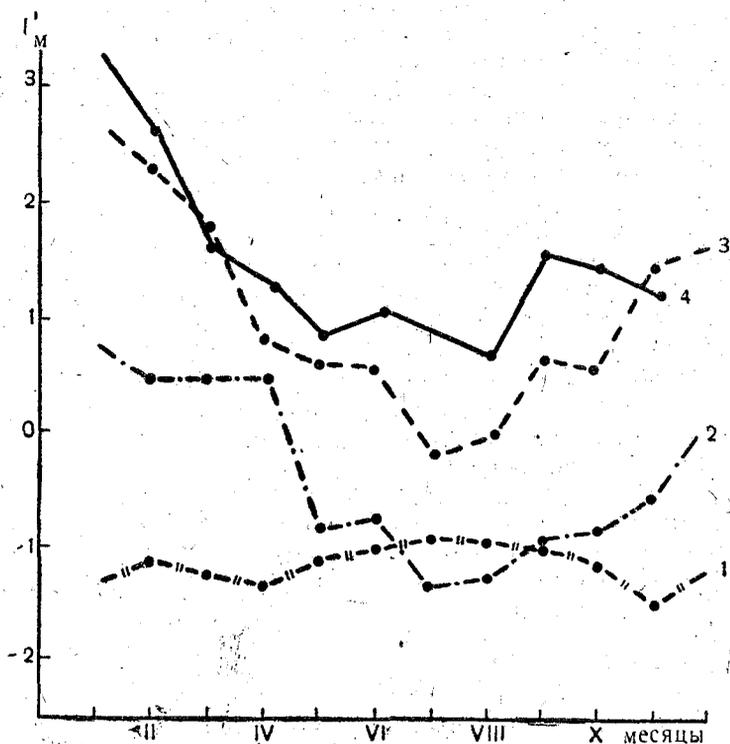


Рис. 6. Годовой ход  $J'_M$  в восточной части Северной Атлантики для широт:

1 —  $30^\circ$ ; 2 —  $40^\circ$ ; 3 —  $50^\circ$ ; 4 —  $60^\circ$ ; с. ш. Масштаб 5:1.

В центральных районах Атлантики ( $50-30^\circ$  з. д.), как видно на рис. 5, годовой ход индекса  $J'_M$ , по сравнению с западными районами, выражен не столь ярко. Тем не менее меридиональные переносы на различных широтах имеют свою специфику. Так, на  $60^\circ$  с. ш. обнаружено для большинства месяцев преобладание северных переносов с максимумом в декабре. Южные переносы имеют большую повторяемость только в июне — июле.

Для параллели  $50^\circ$  с. ш. во всех месяцах господствуют южные выносы, максимум которых приходится на июнь. Однако в более низких широтах ( $40^\circ$  и  $30^\circ$  с. ш.) характерно преобладание северных переносов во все месяцы года. Причем, на  $40^\circ$  с. ш. максимум

северных переносов приходится на июнь — июль, а на  $30^\circ$  с. ш. — на месяцы холодного полугодия.

Наибольшие экстремальные значения индексов  $J'_m$  в центральных районах, как для северных, так и для южных потоков ( $-1,68$  и  $+1,77$  мб/ $1^\circ$  широты соответственно) наблюдаются на  $60^\circ$  с. ш. При этом, если в высоких широтах ( $60-40^\circ$  с. ш.) экстремумы южных переносов по своей интенсивности превосходят северные, то в низких широтах ( $30^\circ$  с. ш.) интенсивность экстремальных величин северных переносов больше, чем южных.

В восточных районах Атлантики ( $30-10^\circ$  з. д.) годовой ход меридиональных переносов выражен более ярко, чем в центральных. В высоких широтах ( $50-60^\circ$  с. ш.), как видно из рис. 6, характерно в большинстве месяцев преобладание южных переносов, максимум которых приходится на июль, а в районе  $50^\circ$  с. ш. даже наблюдается переход к преобладанию северных переносов.

В более низких широтах ( $40^\circ$  с. ш.) в большинстве месяцев теплого полугодия отмечается господство северных переносов и значительное ослабление южных выносов в остальное время.

На  $30^\circ$  с. ш. во всех месяцах года преобладают северные переносы при слабо выраженном годовом ходе.

Выделенные типы годового хода индексов меридиональной циркуляции  $J'_m$  над Северной Атлантикой объясняются сезонными изменениями местонахождения и интенсивности Исландского минимума и Азорского антициклона.

Как видно из данных табл. 5, на  $60^\circ$  с. ш. межзональный воздухообмен более интенсивен, чем в южных широтах. Экстремальные величины южных выносов на  $60-40^\circ$  с. ш. имеют большие значения, чем северных переносов воздуха, и только на  $30^\circ$  с. ш. имеет место обратное соотношение. Экстремальные южные переносы на широтах  $60-50^\circ$  с. ш., как правило, в 1,5—2 раза интенсивнее, чем на широтах  $40-30^\circ$  с. ш.

Таким образом, сравнительный анализ интенсивности зональных и меридиональных переносов на уровне моря для разных широтных зон Северной Атлантики указывает на существенные различия как в особенностях годового хода индексов  $J'_m$  и  $J_s$ , так и в экстремальных величинах этих индексов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белинский Н. А. Использование некоторых особенностей атмосферных процессов для долгосрочных прогнозов. Л., Гидрометеиздат, 1957, 202 с.
2. Вительс Л. А. Об определении индекса циркуляции по данным синоптического каталога. «Метеорология и гидрология», 1947, № 5, с. 39—48.
3. Кац А. Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. Л., Гидрометеиздат, 1960, 270 с.

Таблица 1

Средние месячные значения индексов зональной циркуляции  $J_z$  на отрезках меридианов от 10 до 80° з. д. в широтной зоне 30—40° с. ш.

Западная долгота, град.	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
10	0,03	0,06	0,06	0,03	-0,14	-0,22	-0,33	-0,31	-0,19	-0,13	0,02	0,06
20	0,17	0,23	0,25	0,09	0,04	-0,07	-0,27	-0,21	-0,07	0,04	0,05	0,15
30	0,43	0,51	0,50	0,34	0,25	0,19	-0,03	0,03	0,07	0,16	0,13	0,36
40	0,58	0,72	0,70	0,50	0,42	0,40	0,22	0,24	0,18	0,21	0,21	0,50
50	0,63	0,63	0,66	0,67	0,48	0,51	0,42	0,36	0,17	0,17	0,25	0,54
60	0,59	0,70	0,65	0,55	0,43	0,52	0,54	0,39	0,09	0,05	0,23	0,51
70	0,32	0,35	0,39	0,37	0,28	0,36	0,48	0,28	-0,10	-0,13	0,14	0,25
80	0,09	0,08	0,15	0,16	0,08	0,07	0,16	0,01	-0,77	-0,28	0,01	0,04

Таблица 2

Средние многолетние значения индексов зональной циркуляции  $J_3$  для различных меридианов и широтных зон

Западная долгота, град.	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Широтная зона 50 — 60° с. ш.

30	1,02	0,73	0,48	0,50	0,26	0,47	0,68	0,63	0,84	0,92	0,95	0,98
40	0,84	0,61	0,30	0,28	0,09	0,29	0,52	0,51	0,70	0,78	0,82	0,76
50	0,84	0,60	0,28	0,18	0,07	0,25	0,35	0,48	0,67	0,80	0,76	0,64
60	0,57	0,47	0,15	0,02	0,09	0,22	0,30	0,42	0,63	0,70	0,60	0,56

Широтная зона 40 — 50° с. ш.

10	0,75	0,52	0,40	0,15	0,18	0,12	0,16	0,21	0,23	0,41	0,57	0,84
20	0,99	0,84	0,72	0,49	0,55	0,53	0,41	0,61	0,60	0,69	0,72	0,74
30	1,05	0,94	0,86	0,66	0,75	0,75	0,77	0,74	0,75	0,75	0,83	1,22
40	1,13	0,86	0,79	0,63	0,71	0,78	0,78	0,71	0,72	0,76	0,79	1,09
50	0,86	0,62	0,52	0,47	0,40	0,66	0,79	0,66	0,58	0,57	0,64	0,77
60	0,51	0,35	0,31	0,31	0,38	0,50	0,69	0,56	0,47	0,45	0,43	0,47
70	0,29	0,20	0,26	0,15	0,27	0,39	0,49	0,36	0,35	0,39	0,38	0,33

Экстремальные значения индексов зональной циркуляции  $J_3$  на различных меридианах для трех широтных зон

Долгота	Экстремум	М Е С Я Ц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Широтная зона 50—60° с. ш.													
60° з. д.	max	1,74	1,38	1,25	1,12	0,73	0,84	0,85	1,15	1,17	1,57	1,67	1,57
	min	-1,23	-1,05	-1,10	-0,83	-0,79	-0,38	-0,27	-0,25	0,05	-0,37	-0,96	-0,58
50° з. д.	max	1,95	1,56	1,77	1,05	1,03	1,10	0,98	1,77	1,28	1,72	1,65	1,58
	min	-0,94	-1,25	-1,52	-0,98	-0,99	-0,43	-0,32	-0,50	-0,13	-0,61	-0,98	-0,76
40° з. д.	max	2,22	1,74	1,93	1,40	1,33	1,31	1,53	1,26	1,47	1,74	1,88	1,82
	min	-1,43	-1,32	-2,04	-1,08	-0,81	-0,63	-0,51	-0,20	-0,28	-1,09	-0,67	-1,34
30° з. д.	max	2,24	1,92	1,80	1,55	1,63	1,48	1,45	1,25	1,65	1,96	2,00	2,30
	min	-1,00	-1,17	-1,56	-0,68	-0,66	-0,63	-0,16	-0,97	-0,23	-0,81	-0,13	-1,21
20° з. д.	max	2,43	2,26	2,28	1,74	1,63	1,50	1,48	1,58	1,73	2,14	1,87	2,41
	min	-1,40	-0,85	-1,03	-0,37	-0,53	-0,53	-0,02	-0,14	-0,08	-0,55	-0,18	-0,79
10° з. д.	max	2,53	2,16	2,36	1,90	1,26	1,19	1,29	1,35	1,57	1,93	1,85	2,14
	min	-1,15	-0,70	-0,95	-0,45	-0,68	-0,52	-0,03	-0,18	-0,17	-0,92	-0,40	-0,80
0°	max	2,37	2,28	2,18	1,65	0,92	1,05	1,24	1,21	1,45	1,69	1,65	1,92
	min	-0,81	-0,61	-0,89	-0,78	-0,71	-0,33	-0,10	-0,19	-0,37	-0,82	-0,25	-0,92
10° в. д.	max	1,90	2,22	2,04	1,17	1,10	1,34	0,98	1,45	1,37	1,52	1,47	1,80
	min	-0,63	-0,64	-1,06	-0,99	-0,71	-0,27	-0,16	-0,14	-0,48	-0,76	-0,47	-0,90

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

## Широтная зона 50-

70° з. д.	max min	0,90 -0,80	0,69 -0,66	0,89 -0,84	1,17 -0,48	0,63 -0,31	1,29 -0,50
60° з. д.	max min	1,22 -0,88	1,05 -0,67	1,40 -1,03	1,03 -0,48	0,92 -0,55	1,31 -0,71
50° з. д.	max min	1,71 -1,24	1,55 -0,59	1,64 -1,04	1,30 -0,80	1,16 -0,85	1,34 -0,93
40° з. д.	max min	1,96 -1,13	1,88 -0,90	1,77 -0,72	1,64 -0,87	1,26 -0,98	1,40 -1,06
30° з. д.	max min	2,12 -1,03	2,39 -0,75	2,09 -0,76	1,63 -0,80	1,40 -1,05	1,46 -1,21
20° з. д.	max min	2,04 -1,05	2,55 -1,18	1,84 -1,03	1,58 -0,83	1,18 -0,76	1,38 -1,15
10° з. д.	max min	1,82 -0,79	2,23 -1,31	1,84 -0,92	1,22 -1,28	1,08 -0,50	1,03 -0,72

## Широтная зона 30-

80° з. д.	max min	0,39 -0,34	0,64 -0,37	0,47 -0,35	0,49 -0,13	0,45 -0,35	0,48 -0,28
70° з. д.	max min	0,85 -0,19	0,88 -0,21	0,76 -0,32	0,83 0,05	0,79 -0,32	0,90 -0,23
60° з. д.	max min	1,41 -0,17	1,46 -0,10	1,19 -0,26	0,98 0,02	0,97 -0,32	1,07 -0,08

Продолжение таблицы 3

9	10	11	12	13	14
-40° с. ш.					
0,75	1,30	0,71	0,84	0,92	0,98
-0,80	-0,18	-0,33	-0,23	-0,43	-0,50
1,05	1,60	0,78	1,01	1,01	1,37
-0,93	-0,47	-0,37	-0,50	-0,70	-0,47
1,21	1,52	0,97	1,24	1,22	1,56
-0,93	-0,39	-0,47	-0,69	-1,05	-0,77
1,30	1,58	1,46	1,43	1,62	1,96
-0,93	-0,55	-0,82	-0,79	-1,38	-1,76
1,34	1,65	1,58	1,79	1,85	2,20
-0,79	-0,74	-0,80	-0,81	-1,47	-1,92
1,21	1,22	1,72	1,56	1,99	2,28
-0,64	-0,62	-0,42	-0,70	-1,37	-1,95
1,01	1,05	1,12	1,42	1,75	2,09
-0,55	-0,48	-0,63	-0,54	-1,12	-1,61
-40° с. ш.					
0,42	0,30	0,40	0,42	0,48	0,66
-0,18	-0,31	-0,55	-0,68	-0,47	-0,45
0,81	0,58	0,40	0,62	0,64	0,60
0,13	-0,05	-0,43	-0,62	-0,43	-0,43
0,95	0,74	0,42	0,68	0,85	1,11
0,06	-0,03	-0,27	-0,27	-0,48	-0,38

1	2	3	4	5	6	7
50° з. д.	max min	1,78 -0,46	1,61 -0,62	1,68 -0,24	1,12 -0,02	1,02 -0,18
40° з. д.	max min	1,34 -0,43	1,47 -0,14	1,45 -0,26	1,21 -0,07	1,02 -0,26
30° з. д.	max min	1,30 -0,60	1,54 -0,43	1,41 -0,48	1,02 -0,30	0,84 -0,56
20° з. д.	max min	1,08 -0,72	1,42 -0,64	1,27 -0,65	0,73 -0,58	0,66 -0,61
10° з. д.	max min	0,69 -0,56	0,91 -0,64	0,79 -0,60	0,43 -0,48	0,29 -0,55

Ленинградский  
Гидрометеорологический ин-т  
БИБЛИОТЕКА

Л-д 195196 Малоохтинский пр., 98

Продолжение таблицы 3

8	9	10	11	12	13	14
1,05	0,84	0,76	0,85	0,66	0,92	1,32
-0,08	-0,13	-0,23	-0,29	-0,29	-0,55	-0,31
0,93	0,80	0,88	0,73	0,93	1,07	1,45
-0,15	-0,37	-0,24	-0,25	-0,31	-0,63	-0,42
0,71	0,42	0,42	0,71	0,84	0,90	1,34
-0,42	-0,56	-0,39	-0,39	-0,35	-0,58	-0,65
0,33	0,15	0,22	0,32	0,63	0,55	1,21
-0,47	-0,68	-0,52	-0,51	-0,48	-0,73	-0,61
0,10	0,14	0,40	0,19	-0,48	0,55	0,82
-0,52	-0,81	-0,55	-0,53	-0,45	-0,53	-0,53

Средние многолетние значения индексов меридиональной циркуляции  $J'_m$   
для различных отрезков параллелей

Западная долгота град.	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Отрезки параллели 60° с. ш.												
30—50	-0,18	0,01	-0,08	-0,08	0,02	0,08	0,05	0,00	-0,01	-0,09	-0,10	-0,23
50—70	-1,13	-0,89	-0,81	-0,57	-0,28	-0,05	0,10	0,06	-0,24	-0,38	-0,47	-0,78
Отрезки параллели 50° с. ш.												
30—50	0,09	0,12	0,08	0,12	0,16	0,27	0,33	0,15	0,09	0,01	0,00	0,06
50—70	-0,54	-0,45	-0,33	-0,17	-0,09	0,09	0,23	0,15	-0,08	-0,14	-0,21	-0,53
Отрезки параллели 40° с. ш.												
10—30	0,17	0,09	0,09	0,09	-0,17	-0,15	-0,27	-0,24	-0,17	-0,12	-0,10	0,04
30—50	0,19	0,25	0,24	0,31	0,24	0,26	0,26	0,17	0,17	0,15	0,18	0,27
50—70	-0,17	-0,12	-0,12	0,05	0,12	0,35	0,35	0,20	0,08	0,00	0,00	-0,08
Отрезки параллели 30° с. ш.												
10—30	-0,22	-0,23	-0,23	-0,25	-0,21	-0,20	-0,16	-0,16	-0,18	-0,21	-0,30	-0,22
30—50	-0,24	-0,28	-0,24	-0,23	-0,19	-0,20	-0,15	-0,14	-0,15	-0,18	-0,20	-0,21
50—70	-0,32	-0,33	-0,28	-0,21	-0,12	-0,04	-0,03	-0,02	-0,06	-0,12	-0,23	-0,30

Экстремальные значения индексов меридиональной циркуляции  $J'_M$  для различных отрезков параллелей

Западная долгота, град.	Экстремум	М Е С Я Ц											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Отрезки параллели 60° с. ш.													
70—50	max	0,44	0,84	0,23	0,64 <sup>к</sup>	0,90	0,69	0,70	0,86	0,62	0,97	0,64	1,67
	min	-1,92	-1,92	-1,92	-1,37	-1,04	-0,69	-0,42	-0,41	-0,90	-1,27	-1,49	-1,60
50—30	max	1,18	1,77	0,92	1,05	0,78	0,92	0,72	0,58	1,00	0,96	0,79	0,86
	min	-1,68	-1,32	-1,00	-0,98	-0,81	-0,66	-0,85	-0,42	-0,95	-0,98	-1,14	-1,29
30—10	max	1,92	1,96	1,62	1,40	1,13	0,82	1,19	1,05	1,50	1,48	1,82	2,74
	min	-0,95	-1,43	-0,92	-1,15	-0,76	-0,50	-0,97	-0,60	-0,88	-0,66	1,12	-1,02
Отрезки параллели 50° с. ш.													
50—30	max	1,09	1,39	1,03	0,92	0,72	1,17	1,13	0,51	0,79	0,63	0,92	1,35
	min	-0,83	-1,01	-0,94	-0,77	-0,47	-0,87	-0,29	-0,25	-0,47	-0,78	-0,77	-0,80
30—10	max	1,64	1,59	1,30	1,11	0,71	0,76	0,46	0,48	0,76	1,16	1,00	1,64
	min	-0,38	-0,93	-0,53	-0,67	-0,75	-0,29	-1,63	-0,68	-0,64	-0,85	-0,97	-0,65
Отрезки параллели 40° с. ш.													
70—50	max	0,34	0,76	0,40	1,12	0,52	0,63	0,68	0,53	0,42	0,48	0,45	0,51
	min	-1,09	-0,82	-0,78	-0,41	-0,38	-0,44	-0,14	-0,28	-0,36	-0,50	-0,49	-0,66
50—30	max	0,72	1,20	0,76	0,80	0,64	0,83	0,55	0,49	0,67	0,56	0,82	0,94
	min	-0,45	-0,74	-0,36	-0,73	-0,43	-0,21	-0,22	-0,62	-0,36	-0,54	-0,34	-0,46

1	2	3	4	5	6	7	8
30—10	max min	1,02 -0,38	0,77 -0,62	0,79 -0,57	0,49 -0,59	0,46 -0,79	1,56 -0,78
О т р е з к и п а р а л л е л и							
70—50	max min	0,30 -0,81	0,36 -0,86	0,32 -0,88	0,40 -0,68	0,59 -0,59	0,48 -0,55
50—30	max min	0,45 -0,75	0,47 -0,83	0,40 -0,85	0,42 -0,70	0,26 -0,67	0,26 -0,68
30—10	max min	0,33 -0,66	0,26 -0,81	0,31 -0,75	0,40 -0,70	0,26 -0,66	0,32 -0,66

Продолжение таблицы 5

9	10	11	12	13	14
0,67	0,54	0,64	0,47	0,54	0,82
-0,67	-0,59	-0,48	-0,56	-0,78	-0,59
30° с. ш.					
0,38	0,43	0,39	0,45	0,35	0,26
-0,38	-0,40	-0,60	-0,57	-0,72	-0,76
0,16	0,24	0,36	0,23	0,45	0,52
-0,61	-0,50	-0,56	-0,69	-0,68	-0,83
0,46	0,25	0,41	0,34	0,22	0,31
-0,95	-0,76	-0,68	-0,61	-0,53	-0,75

Индексы зональной циркуляции  $J_3$

Год	М				
	I	II	III	IV	V
1949	-0,45	-0,41	-0,11	-0,39	-0,14
1950	-0,05	-0,05	-0,03	0,42	0,06
1951	0,11	0,30	0,16	-0,08	0,21
1952	-0,56	-0,25	0,37	0,10	0,29
1953	0,02	-0,11	-0,35	-0,03	-0,21
1954	-0,22	-0,11	0,45	-0,27	-0,24
1955	0,48	0,50	0,29	-0,27	-0,26
1956	0,64	-0,44	0,27	0,22	-0,50
1957	-0,10	-0,25	0,10	-0,10	-0,02
1958	-0,10	-0,11	0,21	-0,33	-0,16
1959	0,19	-0,21	0,18	-0,03	0,02
1960	0,23	0,62	0,56	-0,25	-0,02
1961	0,10	-0,27	-0,31	0,12	0,00
1962	-0,05	0,32	0,68	-0,25	-0,45
1963	0,55	0,39	-0,05	-0,03	-0,32
1964	-0,23	0,36	0,34	-0,15	-0,29
1965	0,05	-0,16	0,08	-0,35	-0,42
1966	0,60	0,77	-0,60	0,03	-0,52
1967	0,00	-0,09	-0,58	-0,08	-0,03
1968	-0,45	0,52	-0,21	0,08	-0,16
1969	0,12	0,34	0,27	-0,22	0,16

Таблица 6

на меридиане 10° з. д. между 30—40° с. ш.

Е		С		Я		Ц	
VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-0,17	-0,30	-0,41	0,19	-0,32	-0,10	-0,19	
0,02	-0,32	-0,40	-0,53	-0,22	0,00	0,16	
-0,19	0,02	-0,21	0,19	-0,22	0,53	0,10	
-0,20	-0,35	-0,43	-0,19	-0,11	-0,17	-0,14	
-0,27	-0,42	-0,40	-0,05	-0,05	-0,31	-0,02	
-0,34	-0,59	-0,46	-0,51	-0,22	0,05	-0,30	
-0,27	-0,21	-0,24	-0,53	-0,03	0,19	0,10	
-0,51	-0,38	-0,30	-0,51	-0,45	-0,49	-0,14	
-0,15	-0,37	-0,18	-0,18	-0,16	-0,10	0,05	
0,00	-0,42	-0,27	-0,22	-0,40	0,13	0,78	
-0,35	0,14	-0,35	0,05	-0,11	0,20	0,29	
-0,32	-0,42	0,26	-0,13	0,48	0,15	-0,06	
-0,15	-0,48	-0,35	-0,17	-0,13	0,37	0,44	
-0,18	-0,27	-0,55	-0,15	0,06	-0,12	-0,12	
0,10	-0,29	-0,39	-0,27	-0,27	0,55	0,73	
-0,03	-0,23	-0,24	-0,10	-0,36	-0,16	-0,14	
-0,23	-0,34	-0,42	0,05	0,31	0,08	-0,03	
-0,33	-0,23	-0,36	-0,02	0,26	-0,32	-0,39	
-0,27	-0,31	-0,24	-0,18	-0,10	-0,10	-0,44	
-0,22	-0,32	-0,26	-0,33	-0,14	0,37	0,18	
-0,18	-0,52	-0,39					

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $20^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Таблица 7

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-0,48	-0,40	-0,50	-0,22	-0,03	0,14	-0,27	0,08	0,25	0,05	-0,03	-0,54			
1950	0,21	0,40	0,43	-0,51	0,14	0,14	0,03	-0,37	-0,32	-0,37	-0,20	-0,19			
1951	0,16	0,25	0,13	-0,19	0,30	0,29	-0,19	-0,21	0,17	-0,22	0,32	0,05			
1952	-0,48	0,	1,27	0,24	0,43	0,10	-0,34	-0,35	-0,19	0,34	-0,12	-0,24			
1953	-0,14	-0,14	-0,30	-0,10	0,22	-0,29	-0,42	0,22	-0,20	0,22	-0,27	-0,08			
1954	-0,45	0,05	0,62	-0,02	0,02	-0,15	-0,59	-0,21	-0,32	-0,13	-0,12	-0,38			
1955	0,83	0,40	0,53	0,03	-0,06	-0,07	-0,32	-0,19	-0,51	-0,11	0,39	0,16			
1956	-0,11	-0,41	0,30	0,29	-0,46	-0,44	-0,13	-0,26	0,22	-0,42	-0,73	-0,02			
1957	-0,14	0,84	0,76	0,02	-0,01	-0,20	-0,36	-0,40	-0,15	-0,40	0,22	-0,18			
1958	0,05	0,45	0,52	-0,19	-0,18	0,33	-0,18	-0,26	-0,03	-0,26	0,32	0,73			
1959	0,66	-0,02	0,65	0,15	-0,08	-0,20	-0,32	-0,16	0,32	0,03	0,08	0,42			
1960	0,65	0,90	0,80	-0,15	0,32	-0,27	-0,35	0,13	-0,20	0,63	0,40	-0,19			
1961	0,14	0,41	-0,21	0,73	0,31	-0,32	-0,64	-0,45	-0,03	-0,02	0,10	1,03			
1962	0,02	-0,61	0,89	0,15	-0,10	-0,23	-0,16	-0,40	0,20	-0,10	-0,22	-0,06			
1963	0,80	0,38	0,45	0,22	0,63	0,20	-0,10	-0,45	-0,25	-0,16	0,53	0,69			
1964	0,16	0,62	0,82	0,02	-0,05	-0,07	-0,40	-0,32	-0,13	-0,18	-0,05	-0,24			
1965	0,26	-0,09	0,63	-0,58	-0,03	-0,07	-0,19	-0,35	-0,10	0,21	0,13	0,24			
1966	1,00	1,30	-0,44	0,50	-0,37	-0,15	-0,58	-0,03	-0,05	0,39	-0,45	-0,61			
1967	0,24	0,16	-0,55	-0,30	-0,05	-0,35	-0,40	-0,23	-0,07	0,03	-0,53	-0,26			
1968	-0,14	0,60	-0,29	0,53	-0,18	-0,12	-0,24	-0,16	0,10	0,42	0,55	0,21			
1969	0,37	0,25	0,76	-0,15	0,43	-0,03	-0,50	-0,19							

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане  $30^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Таблица 8

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-0,34	0,04	-0,45	0,08	-0,02	0,39	0,12	0,05	0,05	0,30	-0,15	-0,34
1950	0,45	0,68	0,86	-0,05	0,24	0,41	0,13	-0,06	-0,02	-0,16	-0,19	-0,29
1951	0,10	0,13	0,08	0,03	0,40	0,71	-0,16	-0,24	0,12	0,30	0,03	0,27
1952	-0,37	0,37	1,41	0,34	0,58	0,10	-0,03	-0,19	0,07	0,45	0,03	-0,06
1953	-0,26	0,40	0,10	0,20	0,56	-0,08	-0,16	0,00	0,07	0,18	-0,19	0,13
1954	0,26	0,00	0,92	0,07	0,32	0,03	-0,56	0,11	0,02	0,26	-0,19	-0,11
1955	1,30	0,38	0,66	0,44	0,42	0,29	-0,25	-0,22	-0,39	0,05	0,41	0,59
1956	-0,05	0,22	0,70	0,41	-0,26	0,02	0,21	0,03	0,34	-0,18	-0,34	0,16
1957	0,42	0,95	1,25	0,33	0,05	0,57	-0,27	-0,22	0,05	0,18	0,33	-0,19
1958	0,14	0,80	1,00	-0,07	0,05	0,28	0,21	0,02	0,17	-0,18	0,47	0,64
1959	0,69	0,39	0,74	0,27	0,29	0,08	-0,23	0,02	0,28	0,19	-0,10	0,37
1960	1,10	1,00	0,90	0,23	0,44	0,03	-0,24	0,29	-0,22	0,45	0,23	-0,37
1961	0,47	0,91	0,42	1,02	0,42	-0,18	-0,34	-0,02	-0,03	0,05	-0,13	1,26
1962	0,26	-0,39	1,14	0,18	0,08	0,15	0,05	-0,10	0,18	-0,02	-0,28	0,24
1963	0,58	0,45	0,76	0,68	-0,56	0,37	0,08	0,39	-0,18	-0,16	0,33	0,56
1964	0,78	1,03	1,06	0,27	0,32	0,03	-0,23	0,05	0,05	-0,05	-0,09	-0,11
1965	0,44	0,32	0,97	-0,30	0,31	0,13	-0,06	-0,18	0,08	0,07	0,00	0,44
1966	1,24	1,41	-0,03	0,88	-0,34	-0,12	-0,42	0,10	0,03	0,37	-0,58	-0,38
1967	0,37	0,23	-0,14	-0,27	0,02	-0,22	0,03	-0,16	-0,07	0,03	-0,53	0,39
1968	-0,05	0,45	-0,06	0,48	0,29	0,12	0,02	0,05	0,33	0,78	0,63	0,44
1969	0,37	0,11	0,89	0,13	0,37	0,12	-0,16	-0,06				

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане  $40^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-0,18	0,52	-0,06	0,61	0,14	0,46	0,36	0,16	-0,20	0,13	-0,10	-0,02			
1950	0,58	0,72	0,92	0,15	0,54	0,36	0,29	0,08	0,22	-0,14	-0,10	-0,29			
1951	0,21	0,07	0,38	0,41	0,48	0,93	-0,03	-0,24	0,39	0,24	-0,12	0,37			
1952	-0,22	0,95	1,01	0,42	0,90	0,31	0,18	0,02	0,10	0,41	0,02	0,24			
1953	0,03	0,70	0,27	0,22	0,48	0,10	0,03	0,27	0,20	0,16	-0,07	0,40			
1954	0,51	0,22	0,50	0,17	0,24	0,14	-0,37	0,42	0,15	0,11	-0,05	0,27			
1955	1,34	0,34	0,74	0,59	0,64	0,32	0,80	-0,14	-0,09	0,27	0,51	0,90			
1956	0,64	0,53	0,96	0,53	0,00	0,22	0,32	0,19	0,08	0,18	-0,26	0,40			
1957	0,45	1,00	1,25	0,65	0,37	0,43	0,10	0,08	0,20	0,02	0,20	0,02			
1958	0,47	1,00	1,27	-0,07	-0,21	0,40	0,50	0,11	0,38	0,16	0,32	0,50			
1959	0,79	0,86	0,85	0,28	0,60	0,47	-0,14	0,26	0,27	0,39	-0,40	0,52			
1960	1,32	1,05	1,00	0,73	0,53	0,13	-0,11	0,39	-0,05	0,48	0,30	-0,24			
1961	0,66	1,18	0,93	1,21	0,31	-0,10	-0,06	0,13	0,03	-0,02	0,02	1,42			
1962	0,68	0,21	1,38	0,32	0,19	0,58	0,21	0,06	0,38	0,39	-0,08	0,02			
1963	0,42	0,59	0,98	1,00	-0,26	0,38	0,11	-0,18	-0,22	0,13	0,03	0,66			
1964	0,95	1,33	1,29	0,27	0,56	0,32	-0,13	0,16	0,07	-0,11	0,34	-0,42			
1965	0,84	0,79	1,26	0,23	0,63	0,30	0,03	0,02	0,08	0,16	-0,22	0,56			
1966	1,22	1,23	0,29	0,97	-0,12	-0,05	0,12	0,23	0,27	0,44	-0,63	-0,12			
1967	0,45	0,42	0,31	0,23	0,14	-0,03	0,00	-0,08	0,20	0,06	-0,15	0,53			
1968	0,08	0,79	0,02	0,20	0,53	0,15	0,19	0,40	0,35	0,58	0,78	0,60			
1969	0,61	0,14	0,87	0,10	0,35	0,20	0,03	0,03							

Таблица 10

Индексы зональной циркуляции  $I_3$  на меридиане  $50^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-0,46	0,79	0,32	0,83	0,16	0,65	0,38	0,35	-0,29	-0,10	0,20	-0,14			
1950	0,54	0,70	0,83	0,59	0,54	0,61	0,29	0,26	0,36	-0,03	0,29	0,05			
1951	0,22	-0,11	0,38	0,66	0,75	0,85	0,11	0,32	0,25	0,35	-0,37	0,24			
1952	-0,02	0,85	0,90	0,54	0,75	0,51	0,50	0,18	0,08	0,29	0,27	0,40			
1953	0,42	0,79	0,54	0,58	0,54	0,34	0,45	0,38	0,05	0,26	-0,03	0,58			
1954	0,58	0,50	0,91	0,31	0,26	0,27	0,13	0,58	0,12	0,11	0,17	0,42			
1955	1,78	0,38	0,82	0,66	0,78	0,53	0,32	0,07	0,02	0,19	0,78	1,01			
1956	0,38	0,94	0,93	0,68	0,22	0,41	0,43	0,48	0,07	0,10	-0,05	0,58			
1957	0,50	0,78	0,88	0,70	0,60	0,20	0,52	0,10	0,15	0,18	0,20	0,11			
1958	0,76	1,30	1,43	0,12	-0,05	0,47	0,42	0,32	0,48	0,27	0,35	0,56			
1959	0,97	1,00	0,79	0,62	0,58	0,62	-0,02	0,29	0,00	0,39	-0,53	0,29			
1960	1,13	0,90	1,00	0,63	0,44	0,23	0,29	0,40	0,02	0,55	0,13	0,10			
1961	0,82	0,88	1,03	1,12	0,31	0,40	0,31	0,24	-0,07	0,18	-0,22	0,13			
1962	0,64	-0,62	1,11	0,63	0,16	0,70	0,52	0,23	0,30	0,50	0,20	0,16			
1963	0,45	0,82	1,05	0,95	0,10	-0,64	0,18	0,24	0,00	-0,06	0,22	0,90			
1964	0,64	1,36	1,00	0,20	0,42	0,52	-0,13	0,44	0,07	-0,02	0,38	-0,31			
1965	0,98	0,95	1,39	0,57	0,74	0,52	0,35	0,29	0,17	0,34	-0,12	0,52			
1966	1,18	0,86	0,18	0,73	0,14	0,03	0,19	0,37	0,27	0,17	-0,55	0,13			
1967	0,66	0,73	0,24	0,60	0,50	-0,08	0,03	-0,23	0,10	-0,19	0,05	0,52			
1968	0,19	0,84	0,27	0,07	0,56	0,38	0,34	0,32	0,25	0,47	0,65	0,17			
1969	0,48	0,09	0,81	0,20	0,39	0,35	0,48	0,24							

Таблица 11

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $60^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С		Я	Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-0,17	0,63	0,51	0,56	0,35	0,25	0,42	0,51	-0,20	-0,22	0,32	-0,38
1950	0,37	0,68	0,96	0,59	0,26	0,73	0,50	0,27	0,24	-0,17	0,02	0,22
1951	0,56	0,25	0,50	0,59	0,54	0,58	0,43	0,40	0,12	-0,06	0,02	0,43
1952	0,68	0,92	0,83	0,76	0,92	0,66	0,38	0,19	0,00	0,15	0,25	0,42
1953	0,46	0,50	0,37	0,65	0,59	0,36	0,66	0,32	0,00	-0,05	0,07	0,80
1954	0,70	0,47	0,86	0,14	0,22	0,65	0,61	0,54	0,20	0,11	0,29	0,32
1955	1,41	0,36	0,96	0,56	0,53	0,77	0,42	-0,03	-0,10	0,11	0,85	0,61
1956	0,64	0,95	0,86	0,63	0,29	0,61	0,62	0,51	0,10	-0,27	0,03	0,64
1957	0,74	0,61	0,61	0,57	0,68	0,24	0,58	0,36	-0,12	-0,03	0,28	0,16
1958	0,61	1,14	1,00	0,22	0,00	0,65	0,63	0,48	0,48	0,21	-0,03	0,60
1959	0,90	0,95	0,61	0,57	0,52	0,50	0,06	0,44	-0,13	0,11	-0,07	0,34
1960	0,84	0,78	0,87	0,55	0,27	0,40	0,40	0,40	0,00	0,40	0,22	0,34
1961	0,82	0,71	1,03	0,98	0,47	0,48	0,55	0,34	-0,05	0,26	0,17	0,89
1962	0,50	0,48	0,69	0,52	0,06	0,37	0,68	0,32	0,18	0,37	0,28	0,50
1963	0,61	0,57	0,71	0,97	0,23	0,56	0,44	0,34	0,03	-0,23	0,47	0,82
1964	0,78	1,31	0,87	0,23	0,23	0,45	0,26	0,35	-0,10	0,11	0,22	0,13
1965	0,69	0,57	1,00	0,67	0,50	0,60	0,53	0,35	-0,10	0,18	0,12	0,26
1966	0,90	0,70	0,26	0,52	0,32	0,12	0,50	0,47	0,40	-0,02	-0,48	0,39
1967	0,42	0,79	0,44	0,73	0,71	-0,08	0,31	0,02	0,10	-0,10	0,18	0,48
1968	0,29	0,83	0,45	0,15	0,64	0,63	0,31	0,39	0,20	0,27	0,70	0,58
1969	0,29	0,36	0,82	0,18	0,13	0,32	0,45	0,26				

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $70^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	0,17	0,40	0,45	0,53	0,08	0,12	0,35	0,46	-0,07	0,62	0,54	-0,32			
1950	0,30	0,14	0,59	0,46	0,18	0,46	0,46	0,05	-0,29	-0,37	0,41	0,27			
1951	0,16	-0,02	0,08	0,56	0,75	0,27	0,38	0,34	-0,05	-0,43	-0,07	0,29			
1952	0,53	0,39	0,27	0,30	0,45	0,31	0,34	0,12	-0,24	0,00	0,13	0,29			
1953	0,48	0,54	0,24	0,66	0,37	0,25	0,26	0,22	-0,17	-0,24	0,17	0,54			
1954	0,38	0,23	0,59	0,15	0,13	0,46	0,48	0,45	0,07	0,03	0,08	0,40			
1955	0,31	0,09	0,67	0,58	0,18	0,48	0,25	-0,05	-0,29	-0,13	0,64	-0,02			
1956	0,22	0,41	0,48	0,46	0,08	0,32	0,53	0,34	-0,19	-0,62	-0,07	0,52			
1957	0,32	0,25	0,24	0,22	0,21	0,13	0,37	0,13	-0,10	-0,14	0,27	0,36			
1958	0,29	0,88	0,58	0,33	0,19	0,47	0,66	0,40	0,40	-0,13	-0,43	-0,02			
1959	0,58	0,30	0,48	0,33	0,31	0,50	0,23	0,27	-0,43	0,03	-0,18	0,03			
1960	0,34	0,46	0,42	0,47	0,10	0,30	0,45	0,26	-0,22	0,06	0,12	0,08			
1961	0,52	0,32	0,53	0,83	0,29	0,40	0,58	0,19	-0,08	-0,23	0,08	0,60			
1962	0,27	0,14	0,11	0,60	0,08	0,12	0,52	0,23	-0,08	-0,18	-0,02	0,21			
1963	0,14	0,25	0,52	0,53	0,19	0,38	0,56	0,19	-0,10	-0,36	0,22	0,38			
1964	0,53	0,66	0,55	0,28	0,03	0,20	0,44	0,18	-0,23	-0,06	0,07	0,08			
1965	0,37	0,30	0,40	0,23	0,47	0,25	0,53	0,44	-0,33	0,07	0,12	0,02			
1966	0,21	0,12	0,26	0,28	0,29	0,23	0,40	0,36	0,22	-0,16	-0,20	0,13			
1967	0,45	0,41	0,18	0,48	0,58	-0,02	0,53	0,26	-0,17	-0,36	0,10	0,14			
1968	-0,05	0,34	0,58	0,05	0,44	0,35	0,31	0,21	-0,25	0,02	0,50	0,45			
1969	-0,06	0,39	0,47	0,23	0,00	0,20	0,32	0,08							

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $80^\circ$  з. д. между  $30-40^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С		Я Ц			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,27	0,05	0,24	0,22	0,08	0,02	0,19	0,02	-0,31	0,42	0,35	-0,27
1950	0,29	-0,07	0,27	0,25	0,10	0,27	0,32	-0,12	-0,34	-0,34	0,37	-0,02
1951	0,24	-0,09	0,18	0,34	0,06	0,24	0,16	0,06	-0,16	-0,45	0,10	0,16
1952	0,27	0,22	0,04	0,30	0,37	0,32	0,22	0,02	-0,20	-0,29	0,23	0,27
1953	0,37	0,34	0,03	0,49	0,27	-0,03	0,05	-0,02	-0,14	-0,27	0,12	0,38
1954	0,24	0,30	0,37	0,02	-0,02	0,14	0,27	0,02	-0,10	0,05	0,07	0,24
1955	0,20	0,00	0,42	0,19	0,11	0,10	0,16	-0,18	-0,32	0,08	0,48	-0,05
1956	-0,08	0,25	0,45	0,32	0,14	0,07	0,32	0,05	-0,31	-0,58	0,08	0,66
1957	0,13	-0,07	0,05	0,17	-0,08	0,10	0,02	-0,02	-0,12	-0,45	0,10	0,66
1958	-0,05	0,32	-0,14	0,02	0,00	0,07	0,42	0,03	-0,22	-0,27	0,13	-0,31
1959	0,26	0,04	0,16	0,32	0,13	0,08	0,06	0,03	-0,30	-0,23	-0,07	0,05
1960	0,06	0,08	-0,08	0,30	0,27	0,03	0,00	0,13	0,40	-0,29	0,07	-0,10
1961	-0,10	0,00	0,22	0,33	-0,02	0,18	0,39	-0,06	-0,23	-0,22	-0,12	0,22
1962	0,05	0,07	-0,02	0,25	0,05	-0,05	0,14	-0,11	-0,15	0,05	-0,32	-0,08
1963	-0,08	0,11	0,37	0,22	0,00	0,05	0,26	0,13	-0,50	-0,47	0,05	0,00
1964	0,29	0,17	0,31	0,27	0,05	0,03	0,18	0,06	-0,40	-0,53	-0,12	0,05
1965	0,18	0,20	0,10	0,22	0,23	0,02	0,19	0,19	-0,35	-0,19	0,03	-0,02
1966	-0,34	-0,23	0,23	0,25	0,03	0,12	0,02	0,08	-0,12	-0,27	0,03	-0,12
1967	0,08	0,16	0,03	0,28	0,13	0,25	0,36	0,13	-0,38	-0,18	0,22	0,00
1968	-0,27	-0,02	0,32	0,17	0,21	0,07	0,00	0,02	-0,23	-0,13	0,25	0,29
1969	-0,10	-0,12	0,12	0,07	-0,06	0,10	0,23	-0,13				

Таблица 14

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $10^\circ$  з. д. между  $40-50^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	0,26	0,07	-0,67	0,08	-0,03	-0,06	-0,55	-0,26	0,21	0,87	0,82	0,42			
1950	0,18	1,84	0,26	0,22	-0,21	0,15	0,66	0,74	0,73	0,32	0,97	0,40			
1951	1,26	1,46	0,56	0,10	0,97	0,32	-0,39	0,77	0,57	0,16	1,17	0,72			
1952	0,93	-0,14	0,80	0,28	0,03	-0,05	-0,40	0,51	0,00	1,03	0,15	0,82			
1953	-0,24	-0,12	-0,69	0,10	0,13	0,10	0,51	0,09	0,33	0,03	0,13	-0,18			
1954	-0,22	0,91	0,80	-0,66	0,16	0,35	0,27	0,53	0,90	0,87	0,67	0,77			
1955	0,98	0,68	-0,61	-0,28	-0,35	0,20	-0,55	-0,34	0,13	-0,29	-0,15	1,36			
1956	0,58	-0,88	0,55	-0,36	-0,27	-0,13	0,43	0,55	0,45	-0,29	-0,03	1,03			
1957	0,65	1,64	0,89	-0,68	-0,06	-0,02	0,15	0,16	0,35	-0,08	-0,02	0,48			
1958	0,79	0,73	0,74	-0,22	0,60	0,33	0,63	0,63	0,70	-0,02	-0,10	0,94			
1959	0,68	-0,30	0,90	0,68	-0,50	0,00	-0,08	-0,37	-0,57	0,50	0,68	2,10			
1960	0,55	0,67	0,75	-0,12	0,14	-0,05	0,56	0,58	0,30	0,85	1,68	1,29			
1961	1,35	1,05	-0,56	0,95	-0,10	-0,08	-0,13	-0,13	0,50	1,00	-0,22	0,82			
1962	1,00	0,00	-0,10	0,02	0,21	-0,55	0,11	0,34	0,42	-0,47	0,18	0,29			
1963	-0,79	0,89	1,57	0,25	-0,05	0,17	-0,05	0,40	-0,05	0,32	1,53	-0,21			
1964	-0,32	0,26	0,39	0,48	0,47	-0,10	-0,21	-0,08	0,13	0,34	0,24	0,21			
1965	0,79	-1,25	0,85	0,38	0,44	0,25	0,42	0,34	0,52	-0,29	1,03	1,64			
1966	1,16	1,73	-0,23	1,22	0,18	0,35	-0,34	0,31	0,07	0,69	0,02	0,92			
1967	0,74	0,62	0,47	-0,90	0,79	-0,47	0,10	0,37	0,63	1,05	0,00	0,06			
1968	0,64	0,22	-0,14	0,47	0,13	0,30	-0,27	-0,03	0,95	0,68	0,42	0,79			
1969	0,94	-0,27	0,10	0,30	0,77	0,02	-0,35	-0,14	0,01	-0,06	0,88	0,56			

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане  $20^\circ$  з. д. между  $40-50^\circ$  с. ш.

Таблица 15

Год.	М			Е		С	Я		Ц			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,71	0,84	-0,34	0,96	0,31	0,71	0,16	0,21	0,55	1,16	1,00	0,95
1950	0,68	1,07	0,93	0,67	0,01	0,63	1,16	1,22	1,10	1,00	0,68	0,42
1951	1,55	1,50	0,42	0,03	0,34	0,62	-0,06	1,02	0,95	0,71	1,25	1,08
1952	1,18	-0,05	0,76	0,92	0,42	0,22	0,08	0,93	-0,18	1,28	0,00	0,98
1953	-0,14	0,41	0,21	0,05	0,85	0,60	1,16	0,77	0,80	0,55	0,01	0,52
1954	0,77	1,00	1,20	0,13	0,47	0,78	0,69	0,90	1,25	1,16	0,83	1,03
1955	1,14	0,50	-0,50	0,57	0,95	0,95	0,18	0,27	0,95	0,05	0,08	1,59
1956	0,66	-0,50	1,28	0,00	0,47	0,28	0,98	0,72	0,68	-0,08	0,38	1,44
1957	1,06	1,75	0,90	0,10	0,43	0,58	0,24	0,58	0,82	0,32	0,37	0,92
1958	0,61	0,62	0,82	0,10	0,70	0,67	0,81	1,18	1,12	0,55	0,63	1,00
1959	0,45	0,91	1,27	0,97	0,11	0,57	0,53	0,24	0,20	1,06	0,87	2,28
1960	0,68	0,28	1,21	0,57	0,68	0,63	0,87	0,58	0,73	0,65	1,65	1,34
1961	1,69	1,23	-0,02	1,33	0,06	0,53	0,21	0,40	0,88	0,98	-0,05	0,82
1962	1,40	0,30	0,06	0,53	0,43	0,32	0,66	0,68	0,78	0,14	0,27	0,37
1963	-0,68	1,25	1,73	0,68	0,71	0,40	0,35	0,71	0,18	0,94	1,15	0,47
1964	0,24	1,07	1,03	0,85	1,18	0,32	0,32	0,42	0,67	0,45	0,67	0,47
1965	1,02	-1,18	1,23	0,98	0,81	0,65	0,65	0,73	0,67	0,11	0,83	1,78
1966	1,48	1,98	0,02	1,58	0,73	0,65	0,08	0,61	0,50	0,32	-0,22	1,00
1967	0,94	1,20	0,87	-0,45	0,66	0,30	0,76	0,56	0,90	1,42	0,35	0,29
1968	0,92	0,29	0,31	0,67	0,56	0,88	0,10	0,34	1,17	1,32	0,88	1,08
1969	0,71	-0,84	0,03	0,65	0,42	0,44	0,44	0,44	0,48	0,52	0,28	0,74

Таблица 16

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $30^\circ$  з. д. между  $40-50^\circ$  с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,62	1,01	0,19	1,10	0,74	1,19	0,59	0,40	0,63	1,07	1,22	1,09
1950	1,28	2,08	1,07	0,90	0,38	0,97	1,15	0,94	1,01	1,12	0,56	0,10
1951	1,58	0,90	0,02	-0,07	0,67	0,51	0,59	0,96	1,09	0,75	1,26	1,33
1952	0,96	0,07	0,51	1,14	0,26	0,58	0,18	0,69	-0,02	0,91	0,12	0,49
1953	0,21	0,66	0,29	-0,27	0,61	1,09	0,83	0,96	0,61	0,78	0,97	1,23
1954	0,77	0,99	1,25	0,51	0,19	0,66	0,81	0,99	1,14	0,93	1,26	1,25
1955	1,09	0,48	0,06	1,07	1,12	1,07	0,73	0,46	1,14	0,27	0,19	1,60
1956	0,48	-0,03	1,36	0,29	0,94	0,64	0,89	0,49	0,73	0,08	0,37	1,82
1957	1,34	1,91	0,83	0,67	0,80	0,70	0,60	0,60	0,72	0,66	0,40	1,09
1958	0,64	0,63	0,73	0,59	0,46	1,39	0,94	1,65	0,90	0,82	1,05	1,29
1959	0,60	1,36	1,65	1,28	0,56	1,09	0,87	0,48	0,65	0,93	0,97	1,84
1960	0,85	-0,12	1,47	1,11	0,94	0,86	1,06	0,99	0,86	0,51	1,63	1,27
1961	1,84	0,63	0,56	1,63	0,34	0,97	0,46	0,68	1,34	1,06	0,38	0,93
1962	1,51	0,71	0,13	0,75	0,62	0,82	0,40	0,92	0,89	0,75	0,22	0,45
1963	-0,05	1,08	1,78	0,78	0,93	0,10	0,54	0,80	0,58	1,12	0,89	1,05
1964	0,54	1,35	0,95	0,75	1,25	0,72	0,41	0,51	0,65	0,59	0,82	0,13
1965	1,25	-0,60	1,31	1,00	1,10	1,30	0,72	0,75	0,63	1,01	0,72	1,42
1966	1,17	2,25	0,30	1,30	0,75	1,04	0,14	0,79	0,91	-0,04	-1,00	0,78
1967	1,04	1,50	0,93	0,18	0,62	0,71	0,66	0,64	0,70	1,07	0,59	0,22
1968	0,96	0,41	0,57	0,76	0,96	1,02	0,43	0,86	0,98	1,60	1,02	1,15
1969	0,21	-0,75	0,29	1,29	0,64	0,71	0,67	0,70	0,59	0,91	1,36	1,06
1970	1,07	1,03	-0,55	0,88	0,25	0,82	0,66	0,62	0,76	0,62	0,49	0,46

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $40^\circ$  з. д. между  $40-50^\circ$  с. ш.

Таблица 17

Год	М			Е		С	Я		Ц			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,35	0,92	0,70	0,75	0,66	1,12	0,91	0,56	0,73	0,98	1,60	1,01
1950	1,42	1,53	1,06	1,07	0,46	0,94	1,01	0,73	0,95	1,22	0,39	0,08
1951	1,52	0,39	-0,72	-0,29	0,61	0,15	0,80	0,98	0,97	0,64	1,12	1,25
1952	0,85	-0,14	0,22	1,27	-0,02	0,90	0,37	0,62	0,35	0,77	0,12	0,02
1953	0,81	0,87	0,35	-0,17	0,40	1,21	0,77	0,78	0,68	1,15	0,93	1,15
1954	0,85	0,70	1,36	0,56	0,32	0,46	0,83	0,88	0,85	0,62	1,21	1,07
1955	0,69	0,27	0,51	1,64	0,80	0,97	0,88	0,65	1,22	0,25	0,51	1,42
1956	0,11	0,88	1,15	0,51	1,07	0,78	0,91	0,59	0,80	0,29	0,87	1,68
1957	1,43	1,43	0,52	0,91	0,85	0,80	0,90	0,86	0,60	0,85	0,36	1,00
1958	0,13	0,49	0,15	0,59	0,31	1,40	0,87	1,58	0,98	0,72	1,22	1,01
1959	1,01	1,26	1,69	1,10	0,76	0,97	1,02	0,24	0,70	0,67	0,94	1,16
1960	0,91	-0,55	0,88	1,01	0,62	0,74	1,11	0,90	0,77	0,54	-0,08	1,23
1961	1,62	1,88	0,19	0,96	0,42	1,12	0,66	0,58	1,03	1,17	0,03	0,52
1962	1,37	0,77	-0,05	1,00	0,44	0,72	0,47	0,72	0,20	0,94	0,02	0,73
1963	0,01	0,98	1,45	0,65	0,55	0,95	0,53	0,77	0,61	0,97	0,74	1,10
1964	1,11	1,10	0,88	0,54	0,96	0,87	0,77	0,55	0,85	0,86	0,85	-0,13
1965	1,15	-0,03	1,10	0,90	0,98	1,15	0,92	0,68	0,56	1,33	0,53	0,83
1966	0,67	1,16	0,27	0,78	1,08	1,17	0,32	0,77	0,92	0,32	-0,30	0,52
1967	0,77	1,54	0,61	0,40	0,59	0,78	0,87	0,76	0,34	0,71	0,60	0,05
1968	1,15	0,29	0,83	0,25	1,10	1,14	0,90	0,80	0,27	1,12	1,34	1,02
1969	0,06	-0,90	0,35	1,26	0,78	1,10	0,80	0,85	0,49	0,93	1,02	0,46
1970	1,07	0,88	-0,02	0,82	0,40	1,02	0,77	0,80	0,53	0,41	0,36	0,57

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $50^\circ$  з. д. между  $40-50^\circ$  с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,08	0,74	0,85	0,36	0,43	0,76	0,88	0,63	0,68	0,89	1,04	0,83
1950	1,21	0,63	1,17	0,58	0,48	0,87	0,78	0,48	0,59	0,73	0,35	-0,16
1951	1,09	-0,16	-1,04	-0,27	0,35	0,10	0,98	0,61	0,71	0,35	0,93	0,61
1952	0,75	-0,07	-0,18	0,90	-0,24	0,93	0,29	0,62	0,49	0,57	0,35	-0,14
1953	0,35	0,65	0,24	0,17	0,38	1,09	0,64	0,58	0,65	0,75	0,58	0,98
1954	0,64	0,61	0,96	0,49	0,22	0,27	0,85	0,74	0,49	0,56	0,76	0,78
1955	-0,11	-0,16	0,70	0,78	0,29	0,58	0,88	0,83	0,65	0,10	0,51	0,88
1956	-0,27	0,92	0,85	0,42	0,72	0,69	0,75	0,41	0,49	0,37	0,85	1,15
1957	1,10	0,75	-0,09	0,90	0,73	0,69	0,58	0,82	0,55	0,39	0,35	0,82
1958	-0,40	0,16	-0,67	0,40	0,24	1,34	1,00	1,52	0,77	0,43	1,09	0,75
1959	1,07	1,23	1,21	0,57	0,60	0,23	0,98	0,28	0,65	0,45	0,71	0,95
1960	0,32	0,40	0,58	0,89	0,17	0,56	1,00	0,85	0,60	0,54	0,85	0,71
1961	0,13	0,63	-0,07	0,50	0,45	1,06	0,83	0,71	0,67	0,71	-0,02	0,76
1962	1,56	0,33	-0,21	0,96	-0,02	0,68	0,38	0,61	0,30	0,68	0,07	0,74
1963	0,22	0,76	0,84	0,48	0,72	0,74	0,59	0,61	0,41	0,75	0,60	1,04
1964	1,34	1,02	0,64	0,69	0,74	0,73	0,68	0,45	0,97	0,61	0,80	0,14
1965	0,82	0,14	1,00	0,72	0,38	0,88	0,98	0,61	0,26	0,90	0,47	0,85
1966	0,34	1,13	0,54	0,95	1,01	1,10	0,85	0,87	0,69	0,77	-0,28	0,35
1967	0,67	1,20	0,14	0,15	0,29	0,88	1,11	1,27	0,28	0,61	0,52	-0,05
1968	1,04	0,25	0,41	0,10	0,70	0,81	0,72	0,83	-0,02	0,72	1,07	0,83
1969	0,22	-0,59	0,22	1,04	0,82	0,98	0,48	0,89	0,36	0,48	0,68	0,24
1970	0,83	0,70	0,13	0,20	0,78	0,85	0,53	0,88	0,41	0,19	0,19	0,34

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане 60° з. д. между 40—50° с. ш.

Таблица 19

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	0,40	0,51	0,48	0,24	0,24	0,78	0,07	0,63	0,49	0,39	0,44	0,30			
1950	0,72	-0,09	0,77	0,12	0,49	0,66	0,77	0,30	0,37	0,45	0,17	0,22			
1951	0,75	-0,52	-0,80	0,07	0,43	0,09	0,90	0,24	0,73	0,27	0,58	0,48			
1952	0,26	-0,10	-0,14	0,25	-0,05	0,65	0,51	0,61	0,43	0,52	0,14	-0,22			
1953	0,21	0,65	-0,02	0,24	0,06	0,90	0,56	0,51	0,63	0,27	0,03	0,27			
1954	0,02	0,25	0,51	0,68	-0,02	0,19	0,46	0,77	0,42	0,48	0,39	0,46			
1955	-0,45	-0,36	0,54	0,09	0,18	0,12	0,59	0,54	0,73	0,30	0,46	0,56			
1956	-0,72	0,49	0,34	0,24	0,54	0,44	0,57	0,49	0,24	0,35	0,59	0,51			
1957	0,40	0,33	-0,24	0,95	0,38	0,29	0,64	0,70	0,47	0,04	0,36	0,70			
1958	-0,09	0,21	-0,77	0,13	0,54	1,31	0,77	1,60	0,65	0,28	1,01	0,46			
1959	0,68	0,80	0,83	0,74	0,70	0,11	0,96	0,45	0,58	0,48	0,32	0,48			
1960	0,28	-0,33	-0,01	0,58	-0,08	0,69	0,86	0,83	0,47	0,48	0,84	0,47			
1961	0,61	0,17	0,23	0,37	0,33	1,09	0,58	0,71	0,42	0,29	0,07	0,43			
1962	1,00	0,07	-0,41	0,94	0,28	0,75	0,29	0,47	-0,26	0,44	-0,05	0,17			
1963	0,16	0,83	0,43	0,05	0,56	0,57	0,74	0,57	0,31	0,48	0,30	0,76			
1964	0,41	0,87	0,12	0,59	0,38	0,66	0,61	0,49	0,61	0,47	0,51	0,13			
1965	0,47	0,34	0,38	0,22	0,25	0,69	0,78	0,82	0,21	0,64	0,40	0,34			
1966	-0,07	0,39	0,39	-0,05	0,67	0,81	0,93	0,69	0,47	0,72	-0,24	0,01			
1967	0,57	0,74	-0,20	0,24	0,18	0,69	0,84	0,92	0,29	0,60	0,63	0,18			
1968	0,72	0,49	0,21	0,24	0,30	0,46	0,78	0,49	-0,05	0,69	0,34	0,59			
1969	0,10	-0,67	0,05	0,66	0,53	0,58	0,49	0,83	0,14	0,37	0,31	-0,02			
1970	0,59	0,36	0,21	0,02	0,16	0,56	0,45	0,83	0,25	0,10	-0,29	0,09			

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $70^\circ$  з. д. между  $40-50^\circ$  с. ш.

Таблица 20

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	0,22	0,23	0,19	0,13	0,34	0,61	0,61	0,19	0,31	0,43	0,03	0,69			
1950	0,54	-0,10	0,35	0,15	0,24	0,82	0,59	0,19	0,22	0,43	0,30	0,09			
1951	0,14	-0,05	-0,16	0,05	-0,10	0,19	0,67	0,16	0,71	0,16	0,48	0,37			
1952	0,14	-0,07	-0,10	0,02	-0,11	0,42	0,61	0,38	0,43	0,35	0,12	0,13			
1953	0,09	0,50	0,11	0,19	-0,02	0,51	0,49	0,26	0,44	0,08	0,20	0,51			
1954	-0,14	0,20	0,27	0,56	-0,11	0,17	0,56	0,31	0,41	0,32	0,24	0,27			
1955	0,16	-0,09	0,46	-0,27	0,43	0,19	0,37	0,14	0,66	0,27	0,37	0,51			
1956	-0,80	0,44	0,05	0,12	0,51	0,36	0,38	0,37	0,25	0,27	0,43	0,24			
1957	0,34	0,04	-0,33	0,55	0,18	0,36	0,53	0,38	0,47	-0,02	-0,16	0,58			
1958	0,02	0,15	-0,84	-0,17	0,43	1,29	0,55	1,30	0,58	0,12	0,72	0,39			
1959	0,63	0,69	0,31	0,27	0,48	0,13	0,75	0,48	0,52	0,17	0,29	0,32			
1960	0,13	-0,19	-0,16	0,41	0,00	0,37	0,58	0,72	0,30	0,26	0,76	0,69			
1961	0,02	0,12	0,10	-0,28	0,36	0,80	0,43	0,43	0,06	0,22	0,19	0,26			
1962	0,72	-0,10	-0,43	0,35	0,26	0,47	0,21	0,23	0,29	0,07	-0,23	0,28			
1963	0,34	0,46	0,41	0,19	0,38	0,37	0,48	0,37	-0,04	0,48	0,28	0,35			
1964	0,26	0,37	0,21	0,37	0,61	0,65	0,33	0,45	0,26	0,30	0,40	0,68			
1965	0,13	0,38	0,13	0,20	0,25	0,50	0,57	0,52	0,50	0,39	0,40	0,33			
1966	0,07	0,32	0,38	0,20	0,51	0,58	0,63	0,48	0,35	0,74	0,26	0,15			
1967	0,40	0,30	-0,11	0,00	0,06	0,42	0,53	0,48	0,23	0,41	0,60	0,24			
1968	0,02	0,34	0,14	0,19	0,10	0,36	0,62	0,57	0,24	0,49	0,12	0,48			
1969	0,29	-0,66	0,34	0,25	0,51	0,46	0,27	0,70	0,17	0,45	0,09	-0,21			
1970	0,34	0,50	0,24	0,07	0,24	0,63	0,35	0,64	0,14	0,10	0,07	-0,38			

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане  $30^\circ$  з. д. между  $50-60^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	1,95	1,91	1,02	0,80	0,27	-0,17	0,71	0,64	0,54	1,01	1,72	1,36			
1950	1,65	1,04	-0,06	0,68	-0,19	0,44	0,64	1,04	1,46	1,23	1,12	1,02			
1951	1,71	1,62	0,40	0,58	-0,25	-0,20	0,98	0,96	0,44	1,41	1,31	2,30			
1952	1,72	0,46	-0,61	0,89	0,02	0,61	1,15	0,41	0,43	0,51	0,29	0,61			
1953	1,28	0,68	1,09	0,07	-0,11	0,83	0,67	0,51	0,95	1,41	2,00	1,82			
1954	1,13	1,66	0,69	0,85	0,09	0,80	1,18	0,53	0,88	1,05	2,00	1,57			
1955	-0,67	-0,16	-0,38	0,83	-0,24	0,46	1,18	1,23	1,65	0,46	0,03	0,33			
1956	1,04	0,47	1,00	0,07	1,63	0,90	0,09	0,38	0,68	1,50	1,63	1,86			
1957	2,20	0,06	0,31	0,89	0,32	0,41	0,74	1,01	0,17	1,96	0,40	1,56			
1958	0,86	-0,61	-0,50	1,01	0,33	0,56	-0,16	0,72	0,92	1,64	1,45	0,68			
1959	-0,21	1,28	1,22	0,55	0,14	0,70	1,01	0,65	0,90	1,91	1,58	1,57			
1960	-0,22	-0,29	1,10	0,55	0,19	0,75	0,73	-0,26	1,37	-0,04	0,92	2,29			
1961	1,43	1,02	0,76	-0,56	0,38	1,48	0,08	1,25	1,50	1,53	1,19	-1,21			
1962	1,00	1,61	-1,56	1,03	0,02	0,70	0,25	0,82	0,56	1,35	1,00	0,89			
1963	-1,00	0,40	0,57	0,14	1,51	0,17	0,44	0,95	1,49	1,78	0,31	0,29			
1964	0,57	-0,24	0,12	0,84	0,56	0,52	1,45	0,13	0,57	1,36	0,75	1,46			
1965	1,10	-0,66	-0,66	1,40	-0,19	0,55	0,61	0,97	0,82	0,92	0,30	1,13			
1966	-0,61	-1,02	1,07	-0,34	1,07	0,99	1,38	0,01	0,34	-0,09	1,57	1,57			
1967	0,44	1,55	1,56	1,25	0,43	1,22	0,74	0,93	0,90	1,23	1,71	0,59			
1968	1,39	-0,09	1,66	-0,20	-0,35	0,54	0,06	0,24	0,61	-0,81	-0,03	0,10			
1969	-0,34	0,29	-0,57	0,97	-0,25	1,00	1,13	0,85	1,19	1,16	1,48	1,99			
1970	-0,30	1,51	0,59	0,07	-0,43	0,92	1,15	0,80	1,19	0,80	1,17	0,45			

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане  $40^\circ$  з. д. между  $50-60^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	1,50	1,69	0,74	0,36	0,27	0,08	0,26	0,53	0,48	1,01	0,93	-0,99			
1950	1,28	1,10	-0,05	-0,03	-0,38	0,31	0,02	0,72	1,09	0,89	1,04	0,65			
1951	1,49	1,62	0,02	0,10	0,06	-0,29	0,67	0,83	0,17	1,04	1,24	1,68			
1952	1,34	0,31	-0,72	0,34	-0,42	0,10	1,04	0,33	0,30	0,65	0,41	0,43			
1953	1,01	0,54	1,02	-0,31	-0,06	0,73	0,49	0,40	0,63	1,06	1,66	1,82			
1954	0,77	1,57	0,24	0,81	-0,29	0,61	0,86	0,40	0,59	0,96	1,86	1,26			
1955	-1,43	-0,11	-0,56	0,05	-0,32	0,15	1,17	1,26	1,31	-0,11	-0,19	-0,11			
1956	0,59	0,05	1,14	-0,15	1,25	0,54	-0,02	0,33	0,66	1,30	1,56	1,71			
1957	2,22	-0,43	-1,06	0,47	-0,08	-0,39	0,12	0,85	0,06	1,72	0,58	1,21			
1958	0,51	0,82	1,03	1,05	0,09	0,55	-0,51	0,54	0,82	1,41	1,07	0,98			
1959	-0,36	1,57	1,31	0,28	-0,10	0,08	0,70	0,58	1,14	1,50	1,32	1,47			
1960	-0,64	-0,63	0,10	0,01	0,06	0,32	0,36	-0,06	1,28	0,00	0,84	1,77			
1961	0,88	0,86	0,42	0,04	0,34	1,31	0,94	1,01	1,41	1,10	1,15	-1,34			
1962	1,80	0,79	-2,04	0,95	-0,23	0,34	0,09	0,75	0,57	0,94	0,90	0,71			
1963	-0,50	0,34	0,42	-0,60	1,33	-0,04	0,95	0,61	1,47	1,24	0,26	0,36			
1964	0,49	0,28	0,02	0,50	0,33	0,44	1,53	-0,05	0,39	1,64	-0,02	1,41			
1965	0,62	-0,77	-1,04	0,65	0,89	0,34	0,24	0,83	0,69	0,77	0,22	0,60			
1966	-0,16	-1,32	0,49	-0,63	0,43	0,45	1,19	-0,20	0,13	-0,19	1,16	0,85			
1967	0,34	1,61	1,13	0,60	0,08	1,35	0,57	0,81	1,10	1,10	1,26	0,68			
1968	0,67	-0,29	0,94	0,10	-0,81	0,15	-0,03	-0,03	0,65	-1,09	-0,09	0,24			
1969	-0,74	0,23	-0,80	0,90	-0,30	0,42	0,86	0,25	1,14	0,78	0,76	1,04			
1970	-0,37	1,39	-0,30	-0,56	-0,51	0,41	0,84	0,30	1,22	0,56	1,09	0,18			

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $50^\circ$  з. д. между  $50-60^\circ$  с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	1,41	1,15	0,30	0,05	0,35	0,24	0,21	0,41	0,65	1,26	0,71	0,99
1950	1,17	0,76	0,48	-0,07	-0,02	0,46	0,06	0,74	1,16	0,93	0,75	0,60
1951	1,15	1,42	0,02	-0,20	0,30	-0,14	0,67	0,69	0,53	1,26	1,24	1,55
1952	1,02	0,19	-0,51	0,20	0,38	0,02	0,85	0,46	0,43	0,82	0,27	0,54
1953	1,09	0,59	0,70	-0,51	-0,18	0,53	0,32	0,42	0,58	1,14	1,19	1,07
1954	0,84	1,08	0,16	0,92	0,14	0,30	0,32	0,30	0,75	0,96	1,53	0,53
1955	1,33	0,39	-0,21	-0,02	-0,21	0,09	0,80	0,72	1,09	-0,09	-0,07	0,08
1956	0,03	0,03	1,00	-0,19	0,72	0,32	-0,08	0,14	0,66	1,15	1,00	1,07
1957	1,79	0,71	-0,54	0,25	-0,24	-0,26	-0,06	0,64	0,16	1,20	0,70	0,99
1958	0,37	-0,57	-0,89	0,58	-0,02	0,28	-0,25	-0,50	0,72	0,91	0,81	0,69
1959	0,41	1,41	1,11	0,04	-0,08	0,28	0,70	0,44	1,05	1,32	1,25	1,09
1960	-0,26	-0,81	0,90	0,07	0,05	0,35	0,14	0,14	1,02	0,26	0,70	1,40
1961	0,95	0,88	0,21	0,65	0,41	0,41	0,35	0,77	1,11	0,76	0,80	-0,81
1962	1,64	0,67	-1,41	0,69	0,14	0,30	-0,11	0,48	0,61	0,93	0,71	0,95
1963	-0,02	0,18	0,39	-0,98	0,83	0,03	0,09	0,35	1,04	1,19	0,13	0,41
1964	0,41	0,05	0,12	0,43	0,24	0,25	0,98	-0,07	0,41	1,18	0,16	1,27
1965	0,17	-0,04	-1,17	0,15	-0,55	0,32	0,08	0,65	0,95	0,82	0,39	0,41
1966	1,17	-0,21	0,31	-0,38	0,18	0,76	0,67	-0,21	0,34	0,28	1,15	0,42
1967	0,82	1,36	0,76	0,07	0,08	0,86	0,21	1,77	0,74	0,93	0,91	-0,13
1968	0,59	-0,22	0,91	0,27	-0,53	0,00	0,19	0,08	0,41	-0,61	0,30	0,19
1969	-0,40	0,09	-0,58	0,68	-0,35	0,25	0,59	0,08	0,93	0,83	0,17	0,24
1970	-0,35	1,34	-0,53	-0,48	-0,56	0,32	0,57	0,13	0,86	0,56	0,86	0,09

Индексы зональной циркуляции  $\bar{J}$  на меридиане 60° з. д. между 50—60° с. ш.

Год	М			Е		С	Я	Ц				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,42	0,98	0,02	-0,46	0,13	0,27	0,24	0,16	0,36	1,10	0,41	0,93
1950	0,69	0,22	0,17	-0,32	0,08	0,32	0,03	0,78	0,85	0,78	0,35	0,51
1951	0,40	0,85	-0,14	-0,34	-0,24	-0,02	0,55	0,58	0,65	0,91	0,62	1,02
1952	0,41	0,03	-0,59	-0,14	-0,43	0,07	0,49	0,40	0,54	0,56	0,22	0,53
1953	0,79	0,18	0,19	0,54	-0,21	0,12	0,22	0,29	0,41	1,02	0,98	0,62
1954	0,45	0,43	-0,09	0,54	-0,24	0,30	0,03	0,08	0,54	0,90	1,24	0,41
1955	-1,17	0,50	-0,38	-0,24	-0,16	0,14	0,75	0,73	0,85	0,29	0,21	0,31
1956	-0,43	0,29	0,51	-0,39	0,49	0,12	-0,09	0,22	0,56	1,02	0,65	0,78
1957	1,04	-0,23	-0,54	-0,02	-0,02	0,14	0,04	0,67	0,40	0,70	0,42	0,98
1958	0,16	-0,55	-0,73	0,12	0,11	0,15	0,27	0,26	0,40	0,86	-0,96	0,99
1959	-0,36	1,07	0,13	0,20	0,03	0,26	0,78	0,54	0,91	0,70	0,84	0,55
1960	-0,27	-0,55	-0,59	-0,38	-0,17	0,33	0,09	0,40	0,78	0,56	0,52	1,11
1961	0,16	0,55	0,05	-0,67	0,31	0,42	0,04	0,59	0,75	0,45	0,31	-0,44
1962	1,20	0,34	1,02	0,16	0,04	0,19	-0,27	0,49	0,57	0,34	0,49	0,47
1963	0,11	0,36	0,04	-0,83	0,61	-0,15	0,11	0,34	0,98	0,97	0,22	0,27
1964	0,60	-0,17	-0,06	0,06	-0,12	0,15	0,61	-0,03	0,86	0,71	0,35	0,06
1965	0,14	0,09	-0,52	-0,11	-0,09	0,00	0,13	0,44	0,98	0,71	0,13	0,14
1966	-1,23	0,13	-0,11	-0,34	-0,09	0,49	0,24	-0,25	0,50	0,95	0,89	-0,17
1967	0,22	0,52	0,38	-0,02	-0,26	0,71	0,31	0,56	0,57	0,56	0,61	-0,01
1968	0,08	-0,42	0,25	0,10	-0,46	-0,19	0,26	0,19	0,20	-0,37	-0,03	-0,29
1969	-0,51	-0,13	-0,58	0,22	-0,09	0,44	0,40	0,02	0,76	0,69	-0,20	-0,42
1970	-0,10	0,83	-0,48	-0,58	-0,09	0,37	0,30	-0,08	0,76	0,37	0,75	-0,10

Таблица 25

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $0^\circ$  з. д. между  $60-70^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	1,57	1,90	0,93	0,45	-0,26	-0,16	0,29	0,58	0,48	0,52	-0,22	0,10			
1950	0,47	0,34	1,01	0,05	0,05	-0,45	-0,35	-0,06	0,48	0,14	-0,02				
1951	-0,34	-0,36	-0,26	-0,30	-0,16	0,02	0,42	-0,40	0,00	1,14	-0,70	0,64			
1952	0,61	0,64	-0,31	0,42	-0,52	0,20	0,50	-0,07	-0,10	-0,42	0,32	-0,14			
1953	1,11	0,62	1,18	-0,03	0,05	-0,38	-0,50	0,01	0,22	1,03	0,92	1,43			
1954	0,56	0,25	-0,11	0,67	-0,47	-0,20	-0,34	-0,16	-0,13	0,45	0,25	0,63			
1955	0,08	-0,36	0,68	0,35	-0,18	0,00	1,00	1,01	0,60	0,26	0,45	0,16			
1956	0,19	0,72	0,74	0,04	0,81	0,15	-0,18	-0,52	0,35	1,18	1,23	0,66			
1957	1,45	-0,55	-0,05	1,15	-0,15	0,15	-0,30	0,25	-0,45	1,40	1,40	0,95			
1958	0,35	0,15	-0,35	0,65	-0,30	-0,30	0,25	-0,25	0,20	0,70	-1,50	-0,35			
1959	-0,60	0,90	0,25	-0,20	0,30	0,60	0,35	0,70	0,25	0,60	0,00	-0,65			
1960	0,20	-0,45	0,30	0,95	0,10	0,30	-0,25	-0,40	0,30	-0,30	-0,95	0,00			
1961	0,35	0,85	1,45	-0,35	0,10	0,55	0,00	0,15	0,50	0,00	0,50	0,05			
1962	0,10	1,00	-0,65	-1,73	-0,40	0,45	-0,05	-0,25	0,20	1,25	0,70	0,85			
1963	1,10	-0,25	0,00	-0,15	0,25	-0,35	0,35	-0,30	0,85	1,05	-0,70	1,15			
1964	1,75	0,60	0,35	-0,25	0,20	0,20	0,50	0,05	0,25	0,75	0,85	0,80			
1965	-0,10	1,05	0,30	0,30	-0,75	0,10	-0,39	-0,31	-0,18	-0,13	-0,33	-0,72			
1966	-0,23	-1,39	0,29	-0,52	-0,04	-0,13	0,79	0,08	0,32	-0,35	0,80				
1967	-0,16	0,73	0,73	0,73	-0,90	0,93	0,28	-0,14	0,02	-0,37	0,70	0,35			
1968	0,53	0,46	0,63	0,37	-0,37	0,17	0,19	0,52	-0,52	-0,42	0,38	0,58			
1969	-0,65	-0,08	0,52	-0,03	-0,84	0,07									

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $10^\circ$  з. д. между  $60-70^\circ$  с. ш.

Таблица 26

Год	М			Е			С	Я		Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	1,37	1,53	0,79	-0,03	-0,71	-0,27	0,35	0,29	0,40	-0,16	-0,60	-0,39
1950	-0,19	-0,16	0,42	-0,20	-0,02	-0,23	-0,77	-0,90	-0,38	-0,21	-0,12	-0,40
1951	-1,05	-0,78	-1,00	-0,77	-0,18	-0,17	0,35	-0,68	-0,63	0,68	-1,27	0,00
1952	0,40	0,26	-0,74	-0,07	-0,71	-0,07	0,35	-0,09	0,30	-0,63	-0,37	-0,58
1953	0,73	0,34	0,85	-0,47	-0,21	-0,08	-0,55	-0,14	-0,08	0,37	0,25	1,16
1954	0,11	-0,05	-0,60	-0,48	-0,66	-0,26	-0,37	-0,40	-0,52	0,03	-0,15	0,59
1955	-0,42	-0,61	0,50	-0,10	-0,48	-0,35	1,11	0,92	0,40	0,02	0,03	-0,42
1956	-0,06	0,66	0,18	-0,22	0,42	0,97	-0,01	-0,47	0,13	0,35	1,13	-0,14
1957	1,05	-1,20	-1,00	1,15	-0,40	0,00	-0,30	0,15	-0,25	1,10	0,50	0,55
1958	0,05	-0,30	-0,65	0,50	-0,60	-0,40	-0,05	-0,55	-0,05	0,40	1,15	-0,10
1959	0,45	-1,95	0,85	-0,60	0,25	0,50	-0,20	0,30	1,00	0,20	-0,60	-0,55
1960	-0,30	-0,90	-0,20	0,55	-0,20	0,00	-0,50	-0,55	0,15	-0,55	-1,35	-0,45
1961	-0,25	0,45	1,00	-0,80	0,20	0,50	0,05	-0,05	0,05	-0,25	0,40	-0,40
1962	-0,50	0,80	-0,90	-0,10	-0,35	0,15	0,10	-0,50	0,10	0,65	0,35	0,50
1963	0,65	-0,50	-0,65	-0,85	0,10	-0,40	-0,10	-0,55	0,55	0,45	-0,95	0,45
1964	1,40	0,30	0,00	-0,40	-0,45	0,10	0,45	-0,20	-0,05	0,70	0,10	0,15
1965	-0,40	-1,25	-0,35	0,10	-0,95	-0,40	-0,23	-0,08	-0,07	0,10	-0,63	-1,17
1966	0,89	-2,00	-0,01	-0,92	-0,35	-0,13	0,79	-0,18	-0,03	-0,68	0,72	0,40
1967	-0,74	0,16	0,05	0,92	-1,27	0,67	-0,11	-0,06	-0,20	-0,85	0,57	-0,18
1968	-0,96	0,02	0,24	-0,28	-0,35	-0,13	0,63	-0,52	-0,73	-1,29	-0,55	-0,18
1969	-1,57	-0,28	0,06	0,13	-0,92	-0,22						
1970	-0,87	-0,91	0,10	-0,41	-0,15	0,60	-0,10	0,27	-0,53	0,00	-0,82	0,83
1971	-0,08	0,64	-0,39	-0,07	-0,52	-0,18	0,45					

Таблица 27

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане 20° з. д. между 60—70° с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,55	0,62	0,43	-0,50	-0,81	-0,65	-0,05	-0,10	0,23	-0,80	-0,87	-0,76
1950	-1,00	-0,76	-0,16	-0,58	-0,16	-0,30	-1,32	-1,21	-0,70	-1,05	-0,65	-1,10
1951	-1,39	-1,10	-1,52	-1,13	-0,19	-0,33	0,13	-0,84	-1,27	-0,32	-1,63	-0,93
1952	-0,26	-0,38	-1,13	-1,05	-0,74	-0,43	0,34	-0,10	0,22	-1,11	-0,11	-0,90
1953	-0,03	-0,14	-0,02	-0,63	-0,35	-0,28	-0,48	-0,42	-0,40	-0,27	-0,37	0,48
1954	-0,50	-0,30	-1,43	-0,30	-0,87	-0,50	-0,45	-0,56	-0,97	-0,42	-0,68	-0,03
1955	-1,10	-1,00	-0,18	-0,92	-0,92	-0,63	0,85	0,48	-0,55	-0,27	-0,73	-1,53
1956	-0,69	0,24	-0,56	-0,70	-0,08	-0,17	-0,05	-0,42	-0,47	-0,23	0,62	-0,23
1957	0,15	-2,10	-1,80	0,25	-0,85	-0,25	-0,45	0,10	-0,41	0,50	-0,25	-0,85
1958	-0,70	-0,75	-1,35	0,00	-0,65	-0,55	-0,25	-0,95	-0,45	-0,45	-0,65	-1,75
1959	-1,20	0,75	-0,25	-1,15	-0,25	0,40	-0,30	-0,10	0,30	-0,64	-1,35	-1,40
1960	-0,75	-1,30	-1,10	-0,35	-0,80	-0,20	-0,75	-0,30	-0,40	-0,80	-1,75	-1,20
1961	-1,10	-0,55	0,25	-1,55	-0,20	0,00	0,15	-0,45	-0,80	-0,70	-0,25	-0,85
1962	-1,00	0,30	-1,50	-0,55	-0,35	-0,15	-0,05	-0,45	-0,25	-0,25	-0,05	-0,20
1963	0,20	-1,50	-1,65	-1,20	-0,40	-0,25	0,00	-0,55	0,15	-0,30	-1,25	-0,35
1964	0,40	-0,35	-0,60	-0,55	-1,00	-0,35	0,45	-0,30	-0,50	0,20	-0,55	-0,20
1965	-1,10	1,20	-0,85	-0,45	-1,15	-0,70	-0,31	-0,16	-0,33	-0,21	-1,00	-1,93
1966	-1,89	-2,56	-0,76	-1,40	-0,85	-0,25	-0,74	-0,44	-0,40	0,60	0,32	
1967	-1,13	-0,80	-0,82	0,50	-1,21	0,28	-0,32	0,00	-0,43	-1,32	0,15	0,02
1968	-0,90	-0,48	-0,45	-0,75	-0,50	-0,57	0,61	0,16	1,30	-1,84	-1,33	-0,89
1969	-2,08	-0,47	-0,71	-0,73	-0,74	-0,62						

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $30^\circ$  з. д. между  $60-70^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	0,14	-0,10	0,03	-0,57	0,71	-0,75	-0,23	-0,18	0,25	-1,05	-1,05	-0,80			
1950	-1,32	-0,77	-0,55	-0,37	-0,18	-0,42	-1,21	-0,98	-0,75	-1,26	-0,83	-0,81			
1951	-1,55	-0,95	-1,24	-1,06	-0,42	-0,30	-0,03	-0,47	-1,15	-1,05	-1,59	-1,19			
1952	-0,51	-0,84	-1,35	-1,13	-0,82	-0,17	0,18	-0,10	0,26	-0,92	-0,37	-0,87			
1953	-0,61	-0,50	-1,06	-0,55	-0,61	-0,50	-0,58	-0,77	-0,42	-0,35	-0,61	-0,60			
1954	-0,72	-0,30	-1,58	-0,55	-1,11	-0,34	-0,26	-0,67	-0,93	-0,64	-0,87	-0,37			
1955	-1,24	-0,89	-0,43	-1,28	-0,76	-1,01	0,21	-0,11	-0,69	-0,29	-0,95	-1,64			
1956	-0,85	-0,45	-1,27	-0,76	-0,79	-0,42	-0,13	-0,21	-0,75	-0,32	-0,31	-1,10			
1957	-0,85	-2,20	-1,00	-0,85	-0,95	-0,59	-0,45	-0,10	-0,45	-0,05	-0,35	-0,80			
1958	-0,60	-0,85	-1,35	-0,40	-0,40	-0,70	-0,15	-0,70	-1,00	-1,05	-1,10	-1,65			
1959	-1,45	-0,15	-1,00	-1,05	-1,40	-0,15	-0,29	-0,35	-0,65	-1,50	-1,25	-1,40			
1960	-1,60	-1,15	-0,40	-1,65	-0,40	-0,45	-0,20	-0,25	-1,00	-0,95	-0,55	-1,00			
1961	-1,60	-1,20	-1,50	-0,90	-1,10	-0,50	-0,30	-0,35	-0,85	-0,80	-1,85	-1,15			
1962	-1,50	0,00	-1,45	-0,95	-0,35	-0,50	-0,15	-0,65	-0,65	-0,90	-0,20	-0,60			
1963	-0,15	-1,80	-1,70	-1,40	-0,25	-0,30	-0,30	-0,40	-0,15	-0,80	-1,05	-0,90			
1964	-0,65	-0,65	-1,05	-0,70	-1,15	-0,10	-0,40	-0,40	-0,60	-0,35	-0,95	-0,55			
1965	-1,45	0,50	-1,00	-0,60	-1,30	-0,75	-0,28	-0,42	-0,33	-0,53	-0,82	-1,82			
1966	-1,83	-2,42	-1,01	-1,48	-1,08	-0,45	0,88	-0,48	-0,52	-0,45	0,30	-0,77			
1967	-1,58	-1,18	-0,76	-0,13	-0,68	-0,20	-0,11	-0,21	-0,10	-0,85	-0,17	-0,55			
1968	-1,39	-0,67	-0,79	-0,52	-0,71	-0,57	0,29	-0,08	-1,21	-1,95	-1,58	-1,19			
1969	-1,68	-0,32	-1,24	-1,18	-0,60	-0,64									
1970	-1,79	-1,09	-0,11	-0,54	-0,79	0,02	-0,05	-0,29	-0,90	-0,61	-0,95	-0,42			
1971	-1,92	-0,62	-1,41	-0,55	-0,31	-0,25	0,03								

Таблица 29

Индексы зональной циркуляции  $J_z$  на меридиане  $40^\circ$  з. д. между  $60-70^\circ$  с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-0,05	-0,38	-0,55	-0,63	-0,63	-0,62	-0,19	-0,14	-0,13	-0,63	-0,87	-0,78
1950	-0,97	-0,78	-0,73	-0,42	-0,18	-0,10	-0,26	-0,29	-0,47	-0,81	-0,62	-0,58
1951	-1,27	-0,73	-0,98	-0,87	-0,58	-0,10	0,21	-0,24	-0,60	-0,87	-1,00	-0,76
1952	-0,64	-1,02	-1,24	-0,92	-0,42	-0,25	0,10	-0,06	0,10	-0,53	-0,40	-0,89
1953	-0,43	-0,86	-1,34	-0,43	-0,50	-0,27	-0,55	-0,50	-0,55	-0,16	-0,50	-0,50
1954	-0,56	-0,57	-1,21	-0,53	-0,76	-0,22	-0,14	-0,53	-0,65	-0,37	-0,47	-0,37
1955	-0,90	-0,73	-0,62	-1,26	-0,56	-0,50	-0,08	-0,13	-0,75	-0,26	-0,92	-0,32
1956	-0,79	-1,05	-1,14	-0,75	-0,60	-0,32	-0,10	-0,24	-0,57	-0,39	-0,57	-1,40
1957	-1,25	-1,40	-1,00	-0,85	-0,95	-0,50	-0,15	-0,20	-0,30	-0,10	-0,45	0,60
1958	-0,55	-0,80	-1,20	-0,65	-0,20	-0,50	-0,10	-0,30	-0,30	-0,90	-1,15	-1,10
1959	-1,05	-0,60	-1,35	-0,80	-0,35	0,10	-0,15	-0,20	-0,55	-1,05	-0,80	-1,30
1960	-1,10	-0,70	-1,65	-1,00	-0,90	-0,25	-0,05	-1,04	-0,75	-0,65	-1,45	-0,75
1961	-1,50	-1,15	-0,70	-1,10	-0,10	-0,40	-0,30	-0,10	-0,65	-0,75	-0,65	-1,00
1962	-1,10	-0,30	-1,15	-0,95	-0,10	-0,45	-0,05	-0,40	-0,50	-0,65	-0,25	-0,35
1963	-0,30	-1,30	-1,50	-0,65	-0,20	-0,35	-0,20	-0,15	-0,30	-0,80	-0,70	-1,85
1964	-1,05	-0,80	-1,25	-0,35	-0,75	-0,05	0,10	-0,35	-0,50	-0,60	-0,60	-0,50
1965	-1,45	-0,25	-0,45	-0,65	-0,65	-0,30	-0,11	-0,31	-0,05	-0,57	-0,50	-1,03
1966	-1,18	-1,16	-0,76	-1,01	-0,43	-0,25	0,47	-0,35	-0,20	-0,08	-0,36	
1967	-1,17	-0,98	-0,68	-0,42	-0,27	-0,08	0,05	-0,16	-0,08	-0,61	-0,10	-0,42
1968	-1,05	-0,62	-0,40	-0,28	-0,52	-0,15	-0,11	-0,16	-0,87	-0,97	-1,07	-1,18
1969	-0,53	-0,41	-0,76	-0,87	-0,22	-0,38						

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $20^\circ$  з. д. между  $70-85^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-1,18	-1,15	-0,39	-0,74	-0,29	0,29	0,62	-0,16	-0,23	-0,54	-1,21	-1,11			
1950	-0,96	-0,91	-0,61	-0,75	-0,01	0,09	0,07	-0,12	-0,49	-0,45	-0,82	-0,78			
1951	-0,83	-0,82	-0,71	-0,47	-0,22	0,17	0,09	0,94	-0,24	-0,38	-0,31	-1,06			
1952	-1,25	-0,64	-0,78	-0,92	-0,34	-0,50	-0,07	-0,17	-0,04	-0,69	-0,43	-0,61			
1953	-0,23	-0,35	-0,31	0,12	0,10	0,27	0,27	0,06	0,02	-0,77	-0,67	-0,62			
1954	-0,19	-0,40	-0,13	-0,14	0,19	-0,19	-0,17	0,09	0,06	-0,35	-0,62	-0,44			
1955	-0,29	-0,18	-0,38	-0,24	-0,18	0,13	-0,01	0,05	-0,63	-0,17	-0,29	-0,37			
1956	-0,35	0,02	-0,08	-0,16	-0,38	0,31	0,32	0,25	-0,27	-0,27	-0,53	-0,60			
1957	-0,60	-0,20	-0,63	-0,56	-0,20	-0,03	0,13	-0,06	-0,10	-0,63	-0,30	-0,90			
1960	-0,46	-0,56	-0,56	-0,76	0,00	-0,06	0,06	-0,06	-0,30	0,06	-0,26	-0,46			
1961	-0,57	-0,37	-0,87	-0,20	-0,30	-0,20	-0,03	-0,30	-0,33	-0,53	-0,40	0,00			
1962	-0,73	-0,50	-0,20	-0,20	-0,16	-0,23	0,16	-0,13	0,13	-0,53	-0,30	-0,33			
1963	0,16	-0,06	-0,43	-0,23	-0,46	0,00	0,00	0,06	-0,30	-0,56	-0,13	-0,39			
1964	-0,26	-0,16	-0,03	-0,20	-0,20	0,20	0,06	-0,03	-0,26	-0,26	-0,53	-0,40			
1965	-0,26	0,10	-0,03	-0,36	0,03	-0,16	-0,01	-0,24	-0,14	-0,16	0,08	-0,03			
1966	-0,02	-0,24	-0,62	-0,49	0,10	0,22	0,02	0,07	0,02	-0,23	-0,41				
1967	0,00	-0,53	-0,57	-0,37	-0,07	-0,07	-0,00	-0,03	-0,03	-0,08	-0,31	-0,33			
1968	-0,30	-0,33	-0,37	-0,30	0,12	-0,01	0,07	0,05	-0,10	-0,04					

Индексы зональной циркуляции  $I_3$  на меридиане  $0^\circ$  между  $70-85^\circ$  с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-1,30	-1,01	-0,45	-0,94	-0,71	-0,24	0,63	-0,16	-0,18	-0,81	-1,08	-1,62
1950	-0,54	-1,16	-1,00	-1,14	-0,01	0,03	0,02	-0,18	-0,92	-0,57	-1,10	-1,50
1951	-0,97	-1,25	-1,29	-1,08	-0,18	0,17	-0,05	-0,09	-0,42	-0,35	-0,71	-1,48
1952	-1,70	-1,28	-1,09	-1,28	-0,47	-1,07	-0,18	-0,12	-0,37	-0,48	-0,81	-1,14
1953	-0,70	-0,32	-0,72	-0,73	-0,06	0,58	0,15	0,04	-0,89	-0,65	-0,71	-0,28
1954	-0,19	-0,24	-0,67	-0,34	-0,03	-0,29	0,05	-0,01	-0,57	-0,71	-0,54	-0,95
1955	-0,79	-0,80	-0,82	-0,31	-0,59	-0,02	0,27	0,25	-0,84	-0,46	-0,57	-1,14
1956	-0,98	-0,01	-0,68	-0,85	-0,65	0,09	0,29	0,06	-0,38	-0,64	-0,54	-0,66
1957	-0,87	-1,43	-1,10	-0,53	-0,26	-0,23	-0,06	-0,20	-0,50	-0,80	-0,40	-1,33
1958	-1,03	-1,06	-0,80	-0,73	-0,63	0,10	-0,30	-0,36	0,20	-0,56	-0,50	-1,06
1959	-1,23	0,13	-0,16	-0,96	-0,10	-0,03	0,00	-0,36	-0,50	-0,40	-0,46	-0,50
1960	-0,73	-1,16	-0,60	-1,06	0,06	-0,03	-0,13	-0,30	-0,13	0,10	-0,46	-0,73
1961	-0,43	-0,53	-1,23	-0,80	-0,36	-0,33	-0,26	-0,40	-0,40	-0,63	-0,96	-0,20
1962	-0,93	-1,03	-0,96	-0,30	-0,46	-0,33	0,16	-0,33	-0,20	-1,00	-0,36	-0,70
1963	-0,23	-0,46	-0,53	-0,46	-0,66	-0,06	-0,06	-0,13	-0,63	-0,70	-0,66	-0,66
1964	-0,23	-0,10	0,23	-0,36	-0,36	-0,13	0,16	-0,50	-0,80	-0,60	-1,10	-1,20
1965	-0,80	-0,06	-0,40	-0,53	0,00	-0,30	-0,06	-0,33	-0,43	-0,13	-0,27	-0,10
1966	-0,59	-0,76	-1,49	-0,60	-0,01	0,28	-0,34	-0,16	-0,28	-0,74	-0,76	
1967	-0,33	-0,57	-1,33	-0,37	-0,20	-0,10	-0,07	0,07	0,13	-0,45	-0,39	-0,78
1968	-1,07	-0,65	-0,99	-0,66	-0,07	0,12	0,28	-0,01	-0,09	-0,54		

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане 20° в. д. между 70—85° с. ш.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-1,06	-0,75	-0,22	-0,67	-0,96	0,07	0,45	-0,22	0,05	-0,71	-0,63	-0,92
1950	0,12	-1,05	-0,93	-0,80	-0,11	0,01	-0,02	0,06	-0,68	-0,02	-0,58	-1,21
1951	-0,54	-0,50	-1,37	-1,21	-0,24	-0,10	-0,26	0,18	-0,14	0,15	-0,69	-1,30
1952	-1,59	-1,33	-0,94	-1,01	-0,49	-0,89	-0,03	-0,22	-0,69	-0,19	-0,53	-1,07
1953	-0,78	-0,05	-0,55	-0,76	-0,26	0,61	-0,05	0,06	-0,05	-0,22	-0,38	0,34
1954	-0,35	-0,39	-0,70	-0,26	-0,04	-0,34	0,10	-0,19	-0,58	-0,54	0,05	-0,58
1955	-0,88	-0,84	-1,25	-0,39	-0,81	-0,21	0,46	0,61	-0,39	-0,69	-0,69	-1,22
1956	-0,82	0,30	0,20	-0,87	-0,29	0,03	0,26	-0,32	-0,28	-0,31	0,03	-0,32
1957	-0,33	-1,36	-0,70	-0,13	-0,36	-0,50	-0,10	-0,16	-0,56	-0,66	-0,86	-1,10
1958	-0,86	-1,16	-0,80	-0,43	-0,73	-0,10	-0,60	-0,06	0,30	-0,40	-0,06	-1,13
1959	-1,46	0,50	0,36	-0,63	-0,16	0,26	0,06	-0,16	-0,56	-0,06	0,30	0,06
1960	-0,80	-1,20	-0,23	-0,53	0,13	-0,30	-0,06	-0,43	0,10	-0,06	-0,10	-0,33
1961	-0,67	-0,23	-1,43	-0,86	-0,36	-0,10	-0,36	-0,40	0,03	-0,20	-0,66	-1,00
1962	-0,73	-0,86	-0,93	-0,33	-0,56	-0,46	0,13	-0,36	-0,23	-1,00	-0,26	-0,60
1963	-0,60	-0,36	-0,23	-0,30	-0,26	-0,10	-0,03	-0,13	-0,26	-0,40	-0,56	-0,83
1964	-0,43	-0,03	0,46	-0,33	-0,30	-0,23	-0,26	-0,46	-0,90	-0,03	-1,40	-1,03
1965	-0,70	-0,76	-0,30	-0,20	-0,26	-0,26	-0,05	-0,17	-0,39	-0,09	-0,36	-0,08
1966	-0,46	-1,10	-1,30	-0,63	-0,10	0,32	-0,25	-0,20	-0,57	-0,72	-0,62	
1967	-0,53	-0,40	-1,47	-0,03	-0,07	0,10	0,07	0,07	-0,27	-0,47	-0,66	-0,84
1968	-0,99	-0,96	-1,26	-0,91	-0,14	0,08	0,28	0,02	0,05	-0,84		

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $40^\circ$  в. д. между  $70-85^\circ$  с. ш.

Год	М			Е		С		Я		Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-0,77	-0,61	0,24	-0,47	-0,81	-0,09	0,33	-0,24	0,01	-0,70	-0,30	-0,91
1950	0,17	-0,64	-0,85	-0,62	-0,39	0,10	-0,05	0,24	-0,40	0,14	-0,23	-1,11
1951	-0,52	0,11	-1,16	-0,93	-0,44	0,10	-0,40	0,45	-0,13	0,27	-0,74	-1,15
1952	-1,31	-0,80	-0,74	-1,22	-0,45	-0,58	-0,06	-0,24	-0,54	-0,05	-0,03	-0,81
1953	-0,89	0,45	-0,58	-0,58	-0,29	0,61	0,17	0,15	0,14	0,00	-0,13	0,40
1954	-0,50	0,61	-0,52	-0,16	0,04	-0,42	0,43	-0,20	-0,36	-0,61	0,52	-0,03
1955	-1,03	-0,84	-0,90	-0,05	-0,74	-0,40	0,49	0,61	-0,14	-0,69	-0,92	-0,59
1956	-0,28	0,82	0,40	-0,70	-0,19	0,28	0,22	-0,55	-0,48	-0,21	0,03	0,08
1957	-0,16	-1,20	-0,63	-0,03	-0,40	-0,56	-0,03	0,00	-0,43	-0,50	-1,03	-1,33
1958	-0,33	-0,83	-0,80	-0,06	-0,50	0,13	-0,10	0,23	0,13	-0,30	0,13	-0,86
1959	-1,26	0,30	-0,50	-0,20	-0,30	0,33	0,06	-0,16	-1,10	-0,06	0,50	0,33
1960	-0,73	-1,06	-0,03	-0,03	0,20	-0,16	-0,18	-0,30	0,13	-0,23	0,10	-0,13
1961	-0,43	0,06	-1,16	-0,90	-0,20	0,13	-0,30	-0,20	0,06	-0,23	-0,23	-0,53
1962	-0,70	-0,63	-0,90	-0,13	-0,53	-0,46	0,00	-0,30	-0,03	-0,80	0,00	-0,76
1963	-0,90	-0,30	-0,40	-0,03	0,00	-0,20	0,03	-0,20	-0,13	-0,40	-0,56	-0,73
1964	-0,86	0,46	0,46	-0,26	0,06	-0,26	0,46	-0,50	-0,93	0,56	-1,16	-0,70
1965	-0,16	-0,93	-0,86	0,13	-0,40	-0,23	-0,05	-0,17	-0,34	-0,16	-0,33	0,11
1966	-0,43	-0,88	-0,97	-0,52	0,34	0,40	-0,05	-0,20	-0,52	-0,72	-0,42	
1967	-0,68	-0,33	-0,90	0,13	0,07	0,23	0,20	0,13	0,17	-0,22	0,11	-0,70
1968	-0,46	-1,00	-1,12	-0,69	-0,32	0,09	0,09	0,06	0,18	-0,97		

Индексы зональной циркуляции  $J_3$  на меридиане  $60^\circ$  в. д. между  $70-85^\circ$  с. ш.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-0,52	-0,30	0,50	-0,20	-0,80	-0,17	-0,01	-0,24	-0,23	-0,68	-0,11	-0,18			
1950	0,00	-0,13	-0,64	-0,29	-0,43	0,11	-0,41	0,24	0,00	0,29	-0,89	-0,77			
1951	-0,16	0,30	-0,80	-0,72	-0,60	0,07	-0,42	0,50	-0,17	-0,18	-0,73	-0,93			
1952	-0,86	-0,02	-0,34	-0,74	-0,48	0,44	0,13	-0,15	-0,23	-0,34	0,37	-0,42			
1953	-0,46	0,81	-0,38	-0,31	-0,30	0,30	-0,29	0,28	0,07	-0,25	0,39	0,20			
1954	-0,30	-0,59	-0,32	0,00	0,01	-0,44	0,55	-0,38	-0,07	-0,66	0,45	0,56			
1955	-0,77	-0,39	-0,75	-0,08	-0,60	-0,45	0,31	0,31	-0,11	-0,65	-1,03	-0,44			
1956	-0,05	1,26	0,39	-0,58	-0,12	0,35	-0,15	-0,46	-0,40	-0,39	0,07	0,31			
1957	-0,10	-0,70	-0,50	-0,10	-0,46	-0,50	-0,26	0,23	-0,40	-0,23	-0,90	-1,06			
1958	-0,36	0,50	-0,33	-0,23	-0,46	0,33	0,13	-0,30	-1,40	-0,23	0,46	0,50			
1959	0,00	-0,40	-0,20	-0,13	-0,40	0,16	-0,23	0,13	0,06	-0,16	-0,26	-0,43			
1960	-0,63	-0,90	-0,13	0,03	0,33	-0,30	-0,33	-0,20	-0,10	-0,56	-0,06	0,40			
1961	-0,20	-0,03	-0,83	-0,93	-0,26	0,16	-0,10	-0,36	-0,23	0,10	0,00	-0,25			
1962	-0,60	-0,50	-0,90	0,00	-0,06	-0,56	0,00	-0,43	0,03	-0,60	0,33	-0,86			
1963	-0,86	-0,20	-0,43	-0,30	0,06	-0,06	0,10	-0,26	0,06	-0,36	-0,50	-0,50			
1964	-0,83	0,86	0,56	0,00	0,30	-0,03	0,43	-0,46	-0,86	0,30	-0,90	-0,30			
1965	0,13	-0,80	-0,20	0,16	-0,46	-0,16	-0,30	-0,5	-0,34	-0,24	-0,18	0,18			
1966	-0,38	-0,66	-0,81	-0,37	0,32	0,28	0,09	-0,37	-0,34	-0,69	-0,44				
1967	-0,47	-0,10	-0,01	0,20	-0,07	0,33	0,30	0,33	0,03	0,02	0,51	-0,50			
1968	0,07	-0,50	-1,03	-0,70	-0,44	0,04	-0,18	0,00	-0,14	-0,63					

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_m$  на параллели  $30^\circ$  с. ш.  
между  $20-10^\circ$  з. д.

Год	М			Е			С		Я		Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1949	-0,13	-0,04	0,08	-0,57	-0,64	-0,66	-0,74	-0,51	-0,40	-0,24	-0,38	-0,08	
1950	-0,21	-0,48	-0,32	-0,46	-0,51	-0,48	-0,95	-0,52	-0,63	-0,29	-0,13	-0,03	
1951	-0,21	-0,52	-0,15	0,11	-0,44	-0,43	-0,44	-0,55	-0,51	0,34	-0,30	-0,29	
1952	-0,53	-0,04	-0,30	-0,68	-0,63	-0,57	-0,63	-0,72	0,41	-0,34	-0,14	0,00	
1953	0,10	-0,10	-0,15	-0,17	0,04	-0,82	-0,82	-0,51	-0,30	-0,23	0,13	-0,11	
1954	0,00	-0,59	-0,76	-0,68	-0,23	-0,78	-0,84	-0,76	-0,61	-0,17	0,00	0,13	
1955	-0,29	0,10	-0,29	-0,49	-0,50	-0,74	-0,63	-0,51	-0,65	-0,06	0,15	-0,10	
1956	-0,02	-0,14	-0,46	0,44	-0,74	-0,65	-0,78	-0,67	-0,51	-0,06	-0,02	-0,10	
1957	0,02	-0,27	-0,07	-0,81	-0,60	-0,56	-0,50	-0,37	-0,37	-0,15	-0,22	-0,31	
1958	0,00	0,20	-0,09	-0,58	-0,40	-0,56	-0,61	-0,54	-0,44	-0,26	-0,44	-0,18	
1959	0,06	-0,27	-0,35	-0,56	-0,54	-0,60	-0,56	-0,50	-0,48	-0,28	-0,37	-0,28	
1960	0,00	0,36	-0,18	-0,48	-0,48	-0,53	-0,76	-0,59	-0,44	-0,22	-0,19	-0,56	
1961	-0,24	-0,10	0,07	-0,48	-0,44	-0,63	-0,59	-0,52	-0,38	-0,41	-0,19	0,28	
1962	-0,15	-0,33	-0,06	-0,48	-0,63	-0,52	-0,70	-0,63	-0,38	-0,07	-0,38	-0,07	
1963	0,35	-0,22	-0,28	-0,67	-0,72	-0,54	-0,61	-0,67	-0,50	-0,15	0,04	-0,18	
1964	0,28	0,06	0,24	-0,66	-0,52	-0,48	-0,48	-0,46	-0,23	-0,37	-0,16	-0,40	
1965	-0,33	0,29	-0,30	-0,67	-0,70	-0,48	-0,65	-0,61	-0,37	-0,02	-0,29	-0,37	
1966	0,24	-0,06	-0,17	-0,42	-0,61	-0,54	-0,57	-0,67	-0,42	-0,26	-0,40	-0,07	
1967	0,02	-0,45	-0,39	-0,48	-0,31	-0,62	-0,57	-0,60	-0,42	-0,48	-0,23	-0,24	
1968	-0,17	-0,14	-0,56	-0,48	-0,52	-0,48	-0,57	-0,52	-0,52	-0,15	-0,25	-0,28	
1969	0,33	0,20	-0,11	-0,69	-0,44	-0,64	-0,56	-0,62					

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели  $30^\circ$  с. ш.  
между  $30-20^\circ$  з. д.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	0,19	0,08	0,55	-0,30	-0,27	-0,29	-0,74	-0,51	-0,40	-0,24	-0,38	-0,03			
1950	-0,13	-0,10	-0,11	-0,51	-0,30	-0,36	-0,95	-0,52	-0,63	-0,29	-0,13	-0,03			
1951	0,02	0,00	0,11	0,10	-0,19	-0,19	-0,44	-0,55	-0,51	0,34	-0,30	-0,29			
1952	-0,15	0,10	-0,13	-0,34	-0,13	-0,13	0,63	-0,72	0,41	-0,34	-0,14	0,00			
1953	0,17	-0,04	0,32	-0,15	-0,02	-0,38	-0,82	-0,51	-0,30	-0,33	0,13	-0,11			
1954	-0,34	-0,27	-0,25	-0,25	0,04	-0,30	-0,84	-0,76	-0,61	-0,17	0,00	0,13			
1955	0,13	0,04	-0,15	-0,21	-0,46	-0,51	-0,63	-0,61	-0,65	-0,06	0,15	-0,10			
1956	0,06	-0,10	-0,51	0,32	-0,51	-0,53	-0,78	-0,67	-0,51	-0,06	-0,02	-0,10			
1957	-0,33	0,02	0,12	-0,44	-0,26	-0,25	-0,50	-0,35	-0,06	-0,15	0,02	-0,28			
1958	-0,04	0,22	-0,07	-0,25	0,37	-0,19	-0,35	-0,39	-0,13	-0,10	-0,25	-0,28			
1959	0,06	-0,06	-0,28	-0,31	-0,43	-0,29	-0,44	-0,43	-0,15	-0,09	-0,15	0,02			
1960	0,09	0,14	-0,17	-0,25	-0,22	-0,35	-0,38	-0,22	-0,12	-0,18	0,06	-0,09			
1961	-0,13	0,14	-0,11	-0,15	-0,33	-0,46	-0,41	-0,30	-0,31	-0,20	-0,19	0,11			
1962	-0,41	0,04	0,07	0,36	-0,18	-0,37	-0,26	-0,44	-0,29	-0,31	-0,15	0,07			
1963	-0,24	-0,33	0,02	0,17	-0,39	-0,27	-0,22	-0,28	-0,27	-0,20	0,04	-0,22			
1964	-0,02	0,04	-0,02	-0,46	-0,28	-0,48	-0,41	-0,35	-0,19	-0,11	0,28	0,15			
1965	-0,13	0,02	0,15	-0,31	-0,20	-0,44	-0,37	-0,26	-0,29	-0,52	-0,12	0,04			
1966	0,30	-0,04	-0,17	-0,17	-0,31	-0,35	-0,33	-0,24	-0,27	0,09	-0,19	0,20			
1967	-0,31	-0,31	-0,28	-0,19	-0,48	-0,29	-0,48	-0,26	-0,10	-0,04	-0,31	0,37			
1968	0,28	-0,02	-0,26	-0,12	-0,41	-0,25	-0,33	-0,33	-0,12	-0,07	-0,38	0,02			
1969	0,20	-0,04	0,02	-0,31	-0,30	-0,36	-0,35	-0,24							

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели  $30^\circ$  с. ш.  
между  $40-30^\circ$  з. д.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,50	-0,04	0,27	0,06	-0,04	0,04	0,06	-0,13	0,16	0,04	-0,04	-0,10
1950	-0,10	0,19	0,11	-0,06	-0,19	-0,04	-0,13	-0,06	-0,06	-0,11	0,10	-0,38
1951	0,02	0,21	0,17	-0,21	-0,10	0,04	-0,15	-0,13	-0,06	0,11	-0,13	0,21
1952	0,25	0,12	0,32	0,02	0,15	-0,04	-0,02	-0,23	0,08	-0,06	0,00	0,36
1953	-0,23	0,13	0,29	-0,17	0,04	0,04	0,00	-0,10	0,15	-0,04	-0,21	-0,27
1954	-0,08	0,04	0,10	0,15	0,08	0,08	0,04	-0,06	0,08	0,17	-0,30	-0,04
1955	0,61	-0,08	-0,13	0,04	-0,02	0,06	-0,25	-0,17	-0,17	0,11	-0,21	0,02
1956	0,25	-0,24	-0,10	0,13	-0,02	-0,08	-0,10	-0,19	0,13	0,13	-0,04	-0,01
1957	0,12	-0,12	0,07	0,20	0,13	0,07	-0,26	-0,18	0,06	-0,11	0,07	-0,17
1958	0,17	-0,04	0,22	0,12	0,18	-0,08	-0,04	-0,07	-0,10	0,02	-0,08	0,18
1959	-0,09	0,31	-0,09	0,04	-0,06	0,02	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,15	0,30
1960	0,20	0,02	0,02	-0,17	-0,02	0,17	-0,06	-0,13	-0,08	-0,07	0,02	0,17
1961	0,30	0,18	0,15	-0,04	-0,22	-0,10	-0,18	0,22	-0,02	-0,06	0,21	0,00
1962	-0,15	-0,02	0,41	-0,06	0,06	-0,19	-0,17	-0,11	-0,12	-0,24	0,27	0,22
1963	0,35	-0,02	0,09	0,09	-0,07	0,06	-0,13	-0,06	0,06	0,07	0,19	-0,11
1964	0,00	0,08	-0,13	0,33	-0,04	-0,19	-0,15	-0,11	-0,07	0,06	0,40	0,68
1965	0,06	-0,27	0,13	0,23	0,00	-0,13	-0,15	-0,06	0,17	-0,06	0,35	0,47
1966	0,11	-0,02	-0,09	0,19	-0,30	-0,08	0,02	-0,13	-0,03	-0,24	0,35	0,39
1967	0,02	0,04	0,20	0,15	-0,28	-0,05	-0,17	-0,20	-0,03	0,15	-0,02	0,67
1968	0,37	0,26	0,18	0,19	0,13	0,06	-0,13	0,00	0,35	0,09	-0,10	0,17
1969	-0,28	0,00	0,20	0,21	-0,11	-0,13	-0,04	0,02				

Таблица 38

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_m$  на параллели 30° с. ш.  
между 50—40° з. д.

Год	М			Е			С		Я		Ц	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,36	-0,27	0,06	0,16	0,04	0,04	0,21	0,02	0,02	0,00	0,32	0,23
1950	-0,40	0,31	-0,21	-0,20	0,17	0,00	0,08	0,21	0,29	0,04	-0,08	-0,23
1951	0,19	0,63	0,10	0,17	0,02	0,02	0,00	0,17	0,11	-0,19	0,44	0,32
1952	0,23	0,22	-0,19	0,18	0,19	0,19	0,15	0,08	0,17	0,02	-0,06	-0,11
1953	-0,11	0,19	0,00	0,29	0,19	0,34	0,25	0,02	0,06	0,08	0,19	0,13
1954	0,04	0,40	0,40	0,02	-0,11	0,32	-0,10	0,00	0,36	0,02	0,08	0,17
1955	-0,21	-0,20	-0,27	0,15	0,17	0,08	0,00	-0,04	0,29	0,00	-0,04	0,06
1956	0,21	-0,48	0,19	0,27	0,36	0,08	0,15	0,25	0,10	-0,15	0,00	0,04
1957	0,21	0,06	0,13	0,15	0,06	0,19	0,13	0,09	0,02	0,13	-0,07	0,13
1958	0,15	0,02	0,09	0,08	0,24	0,21	0,09	0,15	0,10	0,11	0,21	0,28
1959	-0,04	0,06	0,25	0,17	0,17	0,21	0,17	0,15	0,21	0,07	0,19	0,28
1960	0,20	-0,10	0,17	0,04	0,30	0,21	0,15	0,09	0,04	0,13	0,25	0,40
1961	0,28	0,16	0,04	0,23	-0,09	0,38	0,02	-0,02	0,27	0,20	0,54	-0,13
1962	0,11	0,31	0,22	-0,06	0,39	0,13	0,06	0,00	0,21	0,07	-0,13	-0,11
1963	-0,11	-0,10	-0,02	0,27	0,13	0,10	0,04	0,15	0,13	0,28	-0,08	0,11
1964	0,07	0,02	0,02	0,17	0,26	0,23	0,05	-0,09	-0,04	0,18	-0,28	-0,31
1965	0,26	-0,29	0,22	0,52	0,17	0,12	0,06	0,00	0,21	0,11	0,25	0,37
1966	-0,30	-0,08	0,00	0,12	0,02	0,90	0,13	0,09	0,13	0,11	0,10	0,02
1967	-0,43	-0,10	0,20	0,19	0,11	0,12	0,00	0,04	0,23	0,24	0,33	0,04
1968	0,00	0,22	0,35	0,25	0,26	-0,06	-0,09	0,18	0,19	-0,11	0,13	0,15
1969	-0,37	0,06	-0,11	0,19	0,18	0,15	0,00	-0,02				

Таблица 39\*

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_m$  на параллели 30° с. ш.  
между 60—50° з. д.

Год	М			Е			С		Я		Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1949	-0,65	-0,10	0,21	0,34	0,11	0,22	0,13	-0,02	0,29	0,29	0,42	0,06	
1950	-0,15	0,17	0,02	0,29	0,15	0,25	0,02	0,34	0,32	0,06	-0,06	-0,15	
1951	0,25	-0,19	-0,38	0,04	0,59	0,32	0,17	0,42	0,08	0,27	0,13	-0,23	
1952	-0,04	-0,02	-0,02	0,38	0,08	0,25	0,17	0,38	0,08	0,25	0,02	-0,24	
1953	-0,19	0,19	0,15	0,15	0,13	0,23	0,32	0,10	0,15	0,40	0,11	0,06	
1954	0,13	0,46	0,21	-0,21	0,13	0,27	0,29	0,27	0,04	-0,08	0,25	0,23	
1955	-0,13	-0,32	-0,17	0,02	0,23	0,25	0,29	0,38	0,06	0,11	0,04	0,15	
1956	0,15	-0,10	0,23	0,09	0,17	0,29	0,11	0,13	0,27	0,10	0,13	0,17	
1957	0,04	0,06	-0,09	-0,02	0,07	0,17	0,33	0,26	0,25	0,30	-0,09	0,29	
1958	-0,04	0,18	0,17	0,29	0,13	0,10	0,04	0,11	0,38	0,17	0,06	0,06	
1959	0,09	0,08	0,31	0,25	0,09	0,33	0,18	0,06	0,12	0,11	0,00	0,13	
1960	-0,02	-0,10	0,13	0,21	0,22	0,10	0,31	0,17	-0,33	0,30	-0,10	0,18	
1961	0,20	-0,10	-0,04	0,38	0,26	0,29	0,18	0,11	0,19	0,30	-0,36	-0,11	
1962	0,30	0,22	-0,11	0,29	0,07	0,35	0,31	0,28	0,33	0,40	0,17	-0,09	
1963	0,04	0,37	0,13	0,08	0,28	0,17	0,07	0,29	0,17	0,37	-0,12	0,22	
1964	-0,28	0,12	-0,02	0,04	0,33	0,37	0,28	0,26	0,40	0,09	-0,26	-0,42	
1965	0,20	0,00	0,17	0,08	0,13	0,19	0,26	0,06	0,15	0,39	-0,12	0,09	
1966	-0,04	-0,12	-0,04	-0,02	0,24	0,21	0,17	0,04	0,21	0,20	0,10	-0,17	
1967	-0,04	0,27	-0,07	-0,15	0,41	0,36	0,13	0,11	0,13	0,06	0,13	-0,46	
1968	-0,17	0,04	0,04	0,06	0,07	0,13	0,24	0,17	0,13	0,15	0,15	0,09	
1969	-0,09	0,04	-0,06	0,25	0,48	0,46	0,30	0,22					

Таблица 40

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_m$  на параллели 30° с. ш.  
между 70—60° з. д.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-0,42	0,15	0,11	0,12	0,34	0,46	0,27	0,23	0,15	0,30	0,00	-0,44
1950	0,10	0,04	0,34	0,19	0,27	0,38	0,25	0,25	0,38	0,08	-0,02	0,11
1951	0,19	-0,31	-0,10	0,11	0,51	0,23	0,36	0,25	0,30	0,40	0,25	0,13
1952	-0,04	-0,14	0,22	0,42	0,08	0,36	0,13	0,21	0,25	0,32	-0,13	-0,19
1953	0,21	0,08	0,10	0,27	0,02	0,25	0,13	0,25	0,11	0,25	0,04	0,11
1954	0,21	0,04	0,04	0,04	0,15	0,21	0,34	0,30	0,13	0,17	0,27	0,04
1955	-0,36	-0,26	0,15	0,15	0,40	0,42	0,23	0,32	0,19	0,18	-0,15	-0,21
1956	0,04	0,02	0,21	0,11	0,17	0,49	0,25	0,25	0,29	0,19	-0,06	0,11
1957	-0,04	0,16	-0,07	0,13	0,24	0,23	0,41	0,24	0,04	-0,06	-0,02	0,06
1958	0,07	0,08	-0,04	0,23	0,20	0,38	0,11	0,43	0,19	0,28	0,14	0,13
1959	-0,07	0,24	0,22	0,29	-0,02	0,31	0,17	0,17	0,17	0,31	0,27	0,06
1960	-0,07	0,12	0,07	0,21	0,37	0,38	0,39	0,26	0,33	0,20	-0,08	-0,26
1961	0,06	0,08	-0,02	0,13	0,41	0,44	0,15	0,31	0,36	0,44	-0,21	-0,07
1962	0,31	0,10	-0,18	0,17	-0,04	0,31	0,30	0,44	0,23	0,50	0,13	0,22
1963	0,15	0,35	0,06	-0,08	0,33	0,31	0,37	0,32	0,29	0,00	0,15	0,11
1964	0,07	0,20	0,06	-0,06	0,17	0,25	0,20	0,28	0,33	0,26	-0,14	-0,22
1965	-0,06	-0,06	0,07	0,06	-0,04	0,42	0,33	0,24	0,00	0,07	-0,08	-0,07
1966	0,04	0,12	0,04	0,00	0,59	0,36	0,44	0,33	0,35	0,18	-0,44	-0,15
1967	0,09	0,18	0,02	-0,19	0,28	0,33	0,39	0,26	0,31	0,24	0,02	-0,24
1968	-0,13	0,08	-0,04	-0,12	0,28	0,52	0,07	0,13	0,21	0,22	0,08	-0,18
1969	-0,09	-0,27	-0,07	0,21	0,22	0,42	0,31	0,31				

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели 40° с. ш.  
между 10—30° з. д.

Таблица 4Е

Год	M E C Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,05	0,32	-0,47	-0,20	0,46	-0,08	-0,44	0,21	-0,43	0,17	-0,43	-0,31
1950	0,09	0,20	0,31	-0,38	-0,31	-0,26	-0,24	-0,38	-0,18	-0,15	-0,13	-0,33
1951	-0,16	-0,43	-0,07	0,15	-0,29	0,10	-0,50	-0,48	-0,07	-0,10	-0,60	-0,06
1952	-0,38	0,63	0,53	-0,34	-0,17	-0,34	-0,49	-0,42	-0,15	0,04	0,04	0,20
1953	0,25	-0,01	0,22	-0,12	0,12	0,63	-0,53	-0,28	-0,14	-0,20	0,10	-0,32
1955	0,04	-0,47	0,30	0,28	0,19	-0,37	0,60	-0,28	-0,13	0,29	-0,46	-0,09
1956	-0,12	0,37	0,40	-0,27	-0,53	-0,33	0,28	-0,37	-0,32	0,14	0,05	0,11
1957	0,20	0,35	0,79	0,37	0,39	0,01	-0,51	0,45	-0,07	-0,22	0,21	-0,51
1958	0,21	0,76	0,47	-0,29	-0,25	-0,28	-0,13	-0,38	0,04	0,12	-0,16	-0,47
1959	0,40	0,22	-0,06	-0,32	-0,40	-0,06	-0,66	0,35	-0,23	-0,06	-0,52	-0,13
1960	0,67	0,52	0,02	-0,11	-0,12	-0,39	-0,56	-0,11	-0,37	-0,31	-0,01	0,54
1961	0,08	0,77	0,34	0,20	-0,19	-0,59	-0,54	-0,25	-0,33	-0,26	-0,52	0,75
1962	-0,08	-0,21	0,37	0,27	0,13	-0,35	-0,36	-0,33	-0,17	-0,27	-0,42	0,31
1963	0,04	-0,33	0,36	-0,01	-0,79	-0,30	-0,24	-0,59	-0,40	0,04	-0,11	-0,29
1964	0,77	0,47	0,31	-0,45	-0,05	0,47	-0,53	-0,29	-0,16	-0,09	0,24	-0,14
1965	0,00	0,49	0,34	-0,53	-0,04	-0,30	-0,43	-0,33	-0,30	-0,39	-0,26	0,15
1966	0,68	0,35	0,18	0,23	-0,42	-0,36	-0,67	-0,24	-0,23	0,01	-0,20	0,09
1967	0,49	-0,21	-0,08	-0,51	-0,44	-0,40	-0,38	-0,34	-0,21	-0,18	-0,60	0,63
1968	-0,35	-0,14	-0,43	-0,01	-0,25	-0,21	-0,31	-0,29	0,02	0,47	-0,15	0,01
1969	0,48	-0,06	0,31	-0,38	-0,27	-0,40	-0,36	-0,30	-0,38	-0,04	-0,09	-0,51

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели 40° с. ш.  
между 30—50° з. д.

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	0,50	0,22	0,34	0,57	0,23	0,18	0,32	0,13	-0,17	0,23	0,36	0,26
1950	-0,25	0,36	0,00	0,31	0,19	0,13	0,08	0,28	0,38	0,17	-0,26	0,28
1951	0,31	0,36	0,46	0,13	0,12	0,15	0,11	0,28	0,09	0,06	0,02	0,20
1952	0,47	0,19	-0,07	0,08	0,29	0,39	0,41	0,11	0,07	-0,12	0,03	0,25
1953	-0,01	0,37	-0,04	0,17	0,22	0,27	0,36	0,20	0,11	-0,03	0,09	0,18
1954	0,35	0,43	0,35	0,24	-0,12	0,42	0,38	0,26	0,29	-0,08	0,14	0,37
1955	0,69	-0,13	-0,13	0,21	0,30	0,34	0,30	0,05	0,35	0,27	0,13	0,33
1956	0,48	0,55	0,16	0,31	0,47	0,24	0,22	0,35	-0,09	0,00	0,22	0,24
1957	0,18	-0,10	-0,10	0,39	0,54	-0,05	0,41	0,18	0,13	0,26	-0,14	0,20
1958	0,63	0,25	0,54	0,36	0,09	0,12	0,14	0,13	-0,07	0,32	0,47	0,29
1959	0,08	0,66	0,15	0,35	0,27	0,45	0,14	0,23	-0,07	0,14	-0,09	0,32
1960	0,28	-0,08	0,07	0,17	0,28	0,18	0,35	0,09	0,10	-0,07	0,11	0,64
1961	0,43	0,17	0,50	0,34	-0,23	0,40	0,35	0,04	0,12	0,12	0,41	-0,46
1962	0,23	0,90	0,31	0,24	0,29	0,23	-0,23	0,20	0,11	0,29	0,46	-0,15
1963	-0,45	0,18	0,33	-0,22	0,42	0,36	-0,03	0,49	0,24	-0,03	-0,05	0,26
1964	0,04	0,31	-0,28	0,25	0,24	0,30	0,21	0,14	-0,04	0,20	0,40	0,06
1965	0,54	0,09	0,41	0,00	0,33	0,26	0,24	-0,62	0,23	0,14	0,18	0,51
1966	-0,13	-0,42	0,20	0,03	0,17	0,10	0,47	0,10	0,17	-0,22	0,24	0,57
1967	-0,02	0,26	0,57	0,75	0,28	0,00	-0,07	-0,16	0,22	-0,10	0,56	0,48
1968	0,35	0,53	0,50	-0,02	0,38	0,17	0,15	0,24	0,26	-0,17	0,04	0,31
1969	-0,25	0,02	0,06	0,31	0,12	0,17	0,34	0,24	0,21	0,13	0,82	0,94
1970	-0,08	0,43	0,44	0,63	0,21	0,27	0,36	0,21	0,25	-0,19	0,13	0,60

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели  $40^\circ$  с. ш.  
между  $50-70^\circ$  з. д.

Год	М			Е		С		Я		Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-0,37	-0,24	0,26	0,04	0,21	0,06	0,19	0,23	0,42	0,02	0,45	-0,30
1950	-0,12	-0,16	0,07	0,26	0,00	0,26	0,33	0,20	0,06	0,00	0,36	0,14
1951	0,11	-0,11	-0,54	-0,02	0,34	-0,02	0,50	0,42	0,02	0,00	0,34	-0,07
1952	0,34	-0,14	-0,34	0,21	0,03	0,34	0,06	0,31	0,04	0,10	-0,06	-0,26
1953	0,08	0,02	0,11	0,26	0,04	0,44	0,26	0,17	0,08	0,17	0,09	0,18
1954	-0,04	0,22	0,00	-0,22	0,23	0,29	0,52	0,23	0,21	-0,02	0,27	0,19
1955	-1,09	-0,55	-0,08	0,15	-0,11	0,24	0,24	0,26	-0,06	-0,18	-0,14	-0,62
1956	0,01	-0,25	-0,03	-0,02	0,11	0,38	0,27	0,17	0,15	-0,29	0,02	0,14
1957	-0,12	-0,23	-0,50	-0,24	-0,07	0,14	0,24	0,41	-0,12	-0,07	-0,02	0,37
1958	-0,22	-0,09	-0,65	0,50	0,39	0,40	0,21	0,43	0,06	0,01	0,10	-0,28
1959	-0,23	-0,40	0,10	0,18	-0,20	0,34	0,40	0,05	-0,10	0,21	0,43	-0,07
1960	-0,47	-0,24	-0,32	0,12	0,09	0,36	0,56	0,15	0,28	-0,03	-0,12	-0,02
1961	-0,05	-0,37	-0,37	0,13	0,39	0,47	0,38	0,23	0,34	0,23	-0,16	-0,46
1962	0,16	-0,31	-0,78	0,18	-0,04	0,11	0,35	0,48	0,10	0,10	0,08	0,14
1963	-0,04	0,00	-0,30	0,24	0,32	0,13	0,51	0,30	0,33	-0,08	0,11	-0,06
1964	-0,20	-0,02	-0,18	0,03	0,04	0,17	0,49	0,11	0,35	-0,22	-0,15	0,51
1965	-0,30	-0,48	-0,50	-0,11	-0,11	0,16	0,44	0,28	-0,26	0,15	0,08	-0,30
1966	-0,54	-0,47	0,00	-0,32	0,52	0,45	0,50	0,29	0,15	-0,01	-0,01	-0,13
1967	-0,11	0,12	-0,09	-0,26	0,46	0,42	0,62	0,53	0,07	0,13	0,18	-0,59
1968	-0,34	-0,26	0,21	-0,06	0,10	0,33	0,16	0,12	-0,09	-0,09	0,00	-0,15
1969	-0,34	0,24	-0,30	0,32	0,15	0,41	0,24	0,16	0,19	-0,07	0,16	0,21
1970	-0,68	0,37	-0,26	-0,19	0,15	0,43	0,23	0,16	0,23	-0,19	0,20	-0,22

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели 50° с. ш.  
между 30—50° з. д.

Год	М			Е			С			Я			Ц	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1949	0,32	0,15	0,91	0,17	0,06	-0,18	0,63	0,25	-0,08	-0,57	0,36	-0,06		
1950	-0,47	-0,76	-0,01	0,25	0,25	0,03	-0,23	0,02	0,10	-0,18	-0,39	0,14		
1951	0,12	-0,41	-0,19	0,27	0,02	-0,18	0,35	0,12	-0,28	-0,26	-0,26	-0,20		
1952	0,37	0,10	-0,72	0,05	-0,05	0,69	0,55	0,06	0,39	-0,35	0,20	-0,19		
1953	0,22	0,29	0,09	0,45	0,04	0,35	0,27	-0,06	0,10	-0,09	-0,16	0,02		
1954	0,20	0,28	0,20	0,26	-0,12	0,16	0,48	0,13	-0,12	-0,35	-0,13	0,13		
1955	-0,07	-0,47	0,36	0,13	-0,24	-0,04	0,42	0,24	0,01	0,25	0,39	-0,17		
1956	0,01	0,80	-0,22	0,41	0,42	0,41	0,17	0,30	-0,30	0,22	0,64	-0,17		
1957	0,18	-0,74	-0,81	0,75	0,56	-0,10	0,53	0,30	0,48	0,10	-0,16	0,19		
1958	-0,12	-1,01	-0,56	0,13	0,02	-0,30	0,25	0,08	-0,15	0,23	0,53	0,11		
1959	0,49	0,53	0,08	-0,01	0,27	-0,01	0,22	0,07	-0,09	-0,21	-0,66	-0,30		
1960	-0,34	-0,30	-0,21	0,19	-0,47	0,18	-0,05	0,08	0,00	0,06	-0,56	0,40		
1961	0,13	-0,45	0,24	-0,62	-0,20	0,48	0,67	0,10	-0,34	-0,04	0,25	-0,29		
1962	0,09	0,70	0,06	0,33	-0,06	0,35	0,27	0,04	-0,38	0,27	0,41	0,08		
1963	-0,14	0,21	-0,31	0,27	0,36	0,40	0,09	0,51	0,10	-0,15	-0,24	0,42		
1964	0,42	0,26	-0,64	0,21	-0,08	0,32	0,41	0,11	0,09	0,16	0,43	0,05		
1965	0,48	0,62	0,30	0,81	-0,05	0,02	0,40	0,24	-0,07	0,04	0,09	0,04		
1966	-0,73	0,18	0,48	-0,77	0,20	0,54	1,08	0,07	0,07	0,20	0,34	0,18		
1967	-0,20	0,14	0,08	0,92	0,18	0,20	0,21	0,21	-0,15	0,21	0,19	0,36		
1968	0,42	0,52	0,42	0,31	0,32	0,01	0,45	0,21	-0,47	-0,77	0,34	0,05		
1969	-0,31	0,17	-0,05	0,18	0,11	0,36	0,26	0,39	0,13	-0,08	0,13	0,81		
1970	-0,29	0,24	0,96	0,29	0,00	0,21	0,39	0,38	0,12	-0,36	-0,16	0,67		

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели  $50^\circ$  с. ш.  
между  $50-70^\circ$  з. д.

Таблица 15

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-0,23	-0,60	-0,01	-0,11	0,14	-0,19	-0,06	0,00	0,11	-0,19	-0,10	-0,47			
1950	-0,59	-0,84	-0,54	-0,13	-0,16	0,29	0,23	-0,06	-0,23	-0,23	0,32	0,43			
1951	-0,57	-0,10	-0,19	0,18	0,13	0,07	0,34	0,17	0,12	-0,22	-0,03	-0,22			
1952	-0,12	-0,18	-0,45	-0,31	0,16	0,09	0,34	0,19	0,07	-0,09	-0,25	-0,12			
1953	-0,12	-0,11	0,06	0,38	-0,28	0,12	0,19	-0,04	-0,08	-0,41	-0,16	-0,26			
1954	-0,74	-0,04	-0,56	-0,18	0,07	0,13	0,39	0,01	0,14	-0,18	-0,21	-0,16			
1955	-1,05	-0,47	-0,29	-0,66	-0,06	-0,03	-0,06	-0,13	-0,03	-0,18	-0,16	-0,98			
1956	-0,38	-0,67	-0,60	-0,26	-0,05	0,18	0,02	0,18	-0,01	-0,35	-0,22	-0,58			
1957	-0,73	-0,86	-0,63	-0,60	-0,58	-0,13	0,39	0,20	-0,27	-0,25	0,02	0,04			
1958	-0,13	-0,17	-0,67	0,05	0,79	0,39	-0,07	0,36	-0,22	-0,34	-0,27	-0,64			
1959	-0,56	-0,76	-0,24	-0,20	-0,28	0,35	0,13	0,22	-0,19	-0,10	0,20	-0,63			
1960	-0,80	-0,19	-0,88	-0,21	-0,04	0,23	0,35	0,02	-0,02	-0,24	-0,20	-0,12			
1961	-0,87	-0,86	-0,38	-0,49	0,31	0,30	0,25	0,08	-0,07	-0,09	0,02	-0,79			
1962	-0,38	-0,67	1,71	-0,21	-0,13	0,05	0,29	0,19	0,09	-0,26	-0,24	-0,11			
1963	0,01	-0,48	-0,77	-0,54	0,27	-0,16	-0,48	0,09	-0,01	-0,31	-0,18	-0,71			
1964	-0,91	-0,81	-0,49	-0,18	-0,04	0,16	0,35	0,14	-0,24	0,03	0,76	0,02			
1965	-0,86	-0,39	-1,47	-0,50	-0,26	-0,06	-0,04	0,20	-0,01	-0,09	0,09	-0,72			
1966	-1,15	-1,07	-0,34	-0,64	0,17	0,09	0,40	0,09	-0,03	0,00	0,47	-0,37			
1967	-0,46	-0,68	-0,15	-0,40	0,23	0,12	0,34	0,17	0,03	-0,04	0,30	-0,52			
1968	-1,18	-0,21	-0,06	0,04	-0,32	0,08	0,07	0,02	0,05	-0,26	-0,73	-0,44			
1969	-0,32	0,09	-0,31	-0,47	-0,04	0,13	0,11	0,05	0,07	-0,29	-0,17	-0,08			
1970	-1,13	0,32	-0,08	-0,43	-0,34	0,30	0,11	0,11	0,07	-0,35	0,09	-0,74			

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_m$  на параллели  $60^\circ$  с. ш.  
между  $30-50^\circ$  з. д.

Год	М			Е			С			Я			Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1949	-0,81	-0,80	0,32	-0,25	0,40	0,27	-0,70	-0,40	-0,36	-0,51	-0,53	-0,64			
1950	-1,68	-1,24	0,62	-0,39	0,48	0,24	-0,85	-0,34	-0,15	-0,46	-0,94	-0,17			
1951	-0,41	-0,65	-0,53	-0,52	0,49	-0,14	0,25	-0,13	-0,14	-0,45	-0,25	-0,83			
1952	-0,03	-0,10	-0,81	-0,61	-0,38	0,34	0,38	0,05	0,62	0,02	0,25	-0,22			
1953	0,16	0,34	-0,30	0,07	0,02	-0,10	-0,05	-0,21	-0,21	-0,38	-1,14	-0,70			
1954	-0,05	-0,25	-0,19	0,39	-0,38	-0,22	-0,22	-0,09	-0,36	-0,59	-0,70	-0,69			
1955	-0,70	-0,18	0,48	-0,77	-0,29	-0,49	0,22	-0,18	-0,53	-0,18	0,39	-0,59			
1956	-0,96	0,49	-0,24	0,22	-0,28	-0,03	0,02	0,19	-0,30	-0,09	0,07	-1,02			
1957	-0,29	-1,32	-0,89	0,28	0,08	0,02	-0,05	0,02	0,20	-0,63	-0,05	-0,21			
1958	-0,73	0,12	-0,87	-0,28	-0,05	-0,15	0,11	-0,19	-0,10	-0,15	-0,08	0,03			
1959	0,35	0,73	-0,23	-0,58	0,23	-0,48	0,00	-0,19	-0,07	-0,79	-0,82	-1,14			
1960	-0,31	-0,78	-0,71	-0,45	-0,61	-0,18	-0,06	0,58	-0,33	0,52	-0,63	-0,47			
1961	-0,36	-0,68	-0,19	-0,88	-0,24	-0,38	0,13	-0,30	-0,95	-0,98	-0,40	-0,14			
1962	-0,44	0,29	0,05	0,15	0,19	-0,08	-0,06	-0,35	-0,58	-0,06	0,12	0,08			
1963	0,81	0,04	-0,65	-0,60	-0,31	0,15	-0,11	-0,10	-0,32	0,69	-0,60	0,55			
1964	0,64	0,67	-0,63	-0,15	-0,43	0,18	0,00	-0,13	-0,18	0,18	-0,03	-0,21			
1965	-0,45	1,43	-0,03	-0,12	-0,81	-0,25	0,13	0,11	-0,05	-0,06	0,25	-0,98			
1966	-1,13	-0,79	-0,48	-0,98	-0,50	-0,30	0,71	-0,02	-0,12	0,53	-0,02	-1,29			
1967	0,16	-0,38	-0,73	-0,03	-0,14	-0,23	-0,18	-0,05	-0,45	-0,69	-0,10	-0,26			
1968	-0,24	0,42	-0,24	0,25	0,21	-0,66	0,72	0,08	-0,81	-0,96	-0,20	0,16			
1969	-0,48	0,14	0,00	0,05	0,03	-0,27	-0,16	-0,24	-0,09	-0,56	-0,37	-0,72			
1970	-0,35	0,09	0,32	-0,05	0,09	-0,32	-0,10	-0,19	-0,03	-0,59	-0,61	-0,56			

Индексы меридиональной циркуляции  $J'_M$  на параллели 60° с. ш. между 50—70° з. д.

Таблица 47

Год	М			Е		С		Я		Ц		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1949	-1,60	-1,12	-1,40	-0,41	0,07	0,41	0,18	-0,05	0,17	-0,26	-0,69	-0,48
1950	-1,68	-1,82	-1,20	-0,31	-0,02	0,29	0,26	0,05	-0,90	-0,88	-0,53	0,38
1951	-1,46	-1,01	-0,37	0,03	-0,43	0,29	0,43	0,11	-0,03	-0,95	-0,69	-1,21
1952	-0,73	-0,73	-0,64	-0,86	0,18	-0,02	0,05	0,25	0,06	-0,67	-0,41	-0,38
1953	-0,80	-0,81	-0,73	0,51	-0,35	-0,24	0,22	-0,14	-0,42	-0,69	-0,85	-1,15
1954	-1,23	-1,19	-0,96	-0,97	-0,16	-0,03	-0,14	-0,09	-0,29	-0,49	-0,85	-0,67
1955	-0,64	-0,54	-0,53	-1,27	0,03	-0,15	-0,29	-0,06	-0,20	0,48	-0,52	-0,86
1956	-1,01	-0,32	-1,53	-0,37	-0,27	-0,36	0,18	0,40	0,09	-0,75	-0,97	-1,23
1957	-1,88	-0,96	-0,68	-1,08	-0,58	0,40	0,35	0,50	0,08	-0,61	-0,28	-0,21
1958	-0,52	-0,43	-0,95	-0,78	0,90	0,32	0,56	0,48	-0,80	-1,27	-1,10	-0,81
1959	-0,13	-1,34	-1,92	-0,52	-0,44	0,05	0,31	0,29	-0,52	-0,90	-0,05	-1,58
1960	-0,87	0,40	-1,74	-1,15	-0,53	0,25	0,42	0,58	-0,15	0,97	-0,63	-0,53
1961	-1,92	-1,84	-0,87	-0,87	0,15	-0,03	-0,18	0,13	-0,37	-0,39	-0,53	-0,48
1962	-1,10	-1,07	-0,64	-1,08	-0,27	-0,10	0,48	0,34	-0,10	-1,06	-0,28	-0,15
1963	0,44	-0,30	-1,63	-0,38	-0,26	-0,50	-0,32	0,27	-0,27	-0,69	-0,07	-0,66
1964	-1,05	-0,62	-1,19	-0,75	-0,47	0,18	-0,27	0,42	0,13	-0,48	-0,82	-0,73
1965	-0,86	0,00	-0,86	-1,15	0,71	-0,37	0,32	0,24	-0,08	-0,60	-0,03	-1,24
1966	-0,97	-0,98	-0,60	-0,67	-0,39	-0,08	0,02	0,39	0,28	0,27	0,22	0,63
1967	-1,21	-1,79	-0,84	-0,65	0,22	-0,20	0,35	0,20	-0,08	0,58	0,03	-0,26
1968	-1,46	-0,52	-1,12	0,21	-0,30	-0,09	0,46	0,16	-0,44	0,48	-1,36	-0,89
1969	-0,41	-0,14	-0,26	-1,22	0,56	0,51	-0,21	0,06	-0,51	-0,35	0,57	-0,67
1970	-1,14	-0,11	-0,30	-0,61	0,30	0,47	-0,25	0,05	-0,46	0,83	0,15	-0,97

К. В. КОНДРАТОВИЧ

## ПРОГНОЗ МЕСЯЧНЫХ АНОМАЛИЙ ДАВЛЕНИЯ И ТИПА БАРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В РАЙОНЕ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

В настоящее время представляется несомненным, что успешное решение сложной проблемы долгосрочного метеорологического прогноза на месяц и сезон возможно только на пути познания и использования закономерностей общей циркуляции атмосферы. Однако изученность процессов общей циркуляции атмосферы пока не позволяет рационально объяснить развитие макрометеорологических процессов и формирование аномалий погоды в конкретные периоды времени длительностью в несколько месяцев или лет.

Главные успехи теоретической метеорологии, и в том числе численного моделирования общей циркуляции атмосферы, приходятся на сферу динамической климатологии [19, 28, 30, 31].

Оперативное составление долгосрочных прогнозов погоды на месяц и сезон продолжается на основе использования синоптико-статистических методов, обобщивших особенности развития во времени макрометеорологических процессов крупных регионов северного полушария.

Содержание прогнозов на месяц и сезон включает обычно температуру воздуха и осадки, поля которых охватывают лишь национальные территории соответствующих стран [4, 20, 24, 26]. Отдельные методы позволяют получить прогностические указания по всему северному полушарию и могут включить в содержание прогноза другие характеристики макропогоды (поле давления) и макропроцессов (пути барических образований и др.) [4, 6, 9, 20, 24, 29]. Особенно просто расширение содержания прогноза, как за счет включения других характеристик, так и за счет экстраполяции на другие районы, может иметь место в методах, в которых заметную роль играет выбор индивидуального или группового аналога (гомолога) [4, 6, 20, 24]. В подобном случае прогноз по Северной Атлантике можно получить как бы попутно, в дополнение к основному прогностическому решению — выбору аналога или гомолога.

По нашему мнению, макрометеорологические процессы над океанами заслуживают более глубокого изучения и могут быть объектом специально разработанных региональных методов предсказания. Помимо прямой потребности в достаточно эффективных

методах долгосрочного прогноза погоды со стороны ряда ведомств, ответственных за планирование и организацию мореплавания и рыбного промысла, укажем еще несколько аспектов, подчеркивающих актуальность исследования макрометеорологических процессов в Северной Атлантике и разработки соответствующих региональных методов долгосрочного прогноза погоды.

Понятно, что макромасштабное взаимодействие океана и атмосферы в районе Северной Атлантики трудно изучать без надежных количественных оценок и классификации метеорологической обстановки, большая изменчивость которой от месяца к месяцу и от года к году наглядно свидетельствует о многообразии и сложности динамических и термических условий процессов взаимодействия. Наряду с изучением средних климатологических особенностей взаимодействия целесообразно выделить и изучить основные варианты отклонений от среднего состояния. Возможно, такой подход позволит выделить предикторы, способные внести важную информацию в методы прогноза по материковым районам.

При разработке схем долгосрочного прогноза и при оценке эффективности уже существующих методов предсказания главное внимание следует уделить прогнозу поля давления, который открывает возможность прогностического использования расчетных методов, получивших развитие в океанологии [23, 15].

Работа по созданию схем долгосрочного метеорологического прогноза по району Северной Атлантики начата в ЛГМИ в 1960 г. по инициативе В. В. Тимонова [23]. К 1964 г. была проведена типизация месячных барических полей и разработана синоптико-статистическая методика прогноза типа барического поля для месяцев холодного полугодия [15, 16]. В последующем типизация и методика были распространены на месяцы теплого полугодия, разработаны другие синоптические схемы прогноза поля давления и температуры воздуха и оценена возможность использования расчетных схем прогноза аномалий давления и температуры [18].

В данной статье представлены основные результаты исследования, выполненного в целях разработки комплексной методики прогноза месячного поля давления по акватории Северной Атлантики.

## 1. Типизация средних месячных барических полей Северной Атлантики

Анализ полей аномалий месячного давления над Северной Атлантикой за большой ряд лет свидетельствует, что очаги положительных и отрицательных аномалий обычно крупномасштабны. При этом имеет место тенденция к «оппозиции» поля аномалий северных и южных районов. Если к северу примерно от  $55^{\circ}$  с. ш. отмечается поле положительных аномалий, то к югу от указанной параллели чаще всего — поле отрицательных аномалий, и наоборот. Впервые на эту особенность указал еще Д. Уокер [32], впослед

ствии она была подтверждена другими исследованиями и известна под названием «Северо-Атлантического колебания».

Определенную тенденцию к «оппозиции» аномалий давления имеют также восточный и западный секторы Северной Атлантики. В поле аномалий температуры воздуха данный макропроцесс находит выражение в «оппозиции» Западной Гренландии и Скандинавии, выявленной Сандстремом.

Для проведения свободной от элементов субъективизма типизации средних месячных барических полей были использованы количественно определенные оценки аномалий барического поля и интенсивности циклонической — антициклонической деятельности в шести районах Северной Атлантики. Выделение районов проведено с учетом особенностей поля аномалий и карт изокоррелят месяч-

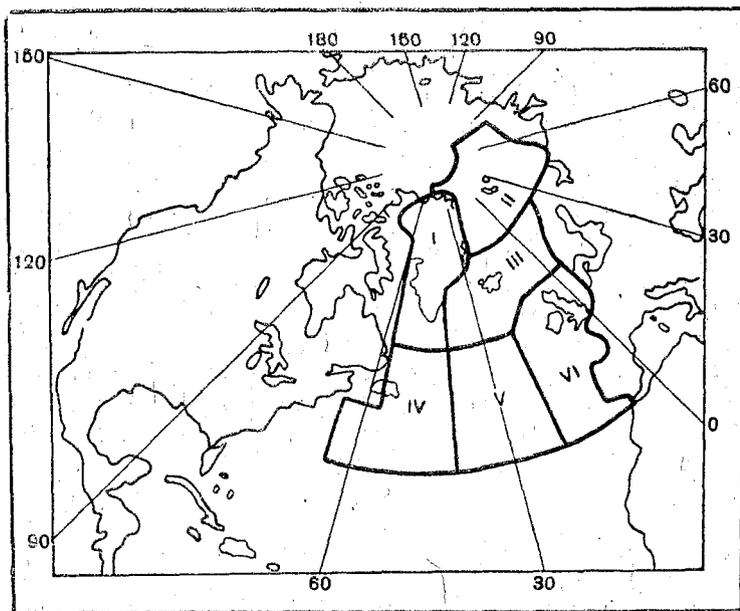


Рис. 1. Карта районов Северной Атлантики:

I — Гренландский; II — Северный; III — Исландский; IV — Западный; V — Азорский; VI — Восточный.

ного давления. Площадь каждого района около 3 млн. км<sup>2</sup>. Карта районов представлена на рис. 1. Балловая оценка аномалий давления в каждом из районов производилась согласно табл. 1.

Таблица 1

Балловая оценка аномалий давления и условные обозначения аномалий на сборных типовых картах

Аномалии давления и их обозначения				
в мб	В б а л л а х			
	положительные		отрицательные	
до 5	2	○	●	1
5,1 ÷ 10	4	△	▽	3
10,1 ÷ 15	6	▲	▼	5
15,1 ÷ 20	8	⬆	⬇	7
более 20,1	0	⬆	⬇	9

Поле аномалий оценивается баллом, если не менее 60% акватории района занято аномалией соответствующего знака. В случаях, когда в районе лишь от 40 до 60% площади района занято аномалией одного знака, использовался балл «х».

Распределение аномалий месячного давления по шести районам записывается шестизначным числом. Например, число 426113 означает, что в соответствующем месяце в Гренландском районе (I) имеет место положительная аномалия до 10 мб, до 5 мб — в Северном (II), до 15 мб — в Исландском (III) районе. Отрицательные аномалии до 5 мб занимают Западный (IV) и Азорский (V) районы, до 10 мб — в Восточном (VI) районе (рис. 1). Оценки аномалий давления над Северной Атлантикой получены за все месяцы 1901—1940 и 1948—1970 гг.

Другим видом информации о макрометеорологических процессах в Северной Атлантике явились месячные сборные карты барических образований, построенные по данным ежедневных карт погоды. При их построении использовались условные обозначения, различные для месяцев холодного и теплого полугодий и учитывающие интенсивность барических образований (давление в центре).

Сборные карты использовались непосредственно для выделения очагов циклонической и антициклонической деятельности, а также для последующей количественной ее оценки по шести районам. В каждом из районов подсчитаны числа барических образований различных классов интенсивности. Затем путем умножения этих

Таблица 2.

Оценка интенсивности циклонической деятельности в Северном районе  $J_{2a}$ 

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1901	54	104	100	-1	-36	-22	-42	8	-19	42	54	16
1902	104	28	16	-14	19	-65	-16	-42	-4	62	84	148
1903	46	76	108	13	-22	-28	-1	-9	35	52	154	124
1904	158	76	176	25	3	-37	-33	-30	-28	208	96	94
1905	134	162	96	-3	24	-11	-21	-25	30	56	92	236
1906	62	36	88	55	-21	14	-11	0	19	46	24	122
1907	126	80	144	5	-9	12	-14	17	72	58	128	46
1908	80	138	90	-16	5	-12	-4	1	-18	44	98	40
1909	106	40	56	-31	-13	-20	7	10	22	90	90	78
1910	104	108	108	11	5	-14	-28	-67	31	46	-20	92
1911	140	98	42	24	-32	-24	-3	-18	21	58	40	76
1912	72	16	40	41	-23	-55	-9	-42	26	-42	160	130
1913	66	136	140	13	-12	-59	-17	-10	24	88	142	80
1914	84	35	100	111	24	-11	-47	-5	47	172	174	128
1915	66	84	108	77	9	24	8	-5	-28	38	62	40
1916	116	104	-2	13	-79	7	-6	-3	64	154	124	8
1917	166	116	60	10	8	13	-46	-23	14	84	104	194
1918	100	82	144	10	-62	-3	3	-16	35	140	138	82
1919	62	154	18	28	-17	17	31	34	80	126	88	54
1920	90	166	136	15	11	-6	6	50	6	68	140	94
1921	60	100	76	48	27	43	-2	13	18	118	4	84
1922	50	74	78	15	-10	9	24	6	35	108	144	102
1923	206	108	150	-26	28	35	-6	24	22	74	102	114
1924	92	126	74	-16	1	-68	-23	-5	41	96	133	140
1925	136	100	110	21	-7	-23	-26	-19	9	40	84	82
1926	98	144	78	-41	-46	-68	-11	-47	37	22	80	148
1927	96	72	86	31	-24	-19	-11	-14	14	-82	104	70
1928	104	108	78	11	-23	-22	-22	-58	41	22	88	106

	1	2	3	4	5	6
1929		8	36	58	11	-23
1930		124	174	34	-19	-15
1931		66	160	86	-14	-25
1932		72	140	30	-3	-6
1933		90	68	50	3	16
1934		188	82	48	35	-42
1935		90	102	42	18	20
1936		72	50	86	8	3
1937		114	108	82	28	18
1938		174	224	126	40	16
1940		50	28	-12	-7	18
1941		140	78	62	-8	1
1942		62	48	—	-19	19
1943		-18	98	66	-4	-39
1944		164	186	128	-63	-6
1946		140	42	210	16	-23
1947		122	68	96	-6	-82
1948		124	128	114	-14	-21
1949		202	222	78	22	23
1950		54	150	220	40	-58
1951		250	76	156	73	-43
1952		120	176	112	18	-82
1953		230	170	156	20	-53
1954		166	102	148	40	32
1955		194	146	146	-4	-65
1956		128	120	218	-24	23
1957		116	60	114	17	57
1958		176	98	28	18	-13
1959		46	232	204	-16	5

Продолжение табл. 2.

7	8	9	10	11	12	13
-22	22	-58	41	52	134	56
-8	-29	26	44	88	168	112
11	-21	5	-94	91	18	176
-11	6	-13	17	52	126	152
16	-48	6	30	118	78	82
-28	-63	17	-3	84	194	84
-34	-63	-31	-37	40	38	108
-12	2	6	9	84	124	158
-6	-31	3	1	112	130	88
37	-60	2	-17	52	80	46
-6	-8	23	-2	66	—	138
-19	-7	-45	-9	-6	74	106
—	4	3	-25	32	—	154
2	-8	-10	-7	16	134	184
-45	-40	-23	10	132	58	124
-20	-11	-6	6	132	100	176
-22	-1	-3	-29	150	24	158
-49	-12	-1	-3	70	142	94
5	-6	-2	72	142	96	172
-95	-1	22	-7	224	196	158
-17	-62	-82	-2	300	176	236
17	-23	-52	0	148	176	134
-14	-5	-32	59	188	170	200
-132	-30	-20	38	148	44	164
31	-1	15	-1	132	70	100
-10	54	35	10	206	164	114
15	-76	14	39	250	162	70
8	-39	30	-3	134	138	126
-11	18	-20	55	170	160	144

1	2	3	4	5	6
1960	96	78	190	21	8
1961	150	220	292	68	-31
1962	180	200	146	20	13
1963	162	56	60	16	-11
1964	254	138	64	22	7
1965	36	198	146	-17	4
1966	156	30	96	-16	-65
1967	58	268	198	72	-99
1968	156	256	234	14	25
1969	112	178	114	45	-31

Продолжение табл. 2.

7	8	9	10	11	12	13
18	2	17	8	156	70	72
24	-36	-33	-12	188	148	170
27	-27	-50	34	150	86	54
5	-15	-22	1	144	114	92
42	34	-33	-2	80	42	44
5	37	-89	40	26	344	162
-1	-6	-39	25	278	318	95
4	-23	-62	-65	180	234	102
10	-21	119	-17	136	76	168
13	-22	-24	75			

Атлантике. На рис. 3—8 приведены средние типовые карты для месяцев холодного полугодия.

При ТБП  $\Pi_1$  отрицательные аномалии давления диагностируются в I, II, III, а положительные аномалии — в IV, V, VI районах Северной Атлантики. Основной очаг циклонической деятельности усилен и находится в районе Исландии. На средней карте основная депрессия расположена между Исландией и Гренландией, с давлением в центре 990 мб (рис. 3). Большая ось депрессии ориентирована в меридиональном направлении.

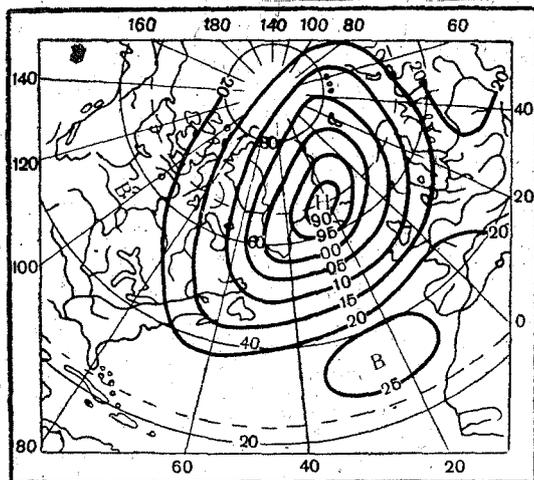


Рис. 3. Тип среднего месячного барического поля  $\Pi_1$ .

Азорский антициклон очерчивается изобарой 1025 мб. Градиент давления между Азорскими островами и Исландией зимой составляет 35 мб, летом он не превышает 20 мб.

При типе  $\Pi_2$  географическая локализация аномалий давления противоположна той, которая характерна для типа  $\Pi_1$ : положительные аномалии на севере, отрицательные — на юге. При этом ТБП происходит сильное ослабление атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой. Зимой основной очаг циклонической деятельности и депрессия на средней карте смещены в западный сектор Атлантики и к югу от Исландии (рис. 4). Давление в центре депрессии 1000 мб, градиент давления Азоры — Исландия равен 20 мб. Летом на карте ТБП  $\Pi_2$  Исландской депрессии нет: одна депрессия находится в районе Британских островов, другая — над северо-востоком Канады.

Тип  $\Pi_1$  характеризуется активной циклонической деятельностью в Исландском районе и ее ослаблением в Северном районе (Ба

ренцево море и акватория Норвежского и Гренландского морей к северу от  $70^{\circ}$  с. ш.). Градиент давления Азоры — Исландия зимой составляет 30 мб (рис. 5), летом — 15 мб. Большая ось Исланд-

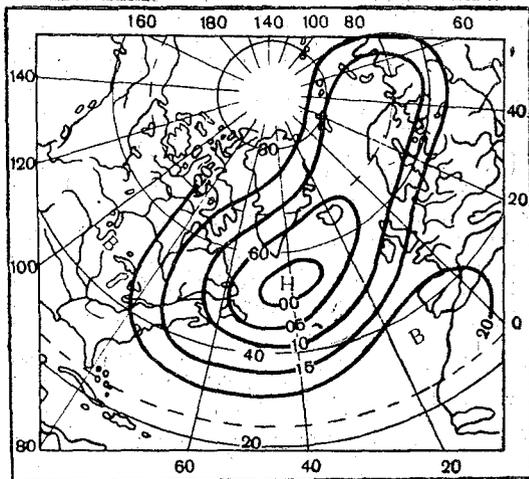


Рис. 4. Тип среднего месячного барического поля  $P_2$ .

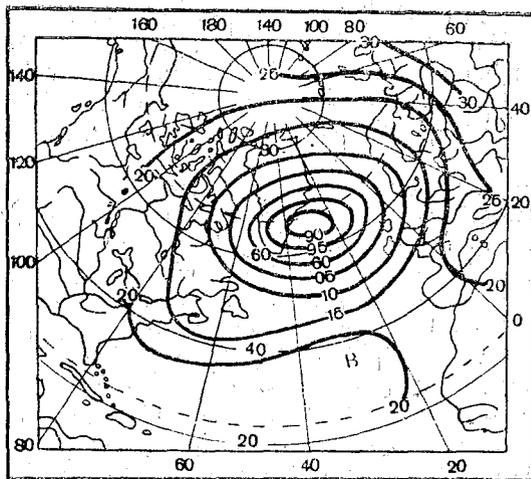


Рис. 5. Тип среднего месячного барического поля  $P_1$ .

ской депрессии ориентирована в широтном направлении. Для ТБП  $I_1$  характерны отрицательные аномалии давления в I, III и VI районах и положительные аномалии во II, IV и V районах.

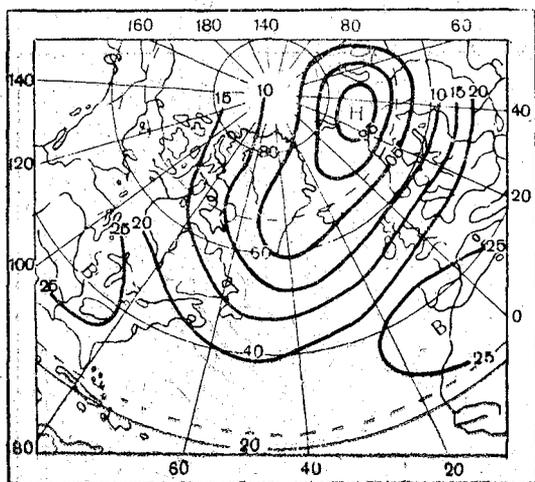


Рис. 6. Тип среднего месячного барического поля  $I_2$ .

Противоположная локализация аномалии давления будет иметь место при типе  $I_2$ . Основной очаг циклонической деятельности и депрессия зимой смещены в Баренцево море (рис. 6). В теплое время года при ТБП  $I_2$  имеют место две депрессии: в районе к юго-западу от Гренландии и над Скандинавией. Они разделены перемычкой высокого давления, ориентированной меридионально и проходящей через Исландию. В целом при типе  $I_2$  атмосферная циркуляция над Северной Атлантикой существенно ослаблена.

Тип  $G_1$  в холодное время года характеризуется наличием депрессии над югом Гренландии с центральной изобарой 995 мб (рис. 7). Основной очаг циклонической деятельности локализован у южной оконечности Гренландии. Летом давление в центре депрессии 1010 мб. Зимой градиент давления основная депрессия — субтропический антициклон составляет 30 мб, летом — 10 мб. В целом для типа  $G_1$  характерно наличие отрицательных аномалий давления в I, II и IV районах, т. е. имеет место полоса отрицательных аномалий, охватывающая западный сектор Атлантики и через Гренландию выходящая в северную часть Норвежского и Гренландского морей. Положительные аномалии занимают восточный сектор Атлантики (III, V, VI районы). При типе  $G_1$  атмосферная циркуляция над Северной Атлантикой усилена.

Противоположная локализация аномалий давления приводит к диагнозу ТБП  $G_2$  (рис. 8). Зимой при этом типе основная депрес-

сия расположена над Британскими островами (995 мб), летом — несколько западнее их (1005 мб), а обычная картина расположения барического поля над Северной Атлантикой «деформирована» больше, чем у других типов. Например, в районе Исландии и Фа-

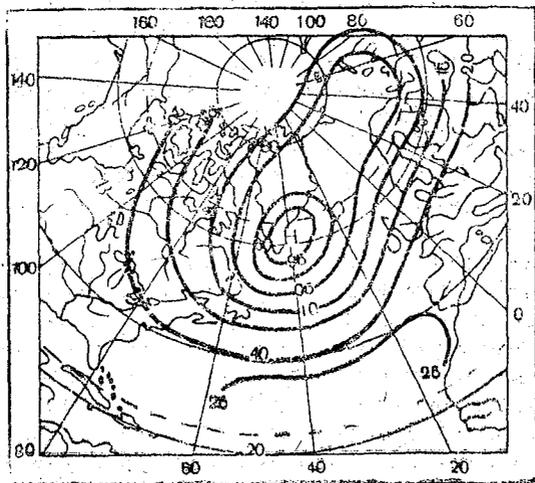


Рис. 7. Тип среднего месячного барического поля Г<sub>1</sub>.

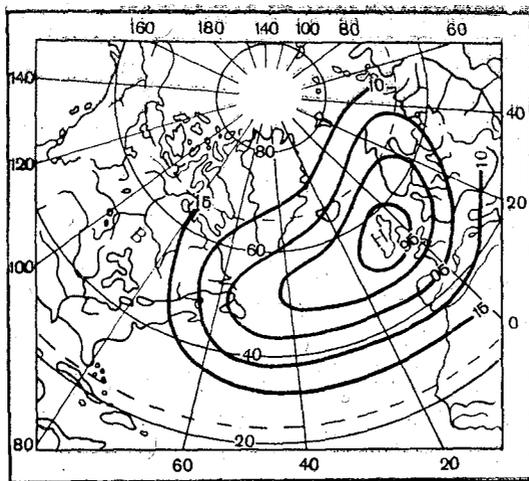


Рис. 8. Тип среднего месячного барического поля Г<sub>2</sub>.

верских островов при ТБП Г<sub>2</sub> преобладают северо-восточные выносы.

Заметим, что в отдельные месяцы диагноз ТБП был затруднен отсутствием полноценных исходных материалов. В этом случае в каталоге ТБП проставлен прочерк. При наличии определенных отклонений балловых оценок аномалий давления от типового, но при сходстве по локализации очагов интенсивности циклонической — антициклонической деятельности и другим признакам обозначение типа дано в скобках. В качестве примера приведем октябрь 1964 г., балловая оценка которого 355112. Здесь диагностируется тип П<sub>1</sub>, хотя в IV и V районах имеют место отрицательные аномалии до 5 мб. Отрицательные аномалии в I, II, III районах более интенсивны, и в целом атмосферная циркуляция усилена.

В последнее время на основе учета скоррелированности изменений давления и температуры воздуха на «опорных» станциях предложен еще один способ диагноза ТБП. «Опорные» станции — по одной в каждом районе — призваны обеспечить участие в диагнозе ТБП и в изучении многолетней изменчивости атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой наиболее полных в этом районе рядов метеорологических наблюдений. Определенное сочетание знаков аномалий давления и температуры на нескольких «опорных» станциях дает правильный диагноз ТБП с обеспеченностью более 90%.

Каталог ТБП за 1901—1970 гг. представлен в табл. 3.

## Каталог типа барического поля

Год	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1901	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>
1902	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>
1903	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>
1904	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>
1905	(П <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	(И <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>
1906	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>
1907	(Г <sub>1</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>
1908	(Г <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )
1909	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(И <sub>2</sub> )	(Г <sub>2</sub> )
1910	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )
1911	(Г <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(И <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>
1912	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>
1913	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>
1914	Г <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(И <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>
1915	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1916	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>
1917	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>
1918	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )
1919	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	(И <sub>2</sub> )	Г <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>
1920	П <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )
1921	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )
1922	(И <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	(И <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1923	(П <sub>1</sub> )	(И <sub>1</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )
1924	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(И <sub>2</sub> )	(П <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	(И <sub>2</sub> )	Г <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>
1925	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1926	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	(И <sub>2</sub> )	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )
1927	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>
1928	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>
1929	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>
1930	П <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>
1931	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>
1932	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )
1933	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>
1934	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )
1935	(Г <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>
1936	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )
1937	И <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1938	(П <sub>1</sub> )	(И <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>
1939	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>
1940	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(Г <sub>1</sub> )
1941	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>
1942	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>
1943	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>
1944	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>
1945	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1946	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>
1947	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )
1948	(Г <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	(И <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )
1949	И <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	(Г <sub>2</sub> )

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1950	(И <sub>1</sub> )	(И <sub>1</sub> )	(И <sub>2</sub> )	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>
1951	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>
1952	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(И <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )
1953	(И <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	(И <sub>1</sub> )	И <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )
1954	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(И <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )
1955	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )
1956	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>
1957	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(П <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>
1958	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>
1959	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	(И <sub>1</sub> )
1960	Г <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(П <sub>2</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	(П <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>
1961	(И)	(П <sub>1</sub> )	(И <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>
1962	(П <sub>1</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	И <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )
1963	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1964	(И <sub>2</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(Г <sub>1</sub> )	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1965	(П <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	(Г <sub>2</sub> )	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>
1966	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>
1967	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(Г <sub>1</sub> )	Г <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(И <sub>2</sub> )
1968	(Г <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	П <sub>2</sub>	(П <sub>1</sub> )	Г <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>
1969	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>2</sub>	(Г <sub>1</sub> )	П <sub>2</sub>	(И <sub>1</sub> )	(П <sub>1</sub> )	(П <sub>2</sub> )	П <sub>1</sub>	П <sub>1</sub>	(Г <sub>2</sub> )	(П <sub>1</sub> )
1970	П <sub>2</sub>	(И <sub>2</sub> )	(Г <sub>2</sub> )									

## 2. Комплексное использование синоптико-статистических методов и стратегия прогнозиста

Современный уровень методов долгосрочного прогноза, по-видимому, еще не обеспечивает надежного определения хода погоды внутри прогнозируемого месяца и его других сравнительно мелко-масштабных особенностей. Целесообразным представляется сосредоточение усилий на задаче предсказания наиболее существенных, крупномасштабных черт макропогоды в районе Северной Атлантики. Желательным при этом является совместное использование ряда методов долгосрочного прогноза погоды (ГМЦ СССР, ААНИИ, Бюро погоды США и др.). Испытание на независимом материале, и особенно в оперативных условиях, различных схем прогноза за длительный ряд лет позволило бы получить достаточно надежные оценки эффективности соответствующих методов и ценные материалы для совершенствования основ долгосрочного прогнозирования.

Сказанное позволяет считать постановку задачи прогноза типа барического поля в Северной Атлантике актуальной в методологическом и прикладном отношении.

Для совместной оценки ряда прогностических схем, имеющих различную форму представления прогноза, необходимо иметь вполне определенную систему оценки.

У нас в стране основным способом оценки степени сходства двух полей метеоэлемента является вычисление критериев  $\rho$  — оценка по знаку и  $Q$  — оценка по величине [24]. Этот способ достаточно надежен и прост в использовании при наличии сравнительно густой сети станций, равномерно размещенных по территории района.

В США оценка долгосрочных прогнозов погоды производится при помощи небольшого числа диагностических (прогностических) градаций, климатологическая обеспеченность которых и условия оправдываемости задаются. После выбора числа диагностических градаций, их климатологической обеспеченности и формулировки условий оправдываемости оценка будет вполне определенной и объективной. Эффективность методических прогнозов составляет превышение над уровнем «случайного прогнозирования» [29].

При испытании расчетных схем прогноза довольно часто используется оценка с помощью «относительной ошибки»  $\varepsilon$ , которая характеризует качество методических прогнозов в равнении с «инерционным прогнозом» и вычисляется по формуле

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \frac{|q - q_p|}{|q - q_i|} \quad (1)$$

Здесь  $N$  — число прогнозов,  $q$  — наблюдаемое значение элемента;  $q_p$  — прогнозное значение элемента;  $q_i$  — последнее известное на момент прогноза значение элемента в исходном временном ряде.

Заметим, что в случае оценки краткосрочных прогнозов в формулу (1) можно подставить сами значения элемента, а при прогнозах месячных или сезонных величин, как в нашем случае, — аномалии (отклонения от месячных «норм»). Указанный способ оценки применялся нами тогда, когда прогноз давался по станциям.

Наряду со всеми тремя видами оценки (оправдываемость по знаку с помощью критерия  $\rho$ , сравнение со «случайным прогнозом», сравнение с «инерционным прогнозом») мы использовали также понятие статистической энтропии [3]. Статистическая энтропия  $\mathcal{E}$  вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E} = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i, \quad (2)$$

где  $m$  — число возможных состояний или градаций системы;  $p_i$  — вероятности этих состояний.

Формула (2), примененная для оценки энтропии климатической повторяемости градаций, дает значение «энтропии климатологического прогноза»  $\mathcal{E}_k$ .

Таблица 4.

Повторяемость барического поля (%) и значение энтропии «климатологического прогноза» Т Б П

ТБП	М Е С Я Ц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
П <sub>1</sub>	39	18	17	24	21	28	35	21	15	28	24	26
И <sub>1</sub>	15	17	9	12	12	11	9	19	11	15	24	24
Г <sub>1</sub>	9	20	12	18	14	9	6	12	14	18	8	13
П <sub>2</sub>	20	24	37	20	27	33	22	19	19	15	13	15
И <sub>2</sub>	11	9	11	12	12	16	17	16	19	9	18	11
Г <sub>2</sub>	6	11	6	14	5	4	11	12	22	15	13	11
Эн-тро-пия	2,31	2,50	2,35	2,54	2,33	2,31	2,35	2,54	2,55	2,51	2,47	2,50

В табл. 4 приведены данные о повторяемости ТБП в различные календарные месяцы по материалам 1901—1968 гг. В заключительной строке таблицы представлены оценки энтропии «климатологического» (случайного) прогноза ТБП.

Понятно, что методические схемы прогноза должны приводить к уменьшению неопределенности климатологического прогноза

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_* - \mathcal{E}_m. \quad (3)$$

Применение комплексной методики прогноза ставит сложный вопрос, общепринятого решения которого еще не выработано. Это вопрос о том, какой окончательный прогностический вывод должен сделать прогнозист, если имеется несколько заключений, не совпадающих друг с другом.

В обычной синоптической практике специалист-долгосрочник ориентируется на заключение, имеющее наибольшую обеспеченность, или в совокупности учитывает обеспеченность каждого «правила» [4, 21, 22, 24].

Приведем пример, поясняющий обычную стратегию прогнозиста. Имеется два синоптико-статистических «правила». Одно утверждает с обеспеченностью 70%, что ожидается прогностическая градация  $\Pi_1$ , другое, с обеспеченностью 60%, — что будет прогностическая градация  $\Gamma_1$ . Синоптик выбирает градацию  $\Pi_1$ , как «более высоко обеспеченную». Этот подход не лишен существенного недостатка и не является оптимальным использованием имеющейся у прогнозиста информации. Продолжим рассмотрение примера. Пусть в первом «правиле» после события  $A$  (предиктор) в прогнозируемом месяце в 70% имел место тип  $\Pi_1$ , в 10% — тип  $\Pi_2$ , в 10% — тип  $\Pi_3$  и в 10% — тип  $\Gamma_1$ . Пусть во втором «правиле» после события  $B$  (предиктор) в прогнозируемом месяце в 60% случаев отмечен тип  $\Gamma_1$  и в 40% случаев — тип  $\Pi_1$ .

Вычислим энтропию обоих «правил»:  $\mathcal{E}_1 = 1,35$  и  $\mathcal{E}_2 = 0,97$ . Следовательно, неопределенность, оцениваемая величиной статистической энтропии в «битах» — единицах информации, у первого «правила» заметно больше, чем у второго. Более оптимальным является выбор второго «правила». В нем содержится информация не только о том, что будет после события  $B$ , но и о том, какие типы барического поля не наблюдались после этого события.

Существуют и другие, более сложные приемы оценки информации «правил» [3]. Мы придерживаемся той точки зрения, что для обеспечения оптимальной стратегии прогнозиста при прогнозе типа барического поля в Северной Атлантике на данном этапе достаточно ориентироваться на оценки «правил» с помощью статистической энтропии.

Для вычисления оправдываемости прогнозов типа барического поля нами приняты условия оправдываемости (табл. 5), учиты

вающие в общем виде: степень сходства соответствующих барических полей.

Таблица 5

Оценка оправдываемости прогнозов ТБП (в %)

Диагноз	П	Р	О	Г	Н	О	З
	П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>	
П <sub>1</sub>	100	50	50	0	0	0	
И <sub>1</sub>	50	100	50	25	0	0	
Г <sub>1</sub>	50	50	100	0	0	0	
П <sub>2</sub>	0	25	0	100	50	50	
И <sub>2</sub>	0	0	0	50	100	50	
Г <sub>2</sub>	0	0	0	50	50	100	

Как видно из табл. 5, если дан прогноз типа П<sub>1</sub>, то он полностью (на 100%) оправдывается, когда будет фактически тип П<sub>1</sub>; на 50% оправдывается прогноз, когда осуществится один из двух других типов усиленной циркуляции. Аналогично производится оценка и других типов барических полей. Исключением из этого общего подхода является 25% оправдываемости при совпадении прогностических и диагностических типов П<sub>2</sub> и И<sub>1</sub>. Хотя эти типы и принадлежат соответственно к вариантам ослабленной и усиленной циркуляции, в расположении очагов циклонической деятельности имеются некоторые черты сходства.

Если дать климатологический прогноз ТБП, то он будет сведен к указанию типа, чаще других встречающегося в данном месяце. Оправдываемость климатологического прогноза ТБП, при использовании принятых в табл. 5 условий оценки, невелика. Так, в январе — тип П<sub>1</sub> (оправдываемость 51%), в феврале — тип П<sub>2</sub> (оправдываемость 38%) и т. д.

### 3. Синоптико-статистические схемы прогноза ТБП

Первые синоптико-статистические схемы прогноза ТБП получены в 1964 г. [15, 16]. Предикторами в них являлись: определенные сочетания в месяце чисел дней с формами атмосферной циркуляции Г. Я. Вангенгейма ( $N_E$ ,  $N_W$ ,  $N_C$ ), крупные аномалии давления в шести районах Северной Атлантики, ТБП предшествующих месяцев, групповые «фоновые» гомологи ААНИИ. Предиктантом в указанных схемах служили сами ТБП, а также аномалии давления по шести районам и сочетание чисел дней.

Приведем примеры «правил», входящих в схемы прогноза ТБП. Возьмем в качестве предиктора определенное сочетание чисел дней с формами циркуляции E, W, C, а именно сочетание  $\overset{\wedge}{SE}$  в сентябре.

Согласно [14], условное обозначение  $\overset{\wedge}{C}$  используется, когда в данном месяце число дней с формой  $\overset{\wedge}{C}$  было значительно «больше нормы»; когда число дней в месяце было «около нормы», применяется обозначение C, «меньше нормы» — обозначение Ц. Таким образом, обозначение  $\overset{\wedge}{SE}$  характеризует месяцы с развитием процессов C формы — «больше нормы» и процессов E формы — «около нормы». В рассматриваемом примере из многолетнего ряда (1901—1964 гг.) выбраны сентябри с сочетанием  $\overset{\wedge}{SE}$ . Таких сентябрей было шесть (1900, 1902, 1933, 1951, 1958 и 1961 гг.). Данное «событие» — сочетание  $\overset{\wedge}{SE}$  в сентябре — можно трактовать как достаточно значимое и крупномасштабное. В последующей «метеорологической истории» в Атлантико-европейском секторе могут быть «особенности», представляющие интерес для прогнозиста. Оказалось, что в последующем октябре в 5 случаях из 6 имели место ТБП усиленной циркуляции (по два  $\overset{\wedge}{\Pi_1}$  и  $\overset{\wedge}{И_1}$  и один тип  $\overset{\wedge}{Г_1}$ ).

Сходный результат получаем, взяв в качестве предиктора сентябри с сочетанием  $\overset{\wedge}{CW}$ . В последующем октябре отмечались в 6 случаях из 7 типы усиленной циркуляции.

В противоположность этому после сочетания  $\overset{\wedge}{ES}$  в сентябре типы ослабленной циркуляции диагностировались в 5 случаях из 8.

После сочетания  $\overset{\wedge}{WC}$  в сентябре в последующих декабре и январе из 14 месяцев в 13 были ТБП усиленной циркуляции.

Перейдем к примеру, в котором роль предиктора отведена крупной аномалии давления в одном из шести районов Северной Атлантики. К крупным аномалиям мы относим случаи с балловыми оценками 4, 6, 8, 0 — для положительных и 3, 5, 7, 9 — для отрицательных аномалий.

Рассмотрим ноябри с крупными положительными аномалиями в Исландском районе — событие достаточно крупномасштабное, в определенной мере характеризующее фазу Северо-Атлантического колебания. В группу лет с нояблями, обладающими указанным свойством, входят: 1901, 1903, 1904, 1909, 1919, 1922, 1925, 1933, 1934, 1937, 1952 и 1957 гг.

В следующем январе в 9 случаях из 12 диагностирован ТБП  $\overset{\wedge}{\Pi}$  в марте — 9 типов усиленной циркуляции.

В группе лет с крупными отрицательными аномалиями давления в Исландском районе в ноябре и в последующих январ

и марте было соответственно 8 из 15 и 11 из 15 типов ослабленной циркуляции.

Поскольку имеется еще очень большая группа лет, в которой в ноябрях в Исландском районе не было крупных аномалий давления, наличие противоположных тенденций развития в двух группах лет представляется достоверным. Можно оценить вероятность случайного совпадения признаков (предиктор и предиктант) в группах той же численности. Эта вероятность очень мала.

Следующим видом предиктора являются групповые «фоновые» гомологи ААНИИ. Это отрезки метеорологической истории продолжительностью 15 месяцев, имеющие сходный характер преобразований форм атмосферной циркуляции и аналогичное в масштабе полушария распределение аномалий давления и температуры воздуха в каждом месяце. Название «фоновые» указанные группы гомологов получили в связи со спецификой их прогностического применения. «Фоновый» прогноз на навигацию в Арктике включает период с января по октябрь. Всего выделено 7 групп с одинаковыми макропроцессами. Сравнение соответствующих характеристик процессов в группе и в текущем году на диагностическом отрезке истории завершается выбором одной из 7 групп. Групповые характеристики последующих месяцев представляют основу прогностического решения.

В табл. 6 показана эффективность использования различных групп гомологов ААНИИ в задаче прогноза ТБП Северной Атлантики. Соответствующие величины энтропии  $\mathcal{E}_m$  и уменьшение энтропии по сравнению с климатологической  $\Delta\mathcal{E}$  для ряда месяцев свидетельствуют в пользу применения гомологов. Так, в I группе для апреля  $\Delta\mathcal{E} = -1,04$ ; во II группе для июля  $\Delta\mathcal{E} = -1,35$  и для ноября  $\Delta\mathcal{E} = -1,04$ . Успешность данного вида предиктора в заметной степени зависит, в какую группу попадает текущий год.

В ЛГМИ подобный подход, но разработанный специально для прогноза месячных полей давления и температуры в Северной Атлантике, был применен А. И. Савичевым. Первоначально группы гомологов были получены для трех летних месяцев: июнь — август [22]. В табл. 7 приведена оценка эффективности этого вида предикторов для прогноза типа барического поля в июльских группах гомологов А. И. Савичева. Здесь мы видим, что, например, в III группе в июле в 7 случаях из 9 имел место ТБП  $\Pi_1$ , в IV группе — только ТБП ослабленной циркуляции  $\Pi_2$  и  $I_1$ . Соответствующее снижение энтропии 1,37 и 1,48 является значительным и свидетельствует об эффективности предиктора.

Синоптико-статистические схемы прогноза включают большое число асинхронных зависимостей, представленных в виде «правил». Обеспеченность «правил» резко меняется от случая к случаю, и успешность определенного прогноза зависит в немалой степени от того, под алгоритм какого конкретно «правила» подходят характеристики предсказываемого макрометеорологического процес-

Энтропия прогнозов типов барического поля при использовании групповых гомологов ААНИИ

Группа гомологов	Обозначе- ние	М Е С Я Ц									
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
I	$\mathcal{E}_M$	1,50	1,56	2,27	1,52	1,83	2,48	2,14	1,80	1,74	
	$\Delta \mathcal{E}$	-1,04	-0,77	-0,40	-0,83	-0,71	-0,70	-0,37	-0,67	-0,76	
II	$\mathcal{E}_M$	1,56	1,83	1,46	1,00	1,83	2,48	1,78	1,43	1,73	
	$\Delta \mathcal{E}$	-0,98	-0,50	-0,91	-1,35	-0,71	-0,70	-0,89	-1,04	-0,77	
III	$\mathcal{E}_M$	2,00	0,81	1,58	1,46	2,32	2,22	1,46	2,22	2,22	
	$\Delta \mathcal{E}$	-0,54	-1,52	-0,73	-0,89	-0,22	-0,33	-1,15	-0,25	-0,28	
V	$\mathcal{E}_M$	2,11	2,03	2,44	2,22	1,74	2,30	2,29	2,13	2,29	
	$\Delta \mathcal{E}$	-0,43	-0,30	+0,13	-0,13	-0,80	-0,25	-0,22	-0,34	-0,21	
VI	$\mathcal{E}_M$	1,83	2,11	1,65	1,92	2,48	1,50	2,19	2,19	2,49	
	$\Delta \mathcal{E}$	-0,71	-0,22	-0,66	-0,43	-0,60	-1,05	-0,32	-0,28	-0,01	
VII	$\mathcal{E}_M$	1,46	1,83	1,46	2,50	1,92	1,46	2,23	2,23	2,23	
	$\Delta \mathcal{E}$	-1,08	-0,50	-0,85	+0,15	-0,62	-1,09	-2,29	-0,24	-0,27	

## Повторяемость ТБП в июльских группах гомологов А. И. Савичева

Группа гомологов	Месяц	Тип барического поля						Э <sub>м</sub>	ΔЭ
		П <sub>1</sub>	И <sub>1</sub>	Г <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	И <sub>2</sub>	Г <sub>2</sub>		
II	IV	2(34)	—	—	3(50)	—	1(17)	1,47	-1,07
	V	2(29)	—	2(29)	2(29)	1(14)	—	1,95	-0,38
	VI	3(43)	1(14)	—	1(14)	2(29)	—	1,83	-0,48
	VII	1(33)	—	—	2(66)	—	—	—	—
III	IV	3(43)	2(29)	1(14)	—	1(14)	—	1,83	-0,71
	V	1(12)	1(12)	—	4(50)	2(25)	—	1,74	-0,59
	VI	2(29)	1(14)	2(29)	2(29)	—	—	1,95	-0,36
	VII	7(78)	1(11)	1(11)	—	—	—	0,98	-1,37
IV	IV	3(30)	—	—	1(10)	3(30)	3(30)	1,89	-0,65
	V	3(37)	3(37)	1(12)	—	—	1(12)	1,80	-0,55
	VI	3(33)	1(11)	1(11)	3(33)	1(11)	—	1,10	-1,21
	VII	—	—	—	5(71)	2(29)	—	0,87	-1,48
V	IV	1(17)	1(17)	3(50)	—	—	1(17)	1,80	-0,74
	V	1(14)	3(43)	2(29)	1(14)	—	—	1,83	-0,50
	VI	3(43)	—	1(14)	3(43)	—	—	1,44	-0,87
	VII	1(17)	—	1(17)	1(17)	3(50)	—	1,80	-0,55
VI	IV	—	1(17)	1(17)	2(34)	2(34)	—	1,92	-0,62
	V	2(33)	—	1(17)	2(33)	1(17)	—	1,92	-0,41
	VI	—	1(17)	—	3(50)	1(17)	1(17)	1,80	-0,51
	VII	—	—	—	2(29)	5(71)	—	0,87	-1,48

са. Поэтому суждение об уровне оправдываемости синоптико-статистической методики можно получить лишь после проведения достаточно длительных испытаний в оперативных условиях.

Другим путем объективного испытания синоптико-статистических схем прогноза является их перевод в расчетные схемы. Использование количественно определенных оценок макрометеорологических процессов позволяет сформулировать алгоритм «правил» и применить современную вычислительную технику для получения прогностических значений и оценки качества прогнозов. При этом проведение таких испытаний должно проводиться по независимым рядам метеонаблюдений, т. е. по данным, не включенным в статистику соответствующих «правил».

В настоящее время мы располагаем лишь данными об обеспеченности «правил» и сравнительно небольшим опытом проверки этих «правил» по независимым материалам и, частично, в оперативных условиях.

Синоптико-статистические схемы прогноза, включенные в нашу методику, позволяют получить для каждого календарного месяца достаточное количество информации, необходимой для предсказания типа барического поля Северной Атлантики. Заблаговременность прогноза ТБП — от 1 до 3 месяцев, хотя отдельные предикторы могут иметь заблаговременность до 8—12 месяцев. Оправдываемость прогнозов ТБП находится на уровне 65—75% при принятых (табл. 5) условиях оправдываемости. Напомним, что климатологический прогноз ТБП в зависимости от календарного месяца имеет оправдываемость 40—50%. Таким образом, синоптико-статистические схемы представляются достаточно эффективными.

#### **4. Динамико-статистические схемы прогноза аномалий давления на «опорных» станциях и предсказание ТБП**

Задача прогноза типа барического поля может быть сведена к задаче предсказания аномалий давления на небольшом числе станций (как минимум, по одной станции в каждом из 6 районов). Для реализации указанного подхода было выбрано 6 «опорных» станций, на которых имеются достаточно полные ряды наблюдений по давлению [33]. Прогностическая задача решалась путем использования динамико-статистического метода прогноза геофизических явлений, предложенного Ю. М. Алехиным [1, 2]. К началу работы над схемами прогноза месячных аномалий давления на станциях мы располагали опытом разработки и оперативного применения схем прогноза месячных и сезонных значений аномалий температуры воды деятельного слоя в Баренцевом море. Предложенные нами схемы прогноза месячных и сезонных значений элемента отличались от используемых схем особенностями комплектования исходных рядов и исключением годового хода [8, 17]. С разработкой таких схем заметно расширилась сфера применения динамико-статистического метода, который представляет собой один из воз-

можных вариантов использования в прогностическом плане теории стационарных случайных процессов.

Согласно этой теории временной ряд  $Q(t)$  представляется как сумма гармонических колебаний с непрерывным спектром. Каждое из колебаний случайно переменено во времени. Область применения теории стационарных случайных процессов в целом, и динамико-статистического метода в частности, определяется следующими условиями стационарности временного ряда  $Q(t)$ :

1. Математическое ожидание  $M(Q) = \text{const}$ . Это утверждение в гидрометеорологическом отношении эквивалентно тезису о постоянстве климатических норм и отсутствию «климатических трендов».

2. Временная корреляционная функция  $R(\tau)$  зависит только от временного сдвига  $\tau$  и, следовательно, сколько-нибудь существенно не изменится при сдвигах исходного ряда. Значения  $R(\tau)$ , вычисленные на различных участках исходного ряда  $Q(t)$ , будут в основном совпадать.

При выполнении указанных условий достаточно эффективными зарекомендовали себя схемы экстраполяции, полученные при помощи метода наименьших квадратов. Операция прогноза линейна. Следовательно, динамико-статистический метод реализует один из вариантов подхода к задаче прогноза, как линейному предсказанию по методу наименьших квадратов стационарных временных рядов.

Наряду с общими для ряда методов прогноза условиями успешности применения математического аппарата стационарных случайных функций, собственно динамико-статистический метод имеет и другие критерии применимости. Основанием для их формулировки послужили соответствующие методические испытания, проведенные в 1963—1965 гг., и опыт прогностической работы. Требования к исходному ряду  $Q(t)$  таковы: исходный ряд должен содержать не менее 50 членов, не иметь пропусков и, по возможности, характеризовать состояние крупномасштабного геофизического явления или процесса. Предпочтение при выборе объекта прогноза следует давать характеристикам, полученным в результате достаточно крупномасштабного пространственно-временного осреднения.

Корреляционная функция  $R(\tau)$  вычисляется по формуле

$$R(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{n-\tau} (Q_i - \bar{Q}_1) (Q_{i+\tau} - \bar{Q}_{1+\tau})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-\tau} (Q_i - \bar{Q}_1)^2 \sum_{i=1}^{n-\tau} (Q_{i+\tau} - \bar{Q}_{1+\tau})^2}}, \quad (4)$$

где  $\bar{Q}_1$  — среднее значение ряда от первого до  $(n - \tau)$ -го члена;  $\bar{Q}_1 + \tau$  — среднее значение ряда от  $(1 + \tau)$ -го до  $n$ -го члена;  $n$  — общее число членов ряда и  $\tau$  — временной сдвиг.

Значения  $R(\tau)$  вычисляются для всех целочисленных значений  $\tau$  — от 1 до 30. На графике  $R(\tau)$ , где по оси абсцисс отложены значения  $\tau$ , а по оси ординат — соответствующие значения  $R(\tau)$ , определяется «средний период» корреляционной функции  $t_R$ . Желательным является выполнение условия  $t_R \geq 8$ , что соответствует сравнительно долгопериодным колебаниям  $R(\tau)$  и исходного природного процесса [1, 2].

Нам представляется, что нет необходимости связывать вопрос о целесообразности создания прогностической схемы в рамках применения динамико-статистического метода с выполнением этого условия. Конечно, наличие долгопериодных колебаний или других характерных особенностей на графике  $R(\tau)$  создает определенную предпосылку успешного решения прогностической задачи. Однако окончательное суждение об эффективности прогностической схемы следует отложить до анализа оправдаваемости зависимых и независимых прогнозов.

Операция прогноза, как уже указывалось, линейна и осуществляется по формуле

$$q(t) = \sum_{\tau=m}^l k_m(\tau) \cdot q(t-\tau), \quad (5)$$

где  $q(t)$  — член ряда  $Q(t)$  в отклонении от среднего значения ряда  $\bar{Q}$ : ( $q_i = Q_i - \bar{Q}$ );  $m$  — заблаговременность прогноза, равная некоторому числу членов исходного ряда;  $k_m(\tau)$  — члены функции оптимального экстраполирования;  $l$  — число членов функции экстраполирования в этом уравнении.

Как следует из формулы (5), прогностическое значение  $q(t)$  получается суммированием некоторого числа предшествующих значений ряда, каждое из которых взято «со своим весом».

Заметим, что формально можно рассматривать данный способ как частный случай широко используемого в гидрометеорологии метода «эмпирических функций влияния». Для динамико-статистического метода характерно, что предикторами являются лишь некоторое число предшествующих членов ряда, без пропусков. Следовательно, всегда учитывается информация об изменении природного процесса в период, непосредственно предшествующий прогнозу.

Рассмотрим основные результаты применения динамико-статистического метода к задаче прогноза аномалий месячного и сезонного давления на 6 опорных станциях Северной Атлантики. Опорными станциями были выбраны: о. Резолюции ( $\varphi = 61^{\circ}18'$  с. ш.

$\lambda = 64^{\circ}53'$  з. д.), Бодо ( $\varphi = 67^{\circ}05'$  с. ш.,  $\lambda = 14^{\circ}24'$  в. д.), Хорта ( $\varphi = 38^{\circ}32'$  с. ш.,  $\lambda = 28^{\circ}38'$  з. д.), Стиккисхольм ( $\varphi = 65^{\circ}05'$  с. ш.,  $\lambda = 22^{\circ}46'$  з. д.), Нью-Хейвен ( $\varphi = 41^{\circ}18'$  с. ш.,  $\lambda = 72^{\circ}56'$  з. д.) и Эдинбург ( $\varphi = 55^{\circ}55'$  с. ш.,  $\lambda = 3^{\circ}11'$  з. д.).

Соответствующие расчеты производились с помощью вычислительных машин БЭСМ-2 и Раздан-2. Из климатического справочника [33] были взяты месячные значения атмосферного давления на каждой станции за 1946—1958 гг. Эти ряды представлены в отклонениях от месячных климатических норм, что равнозначно исключению « годового хода ».

По каждому из пятилетних отрезков ряда вычислена временная корреляционная функция  $R(\tau)$  для всех  $\tau$  от 1 до 30. Следовательно, исходный отрезок ряда состоял из 60 членов. Смежные временные отрезки имели общую часть, т. е. перекрывались: 1946—1950, 1948—1952, 1950—1954, 1952—1956 и 1954—1958. Указанный подход позволил получить достаточно полное представление о правомерности рассмотренных исходных рядов как « стационарных ».

Вычислялась функция оптимального экстраполирования  $k_m(\tau)$  и рассчитывались « прогнозы по зависимому ряду », качество которых прямо характеризует способность расчетной схемы восстанавливать исходный ряд. Количественной мерой способности схемы к математической аппроксимации исходного ряда может служить коэффициент корреляции между фактическими и расчетными значениями давления  $r_{\text{фп}}$ .

Для каждого отрезка ряда испытывались три схемы прогноза, отличавшихся только по числу членов функции оптимального экстраполирования в уравнении (2). Как оказалось, при сопоставлении прогнозов по зависимому ряду с фактическими значениями результаты оправдываемости существенно зависят от числа членов в функции экстраполирования, чем от сдвига исходного ряда. Меньше всего результаты опытного прогнозирования зависели от сдвига ряда на станциях Стиккисхольм ( $r_{\text{фп}} = +0,62 \div +0,79$ ), Эдинбург ( $r_{\text{фп}} = +0,68 \div +0,77$ ) и Бодо ( $r_{\text{фп}} = +0,56 \div +0,71$ ). На трех других станциях зависимость качества прогнозов от выбора исходного ряда более заметна (Хорта:  $+0,51 \div +0,81$ ; Нью-Хейвен:  $+0,46 \div +0,76$ ; о. Резолюции:  $+0,48 \div +0,77$ ).

На следующем этапе исследования производились составление оценки « независимых прогнозов », т. е. прогнозировались члены ряда, не вошедшие в расчет исходных значений  $R(\tau)$  и  $k_m(\tau)$ . По каждой станции было составлено 210 независимых прогнозов месячных значений давления (70 по каждой схеме). Прогноз давался нарастающей заблаговременностью от 1 до 14 месяцев без подсчета  $R(\tau)$  и  $k_m(\tau)$ . На первом шаге прогнозировалось по уравнению (2) значение давления в январе, на втором шаге — в феврале, на третьем — в марте и т. д. Для оценки качества независимых прогнозов использовался способ, предложенный американскими метеорологами, а именно: сравнение оправдываемости ме-

тодических прогнозов с оправдываемостью случайных прогнозов. Сущность способа такова. На кривой климатологической обеспеченности выделяется определенное число градаций. (Мы выделили 5 равновероятных градаций: «значительно выше нормы» (ЗВН), «выше нормы» (ВН), «норма» (Н), «ниже нормы» (НН) и «значительно ниже нормы» (ЗНН). Нами приняты довольно строгие условия оправдываемости). Совпадение прогностической и фактической градации оценивается баллом 1. В случае, когда фактическая градация являлась соседней с прогностической, оценка составляла 0,5 балла, а во всех других случаях балловая оценка была нулевой. При этих условиях оправдываемости уровень случайного прогнозирования составляет 36%. Эффективными будут методические прогнозы с более высокой оправдываемостью. Заметим, что методика прогноза месячных аномалий температуры воздуха с нулевой заблаговременностью Бюро погоды США превышает уровень случайного прогнозирования на 5—10%.

Как уже указывалось, вычисление временной корреляционной функции  $R(\tau)$  производилось для каждой станции по пяти отрезкам ряда, включающим по 60 месячных значений давления. На рис. 9 представлены графики для трех последовательных интервалов времени на станциях Стиккисхольм и Хорта. Как можно видеть, характерной особенностью является относительно быстрое изменение вида  $R(\tau)$  при сдвиге исходного ряда месячных значений давления на несколько лет. К аналогичному заключению приводит анализ подобных графиков и по другим станциям.

Следовательно, процесс изменения во времени месячных значений давления не может быть отнесен к классу стационарных случайных процессов. При сдвиге исходного ряда на более длительный отрезок времени вид графика  $R(\tau)$  совершенно меняется. По этому мы можем исходить из гипотезы «квазистационарности» исходных временных рядов, полагая процесс стационарным на не большом отрезке ряда. Определенным основанием здесь является то, что анализ спектра колебаний давления свидетельствует о большом вкладе нескольких участков спектра в общее колебание. Анализ спектра производился путем построения графиков функции спектральной плотности  $S(\lambda)$ , переход к которой от значений  $R(\tau)$  возможен с помощью известной формулы

$$S(\lambda) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} R(\tau) \cos \lambda \tau d\tau. \quad (6)$$

При составлении оперативных прогнозов следует осуществлять перевычисление значений  $R(\tau)$  и  $k_m(\tau)$  при сдвиге на несколько членов, а в крайнем случае — при сдвиге даже на один член. Однако в рассматриваемом примере мы не придерживались это оптимальной для эффективного использования метода стратегии. Как уже упоминалось, прогностические значения в схеме предсказания месячных значений давления рассчитывались последователь-

но, с нарастающей заблаговременностью от 1 до 14 месяцев для каждого исходного ряда.

Суждение об эффективности различных схем прогноза в целом и для отдельных месяцев можно получить, сравнивая их оправ-

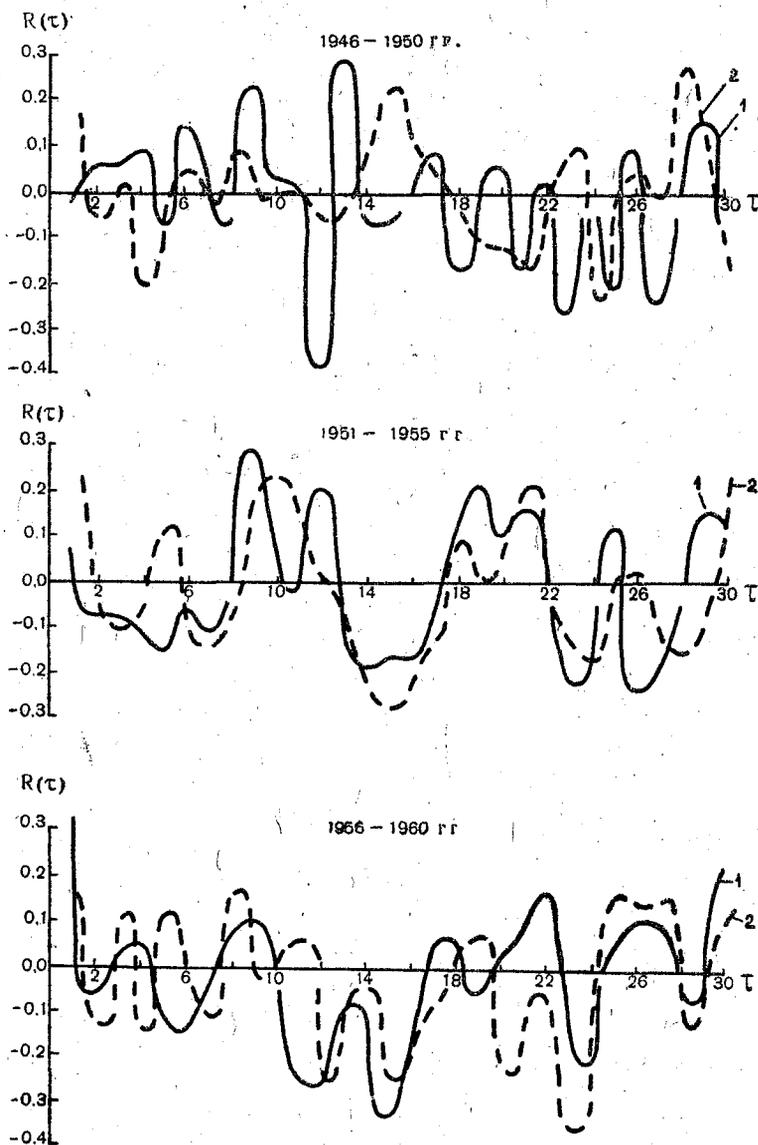


Рис. 9. Графики временной корреляционной функции  $R(\tau)$  отрезков ряда месячных аномалий:  
1 — на станции Стиккисхольм; 2 — на станции Хорта.

Оправдываемость прогнозов месячных аномалий давления на опорных станциях

Оценки оправдываемости	Заблаговременность прогноза в месяцах											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	С	Т	И	К	К	И	С	Х	О	Л	Б	М
ρ	0,27	0,0	-0,21	0,0	0,12	0,08	-0,08	0,04	0,14	0,14	0,14	0,14
Оправдываемость в %	52,9	38,0	36,5	38,	43	44	40	39	44	46	46	46
ε	0,71	0,83	0,89	0,94	0,88	0,86	0,88	0,46	0,85	0,81	0,81	0,81
			Н	Б	Ю	Х	Е	Й	В	Е	Н	
ρ	-0,06	0,04	-0,04	0,15	0,0	0,08	0,25	0,04	0,18	-0,29	-0,29	-0,29
Оправдываемость в %	50	39	38	46	36	48	42	42	34	28	28	28
ε	0,67	0,78	0,83	0,73	0,80	0,73	0,77	0,86	0,85	0,92	0,92	0,92
			Э	Д	И	Н	Б	У	Р	Г		
ρ	0,37	0,14	-0,25	0,07	0,08	0,04	-0,08	0,09	-0,22	0,0	0,0	0,0
Оправдываемость в %	53	46	34	38	49	43	32	46	40	39,6	39,6	39,6
ε	0,66	0,77	0,91	0,80	0,71	0,80	0,76	0,76	0,82	0,83	0,83	0,83
			О.	Р	Е	З	О	Л	Ю	Ц	И	И
ρ	0,17	0,17	0,04	0,11	0,08	0,08	0,26	0,27	0,33	—	—	—
Оправдываемость в %	59	54	47	45	47	46	44	54	49	49	49	49
ε	0,61	0,90	0,94	1,04	0,94	1,04	1,05	1,04	1,06	0,98	0,98	0,98
				Б	О	Д	О					
ρ	0,30	0,21	-0,14	0,07	-0,12	0,04	0,21	-0,04	0,14	-0,19	-0,19	-0,19
Оправдываемость в %	55	40	45	45	36	31	42	42	46	34	34	34
ε	0,62	0,80	0,87	0,69	0,93	0,86	0,81	0,83	0,75	0,99	0,99	0,99
				Х	О	Р	Т	А				
ρ	0,54	-0,07	0,07	-0,04	0,04	-0,04	0,13	0,09	0,19	-0,14	-0,14	-0,14
Оправдываемость в %	54	45	44	40	40	40	46	45	54	36	36	36
ε	0,60	0,75	0,84	0,83	0,82	0,79	0,77	0,79	0,77	0,87	0,87	0,87

дываемость с оправдываемостью случайного прогнозирования (36%). Для всех станций и всех схем в целом динамико-статистический метод эффективен в январе, апреле, мае, августе, ноябре и в следующем январе. Для отдельных станций и схем на различных отрезках исходного ряда оправдываемость достигала 60—70%. Аналогичным образом производилась оценка возможности применения динамико-статистического метода в задаче прогноза сезонных значений давления на опорных станциях. По данным 1931—1943 гг. подсчитаны корреляционные функции  $R(\tau)$  и функции экстраполяции  $k_m(\tau)$ . Прогнозы по зависимому ряду (восстановление исходного ряда) на станциях оцениваются коэффициентами корреляции  $r_{\text{фп}}$  от +0,68 до +0,83. Независимые прогнозы давались на один сезон, причем для каждой станции составлено по 10 прогнозов. Обеспеченность этих прогнозов находится в пределах от 50 до 65% для различных станций, что соответствует эффективности по отношению к уровню случайного прогноза от 14 до 29%.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности оперативного испытания динамико-статистического метода, поскольку открывается возможность составления прогнозов более эффективных по отношению к уровню случайного прогнозирования, чем оперативная методика месячного прогноза Бюро погоды США.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехин Ю. М. Статистические прогнозы в геофизике. Изд. ЛГУ, 1963, 86 с.
2. Алехин Ю. М., Кондратович К. В., Гвоздева В. Г. Динамико-статистический метод прогнозирования гидрометеорологических процессов и его практическое применение. Сб. «Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна». Тр. ПИНРО, 1968, вып. XII, с. 123—138.
3. Багров Н. А. Статистическая энтропия как показатель сходства или различия метеорологических полей. «Метеорология и гидрология», 1963, № 1, с. 9—15.
4. Байдал М. Х. Комплексный макроциркуляционный метод долгосрочных прогнозов погоды. Л., Гидрометеониздат, 1961, 211 с.
5. Белинский Н. А. Использование некоторых особенностей атмосферных процессов для долгосрочных прогнозов. Л., Гидрометеониздат, 1957, 202 с.
6. Вангенгейм Г. Я. Основы макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов для Арктики. Тр. АНИИ, 1952, т. 34.
7. Визе В. Ю. Корреляция между состоянием метеорологических элементов в удаленных друг от друга частях земного шара. «Метеорологический вестник», 1927, № 11, с. 229—239.
8. Гвоздева В. Г., Кондратович К. В., Крылова В. В., Серяков Е. И., Бочков Ю. А. Разработка методов долгосрочного прогнозирования и составление оперативных прогнозов температуры воды в Баренцевом и Норвежском морях. Сб. «Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна». Тр. ПИНРО, 1970, вып. XVI, с. 26—38.
9. Гирс А. А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., Гидрометеониздат, 1971, 280 с.
10. Груза Г. В. Некоторые общие вопросы теории прогноза погоды на основе статистических данных. Тр. САНИГМИ, 1967, вып. 29(44), с. 3—41.

11. Доронин Ю. П. Взаимодействие океана и атмосферы. Тр. ААНИИ, 1970, с. 296, с. 22—31.
12. Дуванин А. И. Приливы в море. Л., Гидрометеиздат, 1958, 390 с.
13. Кац А. Л. Циркуляция в стратосфере и мезосфере. Л., Гидрометеиздат, 1968, 203 с.
14. Кондратович К. В. О сопоставлении среднемесячных значений гидрометеорологических элементов и их аномалий с типами атмосферной циркуляции Г. Я. Вангенгейма. Тр. ЛГМИ, 1963, вып. 17, с. 118—127.
15. Кондратович К. В. Возможности долгосрочного предсказания поля атмосферного давления в районе Северной Атлантики. Сб. «Метеорологические исследования», № 9. М., «Наука», 1964, с. 174—179.
16. Кондратович К. В. Формирование крупных аномалий давления и прогноз типа барического поля в районе Северной Атлантики. Тр. ЛГМИ, 1964, вып. 22, с. 249—253.
17. Кондратович К. В., Гвоздева В. Г. Применение динамико-статистического метода прогноза для предсказания сезонных и месячных значений температуры воды на Кольском разрезе. Сб. «Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна». Тр. ПИНРО, 1971, вып. XVII, с. 13—23.
18. Кондратович К. В. О прогнозе среднемесячного барического поля в районе Северной Атлантики для месяцев холодного полугодия. Тр. ЛГМИ, 1971, вып. 43, с. 111—115.
19. Лоренц Э. Н. Природа и теория общей циркуляции атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1970, 259 с.
20. Пагава С. Т., Аристов Н. А., Блюмина Л. И., Туркети З. Л. Основы синоптического метода сезонных прогнозов погоды. Л., Гидрометеиздат, 1966, 361 с.
21. Покровская Т. В. Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. Л., Гидрометеиздат, 1969, 254 с.
22. Савичев А. И. Долгосрочный прогноз барического поля для Северной Атлантики на месяцы теплого времени года. Сб. «Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна». Тр. ПИНРО, 1970, вып. XIV, с. 160—170.
23. Тимонов В. В. Постановка исследования по проблеме взаимодействия атмосферы и гидросферы в северной части Атлантического океана. Сб. «Взаимодействие атмосферы и гидросферы в северной части Атлантического океана». вып. I, 1958, с. 19—23.
24. Шишков В. Г. Методика месячного прогноза погоды. М., ЦИП, 1964.
25. Baur F. Zur frage der Beziehungen zwischen der Temperatur des Golfstromes und dem nach folgenden Temperaturcharakter Mitteleuropas. Meteorol. Zeitschrift, 1937, 5.
26. Baur F. Grosswetterkunde und langfristige Witterungs Vorhersage Frankfurt a M, 1963.
27. Bjerknes J. A. possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. Tellus, 1966, 18.
28. Mijakoda K., Smagorinsky J., Strickler R., Hembree G. Experimental extended predictions with a nine-level hemisphere model. Mon. Weath. Rev., 1969, vol. 97, № 1.
29. Namias J. Thirty-day forecasting. Met. Monographs, 1953, vol. 2, № 6.
30. Namias J. Long range weather forecasting—history, current status and outlook. Bull. Amer. Meteorol. Soc., 1968, vol. 49, № 5, part I.
31. Smagorinsky J. The general circulation of the Atmosphere. Princeton, 1972.
32. Walker G., Bliss E. World Weather III. Memoires of the Roy. Met Soc., 1928, vol. II. № 17.
33. World Weather Records. Washington, 1927, 1934, 1947, 1959, 1968.

## К ПРОГНОЗУ АНОМАЛИЙ СРЕДНЕЙ МЕСЯЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

Изученность атмосферных процессов и факторов, приводящих к формированию крупных аномалий средней месячной температуры в центральных районах Северной Атлантики, еще не достаточна. В известной мере это объясняется недостатком фактических данных, их малой надежностью и несовершенством обработки. Однако в последние годы опубликованы карты отклонений средней месячной температуры воздуха от средней многолетней, изданные в ГГО для всего северного полушария, которые в какой-то мере восполняют указанный пробел. Поэтому в данной работе предпринята попытка использовать эти карты для выявления основных особенностей формирования аномалий средних месячных температур воздуха в одном из малоисследованных районов Северной Атлантики с последующим изысканием прогностических связей для их прогноза.

Район исследования с юга и севера был ограничен  $35^{\circ}$  и  $60^{\circ}$  с. ш., а с запада и востока —  $45^{\circ}$  з. д. и  $10^{\circ}$  в. д. В пределах этого района было взято 19 точек, выбранных с учетом их равномерного распределения. С целью наиболее полного охвата наблюдающихся термических аномалий нами рассматривался достаточно длинный ряд наблюдений, начиная с 1891 по 1961 г. за шесть месяцев теплого полугодия с апреля по сентябрь включительно.

Для выявления особенностей пространственного распределения термических аномалий проведена их типизация. В основу типизации положена визуальная оценка площади, которую занимают аномалии одного знака в пределах исследуемого района. Анализ карт аномалий средней месячной температуры привел к заключению, что все многообразие распределения месячных аномалий температуры над центральными районами Северной Атлантики можно свести к семи основным типам, которые отличаются друг от друга географическим распределением и площадью, занимаемой аномалией определенного знака. Исходя из этого, к типу I отнесены все положительные аномалии температуры, которые в изучаемом районе занимали площадь не менее 75%. Ко II типу отнесены случаи отрицательных аномалий, когда на площади не менее 75% наблюдались отрицательные аномалии. Тип III характеризовался пре-

обладанием положительных аномалий на севере и отрицательных — на юге. Тип IV, по сравнению с III типом, связан с обратным распределением аномалий, т. е. на севере района наблюдались отрицательные аномалии температуры, а на юге — положительные. К V типу отнесены случаи, когда западную часть района занимали положительные аномалии, а восточную — отрицательные аномалии температуры. Тип VI связан с распределением аномалий, обратным V типу, т. е. на западе района наблюдались отрицательные аномалии, а на востоке — положительные. В VII тип включены случаи беспорядочного распределения аномалий, которые затруднительно было отнести к одному из указанных типов.

Повторяемость типов термических аномалий за 1891—1960 гг. для шести месяцев теплого полугодия дает табл. 1.

Таблица 1

**Повторяемость (%) аномалий средних месячных температур различных типов в центральных районах Северной Атлантики в теплое полугодие**

Типы	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего за полугодие
I	31	25	26	30	34	31	177
II	24	21	27	26	24	21	143
III	6	9	13	3	9	6	46
IV	3	4	7	4	5	3	27
V	15	16	4	18	10	19	82
VI	10	17	7	10	9	15	68
VII	11	8	16	9	8	5	57

Как видно из табл. 1, в центральных районах Северной Атлантики чаще всего наблюдаются такие случаи, когда аномалии одного знака занимают большую часть района. На их долю приходится более 50% всех случаев аномалий, причем число случаев положительных аномалий I типа, за исключением июня, превышает число случаев отрицательных аномалий II типа. Повторяемость аномалий III и IV типа вытянутых в широтном направлении, не велика, а V и VI — значительная, что указывает на большую характерность меридионального распределения термических аномалий исследуемого района, по сравнению с широтным распределением. Тип VII, за исключением июня, встречался сравнительно редко.

Таблица 2.

Прогностические месяцы и связанные с ними формы циркуляции  
для месяцев-предиктантов теплой половины года

Форма циркуляции	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
E	-4, -8	-24, -21	-26, -7	-22, -18	-20, -17	-7, -6
	-18, -19	-13, -10	-2,	-10, -9	-16, -14	
					-13, -12	
					-9, -5	
W	-5, -8	-26, -18	-18, -9	-22, -16	-20, -12	-22, -17
	-16, -19	-17, -13		-9, -6		-7
		-12, -10				
		-7,				
C	-3, -16	-18, -17	-18, -7	-23, -18	-17, -14	-22, -17
		-14, -7	-2,		-13, -5	-16, -6
					-4, -3	-5, -4, -3

на положительный и отрицательный знак термической аномалии, причем предпочтение отдавалось знаку преобладающего числа указаний. Если число указаний распределялось пополам, то определялся средний вес указаний на тот и другой знак, исходя из обеспеченности предикторов, и прогнозировался знак аномалии, согласно предикторов с большим средним весом.

Рассмотренный табличный способ прогноза термических аномалий для отдельных пунктов привлекает своей конкретностью и стремлением к учету индивидуальных особенностей формирования аномалий средней месячной температуры воздуха в отдельных пунктах. Однако, как показало данное исследование, табличный способ целесообразно использовать в комплексе с графическим вариантом прогнозирования.

Графический способ опирается на использование тех же самых предикторов, что и в табличном способе, но прогноз знака аномалии температуры осуществляется в целом по всему району. Поскольку для каждого прогнозируемого месяца имеется несколько предикторов, то последние приходилось комбинировать. Комбинирование предикторов производилось с помощью построения прогностических графиков в форме изоплет, где по одной оси откладывались значения осредненного комплекса предикторов (среднего числа дней с соответствующими формами атмосферной циркуляции отобранных прогностических месяцев), а по другой оси — осредненные значения другого комплекса предикторов. При этом в поле изоплет наносились значения аномалий температуры с указанием года наблюдений. На этих графиках аномалии противоположного знака разделялись демаркационной линией и подсчитывалась теснота связей между рассматриваемыми характеристиками. Обеспеченность прогностических связей для каждого поля графика определялась как отношение числа появления аномалий преобладающего знака к общему числу всех аномалий, выраженному в процентах. Графический способ прогнозирования удобен в оперативной работе, так как позволяет в наглядной форме судить о характере изменения прогностических связей и с добавлением новых лет наблюдений уточнять их. При разработке графического способа мы стремились к ограничению использования числа дней с западной формой циркуляции в качестве предиктора в связи с тем, что в современную циркуляционную эпоху преобладают процессы форм E и C.

Для выявления элемента случайности в полученных значениях вероятностей знака аномалий на прогностических графиках вычислялась средняя квадратичная ошибка в определении повторяемости знака аномалий.

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(100-p)}{n}}$$

где  $p$  — повторяемость знака аномалий в %;  $(100 - p)$  — дополнение до 100%;  $n$  — общее число случаев.

Дополнительно подсчитывалась разность повторяемости знака ( $p_1 - p_2$ ) в разных частях графиков как для положительного знака аномалий, так и для отрицательного. После этого вычислялись отношения указанных разностей к средним квадратичным ошибкам

$$\frac{p_1 - p_2}{\sigma}$$

Как известно, если разность ( $p_1 - p_2$ ) больше или равна  $3\sigma$ , то этот результат нельзя считать случайным [4].

При наших оценках прогностических графиков средние квадратичные ошибки были равны 7,0—8,0, в то время как разности повторяемости положительных и отрицательных аномалий превышали среднюю квадратичную ошибку в три—четыре раза. Это означает, что выявленные нами прогностические признаки не являются случайными.

Нанесение случаев с остальными типами аномалий (III—VII) на прогностические графики уменьшило обеспеченность прогностических связей, но тем не менее в среднем она осталась достаточно высокой, что дает основание применять графики для прогнозирования знака аномалий в целом по всему исследуемому району.

Окончательный прогноз термических аномалий в центральных районах Северной Атлантики предлагается составлять на основе совместного использования графического и табличного вариантов. При этом последовательность прогностических операций сводится к следующим этапам.

1. Составляется общий (фоновый) прогноз преобладающего знака термических аномалий с использованием всех прогностических графиков. Графикам придаются одинаковые веса, т. е. различия в их обеспеченности не учитываются. Если количество графиков четное и их данные дают равное число указаний на положительный и отрицательный знак аномалий, а также если точка, указывающая на прогностическое значение аномалии, ложится вблизи демаркационной линии, то обращаются к прогнозам аномалий температуры в пунктах, имеющих удовлетворительную оправдываемость прогноза на основе табличного способа, и ожидаемый знак аномалии определяется как преобладающий знак аномалий в отдельных пунктах.

2. Дается прогноз знака аномалий температуры в различных частях исследуемого района по пунктам, имеющим обеспеченность прогнозов не ниже 60%. Если число пунктов, по которым составляются прогнозы, дает равное количество указаний на положительный и отрицательный знак, то результирующий прогноз по соответствующей части прогнозируемого района дается с учетом фонового прогноза на основе графиков.

3. Прогноз величины аномалий дается как средняя из наблюдавшихся в данном пункте аномалий соответствующего знака.

Испытание изложенной методики прогнозирования аномалий средних месячных температур проводилось на независимом ряде наблюдений с 1961 по 1970 г. для шести месяцев теплого полугодия. Оценка прогнозов по знаку проводилась по 19 станциям с помощью известного критерия

$$\rho = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-}.$$

Всего было дано 60 прогнозов. Из них оправдалось 49 при среднем значении  $\rho \approx 0,30$ , что указывает на устойчивость полученных прогностических связей во времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гирс А. А. Основы долгосрочных прогнозов погоды. Л., Гидрометеиздат, 1960, 560 с.
2. Клебанер Л. Б. К вопросу об инерции аномалий средней месячной температуры над Атлантическим океаном. Тр. ГГО, 1968, вып. 227, с. 85—87.
3. Покровская Т. В. Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. Л., Гидрометеиздат, 1969, 254 с.
4. Романовский В. И. Математическая статистика. М.—Л., ОНТИ, 1938, 527 с.

## ПРОГНОЗ БАРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПО РАЙОНУ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ В МЕСЯЦЫ ПЕРЕХОДНЫХ СЕЗОНОВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ МАКРОПРОЦЕССОВ НАД СЕВЕРНЫМ ПОЛУШАРИЕМ

Результаты исследований последних лет [1—4, 9] явились доказательством того, что проблема долгосрочных метеорологических прогнозов должна решаться на базе изучения процессов общей циркуляции атмосферы и специфики их проявления в конкретных физико-географических районах, для которых и разрабатываются методы таких прогнозов. Требование учета показателей общей циркуляции атмосферы и связанных с ними погодных условий в их исторической последовательности вытекает из физических представлений о том, что будущие синоптические процессы в основном определяются характером предшествующих синоптических процессов, причем малые по масштабу процессы развиваются на фоне и в связи с крупномасштабными (как во временном, так и в пространственном отношениях).

Во всей проблеме прогноза в целом важным является предсказание поля давления, поскольку почти все метеорологические и многие гидрологические элементы так или иначе связаны с полем давления. В частности, прогноз именно этого элемента является ключевым при расчете различных гидрологических процессов.

В работах [5—7] автором предложен синоптико-статистический метод долгосрочного прогноза поля давления на месяцы летнего периода (июнь—август) для Северной Атлантики. В основу метода положена комплексно-генетическая классификация местных типов барических полей в июне, июле и августе. Последние выделялись по совокупности значений аномалий давления и температуры, характерных для данного физико-географического района в данном месяце, на фоне однотипной циркуляции (в рамках типизации Г. Я. Вангенгейма—А. А. Гирса) с учетом особенностей ее развития в предшествующие три месяца. Полученные результаты проверки опытных прогнозов [6, 8] дали основание сделать вывод о целесообразности испытания предложенного метода в условиях оперативной практики и распространения классификации на месяцы других сезонов.

В настоящей статье дается прогноз поля давления для месяцев переходных сезонов (май, сентябрь, ноябрь). Весь необходимый для исследования материал был заимствован из фондов ААНИИ.

При решении поставленной задачи мы исходили из представлений о том, что будущее развитие однотипных аномалий метеорологического режима в Северной Атлантике во многом определяется соответствующим характером развития макропроцессов на полушарии в предшествующих четырех месяцах. Тем самым исследовалась роль ближайшей истории макропроцессов в формировании аномалий метеорологических элементов в последующем месяце.

В связи с этим основным рабочим приемом, применяемым в настоящем исследовании, является выделение однородных по длительному развитию атмосферных макропроцессов северного полушария пятимесячной продолжительности (четыре исходных и один прогностический), характеризующихся формированием местных типов барических полей и связанных с ним полей температуры воздуха над Северной Атлантикой в прогностическом месяце.

Классификация атмосферных макропроцессов проводилась отдельно для периодов с января по май, с мая по сентябрь и с июля по ноябрь за 1900—1968 гг. При этом периоды с января по апрель, с мая по август и с июля по октябрь принимались как исходные, а следующие за ними месяцы — соответственно май, сентябрь и ноябрь — как прогностические.

В качестве меры аналогичности при классификации макропроцессов использовались следующие критерии:

- 1) степень аномального развития форм W, C, E и типов Z, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> атмосферной циркуляции в прогностическом месяце;
- 2) характер преобразования циркуляции на полушарии в предшествующих перед прогнозируемым четырех месяцах;
- 3) распределение аномалий давления и температуры на полушарии и в изучаемом районе по пятимесячным периодам;
- 4) величина аномалий в наиболее крупных очагах над Северной Атлантикой в прогностических месяцах;
- 5) ход интегральных кривых в репрезентативных пунктах северного полушария по пятимесячным периодам.

Классификация макропроцессов проводилась в два этапа:

- 1) изучение особенностей макропроцессов в прогностических месяцах и предварительная группировка лет с учетом однородности характеристик процессов в изучаемом районе и на полушарии;
- 2) изучение особенностей последовательного развития процессов в предшествующих четырех месяцах в каждой группе пятимесячных периодов и усовершенствование выделенных групп путем учета однородности характера предшествующих макропроцессов.

Такие принципы классификации позволили максимально сконцентрировать существующую информацию за прошлые годы с крупномасштабных особенностях направленного развития макропроцессов, выразив ее совокупностью типовых процессов, и решить вопрос о том, какой характер развития процессов на полушарии приводит к формированию того или иного типа барического поля

Процесс составления прогноза по предлагаемой методике можно представить в виде следующих двух основных этапов:

1) анализ особенностей текущих процессов на полушарии в предшествующих перед прогнозируемым четырех месяцах и сравнение их с типовыми;

2) выбор типового процесса и прогнозирование.

В соответствии с этим на первом этапе оценивается надежность метеорологической информации и анализируются основные особенности текущего процесса в исходном периоде, т. е. определяются особенности пространственной связи и временной последовательности характеристик термобарических полей и циркуляционных условий на полушарии. На основе такого анализа в дальнейшем решается вопрос о принадлежности текущего исходного процесса к одному из типовых для соответствующего периода.

Отметим, что на втором этапе в целях ускорения работы меру аналогичности реальных тенденций текущего процесса типовым при наличии соответствующего опыта можно определить качественно. Однако в принципе можно выполнять необходимые подсчеты для количественной оценки аналогичности макропроцессов по рассматриваемым характеристикам, комплексы полученных величин сводить в численные индексы и тем самым объективизировать выбор «действующего» типового процесса.

На примере прогноза на ноябрь приводим схему его составления.

1. Производится анализ макросиноптических процессов на северном полушарии с июля по октябрь, определяется число дней с процессами W, C, E, Z, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> в каждом из этих месяцев и строятся кривые отклонения от нормы повторяемости форм W, C, E и типов Z, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>.

2. Строятся карты аномалий среднего месячного давления и температуры на северном полушарии для каждого месяца с июля по октябрь.

3. Совместно анализируются указанные в пунктах 1 и 2 графики и карты, сопоставляются с соответствующими групповыми графиками и картами для каждой из восьми групп однородных макропроцессов и решается вопрос о том, к какой из восьми групп ближе всего был ход процессов текущего исходного периода (июль—октябрь).

4. Типовые характеристики процессов выбранной («действующей») группы прогностического (ноября) месяца принимаются как основа для составления прогноза на ноябрь.

Мы полагаем, что метод генетической классификации макропроцессов имеет хорошие перспективы при изучении физических факторов и их влияния на атмосферные процессы, а также при изучении экстремальных характеристик макропроцессов. Естественно, что роль отдельных факторов в развитии общей циркуляции атмосферы с особой отчетливостью проявляется в тех случаях развития

макропроцессов, которые связаны с формированием резко противоположных типов термобарических полей.

Одно из усовершенствований предложенного метода может заключаться в проведении более детальной классификации (в рамках установленных типовых групп) путем учета более полной системы ее признаков, характеризующих существенные черты предшествующего развития макропроцессов. В качестве признаков классификации, кроме комплекса внутриагмосферных характеристик макропроцессов (в трехмерном пространстве), можно включить энергетически значимые характеристики состояния окружающей среды (подстилающей поверхности, солнечной активности и др.).

Предварительное испытание разработанной методики на независимом материале лет дало положительные результаты [8]. Это обстоятельство позволяет считать целесообразным распространение классификации на остальные месяцы года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлуцкий Р. Ф. и др. Колебания общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы погоды. Л., Гидрометеиздат, 1967, 300 с.
2. Зверев Н. И. О развитии синоптических и статистических долгосрочных прогнозов погоды. «Метеорология и гидрология», 1972, № 10, с. 33—38.
3. Покровская Т. В. Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. Л., Гидрометеиздат, 1969, 254 с.
4. Рыжаков Л. Ю. К вопросу о разработке метода уточнения и детализации метеорологических прогнозов большой заблаговременности для Арктики. В сб. «Проблемы Арктики и Антарктики», 1967, вып. 27, с. 123—133.
5. Савичев А. И. Некоторые особенности атмосферных процессов в марте—мае и прогноз барического поля на июнь для Северной Атлантики. Тр. ЛГМИ, 1968, вып. 30, с. 143—156.
6. Савичев А. И. Долгосрочный прогноз барического поля для Северной Атлантики на месяцы теплого времени года. В сб. «Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна». Тр. ПИНРО, 1969, вып. XIV, с. 160—169.
7. Савичев А. И. К вопросу о прогнозе барического поля над Северной Атлантикой в июле. Тр. ЛГМИ, 1970, вып. 32, с. 169—183.
8. Савичев А. И. Некоторые результаты проверки обеспеченности и эффективности асинхронных связей применительно к прогнозу поля давления в Северной Атлантике на месяцы теплого периода. Тр. ЛГМИ, 1971, вып. 43, с. 102—110.
9. Murray R. On predicting seasonal weather for England and Wales from anomalies atmospheric circulation over the Northern Hemisphere. „Weather“, 1972, 27, № 10, p. 396-402.

К. В. КОНДРАТОВИЧ, С. И. САВЧЕНКО.

## ДЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИЗМЕНЕНИИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ И ПОГОДЫ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ И ЗАДАЧА ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Одно из главных препятствий на пути создания эффективных методов долгосрочного метеорологического прогноза состоит в том, что выявленные по материалам многолетних наблюдений асинхронные связи, как правило, не являются устойчивыми во времени. Даже сравнительно высокая обеспеченность связи в прошлые годы не гарантирует сохранения ее параметров, и даже знака, в будущем.

Примеры такого рода не раз приводились в работах В. Ю. Визе [3], Ф. Баура [13, 14] и других авторов. Как отмечает Т. В. Покровская [9]: «подобное явление носит общий характер». Поэтому проблема выявления условий устойчивости и изменения пространственно-временных и особенно асинхронных связей для теории и практики макрометеорологии является одной из ключевых.

В данной статье мы рассмотрим лишь некоторые аспекты указанной проблемы, которые имеют отношение к частному вопросу — к вопросу о применимости динамико-статистического метода прогноза геофизических процессов к задаче прогноза аномалий месячных и годовых значений температуры воздуха в Северной Атлантике.

Главной особенностью динамико-статистического метода является использование в обобщенном виде данных о предшествующем развитии предсказываемого процесса за очень большой, по сравнению с заблаговременностью прогноза, отрезок времени [1, 2]. Так, если исходный ряд состоит из месячных значений элемента, то для прогноза на один месяц нужно использовать данные не менее чем за 50 предшествующих месяцев [2]. Для ряда годовых значений элемента прогноз на один шаг требует не менее 50 лет непрерывных наблюдений [1, 2].

Таким образом, в области долгосрочного метеорологического прогноза большой заблаговременности динамико-статистический метод по объему учитываемой в прогностических схемах информации об истории предиктанта является одним из наиболее мощных. Опыт применения метода к различным объектам свидетельствует,

Что в общем случае благоприятным условием является выбор в качестве предиктанта крупномасштабного в пространственно-временном отношении объекта.

Рассмотрим в этой связи особенности географической локализации и изменений интенсивности месячных и годовых температурных полей в Северной Атлантике и примыкающих к ней районах. Ярче всего эти особенности проявляются в виде отклонений от многолетних норм (аномалий), очаги которых, как правило, крупномасштабны, сравнимы по размерам с крупными частями океанов и материков.

В работах Сандстрема и В. В. Шулейкина [12] представлены материалы, свидетельствующие о температурной «оппозиции» Западной Гренландии и Скандинавии. Объяснение оппозиции дается двумя авторами с различных позиций.

Сандстрем связывает положительную аномалию над Скандинавией и отрицательную — над Гренландией с фазой усиления Исландской депрессии, благоприятным условием усиления которой считает положительные аномалии температуры воды в Восточной Атлантике. Противоположная фаза колебания проявляется в ослаблении депрессии, вследствие чего Скандинавия не попадает в зону южного выноса, а Гренландия — в зону северного выноса. Предпосылкой ослабления депрессии, по Сандстрему, является отрицательная аномалия температуры поверхностных вод в Восточной Атлантике.

В. В. Шулейкин видит причину возникновения температурной оппозиции в термобарических сейшах — стоячих волнах, занимающих рассматриваемый район [12].

Колебания интенсивности Исландской депрессии довольно тесно связаны с изменениями интенсивности Азорского антициклона. Указанные центры действия атмосферы тоже находятся в оппозиции и в них проявляется тенденция к одновременному усилению и ослаблению интенсивности. Эта тенденция выявлена уже давно и получила название «Северо-Атлантического колебания» [7].

Т. В. Покровская в своем наиболее полном в отечественной литературе критическом обзоре проблем макрометеорологии приводит данные Уокера и Блисса, свидетельствующие об относительной автономии Северо-Атлантического колебания [9].

Интересное качественное объяснение причин формирования Северо-Атлантического и Северо-Тихоокеанского колебаний получено А. И. Дуваниным [7] и Я. Бьеркнесом [15]. Эти авторы видят в процессах теплового и динамического взаимодействия атмосферной и океанической циркуляций основную причину возникновения автоколебательных длительных тенденций развития макропроцессов.

Факт существования крупномасштабного колебания термобарического поля в Атлантическом секторе полушария может быть положен в основу создания схем долгосрочного метеорологического прогноза. Во всяком случае, такое колебание создает благоприят

ные условия для применения динамико-статистического метода прогноза.

В этой связи напомним, что в ряде исследований было установлено наличие областей связанных температурных колебаний [3, 5, 6, 10, 11]. Е. С. Рубинштейн и Л. Г. Полозова [11] построили карты изокоррелят месячных значений температуры воздуха (основной пункт Москва) для различных сезонов. В работах Э. И. Гирской [5, 6] исследована сопряженность температурных месячных аномалий на 11 широтных кругах от  $20^{\circ}$  до  $70^{\circ}$  с. ш. Район Скандинавии, согласно данным Э. И. Гирской, входит и в Северо-Атлантическое и в Уральское колебания.

Нами были построены карты изокоррелят средней годовой температуры воздуха. На рис. 1 и 2 приведены карты изокоррелят с основными пунктами Ленинградом и Нью-Хейвеном. Количествен-

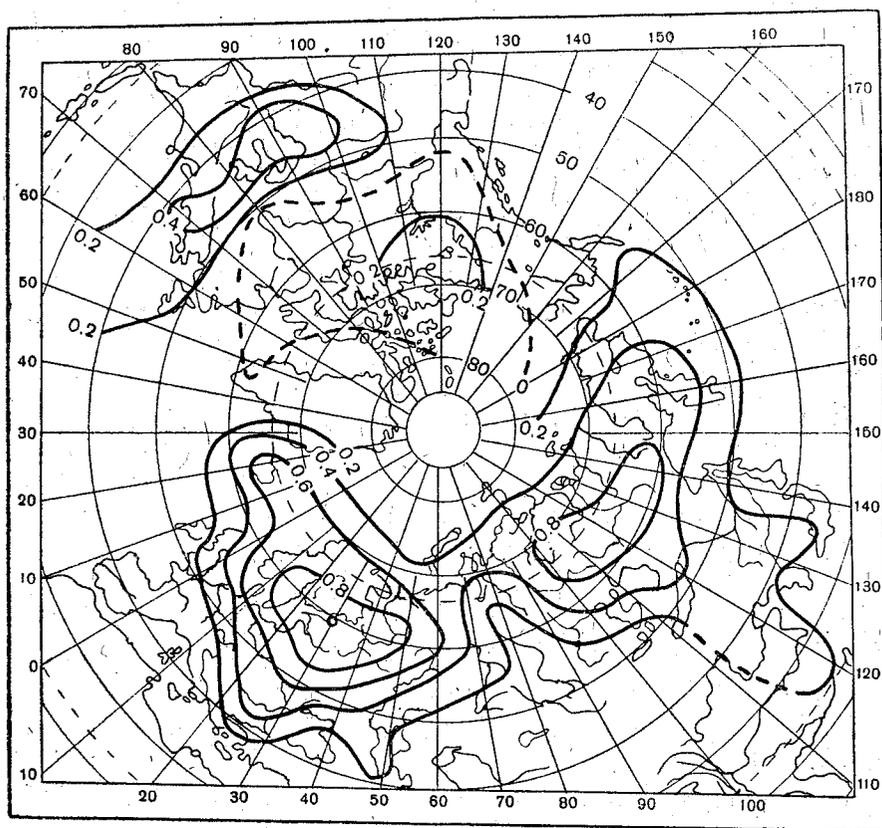


Рис. 1. Карта изокоррелят средней годовой температуры воздуха. Основной пункт — Ленинград.

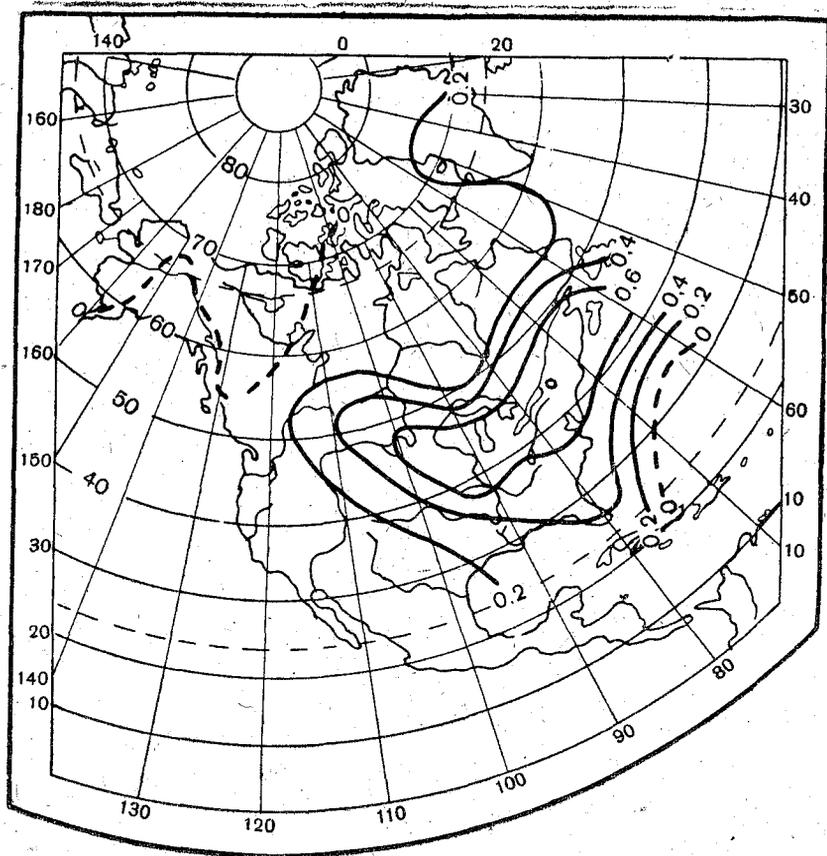


Рис. 2. Карта изокоррелят средней годовой температуры воздуха. Основ-  
ной пункт — Нью-Хейвен.

ная оценка связи изменений годовой температуры в Ленинграде и на 127 станциях Евразии и Северной Америки получена по данным наблюдений различной продолжительности: от 20 до 100 лет. Однако поле коэффициентов корреляции было достаточно однородным. Значения коэффициентов на соседних станциях, вычисленные по заметно различающимся по продолжительности рядам, как правило, отличаются незначительно. Это говорит об устойчивости выявленных зависимостей. Средняя продолжительность ряда для всей совокупности станций равна 48 годам. Как можно видеть на рис. 1, район Исландии — Скандинавии и Северо-Запада ЕТС очерчивается изокоррелятой 0,6. Над Средней Азией имеется

область слабой отрицательной корреляции, причем изокорреляты  $+0,2$  и  $+0,4$  отступают к северу в секторе  $70^\circ-90^\circ$  в. д. В Восточной Сибири имеется область связанных со Скандинавией температурных колебаний. Так, в Якутске  $r = +0,66$ , в Верхоянске  $+0,58$ , в Олекминске  $+0,64$  и т. д.

Восточные районы Евразии и Северной Америки имеют области со значениями коэффициентов корреляции порядка  $+0,3-+0,4$ .

Интересно, что на картах месячных изокоррелятов для лета и переходных сезонов, построенных Е. С. Рубинштейн и Л. Г. Полозовой, область отрицательных корреляций ориентирована в направлении от Средней Азии к северу в секторе  $70^\circ-100^\circ$  в. д. По нашему мнению, в этом секторе сказывается влияние синоптических процессов, и в том числе выносов в общем направлении от Персидского залива к северу. На эту особенность макропроцессов в свое время обратила внимание Э. С. Лир [8].

Область связанных температурных колебаний в Северной Америке с основной станцией Нью-Хейвен сравнительно невелика (рис. 2). Здесь поле изокоррелятов включает данные 43 коэффициентов корреляции. Средняя длительность рядов равна 51 году.

Область сравнительно высокой корреляции расположена в направлении от атлантического побережья к району Великих озер. Ее существование свидетельствует о связи температурных колебаний в восточном секторе Северной Америки с Северо-Атлантическим колебанием.

В работе [2] было показано, что динамико-статистический метод достаточно эффективно решает задачу прогноза средней годовой температуры воздуха на станции Нью-Хейвен и в среднем для 6 станций на восточном побережье Северной Америки.

Первоначально исходный ряд годовых значений температуры воздуха на станции Нью-Хейвен был взят за 50 лет: с 1873 по 1923 г. Для периода с 1924 по 1930 г. были рассчитаны прогнозные значения. Прогноз дается на 1 год. Соответствующее подробное изложение динамико-статистического метода на примере прогноза температуры воздуха на станции Нью-Хейвен было опубликовано в 1968 г. [2]. Нами была продолжена оценка эффективности рассматриваемой схемы прогноза. Исходный ряд продлен до 1950 г. Затем были рассчитаны прогнозные значения  $t_a$  на следующие 10 лет: 1951—1960 гг.

В табл. 1 приведены расчетные ( $t_p$ ) и фактические ( $t_\phi$ ) значения средней годовой температуры воздуха на станции Нью-Хейвен. Ошибка прогнозов  $\delta$  сравнивалась с допустимой погрешностью  $\delta_{\text{доп}}$ , в качестве которой взята одна пятая (20%) природной амплитуды, что составляет  $\delta_{\text{доп}} = 0,72^\circ\text{C}$  для станции Нью-Хейвен. Если  $|\delta| \leq \delta_{\text{доп}}$ , то прогноз считался оправдавшимся по величине. При  $|\delta| > \delta_{\text{доп}}$  прогноз не оправдался.

Таблица 1.

## Оценка оправдаваемости независимых прогнозов средней годовой температуры воздуха на станции Нью-Хейвен

Год	$t_{\phi}$	$t_p$	$\delta = t_{\phi} - t_p$	Оправдаваемость по величине	Оправдаваемость по знаку
1924	9,6	9,7	-0,1	+	+
1925	10,3	9,8	+0,5	+	○
1926	9,1	9,4	-0,3	+	+
1927	10,4	10,1	+0,3	+	+
1928	10,5	9,8	+0,7	+	○
1929	10,3	9,8	+0,5	+	○
1930	10,8	10,0	+0,8	-	+
.....					
1951	11,4	10,4	1,0	-	+
1952	11,8	10,8	1,0	-	+
1953	12,3	10,4	1,9	-	+
1954	10,7	11,3	-0,4	+	+
1955	10,7	11,2	-0,5	+	+
1956	9,6	11,1	-1,5	-	-
1957	11,3	11,3	-0,1	+	+
1958	8,9	10,5	-1,6	-	-
1959	11,3	10,6	0,7	+	+
1960	10,4	10,8	-0,4	+	+

П р и м е ч а н и е: Плюс соответствует оправдавшемуся, минус—неоправдавшемуся прогнозу. Знак ○ ставился, если прогноз или фактическое значение совпадали с нормой.

Таблица 2.

## Оценка прогнозов средней годовой температуры воздуха на станции Эдинбург

Год	Температура		Ошибка	Допустимая погрешность	Оправдываемость по знаку
	фактическая	прогнозируемая			
1951	8,0	8,5	-0,5	0,6	-
1952	8,0	7,7	0,3	"	+
1953	9,2	8,9	0,3	"	+
1954	8,1	8,6	-0,5	"	-
1955	8,6	9,1	-0,5	"	+
1956	8,2	8,5	-0,3	"	-
1957	9,2	8,5	0,7	"	+
1958	8,4	9,0	-0,6	"	+
1959	9,6	8,8	0,8	"	+
1960	8,9	8,4	0,5	"	+

Оправдываемость по знаку оценивалась с помощью критерия  $\rho$ , который подсчитывался по известной формуле

$$\rho = \frac{n_+ - n_-}{n_+ + n_-} \quad (1)$$

где  $n_+$  — число случаев, когда знаки отклонений от нормы  $t_{\phi}$  и  $t_p$  совпали;  $n_-$  — число случаев, когда знаки отклонений от нормы  $t_{\phi}$  и  $t_p$  не совпали.

Оправдываемость прогнозов по величине составляет 65%, а оправдываемость по знаку характеризуется  $\rho = 0,59$ .

В восточном секторе Атлантики один из наиболее полных рядов наблюдений за температурой воздуха имеется для станции Эдинбург. На этой станции непрерывный ряд наблюдений начинается с 1731 г. Данное обстоятельство делает этот объект удобным для оценки влияния климатических трендов на условия применимости динамико-статистического метода.

Для непосредственной оценки эффективности применения метода по данным 1901—1950 гг. рассчитаны значения корреляционной функции  $R(\tau)$  и функции экстраполюрования  $k_m(\tau)$ . Затем по

независимому ряду 1951—1960 гг. составлены прогнозы средней годовой температуры воздуха. Оценка качества этих прогнозов представлена в табл. 2.

Наряду со схемой прогноза годовых значений элемента, подробно рассмотренной в [2] и использованной нами в настоящей работе для расчета годовых значений температуры на станциях Нью-Хейвен и Эдинбург, разработаны и другие схемы прогноза.

В 1967—1968 гг. по предложению Ю. М. Алехина подготовлены и испытываются в оперативных условиях схемы прогноза, в которых исходный ряд подвергался тем или иным видам трансформации. Объектом прогноза были годовые значения температуры воды на разрезах Баренцева моря. Основными способами трансформации являлись операции «скользящего осреднения», «растяжения ряда» путем повторения четных или нечетных членов и т. д. Методическая обеспеченность прогнозов, составленных по этим схемам, выше, чем у основной схемы прогноза.

Другая возможность прогноза годовых значений элемента заключается в использовании сезонных и месячных его величин. Прогноз дается на необходимое число шагов, т. е. с нарастающей заблаговременностью, и сезонные или месячные значения осредняются.

Подчеркнем, что в схемах прогноза сезонных и месячных значений элемента исходные ряды соответственно составляют 10—15 и 4—6 лет. Таким образом, специфической особенностью этих схем является учет менее длительной, но более детально представленной истории макропроцесса.

С результатами испытания схем месячного прогноза мы познакомимся позднее, а теперь остановимся на вопросе о стационарности рядов средних годовых значений температуры воздуха в Северной Атлантике. Для утверждения тезиса о стационарности рядов необходимо, чтобы корреляционная функция, рассчитанная по нескольким отрезкам ряда, существенно не менялась.

Нами были вычислены значения  $R(\tau)$  по нескольким 50-летним отрезкам ряда годовых температур на станциях Нью-Хейвен и Эдинбург. Графики корреляционных функций приведены на рис. 3, 4, анализ которых свидетельствует о существенном изменении корреляционных функций при сдвиге исходного временного ряда. Следовательно, соответствующие макропроцессы не являются стационарными в узком смысле. Поэтому использование динамико-статистического метода для прогноза средних годовых значений температуры на несколько лет представляется недостаточно обоснованным.

Однако прогнозы на один год, как показано ранее на примере Нью-Хейвена и Эдинбурга, а возможно и с несколько большей заблаговременностью, могут иметь приемлемые показатели оправдываемости. Применение метода будет опираться на гипотезу стационарности в широком смысле, т. е. на сохранение свойств корреля-

ляционной функции при небольшом сдвиге исходного временного ряда. Заметим, что при расчете прогнозных значений в табл. 1 и 2 корреляционная функция  $R(\tau)$  и функция оптимального экстраполирования  $k_m(\tau)$  заново не пересчитывались. В предельном случае, реализация которого целесообразна при оперативном применении метода, желательно проводить весь цикл расчетов на ЭВМ

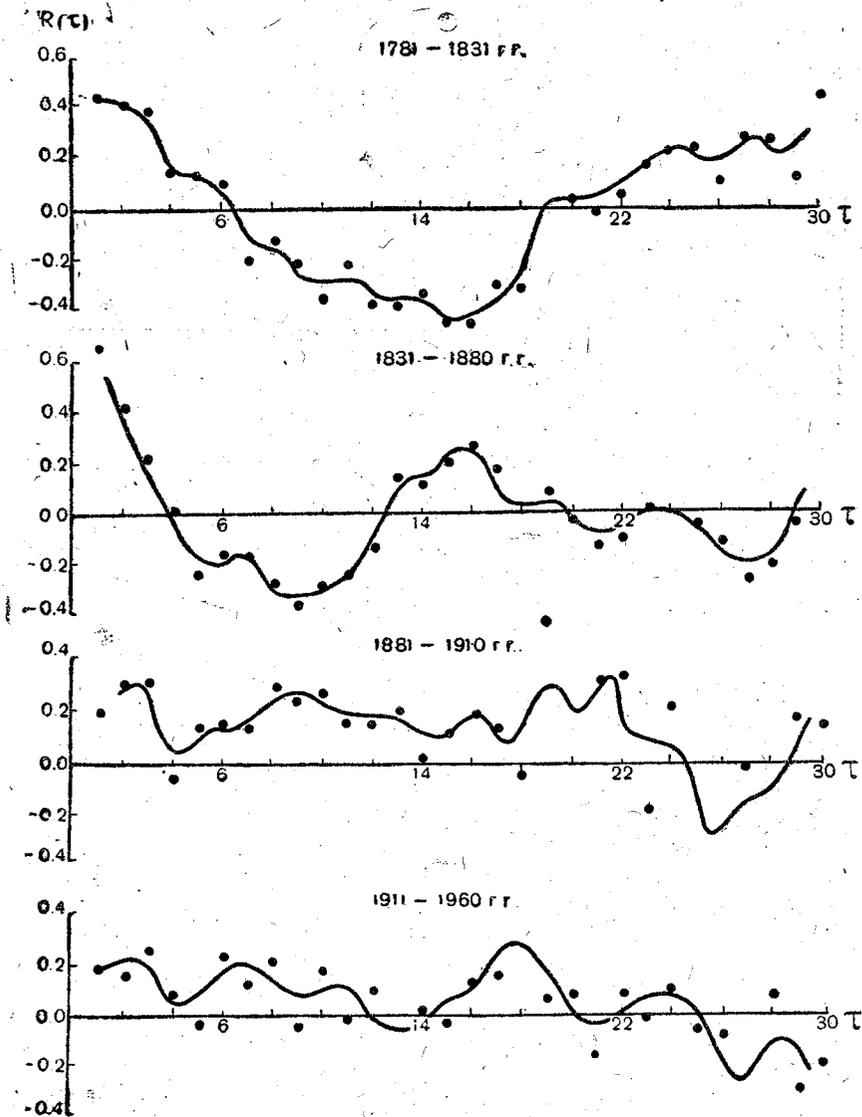


Рис. 3. Графики временной корреляционной функции  $R(\tau)$  для отрезков ряда годовых значений температуры воздуха на станции Нью-Хейвен.

для определения  $R(\tau)$  и  $k_m(\tau)$  для каждого нового шага при прогнозировании.

Колебания  $R(\tau)$  на графиках нескольких пятидесятилетий свидетельствуют о благоприятных условиях применения схем прогноза динамико-статистического метода, так как  $t_R$  велико [1, 2].

Учитывая, что колебания температуры на станциях Эдинбург и Нью-Хейвен являются проявлениями более крупномасштабного гидрометеорологического макропроцесса, о котором говорилось ранее, а именно Северо-Атлантического колебания, можно оценить как перспективные исследования возможности эффективного применения динамико-статистического и других методов для прог-

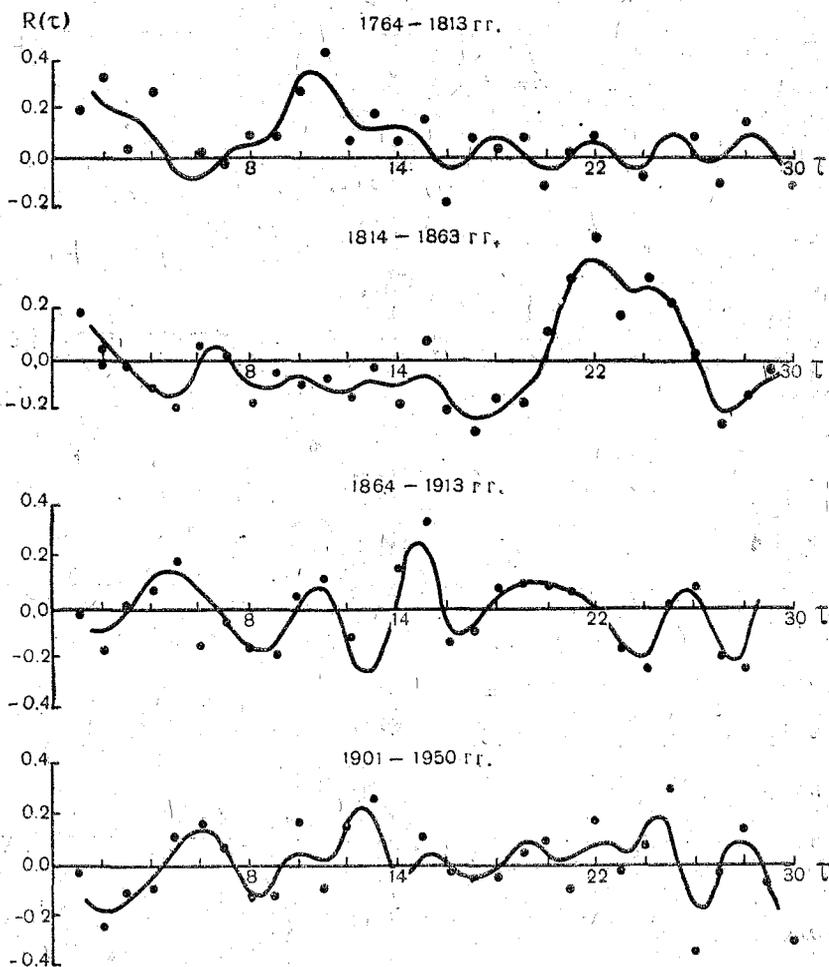


Рис. 4. Графики временной корреляционной функции  $R(\tau)$  для отрезков ряда годовых значений температуры воздуха на станции Эдинбург.

поза годовых, сезонных и месячных гидрометеорологических характеристик в обширном районе северного полушария [1, 2].

Однако нужно иметь в виду, что границы района, в котором проявляется Северо-Атлантическое колебание, не остаются неизменными. Возможно распространение как Северо-Тихоокеанского, так и Южного колебаний. Проявления каждого из этих трех, а вероятно и большего числа мировых колебаний необходимо изучить на всем имеющемся объеме инструментальных гидрометеорологических наблюдений. В этом мы видим один из возможных путей рационального построения схем долгосрочного прогноза погоды и других гидрометеорологических процессов. Современная вычислительная техника и количественные способы анализа макропроцессов позволяют реализовать предложенный подход в ближайшие годы.

После этих замечаний общего характера остановимся на результатах оценки эффективности применения динамико-статистического метода в задаче предсказания аномалий температуры воздуха на станциях, расположенных в Северной Атлантике.

Основными станциями были выбраны Стиксисхольм, Бодо, Нью-Хейвен, Эдинбург, Хорта, а также корабли погоды А, В, С, D, E, I, J, K. Выбор станций определялся наличием достаточно полных рядов наблюдений и репрезентативностью их географического положения.

Исходные ряды включали в себя месячные значения температуры воздуха на указанных станциях за 1946—1960 гг. и на кораблях погоды — за 1950—1969 гг. Ряды представлены в отклонениях от средних многолетних месячных норм. и, следовательно, годовой ход температуры исключался.

Каждый исходный ряд разбит на три отрезка по 120 месячных аномалий, причем соседние отрезки частично перекрывались (1946—1955, 1951—1960 — для станций; 1950—1959, 1955—1964 и 1960—1969 — для кораблей погоды). По данным первых 60 членов каждого отрезка ряда рассчитывалась временная корреляционная функция  $R(\tau)$  и функция оптимального экстраполирования  $k_m(\tau)$ . Последующие 60 членов каждого отрезка представляли собой независимый ряд наблюдений. Они использованы для оценки эффективности прогнозов. Всего на кораблях погоды составлено 1440 и на опорных станциях около 9000 прогнозов месячных значений температуры воздуха.

Оценка прогнозов производилась с помощью критерия  $\rho$  и путем сравнения с оправдываемостью «случайных прогнозов» и инерционных прогнозов.

На рис. 5 приведены графики корреляционной функции  $R(\tau)$ , вычисленные по трем отрезкам ряда месячных значений температуры воздуха на станциях Эдинбург и Бодо. Существенные изменения  $R(\tau)$  от одного отрезка ряда к другому свидетельствуют о нестационарности макропроцессов. Однако при прогнозе на не-

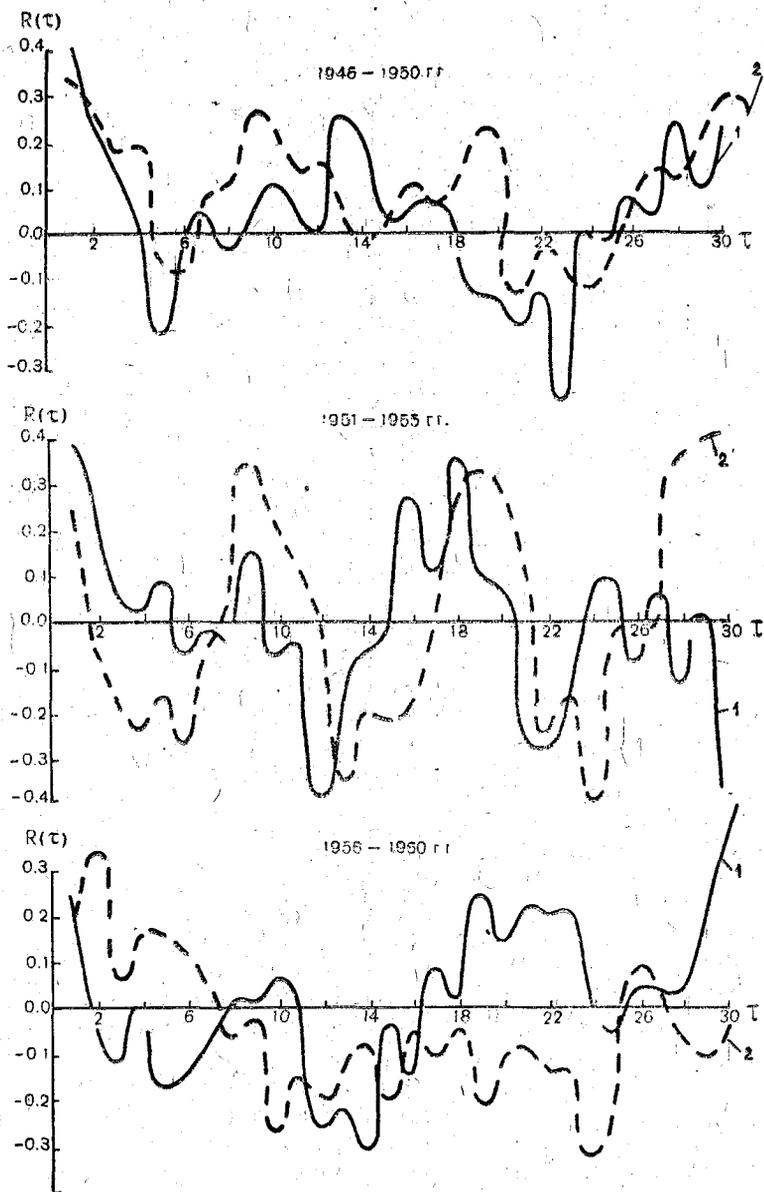


Рис. 5. Графики временной корреляционной функции  $R(\tau)$  для отрезков ряда месячных значений температуры воздуха:  
 1 — на станции Бодо; 2 — на станции Эдинбург.

сколько членов ряда мы можем исходить из представления о квазистационарности, т. е. считать, что связь предшествующих и последующих состояний в основном сохранится.

Окончательный ответ о справедливости принятого допущения в общем виде получить вряд ли возможно. В каждом конкретном случае желательно провести аналогичные испытания и составить достаточно большое число зависимых и независимых прогнозов.

Наилучшие результаты оправдываемости прогнозов получены для кораблей погоды:  $\rho$  от +0,26 до +0,56 в среднем для каждого пятилетия, эффективность по отношению к уровню случайного прогнозирования составляет 10—20%, относительная ошибка имеет величину от 0,60 до 0,80.

Менее удачные результаты получены для опорных станций, однако уровень оправдываемости по всем видам оценок позволяет надеяться на успешное оперативное применение динамико-статистического метода.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алехин Ю. М. Статистические прогнозы в геофизике. Изд. ЛГУ, 1963, 86 с.
2. Алехин Ю. М., Кондратович К. В., Гвоздева В. Г. Динамико-статистический метод прогнозирования гидрометеорологических процессов и его практическое применение. Сб. «Материалы рыбохозяйственных исследований Северного бассейна». Тр. ПИНРО, 1968, вып. XII, с. 123—138.
3. Визе В. Ю. Корреляция между состоянием метеорологических элементов в удаленных друг от друга частях земного шара. «Метеорологический вестник». 1927, № 11, с. 229—239.
4. Гирс А. А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л., Гидрометеиздат, 1971, 280 с.
5. Гирская Э. И. Взаимосвязь аномалий температуры воздуха в северном полушарии в зимний период. Тр. ГГО, 1968, вып. 227, с. 88—93.
6. Гирская Э. И. Взаимосвязь аномалий температуры воздуха в северном полушарии в летний период. Тр. ГГО, 1969, вып. 245, с. 72—76.
7. Дувалин А. И. Приливы в море. Л., Гидрометеиздат, 1960, 390 с.
8. Лир Э. С. Типы сезонных циркуляций атмосферы над Евразией и Атлантикой. «Метеорология и гидрология», 1936, № 1, 2, 3, 4, 5, 7, с. 3—17.
9. Покровская Т. В. Синоптико-климатологические и гелиогеофизические долгосрочные прогнозы погоды. Л., Гидрометеиздат, 1969, 254 с.
10. Рождественский А. А. Температура воздуха как индикатор изменения интенсивности общей циркуляции атмосферы. Тр. ГГО, 1938, вып. 25, с. 30—43; 1939, вып. 27, с. 3—27.
11. Рубинштейн Е. С., Полозова Л. Г. Современные изменения климата. Л., Гидрометеиздат, 1966, 268 с.
12. Шулейкин В. В. Физика моря. М., Изд. АН СССР, 1953, 989 с.
13. Baug F. Zur Frage der Beziehungen zwischen der Temperatur des Golfstromes und dem nachfolgenden Temperaturcharakter Mitteleuropas. Met. Zeitschrift, 1937, 5.
14. Baug F. Grosswetterkunde und langfristige Witterungs Vorhersage. Frankfurt a/m 1963.
15. Bjerknes J. A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. Tellus, 1966, 18.

## ПРОГНОЗ ПОЛЯ ДАВЛЕНИЯ ЭКСТРАПОЛИРОВАНИЕМ ПАРАМЕТРОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ФУНКЦИЯМ

В последние годы в области метеорологических прогнозов наблюдается тенденция к разработке операторов, позволяющих осуществлять прогноз метеорологических процессов и полей. Решение этой задачи ищется как в гидродинамическом, так и в статистическом вариантах. Что касается последнего, то здесь чаще всего используют методы многомерного статистического анализа. Привлекательность их для метеорологии состоит в том, что они позволяют оперировать совокупностями многомерных величин и извлекать из них полезную в прогностическом смысле информацию. Нередко бывает удобно использовать методы многомерного анализа наряду с другими статистическими методами. В настоящей работе сделана попытка реализации одного из таких возможных сочетаний, а именно: выполнен ряд прогнозов приземного поля давления на основе сочетания метода естественных ортогональных функций (ЕОФ) и метода линейной экстраполяции одномерных случайных функций. Идея такого сочетания была высказана Н. А. Багровым более десяти лет назад [1], но, насколько нам известно, практически еще не осуществлена.

Вкратце остановимся на используемых методах.

Суть метода ЕОФ заключается в представлении каждого поля некоторого метеорологического элемента  $P(t_k, x_i, y_i)$ , включенного в исходную выборку из синоптического архива, в виде ряда

$$P(t_k, x_i, y_i) = \sum_{j=1}^N T_j(t_k) X_j(x_i, y_i) = \sum_{j=1}^N T_{jk} X_{ji}, \quad (1)$$

где  $x_i, y_i$  — координаты дискретных точек на плоскости  $(x, y)$ ;  $i = 1(1)N$ ;  $N$  — равно общему числу точек поля;  $k$  — номер даты в выборке  $j = 1(1)N$ ;  $j$  — порядковый номер членов ряда;  $X_{ji}$  — система базисных функций на плоскости  $(x, y)$ ;  $T_{jk}$  — коэффициенты разложения, меняющиеся во времени (т. е. при переходе от одного поля к другому) и содержащие информацию об интенсивности колебаний функций  $X_{ji}$ . Параметры  $T_{jk}$  определяются системой функций  $X_{ji}$  и эмпирически заданной функцией  $P_{ik}$  по

аналогии с коэффициентами ряда Фурье, а базисные функции — из условия минимума среднего квадрата ошибки представления и условия ортонормированности самих базисных функций. Причем свойства и особенности последних полностью определяются статистической структурой исследуемой совокупности полей. Вследствие этого функции  $X_{ji}$  называются естественными ортогональными функциями. Известные экстремальные свойства метода разложения по ЕОФ позволяют получить довольно высокую точность аппроксимации исходного поля небольшим числом первых  $h$  членов ряда (1), определяемую по соотношению

$$d = \frac{\sum_{j=1}^h \lambda_j}{\sum_{j=1}^N \lambda_j} \% \quad (2)$$

где  $\lambda_j$  — часть суммарной дисперсии поля, описываемая  $j$ -й ЕОФ.

Исследования показали, что с увеличением порядковых номеров ЕОФ масштабность и статистическая значимость их уменьшается. Это дает основание рассматривать лишь несколько первых ЕОФ, отбросив последние как мелкомасштабные и малоинформативные. Таким образом, с формальной точки зрения метод ЕОФ можно интерпретировать как эффективный способ компактного описания метеорологических полей.

Метод линейной экстраполяции одномерных случайных функций [2] заключается в том, что прогнозируемое значение этой функции ставится в линейную зависимость от своих значений в прошлом. Предположим, что экстраполируемая случайная функция  $P(t_k, x_i, y_i)$  носит дискретный характер, тогда эта зависимость будет иметь вид

$$\begin{aligned} P_{t_{k+(m-1)}} &= q_{m,1} P_{t_{k-1}} + q_{m,2} P_{t_{k-2}} + \dots + q_{m,n} P_{t_{k-n}} = \\ &= \sum_{\tau=1}^n q_m(\tau) P(t_{k-\tau}), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $q_m(\tau)$  — весовая функция или функция экстраполирования;  $m$  — заблаговременность прогноза;  $n$  — число учитываемых предшествующих значений экстраполируемой функции.

При фиксированных  $m$  и  $n$  весовая функция определяется из условия минимума среднеквадратической ошибки экстраполирования

$$M \left[ P_{t_{k+(m-1)}} - \sum_{\tau=1}^n q_m(\tau) P(t_{k-\tau}) \right]^2 = \min, \quad (4)$$

где  $M$  — знак математического ожидания следующего за ним выражения.

Решение задачи в конечном счете сводится к решению нормальной системы уравнений

$$\sum_{\tau=l}^n q_m(\tau) [PP]_{(l-\tau)}^{\geq \theta} = [PP]_{m+(l-1)}^{t_{k+(m-1)}}, \quad (5)$$

Здесь  $l = 1, 2, 3, \dots, u$  ( $u$  — порядковый номер уравнения;  $\theta = t_{k-l}$ ; индекс  $\geq \theta$  означает, что  $\theta$  в данном уравнении не может быть меньше  $t_{k-l}$ ).

Оптимальные в смысле (4) величины  $n$  и  $u$  в общем случае определяются путем подбора. Для повышения точности прогноза весовая функция пересчитывается на каждом шаге экстраполирования.

Процедуру построения прогностического оператора, базирующегося на сочетании метода ЕОФ и метода линейной экстраполяции одномерных случайных функций, можно разбить на три этапа:

1) переход от многомерных переменных к одномерным параметрам с помощью метода ЕОФ;

2) экстраполирование необходимого числа параметров  $T_{jk}$  по зависимости (3);

3) переход от спрогнозированных параметров  $T_{jk}$  к прогностическому полю и оценка качества прогноза по тому или иному критерию.

Необходимо подчеркнуть, что целесообразность сочетания названных методов состоит не только в получении относительно простой схемы прогноза метеорологических полей. В нем содержится и принципиальная сторона дела. Действительно, поскольку параметры разложения  $T_{jk}$  (по крайней мере, первые из них) являются носителями долговременной памяти об исследуемых процессах [3], то это дает надежду на увеличение заблаговременности прогноза, построенного на этих переменных, по сравнению с прогнозом поля непосредственно.

Изложенная схема использована нами для прогноза поля давления. Исходными данными послужили ежедневные значения давления на уровне моря за 00 часов по Гринвичу в 13 пунктах Северной Атлантики за январь—февраль 1965 г.

Приступая к практической реализации схемы, мы понимали, что рассчитывать на некоторый успех можно лишь в том случае, если исходные переменные будут хорошо связаны между собой по территории и по времени. Это в значительной мере определило выбор метеорологического элемента, территории и сезона года.

Прежде всего было выполнено разложение по ЕОФ совокупности полей за период с 1 января по 14 февраля. Оказалось, что первая ЕОФ описывает 60% суммарной дисперсии исходной совокупности полей, а первые три ЕОФ — более 4/5 общей дисперсии



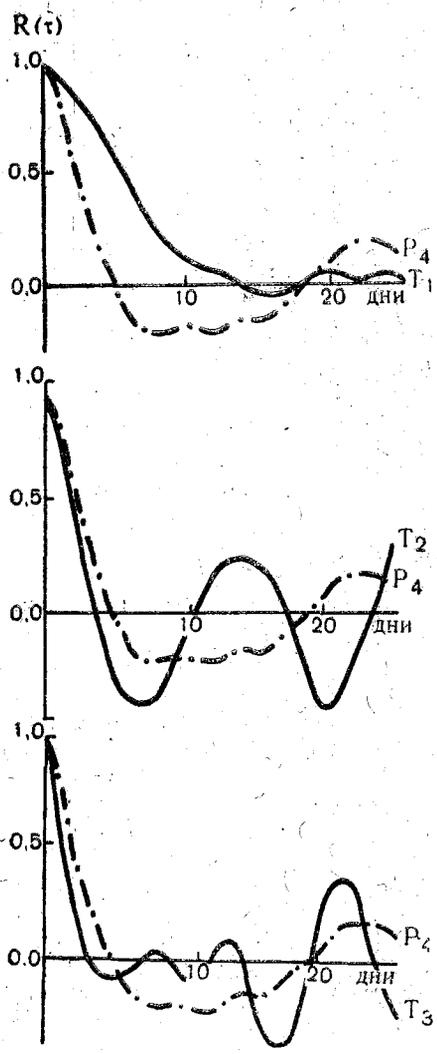


Рис. 2.  
 Корреляционные функции параметров разложения  $T_{jk}$  ( $j=1 \div 3$ ) и корреляционная функция давления  $P_{jk}$  в пункте Баренцбург с координатами  $78^\circ$  с. ш. и  $5^\circ$  в. д.

Это дало нам основание рассматривать в дальнейшем только эти три ЕОФ (они представлены на рис. 1), отбросив остальные 10 как малоинформативные. Не вдаваясь в подробности физической интерпретации полей первых ЕОФ, заметим, что каждая из них отражает собой форму некоторого колебательного процесса, имеющего место над исследуемым районом в рассматриваемый период времени. Наиболее крупномасштабной, статистически наиболее часто встречающейся ситуацией было одновременное понижение или повышение давления над всей территорией. Этот факт в общем вполне объясним, так как выбранный район целиком при-

надлежит к довольно однородной в климатическом смысле области, а именно, к области Исландского минимума [4]. Представление об интенсивности выявленных элементарных процессов можно получить, построив графики хода соответствующих им параметров  $T_{jk}$ .

На рис. 2 представлены корреляционные функции параметров  $T_{jk}$  ( $j = 1 \div 3$ ) и корреляционная функция давления на станции Баренцбург. Видно, что параметры  $T_{1k}$  более инерционны, чем исходная физическая переменная. Так, период релаксации корреляционной функции этого параметра почти в три раза превышает период релаксации корреляционной функции давления. К сожалению, параметры  $T_{2k}$  и  $T_{3k}$  не обладают такой замечательной связностью во времени. Таким образом, если бы мы ограничились прогнозом поля давления только с использованием ЕОФ  $X_{1i}$ , то могли бы в принципе существенно увеличить заблаговременность прогноза. Такой вариант прогноза вполне приемлем в случае, когда первая ЕОФ описывает подавляющую долю суммарной дисперсии исходной совокупности полей. В некоторых частных случаях этого, по-видимому, можно достичь искусственным путем, например варьируя выбором территории, ее размерами, количеством и местоположением точек, в которых задается поле метеорологического элемента.

В нашей работе прогноз поля давления производился отдельно по первым двум и по трем ЕОФ с принятой в синоптической практике однодневной и трехдневной заблаговременностью. При определении весовых функций значения  $n$  и  $u$  определялись путем подбора с учетом корреляционной структуры прогнозируемых ЕОФ и технических возможностей используемой ЭВМ. В качестве окончательных брались такие значения  $n$  и  $u$ , которые обеспечивали минимум величине

$$\delta = \frac{s}{\sigma} \quad , \quad (6)$$

где  $s$  — среднеквадратическая ошибка экстраполирования параметра  $T_{jk}$ ;  $\sigma$  — его выборочное среднеквадратическое отклонение.

Результаты подбора для случая однодневного прогноза представлены в табл. 1. Оказалось, что параметры  $T_{1k}$  и  $T_{2k}$  прогнозируются довольно хорошо, а  $T_{3k}$  заметно хуже. Экстраполирован-

Таблица 1.

$T_{jk}$	$u$	$n$	$\delta$
$T_{1k}$	26	18	0,336
$T_{2k}$	24	16	0,233
$T_{3k}$	17	10	0,657

ные и фактические значения этих параметров нанесены на рис. 3 (см. сектор *a*).

До сих пор мы рассматривали задачу экстраполяции параметров  $T_{jk}$  на зависимом материале, и здесь все было относительно просто. Попытка оценить эффективность прогностической схемы на независимом материале приводит к дополнительным трудностям. Действительно, уже на втором шаге экстраполяции мы должны решить проблему предыдущего члена в уравнении (3): взять в качестве этого члена спрогнозированное значение  $T_j(t_{k+1})$ , полученное на первом шаге, и делать прогноз от прогноза или же

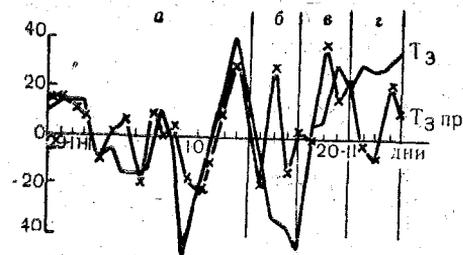
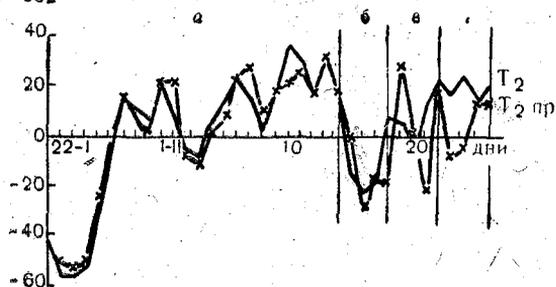
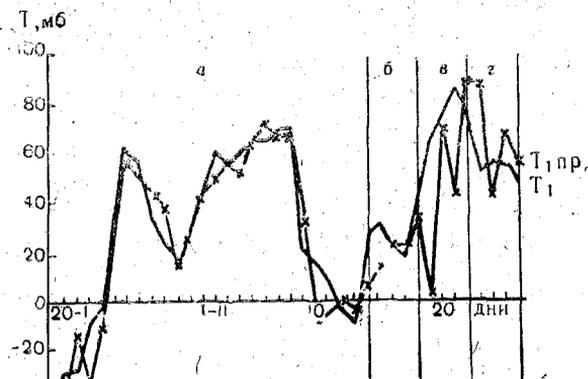


Рис. 3.

Экстраполированные  
( $T_{jk-пр}$ ) и фактические ( $T_{jk}$ )  
значения  
параметров  
разложения.

*a, б, в, г* — секторы.

обновлять исходное разложение на каждом шаге с тем, чтобы пользоваться только действительными значениями параметров  $T_{jk}$ . Очевидно, что и первый, и второй варианты практически малопримемлемы. В первом варианте мы заведомо идем на ухудшение прогноза, во втором — значительно увеличиваем объем вычислений. Чтобы избежать в какой-то мере перечисленных трудностей, поступим следующим образом. На основании известного свойства статистической устойчивости ЕОФ метеорологических полей — собственных векторов корреляционных матриц [3] можно принять их постоянными по крайней мере на несколько шагов (дней) вперед вне зависимой выборки. В этом случае действительное значение предыдущего члена в уравнении (3) на каждом последующем шаге экстраполирования можно заменить так называемым восстановленным значением  $T_j(t_{k+a})$ ; где  $a = 1, 2, \dots$  суткам. Восстановленные значения легко получить из уравнения

$$T_j(t_{k+a}) = \sum_i \alpha(t_{k+a}, x_i, y_i) X_j(x_i, y_i), \quad (7)$$

подставив в него поле давления за  $t_{k+a}$ -ые сутки и необходимое число ЕОФ, имеющихсЯ от предшествующего разложения. Этот прием был использован нами в работе. В частности, ЕОФ, полученные на материале с 1 января по 14 февраля, принимались постоянными на четыре шага (дня) вперед, т. е. до 18 февраля. На данном этапе значения  $P(t_k, x_i, y_i)$  отнесены к 14 февраля, а  $a = 1, 2, 3, 4$  суткам. С помощью этих ЕОФ мы определяли восстановленные значения параметров  $T_j(t_{k+a})$  на каждый день этой четырехдневки и входили с ними в экстраполяционное равенство (3). По истечении четырех суток исходная совокупность полей увеличивалась на четыре элемента (поля), и разложение по ЕОФ выполнялось заново, т. е. система ЕОФ полностью обновлялась. При переходе к следующей четырехдневке вновь полученные ЕОФ использовались для расчета восстановленных значений параметров  $T_j(t_{k+a})$  (за  $t_k$  в этом случае принималось 18 февраля). С этими величинами мы снова входили в равенство (3) и на каждый день новой четырехдневки вычисляли спрогнозированные значения параметров разложения и так далее. Всего на независимом материале было выполнено 12 прогнозов. Результаты их представлены графически на рис. 3 (сектора б, в, г). Как и следовало ожидать, качество прогнозов на независимом материале несколько ухудшилось. С одной стороны, это объясняется тем, что, используя восстановленные значения экстраполируемых параметров вместо действительных, мы ради сокращения объема вычислений сознательно пошли на некоторое искажение исходных данных и, следовательно, на ухудшение прогноза. С другой стороны, сказалось, конечно, несовершенство линейной модели экстраполирования, примененной в общем-то к нелинейному метеорологическому процессу.

Переход от спрогнозированных параметров  $T_j$  ( $t_{k+\Delta}$ ) к прогнозным полям давления осуществлялся согласно зависимости (1). На рис. 4 для примера нанесены (в аномалиях) некоторые

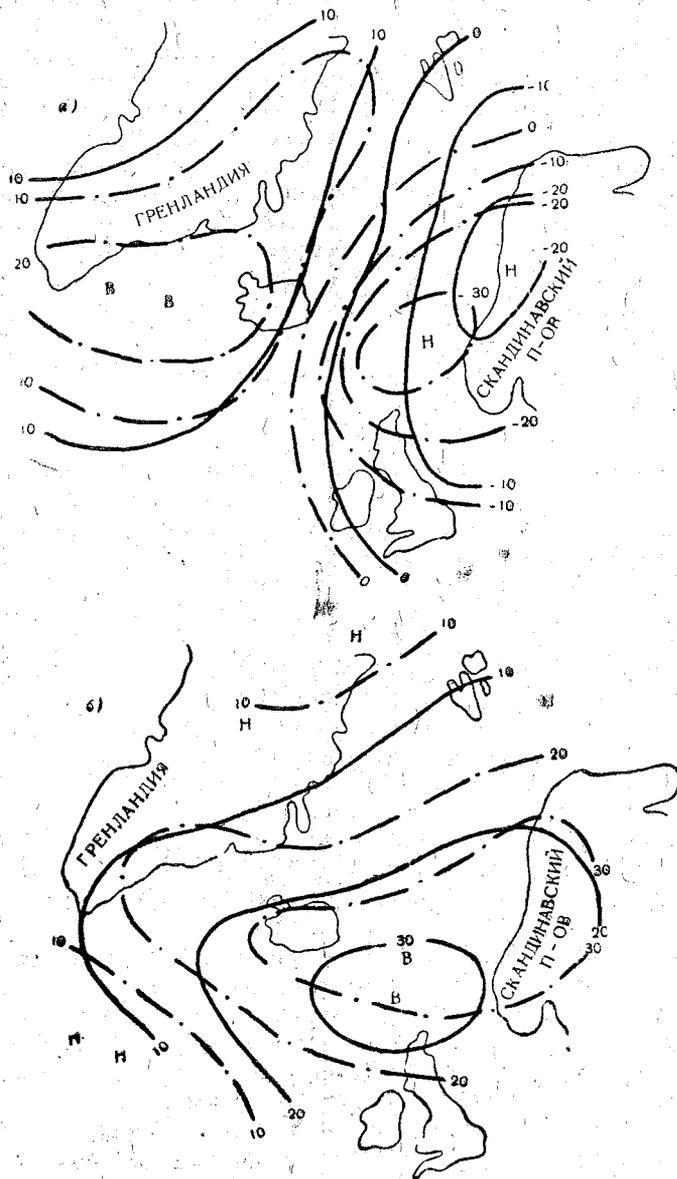


Рис. 4. Фактические (пунктирные изолинии) и прогноз-  
стические (сплошные изолинии) поля давления:  
а — ситуация 13 февраля 1965 г.; б — ситуация 20 февраля 1965 г.

прогностические и соответствующие им наблюдаемые поля давления. Ситуация на 13 февраля относится к зависимой выборке, а на 20 февраля — к независимой выборке. Оценка качества прогноза проводилась по формуле

$$R = \frac{s}{\sigma} = \frac{\sqrt{\frac{1}{13(g-1)} \sum_{i=1}^{13} \sum_{g=1}^{12} (\hat{P}_{ig} - P_{ig})^2}}{\sqrt{\frac{1}{13(g-1)} \sum_{i=1}^{13} \sum_{g=1}^{12} (P_{ig} - \bar{P}_{ig})^2}}, \quad (8)$$

где  $s$  — среднеквадратическая ошибка прогноза поля;  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение поля;  $g$  — количество прогнозов.

В результате оценки однодневных прогнозов по критерию  $R$  оказалось, что качество прогнозов по двум и трем ЕОФ почти одинаковое. Так, для прогнозов по двум ЕОФ на зависимом материале получили  $R_z = 0,56$ , на независимом —  $R_n = 0,72$ , для прогнозов по трем ЕОФ  $R_z = 0,53$ ,  $R_n = 0,74$ . Из этих показателей видно, что качество прогнозов на независимом материале действительно ухудшилось, но тем не менее осталось в пределах допустимых значений критерия (8).

Попытка дать прогноз с трехдневной заблаговременностью по этой же схеме не дала положительных результатов, поэтому эти эксперименты здесь обсуждаться не будут.

В заключение нужно сказать, что в настоящей работе в большей мере нам пришлось заниматься методическими вопросами, нежели вопросами исследовательского характера. Поэтому сейчас пока еще трудно делать какие-либо категорические выводы относительно предложенной схемы прогноза. Не исключено, что в некоторых случаях она с успехом может быть использована для прогноза метеорологических процессов и полей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Багров Н. А. Аналитическое представление последовательности метеорологических полей посредством естественных ортогональных составляющих. Тр. ЦИП, 1959, вып. 74, с. 3—24.
2. Алексин Ю. М. Статистические прогнозы в геофизике. Изд. ЛГУ, 1963, 86 с.
3. Мещерская А. В., Руховец Л. В., Юдин М. И., Яковлева Н. И. Естественные составляющие метеорологических полей. Под ред. проф. М. И. Юдина. Л., Гидрометеоиздат, 1970, 198 с.
4. Абрамов Р. В. Многолетние сезонные изменения географического положения Исландского минимума атмосферного давления. Изв. Всесоюзного географ. общества, 1966, № 4, с. 317—325.

## К ВОПРОСУ О РОЛИ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДБИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

«...Коль скоро имеются подходящие условия, жизнь обязательно возникнет и начнёт быстро развиваться. Таким образом, эволюция жизни есть «зависимая переменная».

(Д. Бернал)

Центральное место в системе гидрометеорологического обеспечения рыбного хозяйства занимает проблема «Гидрометеорологические основы изучения, освоения, расчета и прогноза состояния сырьевых (биологических) ресурсов Мирового океана».

Наиболее важными и традиционными (хотя до сих пор далеко не решенными) разделами проблемы являются следующие: «Роль абиогенных факторов в формировании биологической продуктивности океана», «Гидрометеорологические основы воспроизводства, колебания численности, урожайности поколений, формирования запаса биологических видов в океане», «Гидрометеорологические основы поведения и распределения биологических видов в океане».

Однако для решения этих разделов и для целостного представления об указанной проблеме необходимо рассматривать систему глубже, глобальнее. При таком подходе мы неизбежно должны пройти по всем этапам эволюционного развития жизни в океане, вплоть до первичного этапа химической эволюции планеты.

Именно на этом этапе возникли условия для образования жизни в океане. По всей вероятности, в тот период и закладывались начальные основы будущего взаимодействия организма и среды, влияния внешних факторов на жизнь. В то же время эти аспекты нередко выпадают из поля зрения исследователей.

Для понимания указанной проблемы целесообразно в данной статье кратко остановиться именно на первичном этапе влияния внешних факторов на ранних стадиях развития планеты до уровня создания предбиологических систем. Этот вопрос сам по себе представляет большую самостоятельную проблему, включающую исторические аспекты образования планеты и океана. Статья ни в коей мере не претендует на полноту изложения этой проблемы с обзором всей имеющейся литературы. В ней дана современная (хотя в ряде случаев и не единственная) точка зрения на возникновение

жизни из неорганических веществ и на образование соответствующих условий для подобного возникновения.

С позиций диалектического материализма, жизнь есть одна из форм существования материи. В процессе исторического развития имела место длительная качественная эволюция материи, на определенной ступени которой возникла жизнь. Итак, живые существа возникли из неживой природы (материи).

Начальный этап развития живой материи заключается в образовании на Земле органических соединений, которые представляют собой основной материал при построении всех живых существ. В настоящее время органические вещества на Земле в основном образуют организмы путем фотосинтеза и хемосинтеза.

Однако биогенный путь образования органических веществ присущ именно современной эпохе существования нашей планеты.

Первые простейшие органические вещества — углеводороды — возникли когда-то абиогенно. В доказательство можно привести тот факт, что углеводороды обнаружены практически во всех исследуемых небесных телах. В атмосфере многих звезд, в том числе и Солнца, при температуре в тысячи градусов обнаружены соединения углерода и водорода. В атмосфере таких больших планет, как Юпитер и Сатурн, много метана. Из ряда метеоритов были непосредственно выделены углеводороды, а также их сернистые и кислородные производные. Наконец, в составе центрального ядра Земли содержится много соединений углерода с металлами, например с железом (карбиды). В то же время известно, что углеводороды можно получить абиогенным (химическим) путем при взаимодействии карбидов с водой.

Даже при беглом анализе химических и других свойств живого и неживого можно заметить принципиальное сходство между ними. Во всех организмах содержится углерод, образующий основу веществ, входящих в состав протоплазмы. С другой стороны, углерод не столь уж редок и в неорганическом мире, встречаясь или в виде разнообразных соединений с другими элементами в минералах, или образуя самостоятельно некоторые из них (алмаз, графит). В мире живого углерод находится в соединении чаще всего с элементами, повсеместно распространенными в неживой природе: водородом, кислородом, фосфором, серой. Более того, многие свойства живых организмов, как организация, способность к обмену веществ, способность к воспроизведению себе подобных, раздражимость, определенным образом проявляются, например, и в мире кристаллов.

Интересно, что даже в настоящее время иногда углеводороды разлагаются неорганическим способом.

Таким образом, не подлежит сомнению, что в предшествующие эпохи существования Земли при наличии совокупности определенного комплекса физико-химических условий в широких масштабах происходило абиогенное образование «строительного материала»

для будущих живых существ, в том числе и путем взаимодействия карбидов с водой.

Для осуществления абиогенной (химической) предбиологической эволюции, подготовившей все необходимое для последующего этапа — эволюции биологической, необходимо, видимо, наличие трех следующих условий:

- 1) образование материальных носителей предбиологических систем (жизни);
- 2) образование и соответствующие совершенствование внешней среды (внешних условий);
- 3) наличие соответствующей свободной энергии.

Причем, по современным воззрениям, при определенных качественно-количественных соотношениях указанных условий, создающихся на каком-то этапе эволюции, жизнь не могла не развиваться.

Проблема образования материальных носителей предбиологических систем по сути дела приводит нас к истокам образования звезд и планет.

Понятие «эволюция» применимо и на уровне развития Вселенной. Звездные скопления и отдельные звезды проходят процесс длительного развития. Считают, что возникновение звезд и планет связано с эволюцией газово-пылевого вещества. Дело в том, что они содержат лишь часть (вероятно, меньшую) общего вещества Вселенной. Основная масса рассеяна в космосе в виде разреженного газа и пыли. При этом отдельные сгущения газово-пылевого вещества могут достигать огромных размеров протяженностью более 200 парсек (1 парсек равен  $30,8 \cdot 10^{12}$  км) и массой, превышающей в 300 раз массу Солнца. Небольшие облака космической пыли и газа в виде округлых пятен называются глобулами. Самые маленькие глобулы в 0,006 парсек могут иметь массу в 500 раз меньше массы Солнца. Плотность таких глобул в тысячи раз больше плотности окружающей среды. «Протозвездой», из которой возникла Солнечная система, вероятно, и была одна из глобул.

Итак, в целом звезды и планеты образуются путем агломерации пыли и межзвездного газа (в основном, водорода). Все планеты Солнечной системы возникли из солнечного вещества. До образования планет имела место звездная стадия — стадия синтеза атомных ядер. Естественно, что сначала образовались химические элементы, которые послужили строительным материалом при формировании Солнечной системы. При этом считается, что ядерная эволюция вещества Солнца и вещества Земли вначале была общедо разделения первичной массивной звезды на первичное Солнце и на околосолнечную протопланетную туманность. Водород послужил исходным материалом для первичной звезды. В звездах помощью разных ядерных реакций происходил синтез атомов водорода от легких до средних и, наконец, тяжелых элементов.

Доказано, что газово-пылевое вещество в своем первичном составе уже содержит углеводороды, воду, аммиак, т. е. основу для образования органических веществ. Если центральная масса н

чального сгущения превышает массу Солнца более чем в 1,44 раза, то она становится неустойчивой, сжимающейся под действием гравитационного притяжения. Из-за возникающих высоких температур в конце концов вся масса взрывается вследствие термоядерной реакции. В процессе подобных взрывов из водорода (именно этот элемент преобладает вообще в космосе) образуются более тяжелые элементы. Такое развитие продолжается до тех пор, пока общая масса центральной звезды не опустится ниже критического предела (1,44 солнечной массы). Предполагают, что подобные системы «живут» около 5 млрд. лет. Мощные вспышки сверхновых звезд происходят приблизительно раз в 50 млн. лет, причем возможно именно они вызывают скачки в биологической эволюции, например они могут создать на поверхности Земли дозу облучения до 500 рентген (порядка половины летальной для человека дозы).

Процесс, аналогичный описанному, по-видимому, привел к образованию Солнечной системы. Сравнивая элементарный состав звездного и солнечного вещества, приходим к выводу об их большом сходстве: водорода более 80%, гелия более 10%; остальные элементы все вместе взятые составляют менее 1% — в порядке убывания содержания это выглядит так: азот, углерод, магний, кислород, кремний, сера, железо, другие элементы. Однако в Солнце содержится больше тяжелых элементов (в процентном отношении), чем во Вселенной в целом, так как Солнце уже имело ряд взрывов, в процессе которых они и возникли. Основными элементами Земли служат, как известно в настоящее время, именно тяжелые элементы.

Атмосфера планет-гигантов Солнечной системы состоит из водорода (который явно преобладает), кислорода, азота и углерода. Первичная атмосфера (до гравитационной потери ее) первичной Земли состояла в основном из водорода; главными молекулярными соединениями при этом были метан, вода аммиак.

Считают, что возраст элементов, из которых состоит Солнечная система, равен примерно 50 млрд. лет. Возраст Солнечной системы 10 млрд. лет. Возраст Земли около 6 млрд. лет.

Итак, главные материальные носители жизни являются наиболее распространенными во Вселенной элементами.

Рассмотрим основные моменты образования внешней среды биологических систем. В значительной степени этот вопрос сопрягается с проблемой исторического развития Земли. Газово-пылевое скопление как протозвезда, из которой образовалась Солнечная система, имело температуру, близкую к абсолютному нулю. При этой температуре лишь водород, инертные газы и метан могли находиться в газообразном состоянии. Другие — твердые элементы находились в виде частичек пыли, состоящих из металлов, их окислов, воды (в виде льда или гидратов), силикатов, сернистых и азотистых соединений и др. Затем образовалось Солнце в виде

самосветящейся звезды, в результате чего в разных частях протопланетного облака стали формироваться разные температурные условия. В том, сравнительно близком к Солнцу районе газово-пылевого скопления, где происходило образование Земли, естественно, не могли удерживаться такие свободные газы, как водород, гелий, неон. Значительное их количество было утеряно из первичной атмосферы (протоатмосферы) еще на стадии образования Земли.

Уплотнение привело первичную Землю к разогреву вплоть до полного проплавления всей ее массы. Это начальная эра жизни Земли, продолжавшаяся более 1 млрд. лет и закончившаяся образованием земной коры. В результате разогревания происходил постепенный процесс дифференциации вещества Земли на ряд оболочек, известный как зонное плавление силикатной фазы Земли. Вещество разделилось на легкоплавкую (базальт) и тугоплавкую (мантия) фазы. Параллельно имел место процесс дегазации легколетучих компонентов воды, паров, газов из мантии Земли при вулканических извержениях с излиянием базальтов. При этом закладывался фундамент будущих атмосферы и гидросферы. Повышение температуры приводило к подвижности летучих элементов и переходу их в газообразное состояние. Следующий этап развития Земли считается от момента образования земной коры до возникновения жидкой фазы воды. Это так называемая лунная эра. Первая половина этой эры, когда только что образовывавшаяся земная кора была еще тонкой и ломкой, характеризовалась исключительно грандиозным развитием вулканизма. Образовалась атмосфера. Напомним, что первичная атмосфера (протоатмосфера) Земли, имевшая место еще до разогрева и плавления планеты, была утеряна. Основные газы вновь образованной атмосферы, в основном, выделились из недр Земли при ее зонном плавлении. Итак, молодая атмосфера состояла из газообразных продуктов, выделявшихся при вулканических извержениях: пара, метана, углекислоты, аммиака, азота, водорода, инертных газов, кислот дымов (фтористый водород и соляная кислота), борной кислоты и др. Кислород мог образовываться лишь в небольших количествах из водяного пара в высоких слоях атмосферы под действием коротковолновой части солнечной радиации.

С понижением температуры ниже  $100^{\circ}\text{C}$  образовалась жидкая вода, заполнившая низменные участки земной коры. Появились самые древние водоемы (протоокеан, протогидросфера).

В процессе зонного проплавления мантии Земли легкоплавкий слой, в состав которого входила и вода, двигался ближе к поверхности. На поверхность Земли вода попадала в виде первичного ювенильного раствора, который, приспособляясь к условиям поверхности планеты, превращался практически в океан. Первоисточниками минерального состава воды на Земле послужили газы, выделившиеся из недр планеты при дегазации мантии, а также продукты химического взаимодействия воды с кристаллическими

изверженными породами, вошедшими в состав коры. В общем воду называют продуктом дегазации мантии. Анионный состав воды ( $\text{Cl}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Br}$  и др.) образовали газы, выделившиеся именно при дегазации мантии. Катионы ( $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Sr}$  и соединения фосфора) образовались из изверженных кристаллических пород с континентов. (Принято считать, что первичная океаническая вода уже имела примерно современное солевое соотношение). Первичный океан, еще безжизненный, был абиотическим. В этот период в атмосфере и гидросфере господствовали восстановительные условия.

После лунной эры начинается непосредственно геологическое развитие земной коры. Самая древняя геологическая эра называется архейской. Предполагают, что во второй половине ее возникла жизнь. Следовательно, нас в рамках данной статьи интересует первая половина архейской эры, уже в начале которой появились древние водоемы. Состав атмосферы в основном определялся углекислотой с примесью паров воды, аммиаком, метаном и инертными газами. На поверхности суши действовали процессы разрушения, выветривания, размыва. В результате этого, а также за счет вулканических продуктов на дне водоемов образовались древнейшие осадочные отложения. Вода раннеархейского океана имела кислый состав ( $\text{pH} \approx 1-2$ ). Из-за отсутствия кислорода еще не происходило окисление серы, а следовательно, в океане не было сульфатов. Это был раствор таких газообразных продуктов, как  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  и другие углеводороды.

К середине архейской эры произошли существенные изменения состава атмосферы и гидросферы. Нейтрализовались кислоты в океане под воздействием карбонатов  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$ , образовавшихся на поверхности островов при выветривании углекислой атмосферой, а также благодаря силикатам осадочных отложений. Падала кислотность воды в океане, которая приближалась к хлоридному раствору. Кроме хлоридов  $\text{Z}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$  накапливались и хлориды  $\text{Al}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Mn}$ , а также уже присутствовали в небольшом количестве сульфаты. Карбонатов еще не было.

Все живое на Земле состоит, главным образом, из воды, как раствора в основном углеродных и азотистых соединений.

Материальная база жизни, образовавшаяся за счет астрофизических процессов на Земле (и в Солнечной системе вообще), в первую очередь, представлена такими элементами, как водород, углерод, кислород, азот. Далее в силу вступают химические законы.

Жизнь построена из элементов, наиболее распространенных и стабильных во Вселенной, с малым атомным весом, легко вступающих в реакции, способных образовывать сложные соединения. Водород, самый простой и самый распространенный элемент, служит родоначальником химической эволюции. Связывающим элементом является углерод. Именно он образует разнообразные и

сложные соединения с водородом, кислородом и азотом, а также связи углерод — углерод.

Кроме того, живым организмам необходимы щелочные металлы — калий и натрий. Калий содержится практически во всех клетках. Полагают, что именно этот элемент связан с самыми ранними стадиями развития жизни, на ранних стадиях «сгущения первичного бульона» при объединении его с частицами глины. Натрий содержится в морских организмах и в специальных органах некоторых сухопутных организмов. Кстати, присутствие натрия у высших позвоночных в таких жидкостях, как кровь, слезы, пот, считают доказательством происхождения всех организмов от морских форм. Позднее в биологические процессы был вовлечен кальций. Важное место в функционировании живых систем принадлежит азоту и фосфору. Азот обладает большой летучестью и стабильностью его молекулы  $N_2$ . Несмотря на исключительно древнее его происхождение, в настоящее время это сравнительно малораспространенный элемент (как и фосфор). Принято считать, что фосфор — ключевой элемент жизни. Велика роль и микроэлементов. Практически почти все элементы, содержащиеся в море и на суше, вовлечены в биологические процессы.

Итак, в ранний период существования Земли на ней не могло быть жизни (в существующем понимании этого термина), которая возможна лишь при наличии определенных условий. В процессе образования и развития планеты подготавливался соответствующий комплекс условий. Зонная плавка, дегазация и последующее остывание привели к тому, что на поверхности планеты сконцентрировались наиболее легкие атомы водорода, углерода, азота, а впоследствии и кислорода. А ведь именно из этих четырех элементов и состоят организмы. При последующем понижении температуры наружных слоев планеты до  $2000^\circ C$  началось образование из атомов разных химических соединений —  $H_2O$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $HCN$  и т. д. Образовались также молекулы  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ . Началось изменение агрегатного состояния веществ. Наиболее легкие, низкокипящие соединения водорода, углерода, азота, кислорода образовали атмосферу, находясь в ней в газообразном состоянии. Более высококипящие вещества превращались в жидкости, затем затвердевали. Образовалась земная кора. Затем возник океан.

Совокупность взаимообусловленных физико-химических процессов во всех оболочках Земли вплотную подвела эволюцию к образованию жизни. Существовали ее материальные носители и внешняя среда.

На данном эволюционном этапе роль гидрометеорологических факторов может быть весьма условной, так как сначала отсутствовали гидросфера и атмосфера. С их образованием атмосферные процессы влияли на выветривание, разрушение пород коры, способствуя созданию осадочных пород в океане, а также его химического режима.

Рассмотрим теперь наличие и роль свободной энергии, участвующей в эволюции планеты и способствующей возникновению жизни. К основным видам энергии, которые воздействуя на первичную планету, могли связывать между собой органические соединения, следует отнести следующие: ультрафиолетовое излучение Солнца, радиоактивность, вулканизм, удары метеоритов и молнии (электрические разряды).

Наиболее мощным источником служило ультрафиолетовое излучение Солнца, учитывая, что озонового экрана в атмосфере еще не существовало. Радиоактивность древней Земли была выше современной. Известно, что 4,5 млрд. лет назад урана — 238 на Земле было в два раза больше, чем сейчас, уран-235 выделял тепла в сто раз больше, а калий-40 — в двенадцать раз. К этому следует добавить еще энергию распада относительно недолговечных радиоактивных изотопов с периодом полураспада в десятки—сотни миллионов лет (трансурановые изотопы плутония  $Pu^{244}$  и  $Cm^{247}$ ), а также быстро «вымирающих» радиоактивных изотопов  $Be^{10}$  и  $Al^{26}$ .

Период формирования земной коры характеризовался могучим развитием вулканических явлений. На земную поверхность изливались целые потоки лавы. Магматические продукты проплавливали кору на значительной площади. Земной пейзаж в то время представлял из себя огромное количество вулканических конусов и лавовых полей. Вулканизм мог быть действенным источником энергии для сложного процесса абиогенного возникновения жизни.

В эпоху молодой Земли защитная роль атмосферы в силу ее сравнительной маломощности была явно слабее, чем в настоящее время. Поток метеоритов при таких условиях мог внести определенный вклад в энергетический баланс планеты.

Наконец, грозы в то далекое время были часты и необычны для нашего представления по силе. Частые и мощные удары молний о земную поверхность создавали определенный энергетический потенциал.

Итак, по крайней мере со времен наиболее древней собственно геологической эры — архейской — сложились предпосылки для создания абиогенным путем предбиологических систем.

Рассмотрим возможный путь подобного создания. Какие же районы древней Земли были наиболее пригодными для возникновения органической формы материи, жизни? Вероятно те, где взаимодействовали основные необходимые компоненты — материал, среда, энергия. Это прибрежные теплые участки первобытного океана. Вода, как непосредственно необходимая среда; атмосфера, насыщающая воду растворенными газами; породы с химическими веществами, сносимые и сдуваемые с суши при наличии указанных ранее источников энергии, способствовали протеканию здесь сложного взаимодействия между углеродистыми соединениями и водой. Наличие в океане солей железа, кальция, как катализаторов, способствовало прогрессирующему созиданию высо-

комолекулярных углеродистых соединений вплоть до таких сложных молекул, как белок, который служит специфическим органическим катализатором (ферментом), избирательно ускоряющим химические реакции.

Д. Бернал, в принципе не меняя суть выражения Энгельса, конкретизировал определение жизни как функцию взаимодействия нуклеиновых кислот и белков. Нуклеиновые кислоты — это полимеры нуклеотидов, состоящих из азотистых оснований, пентоз и фосфатов. Белки являются также полимерами, состоящими из аминокислот.

Первая стадия химического перехода от неорганической формы материи к органической заключалась в переходе от атома к молекуле. Из воды, метана и аммиака, по-видимому, и возникли первые органические молекулы — углеродные и азотистые соединения типа аминокислот и аденина. Они стали составными частями океанического «первичного бульона» (по Опарину).

Вторая стадия абиогенного возникновения жизни — это переход от молекул мономеров к полимерам.

Третья, заключительная стадия — от полимера до организма. Принято считать конкретным началом жизни возникновение клетки, снабженной ядром.

Первичный океан за счет контакта с атмосферой и с сушей постепенно превращался в раствор как неорганических, так и первозданных органических соединений, в «первичный бульон». От простых органических соединений эволюция в океане пошла к азотистым основаниям, сахарам, аминокислотам и, наконец, к упорядоченным полимерам.

При любых размерах древнего океана логично полагать, что концентрация «первичного бульона» возрастала постепенно. Одним из известных нам факторов, ускоряющих процесс концентрации раствора, служит испарение. Возможно этот фактор мог быть существенным и на ранних стадиях абиогенного возникновения жизни. Другим возможным механизмом могла служить адсорбция молекул на минеральных частицах (иле, глине и т. д.). Третий (и вероятно, существенный) фактор был гидрометеорологического характера. Это циркуляция атмосферы и гидросферы, вызывающая, в частности, дрейф пены. Ветер, течения, волнение концентрировали поверхностноактивные абиогенные вещества океана. Четвертый (и возможно, основной) фактор — это «выпотевание» из недр Земли активных для химической эволюции элементов и молекул, попадающих в океан. Пятый фактор — объединение (сегрегация) одного и того же или родственных видов в океане.

Химическую (абиогенную), а в дальнейшем и органическую (биологическую) эволюцию можно рассматривать с энергетической точки зрения как приобретение соединениями, системами, организмами все большего запаса энергии. Пропорционально этому увеличивался и расход энергии, столь необходимой для усложнения и совершенствования структуры и организации.

Первые предбиологические системы, которые уже можно назвать жизнью, или протожизнью, наверняка еще не оформившиеся в клеточную структуру, т. е. в организмы, еще не обособились от внешней среды («первичного бульона»). Эти предорганизменные системы существовали, вероятно, за счет потребления внутренней (для среды) энергии. Дальнейшая эволюция жизни была направлена на приспособление жизни к восприятию и расходованию внешней энергии, так как запас внутренней энергии, в принципе, исчерпаем. До накопления в атмосфере и гидросфере количества кислорода, способного осуществлять окислительные реакции, существовал анаэробный способ существования жизни. Продолжительные анаэробные синтезы приводили к накоплению увеличивающегося количества органического вещества, тем более, что отсутствовали окислительные реакции, а следовательно, и процесс разложения.

Следует заметить, что первичный океан по ряду физико-географических параметров существенно отличался от современного Мирового океана. Это, вероятно, был сравнительно мелководный, но обширный по площади регион. Расположение континентов и океана было также иным. Протоокеан в силу общепланетарных условий был, видимо, теплее современного океана, с минимальными температурными различиями. Можно предполагать, что предбиологические системы возникали в различных макрорайонах древнего океана примерно в одно и то же историческое время.

С другой стороны, уже на стадии образования предбиологических систем в океане была неравномерность «зон продуктивности» (субвитальных территорий) из-за различия комплекса физико-географических условий. Ведь на Земле уже существовала атмосферная и океаническая циркуляция и т. д. Следовательно, в пределах различных макрорайонов формировались микроучастки с наиболее благоприятными условиями для завершения абиогенной эволюции до биологической.

Д. Бернал в работе [3] дал следующее определение жизни: «...Жизнь есть частичная, непрерывная, прогрессирующая, многообразная и взаимодействующая со средой самореализация потенциальных возможностей электронных состояний атомов. ...Первоначально это побочный продукт саморазвития материи во Вселенной, она следует за возникновением источников энергии звезд и планет. ...Создание материальной основы жизни делится на ряд определенных стадий в силу присущих атомам свойств, благодаря которым атомы самопроизвольно образуют на поверхности Земли (в ее гидросфере молекулы, полимеры и упорядоченные полимеры. Они постепенно превращаются в ловушки энергии, а также в механизмы переноса этой энергии и кодированного воспроизведения молекул во всех деталях, так чтобы эти молекулы могли обвляться и увеличивать свою сложность».

Одним из заключительных этапов эволюции накануне возникновения живых клеток было вычленение дискретных (предбиологических) систем из непрерывной (внешней) среды (первичного океана) путем образования локальных концентраций вещества и полупроницаемого барьера (мембраны), определяющего границы системы. Непосредственно этому предшествовало появление процесса самосборки. Эти процессы произошли с возникшими до этого бедками, нуклеиновыми кислотами, липидами, полисахаридами (и др.) под влиянием в первую очередь таких физико-химических процессов, как испарение, коацервация, адсорбция, образование мембран (пленок). В результате приливов, стонов и других динамических факторов от первобытного океана обособлялись локальные водные акватории, например заполненные водой углубления в скалах. Под действием солнечного и вулканического тепла и ветра возникали интенсивные процессы испарения, приводившие к большой концентрации полимерных веществ. Теория коацерватов разработана А. И. Опариным. Явление коацервации заключается в выделении высокомолекулярных веществ из раствора в виде раствора (а не осадка), более концентрированного. Этот концентрированный раствор, называемый коацерватом, под действием механических (гидрометеорологических) сил может распадаться на более мелкие коацерватные капли, обладающие простейшей организацией. Благодаря концентрации органических веществ в коацерватах реализация органического синтеза явно увеличивается. Коацерваты еще не являлись живыми организмами в силу, например, отсутствия у них способностей к воспроизведению одних и тех же молекул. Однако по целому ряду свойств коацерваты уже близки к живым системам. Так, коацерваты поглощали различные вещества из окружающей среды («первичного бульона»), т. е. практически осуществляли процесс питания. Увеличение коацерватных капелек в результате поглощения веществ можно отождествлять с процессом роста клетки. Более приспособленные к условиям среды коацерваты вытесняли менее приспособленных, начиная уже на предбиологическом уровне борьбу за существование. Образование будущих живых систем из кусочков геля, по Опарину, практически есть начало его коацерватной гипотезы. Отсутствие бактерий, любых микроорганизмов в безжизненном первобытном океане, т. е. его стерильность, способствовало разнообразным превращениям первичных органических веществ. Постепенно в локальных, наиболее благоприятных зонах Мирового океана происходило уплотнение вещества, с образованием усложняющихся и укрупняющихся частиц. На какой-то стадии предбиологической эволюции эти частицы реализовали свою потенциальную возможность образовывать в воде коллоидные растворы. Возникшие в «первичном бульоне» коллоидные растворы органических веществ включились в эволюционное молекулярное совершенствование. Под действием различных факторов неустойчивость состояния коллоидного раствора в конце концов привела к образованию

студня (геля). Опарин делает упор на важность момента выпадения геля. Впервые произошло превращение бесструктурного органического соединения, неразрывно слитого с внешней средой (океаном), в структурно организованное тело, выделившееся из «первичного бульона». Поглощая из «первичного бульона» различные вещества, куски геля росли. Ветер, волны, прибой, поверхностное натяжение и другие силы дробили эти куски на более мелкие. Химический состав геля, его структура менялись вследствие поглощения новых веществ из внешней среды. Эволюция производила отбор наиболее приспособленных к изменениям внешней среды, наиболее хорошо организованных кусков геля.

Можно предположить (по Опарину), что в принципе огромное количество развившихся гелей (коацерватов) сильно истощили запас растворенных в первобытном океане питательных органических веществ. А ведь эти вещества были единственной пищей предбиологических систем. Эволюция испробовала, видимо, множество путей для выхода из возможного тупика. Подтверждением этому может служить чрезвычайное разнообразие способов питания на уровне низших организмов и бактерий. Однако наиболее прогрессивным способом питания послужил способ усвоения солнечной световой энергии, способ, который в настоящее время используют практически все зеленые растения планеты.

Адсорбцию можно считать одним из существенных способов концентрирования и разделения. На стадии возникновения предбиологических систем следует иметь в виду адсорбцию на твердой поверхности (глинистые грунты и прибрежная зона).

Итак, путем испарения, коацервации или адсорбции образуется фазовая граница между средами (вода — вода, вода — суша, вода — воздух). При возникновении системы с фазовой границей обычно образуется мембрана, т. е. определенная молекулярная структура между двумя фазами. Мембраны отделяют предбиологические системы от внешней среды, а также локализируют «субсреды». Следовательно, истоки возникновения предбиологических систем уходят к началу химической эволюции, приведшей к образованию материальных носителей (элементов, атомов) жизни.

На ранних стадиях существования Земли возникли внешние факторы (внешняя среда — атмосфера, земная кора и гидросфера). Взаимодействие этих факторов и дальнейшая химическая эволюция привели к созданию в одной из них (гидросфере) наиболее благоприятных условий для возникновения предвестников жизни — предбиологических систем. Эти системы, как протоорганизмы, самым тесным образом были связаны с внешней средой, выделившись из нее непосредственно. Среда является первичной по отношению к организму. Изменения в среде за длительный процесс абиогенной и биогенной эволюции нашли соответствующее

воплощение в многообразии форм организации организмов и способов их приспособления к среде.

Таким образом, роль среды, взаимодействие организма и среды следует рассматривать как древнейший эволюционный фактор, вытекающий из самой сущности образования жизни на нашей планете.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л., Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. Баргхорн Э. Древнейшие органические остатки на Земле. «Природа», 1972, № 5, с. 77—82.
3. Бернал Д. Возникновение жизни. М., «Мир», 1969.
4. Богоров В. Г. Биологическая трансформация и обмен энергии и веществ в океане. «Океанология», 1967, т. VII, вып. 5, с. 839—860.
5. Богоров В. Г. Продуктивность океана. В сб. «Проблемы Мирового океана». М., изд. МГУ, 1970, с. 23—32.
6. Валяшко М. Г. Эволюция химического состава воды океана. В сб. «Проблемы Мирового океана». М., изд. МГУ, 1970, с. 19—22.
7. Войткевич Г. Рождение Земли. «Наука и жизнь», 1971, № 4, с. 132—138.
8. История Мирового океана. М., «Наука», 1971, 287 с.
9. Кальвин М. Химическая эволюция. М., «Мир», 1971.
10. Кенъон Д., Стейнман Г. Биохимическое предопределение. М., «Мир», 1972.
11. Кроми В. Тайны моря. Л., Гидрометеиздат, 1968, 268 с.
12. Кроми В. Обитатели бездны. Л., Гидрометеиздат, 1971, 343 с.
13. Муратов М. В. Ранние эры в истории Земли. «Природа», 1971, № 11, с. 16—23.
14. Опарин А. И. Происхождение жизни. М., «Московский рабочий», 1924, 86 с.
15. Опарин А. И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М., изд. АН СССР, 1960.

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ПОВТОРЯЕМОСТИ ЦИКЛОНОВ НАД АТЛАНТИКО-ЕВРОПЕЙСКИМ СЕКТОРОМ ПОЛУШАРИЯ

Крупномасштабные синоптические процессы обычно выражают в виде форм, систем, комплексов атмосферной циркуляции. Над территориями, соизмеримыми с Атлантико-Европейским сектором полушария (АЕСП), они определяют преобладающий барический фон, а следовательно и общие режимные черты поля ветра. Распределение штормовых зон в основном зависит от траекторий циклонов, их локальных особенностей развития и повторяемостей.

Исследования, посвященные траекториям циклонов [1—6, 7—4, 17—23], показывают, что несмотря на некоторые различия результатов, можно выделить преобладающие пути циклонов над ЕСП.

Обстоятельные научные работы, в этом отношении, выполнены Г. А. Рыкачевым [18], П. И. Броуновым [5], О. Г. Кричаком [9], Ван-Бербером [23] и многими другими. Основные траектории циклонов позволили в общих чертах установить районы наиболее вероятных штормовых зон, что в свое время послужило основой вырабатывания климатологических навигационных путей.

Другое направление изучения режимных особенностей циклонов связано с их повторяемостью. Повторяемость циклонов внутри календарного периода и ее изменения от одного района к другому дают возможность проследить сдвиги штормовых зон и в целом отражают преобразования макросиноптических процессов. В работах этого направления [4, 15, 16] большое внимание уделяется распределению режимных особенностей барических образований. При этом остается недостаточно изученной взаимосвязь повторяемости циклонов между различными районами, что представляется важным с точки зрения фонового прогноза штормовых зон.

В данной статье устанавливаются некоторые особенности пространственной взаимосвязи повторяемости циклонов и определяются географическое положение зон штормовых ветров на основании изокорреляции повторяемости циклонов.

Можно полагать, что пространственная взаимосвязь повторяемости циклонов является одной из важных кинематических характеристик развития атмосферных процессов. В первом приближении

в качестве меры такой связи принимается коэффициент корреляции.

Повторяемость циклонов была рассчитана следующим образом. В пределах широт  $40^{\circ}\text{с.}—80^{\circ}\text{с.}$  и долгот  $50^{\circ}\text{з.}—70^{\circ}\text{в.}$  выбраны «квадраты» со сторонами равными  $5^{\circ}$  широты и  $10^{\circ}$  долготы. Всего оказалось 96 «квадратов». На каждом градусе широты и долготы фиксировалось число пересечений  $n(\varphi, \lambda)$  траекторий циклонов. Соответственно определялись величины  $\Sigma n_{\varphi}$  и  $\Sigma n_{\lambda}$  по сторонам пятиградусных «квадратов», ограниченных стандартными линиями широт и долгот, для каждого месяца по сборно-кинематическим картам траекторий барических образований за 20-летний ряд (1940—1959 гг.). На этом основании получено детальное картирование повторяемости. Однако число пятиградусных «квадратов» над АЕСГ оказалось велико, что не позволяло использовать весь массив данных, учитывая возможности машинной обработки. Возникла необходимость укрупнить «квадраты», выделив таким образом локальные районы. Районирование проведено так, что каждый и выделенных новых «квадратов» включает несколько пятиградусных «квадратов», охватывает большую площадь и имеет свои специфические черты в развитии синоптических процессов, которые не нарушаются возможной условностью границ (рис. 1). Повторяемость циклонов по каждому «квадрату»-району определялась как по суммарному числу пересечений траекторий на сторонах «квадрата»-района  $\Sigma(n_{\varphi} + n_{\lambda})$ , так и по числу пересечений на двух внутренних линиях  $\Sigma(n'_{\varphi} + n'_{\lambda})$ , проведенных в середине «квадрата»-района и нормальных каждой стороне его. В последующем «квадрат»-район будем называть просто «квадратом». Итак, при менялись два варианта расчета. Первый: число циклонов, прошедших через данный «квадрат» равно половине суммарного числа пересечений траекторий на его четырех сторонах. Второй: при широтном или только меридиональном смещении циклонов их число, прошедшее через «квадрат», равно суммарному числу пересечений соответственно вертикальной или горизонтальной внутренних линий. Юго-западные и северо-западные траектории будут пересекать обе внутренние линии и тогда половина суммарного числа пересечений будет равна числу таких циклонов, прошедших через данный «квадрат». В итоге для суммы первого варианта коэффициент равен 0,5, а для суммы второго — колеблется от 1 до 0,5 и для многолетнего ряда принимается равным 0,75. Таким образом, средняя многолетняя повторяемость циклонов по каждому «квадрату» данного месяца определялась по формуле

$$\begin{aligned} \bar{n}_{20} &= \frac{1}{20} \left\{ 0,5 \left[ 0,5 \sum (n_{\varphi} + n_{\lambda}) + 0,75 \sum (n'_{\varphi} + n'_{\lambda}) \right] \right\} \\ &= \frac{1}{20} \left[ 0,25 \sum (n_{\varphi} + n_{\lambda}) + 0,38 \sum (n'_{\varphi} + n'_{\lambda}) \right], \end{aligned}$$

где  $n_\varphi$  и  $n_\lambda$  — число пересечений на сторонах «квадрата»;  $n'_\varphi$  и  $n'_\lambda$  — число пересечений на двух внутренних линиях, нормальных внешним сторонам.

При небольших площадях «квадратов» — не более  $10^\circ \times 10^\circ$  — можно пользоваться только первой суммой в формуле (1). Коррелирование повторяемости циклонов производилось для каждого «квадрата» со всеми последующими. Для этого использовался коэффициент корреляции вида

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta x_{ij} \Delta x_{ik}}{m \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \Delta x_{ij}^2} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \Delta x_{ik}^2}}, \quad (2)$$

где  $\Delta x_{ij}$  — отклонения повторяемости за каждый год данного месяца от среднего значения повторяемости этого месяца за 20-летний ряд ( $m$ ) по каждому реперному «квадрату»;  $\Delta x_{ik}$  — аналогичные отклонения по каждому последующему «квадрату», с которыми коррелируется реперный. Для удобства счета величину

$$A_{jk} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \Delta x_{ij} \Delta x_{ik}$$

можно представить отдельно.

Все расчеты выполнены в ЛГМИ на ЭВМ «Раздан-2». Пространственная корреляция  $r_{jk}$  повторяемости циклонов  $n(\varphi, \lambda)$  по отдельным районам АЕСП позволяет установить некоторые общие черты сопряженности синоптических процессов.

В зимние месяцы (декабрь—февраль) при наибольшем термическом различии континент—океан и максимальной интенсивности цикло- и антициклогенеза для некоторых районов выявляется значимая корреляционная связь знака барического поля. Увеличение циклонических процессов в одних районах сопровождается аналогичным или противоположным изменением в других.

После определения коэффициента корреляции всегда следует задать вопрос: достаточна ли полученная связь, чтобы ее можно было рассматривать как статистически значимую. При данном числе коррелируемых пар  $m = 20$  и уровне значимости  $p = 0,05$  сравнение полученного  $r_{jk}$  с максимальными его значениями для рядов случайных чисел [7] показывает, что наименьшая существенная величина  $r = 0,444$ . Если принять  $p = 0,10$ , то  $r_{\text{мин}} = 0,378 \approx 0,38$ . Некоторые районы со статистически значимой корреляцией расположены на значительном удалении друг от друга. Так, например, различие повторяемости циклонов над Гренландским районом

(«квадраты» 0—1) сопровождается увеличением циклоничности над Черным морем (рис. 1). Несмотря на большие пространства разделяющие эти области, все же зоны изокоррелят между ними отличаются определенной системой расположения, напоминающей зональную форму циркуляции.

В некоторых случаях зоны одного знака  $r_{jk}$  охватывают обширные районы, включающие несколько «квадратов» и имеют как зональную, так и меридиональную ориентировку. Становится вполне очевидным, что многообразие синоптических процессов холодного полугодия над АЕСП подчиняется определенной закономерности географической локализации процессов. Смена знака барического поля (как и смена  $r_{jk}$ ) в смежных районах носит не прерывный характер. А это значит, что последовательная корреляция каждого «квадрата» со всеми другими, равносильна тому, что каждый реперный «квадрат» может рассматриваться как потенциальный район-предиктор, на основании которого можно судить о преобладании знака барического поля над тем или иным районом в этом же месяце. Если, например, известно, что в некотором «квадрате» будет отмечаться увеличение циклоничности, то в данном случае этот «квадрат» может рассматриваться как район-предиктор для оценки фона повторяемости циклонов в других «квадратах». Конечно, далеко не все реперные «квадраты» имеют с другими районами высокую корреляционную связь. Тем не менее этот фоновый предиктор представляет интерес.

Выполненные расчеты представлены в виде корреляционных матриц (табл. 1—3), а сами значения  $r_{jk}$  картированы по каждому месяцу. На рис. 1—3 в качестве примера представлены изокорреляты только для 12 реперных «квадратов» для февраля. Приведем далее анализ пространственной корреляции.

1. Повторяемость циклонов  $n(\varphi, \lambda)$  над «квадратом» (рис. 1а) имеет наиболее тесную корреляционную связь с повторяемостью циклонов над районами, где проходит климатический арктический фронт. Значения  $r_{jk}$  колеблются в пределах  $0,45 \div 0,51$ . Физически обусловленная связь определяется большей частотой прохождения циклонов в районах (0, 1, 4, 6, 11), и формирование циклоничности на новоарктическом участке фронта (в «квадратах» 0, 1) сопровождается в целом последующей активизацией циклоничности на основном арктическом фронте «квадратах» 11, 6, 4).

Величины  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 0 имеют высокую корреляционную связь ( $r_{jk} = 0,52$ ) с  $n(\varphi, \lambda)$  Черноморского бассейна и заметную отрицательную корреляционную связь ( $r_{jk} = -0,43$ ) Балтийским бассейном.

2. Значения  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 1 (рис. 1б) и западных районов Северной Атлантики хорошо коррелируются между собой по причине, отмеченной в п. 1. Отрицательная корреляционная связь

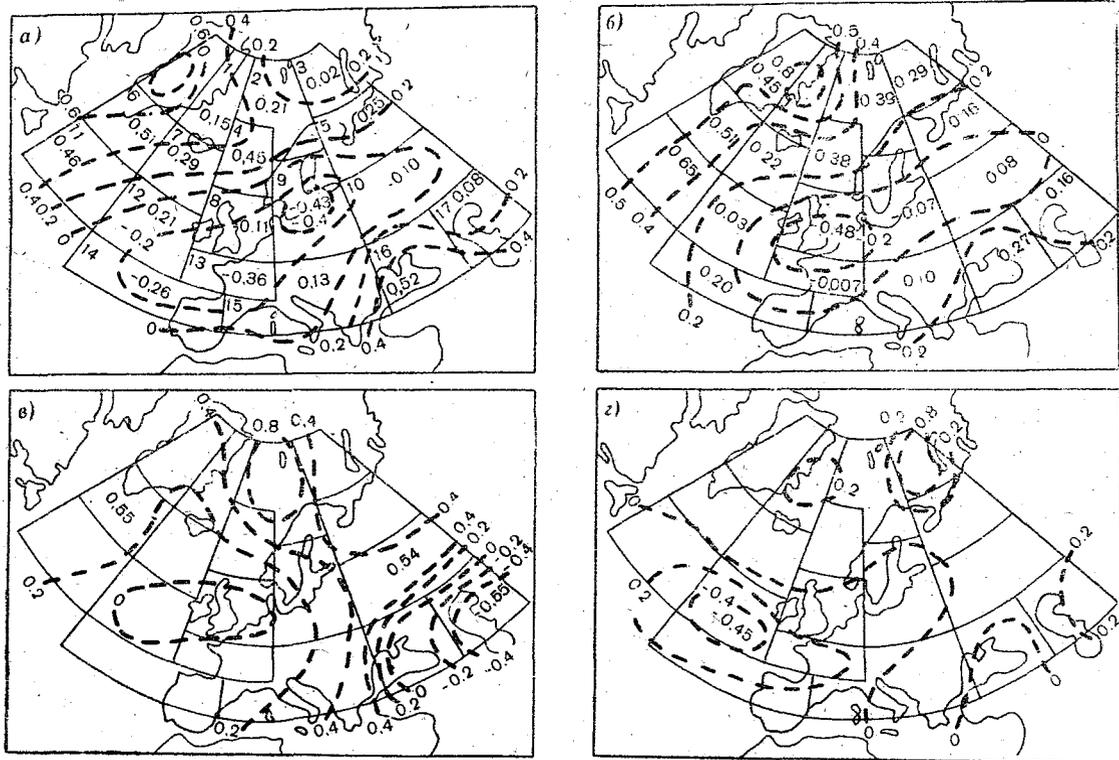


Рис. 1. Изокорреляты позторяемости циклонов над АЕСП в феврале:  
 а, б, в, г — реперные «квадраты» 0, 1, 2, 3, (от  $r_{0j}$  до  $r_{3j}$ ).

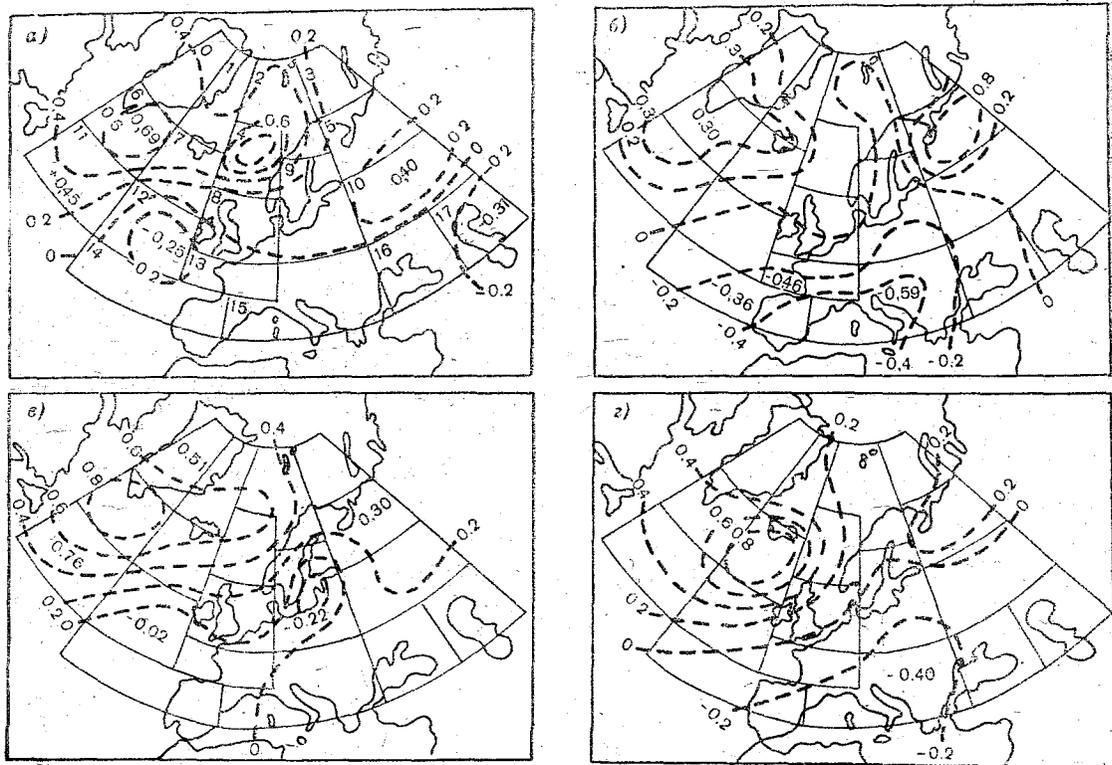


Рис. 2. Изокорреляты повторяемости циклонов над АЕСП в феврале:  
 а, б, в, г — реперные «квадраты» 4, 5, 6, 7 (от  $r_{4j}$  до  $r_{7j}$ ).

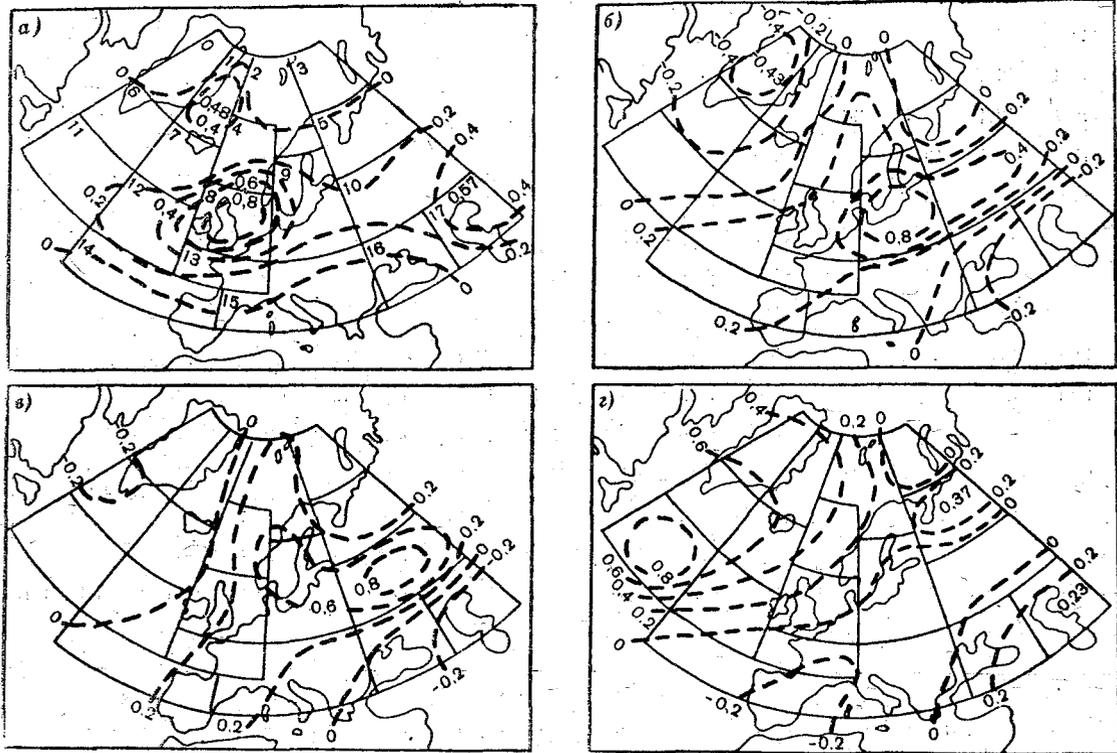


Рис. 3. Изокорреляты повторяемости циклонов над АЕСП в феврале:  
 а, б, в, г — реперные «квадраты» 8, 9, 10, 11 (от  $r_{8j}$  до  $r_{11j}$ ).



Матрица коэффициентов корреляции по

Квад- рат:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	1,00	0,49	0,01	0,33	0,05	0,14	0,32	0,003	0,18
1		1,00	0,04	0,40	-0,15	-0,19	0,43	-0,03	-0,28
2			1,00	-0,26	-0,10	0,56	0,01	-0,05	-0,05
3				1,00	0,05	0,19	0,37	0,10	0,13
4					1,00	0,20	0,36	0,13	0,53
5						1,00	0,12	0,05	0,27
6							1,00	0,46	0,24
7								1,00	0,05
8									1,00
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									







обнаруживается с Североморским «квадратом» 8. С другими районами «квадрат» 1 коррелируется слабо.

3. Значения  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 2 (рис. 1в) хорошо коррелируются с аналогичными значениями вдоль климатического фронта, а также центральной части ЕТС. Отрицательная корреляционная связь обнаруживается с Каспийским районом — «квадрат» 17. Слабая отрицательная корреляционная связь с «квадратами» 8 и 12 указывает на преобладание в этих районах, при данном макропроцессе, гребня Азорского антициклона.

4. Характерной особенностью сопряженности повторяемости циклонов «квадрата» 3 (рис. 1г) является отрицательная корреляционная связь с  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 12. Причиной этому, видимо, являются блокирующие процессы, нередко нарушающие зональный перенос. С другими районами физически обусловленной связи  $n(\varphi, \lambda)$  не обнаруживается. Отметим следующую закономерность. При рассмотрении повторяемости циклонов над различными районами в зависимости от таковой над реперными «квадратами» арктического бассейна, обнаруживается обратная сопряженность, т. е. чем больше увеличивается циклоничность с запада на восток в арктических морях, тем больше активизируются антициклонические процессы с востока на запад в умеренных широтах (рис. 4).

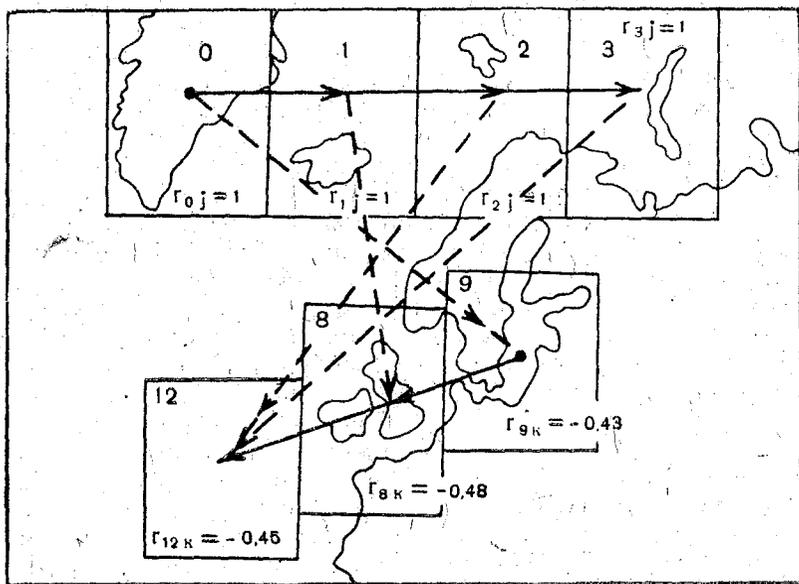


Рис. 4. Схема смещения областей положительной и отрицательной корреляции.

Не исключено при этом значительное влияние антициклонов восточного происхождения.

5. Значения  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 4 (рис. 2а) — Норвежское море — имеют хорошую корреляцию с уже указанными районами, расположенными вдоль климатического фронта ( $r_{jk} = 0,38 + 0,69$ ), а также с центральными районами ЕТС ( $r_{jk} = 0,40$ ).

6. Повторяемость циклонов «квадрата» 5 (рис. 2б) — север ЕТС — имеет хорошую отрицательную корреляционную связь с южными районами Западной Европы и прилегающей частью Атлантики. Положительная связь обнаруживается с «квадратом» 6.

7. Повторяемость циклонов «квадрата» 6 (рис. 2в) имеет высокую положительную корреляционную связь со всеми смежными районами Северной Атлантики ( $r_{jk} = 0,51 \div 0,76$ ).

С другими районами статистически значимых связей не обнаруживается.

8. Рассматривая «квадрат» 7 (рис. 2г) в качестве реперного, можно обнаружить увеличение повторяемости циклонов над Гренландией и смежными «квадратами» 6—11. Над районами Средиземного моря — Балканы — отмечается уменьшение повторяемости.

9. Значения  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 8 (рис. 3а) не имеют обеспеченной корреляционной связи со смежными западными и восточными «квадратами». Положительная корреляционная связь обнаруживается с Каспийским «квадратом» ( $r_{jk} = 0,57$ ) и отрицательная с «квадратом» 1 ( $r_{jk} = -0,48$ ).

10. Значения  $n(\varphi, \lambda)$  «квадрата» 9 (рис. 3б) обнаруживают положительную корреляционную связь вдоль некоторой зоны, вытянутой от Бискайского залива, через юг Балтийского моря и далее на восток.

11. Повторяемость циклонов «квадрата» 10 (рис. 3в) обнаруживает тесную корреляционную связь со смежными районами. Здесь следует отметить такую особенность: циклоны, проходящие через Московский «квадрат» 10, как правило, представляют собой циклоны, приходящие с северо-запада. Чисто западные циклоны в Московский «квадрат» в феврале приходят реже.

Итак, анализ  $n(\varphi, \lambda)$  реперных «квадратов» 6—10 (аналогично 11—17) показывает, что изменение изокоррелят обнаруживает некоторое подобие развития зонального процесса, что соответствует априорному заданию смещения циклоничности от западных к восточным «квадратам». Тем самым выявляются районы с более повышенной или пониженной повторяемостью циклонов при заданном реперном «квадрате», а значит, с некоторой вероятностью устанавливаются и штормовые зоны. Можно полагать, что форма изокоррелят повторяемости циклонов отражает таковую барического поля, достаточно осредненного за большой период, а горизонтальные градиенты изокоррелят — скорость ветра в сопряжен-

ных разного знака барических полях. Основание этому может быть следующее.

Пусть на линии  $\varphi$  имеется отрезок  $ab = \Delta n$  (км), нормальный к некоторой изобаре  $\bar{p}_0$  (рис. 5). В точках  $a$  и  $b$  фиксируются центры барических образований определенного знака, при этом значения  $\Delta x_{ij}$  и  $\Delta x_{jk}$  даны в соответствии с формулой (2). Если каждому циклону в точке  $a$  соответствует антициклон в точке  $b$ , тогда  $r_{ja}$  для точки  $a$  будет равно 1, а для точки  $b$   $r_{bk} = -1$ . Такая обратная сопряженная связь на линии нормальной к изокоррелятам даст средний градиент давления  $\left(\frac{\Delta p_0}{\Delta n}\right)$  максимально возможный, если  $r_{ja} - r_{bk} = 2$ , и минимальный если эта разность равна нулю.

Таким образом, карты изокоррелят дают довольно полное, хотя и фоновое представление не только о положении штормовых зон, если циклоничность в каком-то районе усиливается (реперный «квадрат»), но и о последующих пространственных изменениях этих зон (направлении и эволюции) при соответствующем изменении реперных «квадратов».

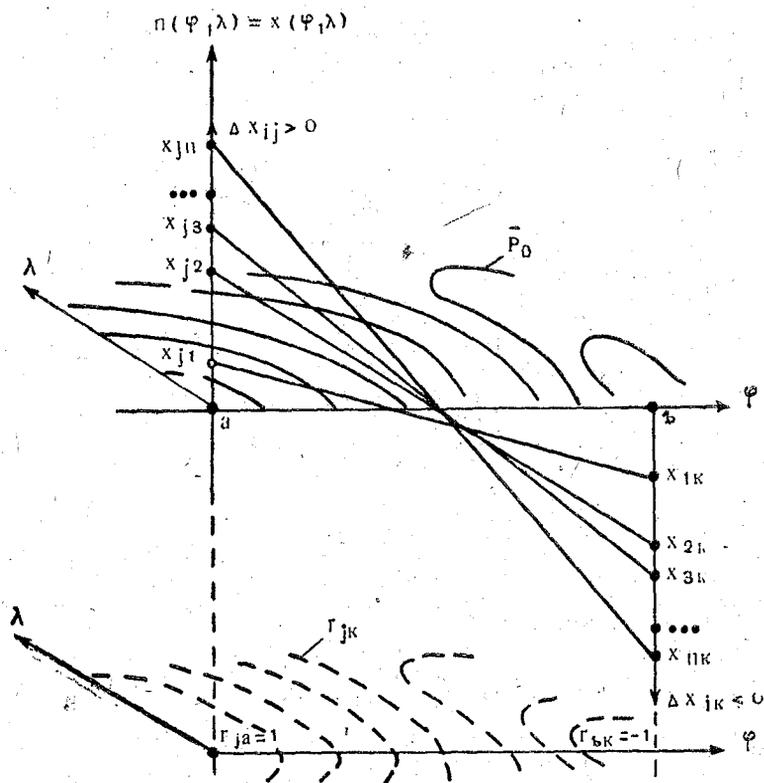


Рис. 5. Схема аналогии поля изокоррелят среднему полю давления.

В данном исследовании рассматриваются повторяемости циклонов безотносительно к их интенсивности. Перемещение любого циклона через данный «квадрат» фиксируется лишь знаком. Суммарная или средняя величина повторяемости циклонов того или иного района адекватно отражает лишь меру циклоничности. Следовательно, пространственная корреляция, выполненная таким образом, отражает сглаженную фоновую связь, в то время как в течение месяца интенсивность зафиксированных в «квадрате» циклонов будет различна. Пространственную корреляционную связь повторяемости различной интенсивности следует рассматривать как задачу более высокого порядка, требующую исключительно трудоемкой обработки большого статистического ряда.

Аналогия линий изокоррелят зонам больших градиентов давления дает не только наглядное представление о вероятном положении штормовых зон, но и позволяет судить об их смещении при наличии преобладающей циклоничности в том или ином районе АЕСП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бауман И. А. О траекториях циклонов в районе авиатрассы Ленинград—Москва. Тр. ЛГМИ, 1963, вып. 19, с. 191—207.
2. Бельская Н. Н. Южные циклоны и условия их перемещения на ЕТС. Тр. ЦИПа, 1949, вып. 17 (44), с. 64—76.
3. Бескровный В. Ф. Синоптические условия метелей и снежных заносов на железных дорогах Европейской части СССР. Л., 1929, 88 с. (ГГО).
4. Блютген И. География климатов, т. II. М., «Прогресс», 1973, 402 с.
5. Броунов П. И. Избранные сочинения, т. I. Л., Гидрометеоздат, 1957, 303 с.
6. Долганов Л. В. Условия вхождения и развития углубляющихся циклонов над ЕТС. Тр. ЛГМИ, 1958, вып. 8, с. 39—44.
7. Дрогайцев Д. А. Долгосрочные гидрометеорологические прогнозы на основе учета колебаний температуры. Л., Гидрометеоздат, 1959, 92 с.
8. Керсновский Б. Пути циклонов в России за период 1884—1886 гг. «Метеорологический сборник», 1889, вып. XII, № 10, 41 с.
9. Кричак О. Г. Синоптическая метеорология. Л., Гидрометеоздат, 1956, 531 с.
10. Курганская В. М. Условия развития и перемещения на Европейскую территорию СССР южных циклонов летнего полугодия. Тр. ЦИПа, 1949, вып. 16 (43), с. 3—32.
11. Лейст Е. Пути циклонов в России за период 1878—1880 гг. «Метеорологический сборник», 1883, вып. 8, № 9, 65 с.
12. Михель В. М. Аэросиноптические исследования циклонов, движущихся с севера на юг. Тр. ГГО, 1939, вып. 27, с. 90—107.
13. Новохатько А. Ныряющие циклоны над Баренцевым морем. Тр. ЦИПа, 1956, вып. 42 (69), с. 54—57.
14. Перелет Г. И., Бишкина Н. Д. Некоторые дополнительные сведения о «ныряющих» циклонах. Тр. ОГМИ, 1959, вып. VIII, с. 107—119.
15. Петерсен С. Анализ и прогноз погоды. Л., Гидрометеоздат, 1961, 652 с.
16. Погосян Х. П. Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы. Тр. ЦИПа, 1947, вып. 1 (28), с. 1—88.
17. Рыбкин П. Пути циклонов в Европейской России за 1890—1892 гг. Записки Имп. Акад. наук, 1898, с. VIII, т. VI, № 1, 139 с.

18. Рыкачев М. А. Типы путей циклонов в Европе по наблюдениям 1872—1887 гг. Записки Имп. Акад. наук, 1896, т. III, № 3, 169 с.

19. Срезневский Б. И. Пути циклонов в России за 1881—1883 гг. «Метеорологический сборник», 1886, вып. X, № 9, 49 с.

20. Срезневский Б. И. Пути циклонов в России за 1887—1889 гг. Записки Имп. Акад. наук, 1895, с. VIII, т. II, № 6, 90 с.

21. Хандожко Л. А. Типовые траектории штормовых циклонов для северо-запада ЕТС. Тр. ЛГМИ вып. 22, с. 207—242.

22. Чернова В. Ф. Некоторые сведения о «ныряющих» циклонах. Тр. ЦИПа, 1959, вып. 83, с. 48—60.

23. *Berber* van W. J. Die zugstrassen der Barometrischen Minima. Meteorologischen Zeitschrift, 1891, Bd. XXVI, H. 10. S. 361 — 366.

---

## ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДЛИННЫХ ВОЛН В СТРАТОСФЕРЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Крупномасштабные атмосферные волны являются одной из особенностей циркуляции и играют важную роль в развитии глобальных атмосферных процессов. При переходе к прогнозу по полушарию особое значение приобретает учет ультрадлинных волн с волновыми числами  $m = 1-4$ .

Исследованию ультрадлинных волн с помощью гармонического анализа посвящены работы М. Б. Галина, Г. П. Курбаткина, С. А. Машковича, Деланда, Мунча, Элиасена и Маченхауера, Эрея и многих других. Согласно этим исследованиям, ультрадлинные волны играют доминирующую роль в развитии крупномасштабных атмосферных процессов. На долю этих волн приходится значительная часть кинетической энергии. С их эволюцией связаны колебания зональной циркуляции, изменения циклонической активности, межширотный теплообмен и т. д.

Г. П. Курбаткиным [1-5] проведен количественный анализ самых больших сферических гармоник в полях геопотенциала восьми изобарических поверхностей северного полушария от 1000 до 50 мб и создана гидродинамическая модель прогноза ультрадлинных волн.

Целью настоящей работы является уточнение поведения ультрадлинных волн в стратосфере северного полушария на уровнях 100 и 30 мб. Для изучения крупномасштабных возмущений в стратосфере был применен гармонический анализ барических полей.

Гармонический анализ всякого периодического процесса, независимо от его природы, состоит в нахождении гармонических колебаний, имеющих период, одинаковый с периодом процесса, и таких, чтобы изучаемый процесс мог быть получен как результат наложения гармонических колебаний. С математической точки зрения, это задача о представлении периодической функции, описывающей процесс в виде суммы ряда косинусоидальных величин.

В качестве периодической функции рассматривается высота изобарической поверхности  $z(\theta, \lambda)$ . Задача состоит в выделении старших гармоник ряда  $m = 1-4$ , соответствующих ультрадлинным волнам в поле высот изобарической поверхности.

Представим поле геопотенциала на данном круге широты в виде следующего ряда Фурье:

$$z(\theta, \lambda) = \bar{z}(\theta) + \sum_{m=1}^M \left\{ a_m(\theta) \cos m\lambda + b_m(\theta) \sin m\lambda \right\},$$

где  $m$  — волновое число ( $m = \frac{2\pi}{L}$ );  $L$  — длина волны;  $\lambda$  — долгота места;  $\theta$  — дополнение до широты;  $\bar{z}(\theta)$  — зональная часть, определяемая по уравнению

$$\bar{z}(\theta) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} z(\theta, \lambda) d\lambda;$$

$a_m$  и  $b_m$  — коэффициенты Фурье, рассчитываемые по формулам:

$$a_m(\theta) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} z(\theta, \lambda) \cos m\lambda d\lambda,$$

$$b_m(\theta) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} z(\theta, \lambda) \sin m\lambda d\lambda$$

при  $m \neq 0$ ;

$$a_0(\theta) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} z(\theta, \lambda) d\lambda.$$

при  $m = 0$

Если заданы точечные значения геопотенциала  $z(\theta, \lambda)$ , то вычисление коэффициентов Фурье производится по формулам

$$a_m(\theta) = \frac{2}{n} \sum_{k=1}^n z_k \cos m \frac{2(k-1)}{n} \pi,$$

$$b_m(\theta) = \frac{2}{n} \sum_{k=1}^n z_k \sin m \frac{2(k-1)}{n} \pi$$

и  $m \neq 0$ ;

$$a_o(\theta) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n z_k$$

при  $m = 0$ .

По известным коэффициентам  $a_m$  и  $b_m$  однозначно определяются амплитуды и фазовые углы отдельных гармоник:

$$A_m = \sqrt{a_m^2 + b_m^2};$$

$$\delta_m = \frac{1}{m} \arctg \frac{b_m}{a_m}$$

Исходными материалами для исследования служили карты абсолютной барической топографии АТ<sub>100</sub> и АТ<sub>30</sub> северного полушария. В качестве исследуемых периодов были выбраны декабрь 1968, январь 1969 и июль 1969 гг.

Гармонический анализ применялся к 5-дневным средним значениям геопотенциала, заданного в узлах регулярной сетки с постоянным шагом по параллели  $\Delta\lambda = 20^\circ$  и вдоль меридиана  $\Delta\theta = 10^\circ$  и осредненного для двух широтных зон: зоны высоких (80—60° с. ш.) и зоны умеренных (60—40° с. ш.) широт. Пятисуточное осреднение геопотенциала использовано для отфильтровывания волновых возмущений с временными масштабами менее 5 суток [6, 7]. Расчет характеристик ультрадлинных волн проводился на ЭВМ М-222.

Для анализа ультрадлинных волн были построены графики временного хода амплитуд и фазовых углов, а также диаграммы, изображающие фазовые траектории волн. Результаты гармонического анализа полей геопотенциала позволили исследовать изменение стратосферных волн во времени и в пространстве, а также показать, что в стратосфере зимой преобладают ультрадлинные волны с  $m = 1$  и  $m = 2$ , которые вносят наибольший вклад в стратосферные возмущения. В большинстве случаев амплитуды этих волн в 5—10 раз больше амплитуд остальных гармоник (табл. 1).

Таблица 1.

Средние значения амплитуд ультрадлинных волн (в дкм) в стратосфере северного полушария (1968—1969 гг.)

Изобарический уровень, мб	Северная широта, град	Декабрь—январь				Июль	
		Волновое число, $m$					
		1	2	3	4	1	2
30	80—60	42	12	4	3	2	1
	60—40	20	9	2	3	3	2
100	80—60	20	12	3	2	13	4
	60—40	16	10	5	5	4	3

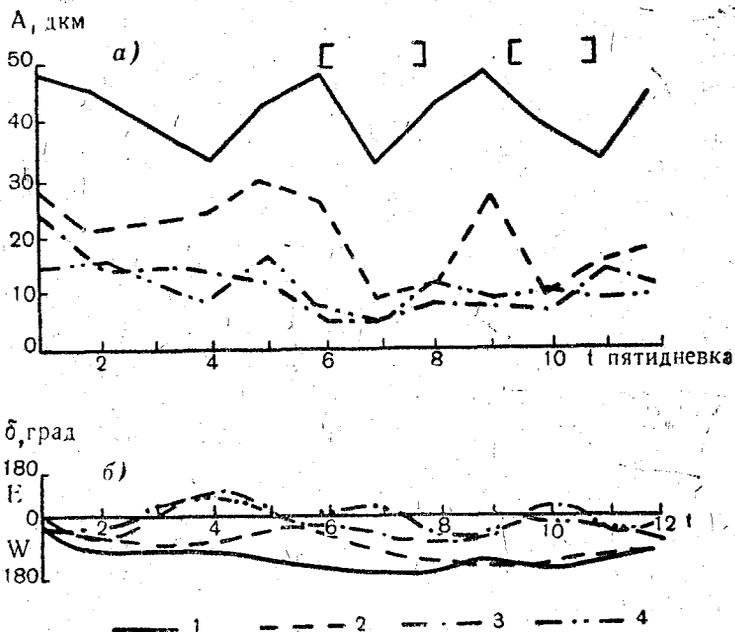


Рис. 1. Амплитуды (а) и фазовые углы (б) гармоник  $m=1 \div 2$  в зоне  $80-60^\circ$  с. ш. в зимний период.  
 1— $m=1$ , 30 мб; 2— $m=1$ , 100 мб; 3— $m=2$ , 30 мб; 4— $m=2$ , 100 мб

Зимой амплитуды ультрадлинных волн претерпевают значительные изменения. С уменьшением высоты увеличивается роль возмущений с  $m > 1$ . По графикам временного хода амплитуд можно довольно четко проследить меридиональные преобразования циркуляции в стратосфере. Наибольшие амплитуды волн  $m = 1 \div 2$  отмечаются во время максимального развития полярного циклона, а наименьшие — при перестройке барического поля. На рис. 1 скобками показаны периоды раздвоения стратосферного полярного циклона, в течение которых происходят резкие колебания амплитуд. Например, с 27 декабря по 3 января в стратосфере наблюдалось раздвоение циклона. К началу раздвоения на уровне 100 мб амплитуда волны  $m = 1$  достигла максимального значения (25 дкм), к моменту наибольших меридиональных преобразований циркуляции амплитуда резко уменьшилась до 7 дкм. В этот период повысилась роль волн с меньшим масштабом.

Самые длинные волны ( $m = 1 \div 2$ ) являются квазистационарными и колеблются около некоторого фиксированного положения. Смещения волн в зоне высоких и умеренных широт в основном аналогичны, а амплитуды волн больше в зоне высоких широт. Волны колеблются в пределах  $180^\circ$  с небольшим преобладанием

западной составляющей. Исключения имеют место в моменты перестройки циркуляции. Так, на уровне 100 мб в зоне 60—40° с. ш. в период раздвоения циркумполярного вихря волна  $m = 1$  значительно отклонилась на запад, затем быстро вернулась к исходному положению. В то же время волна  $m = 2$  совершила обратное колебание.

Флуктуации в положении и амплитуде ультрадлинных волн в стратосфере можно объяснить, рассматривая движение состоящим из двух компонент — стационарной волны и волны, движущейся с востока на запад.

Наблюдаемые в стратосфере резкие изменения амплитуд и нарушения стационарности ультрадлинных волн в периоды интенсивных меридиональных преобразований циркуляции, вероятно, связаны с усилением подвижных компонент этих волн. Смещение подвижной компоненты приводит к уменьшению амплитуды суммарной ультрадлинной волны и резкому ее росту при совпадении фаз подвижной и стационарной волн.

В перемещении третьей гармоники обнаруживается преобладание западного направления движения в каждой широтной зоне, что свидетельствует о возрастании роли подвижной компоненты по сравнению со стационарной с уменьшением длины волны.

Перемещение гармоники  $m = 4$  носит сложный характер. На уровне 30 мб в зоне высоких широт волна движется к западу, а в зоне умеренных широт — к востоку. На уровне 100 мб в обеих широтных зонах четвертая гармоника не обнаруживает преобладания западного или восточного направления движения.

В летний период волновой характер барических полей выражен слабо, амплитуды волн малы, их стационарность повышена.

Сравнение значений фазовых углов ультрадлинных волн на двух изобарических поверхностях показало, что на уровне 30 мб волны смещены к западу по сравнению с их положением на уровне 100 мб.

Сопоставление результатов проведенного анализа ультрадлинных волн в стратосфере с результатами исследований тропосферных ультрадлинных волн позволяет сделать вывод об увеличении в стратосфере роли волн самого большого масштаба. Ультрадлинные волны могут служить показателями устойчивости процессов в стратосфере, их поведение отражает меридиональные преобразования стратосферной циркуляции.

В этой связи необходимо детально изучить характер поведения стационарных и подвижных компонент ультрадлинных волн в стратосфере, их пространственно-временную структуру.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курбаткин Г. П. Некоторые особенности поведения ультрадлинных волн в атмосфере. Доклады АН СССР, 1967, т. 177, № 4, с. 824—827.
2. Курбаткин Г. П. Исследование ультрадлинных атмосферных волн. Сб. статей «Численные методы решения задач прогноза погоды и общей циркуляции атмосферы». СО АН СССР, Новосибирск, 1970, с. 174—227.

3. Курбаткин Г. П. Некоторые задачи моделирования ультрадлинных волн. Доклады АН СССР, 1970, т. 192, № 4, с. 793—795.

4. Курбаткин Г. П. Ультрадлинные волны и стратосферные потепления. Тр. ААНИИ, 1972, т. 311, с. 26—33.

5. Курбаткин Г. П., Синяев В. Н., Янцен А. Г. Спектральная модель долгосрочного прогноза со среднеклиматическими ограничениями. Изв. АН СССР, серия ФАО, 1973, т. IX, № 11, с. 1115—1128.

6. Arai Y. Statistical study of ultra-long waves. J. Meteor. soc. Japan 1970, 48, pp. 469—478.

7. Eliassen E. and Machenhauer B. A. Study of the fluctuations of the atmospheric planetary flow patterns represented by spherical harmonics, Tellus, 1965, 17, pp. 220—238.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бауман И. А., Кондратович К. В., Савичев А. И.</i> Некоторые особенности воздушных переносов на уровне моря в Северной Атлантике по данным ежедневных карт погоды за 60 лет . . .	3—62
<i>Кондратович К. В.</i> Прогноз месячных аномалий давления и типа барического поля в районе Северной Атлантики . . . . .	63—96
<i>Бауман И. А.</i> К прогнозу аномалий средней месячной температуры воздуха в центральных районах Северной Атлантики . .	97—104
<i>Саичев А. И.</i> Прогноз барического поля по району Северной Атлантики в месяцы переходных сезонов на основе учета особенностей развития макропроцессов над северным полушарием . .	105—110
<i>Кондратович К. В., Савченко С. И.</i> Длительные тенденции в изменении атмосферной циркуляции и погоды в Северной Атлантике и задача долгосрочного прогноза температуры воздуха . . .	111—123
<i>Репинская Р. П., Соляренко В. Н., Скляренко В. Л., Смирнов Н. П.</i> Прогноз поля давления экстраполированием параметров разложения по естественным ортогональным функциям . . . . .	124—133
<i>Яковлев В. Н.</i> К вопросу о роли внешних факторов в формировании предбиологических систем . . . . .	134—146
<i>Ландошко Л. А.</i> Пространственная корреляция повторяемости циклонов над Атлантико-европейским сектором полушария . . .	147—161
<i>Костина Н. Н.</i> Исследование ультрадлинных волн в стратосфере северного полушария . . . . .	162—167

**ТРУДЫ**

**Ленинградского гидрометеорологического института**

Выпуск 53

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА МАКРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ ЗА 60 ЛЕТ И ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ПОГОДЫ**

Редактор *Ю. П. Андрейков*

---

1-17282 Подп. к печ. 20.08.75. Тираж 500 Печ. л. 10,75 Зак. 231  
Цена 1 р. 43 к.

---

Тип. ВМУПП им. Ленинского комсомола

УДК 551.509.33

**Некоторые особенности воздушных переносов на уровне моря в Северной Атлантике по данным ежедневных карт погоды за 60 лет.** Бауман И. А.,

Кондратович К. В., Савичев А. И. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 3—62.

Излагаются результаты сравнительного анализа интенсивности зональных и меридиональных переносов на уровне моря для различных широтных зон Северной Атлантики. Приводятся месячные значения индексов А. Л. Каца на уровне моря для десятиградусных и двадцатиградусных участков Северной Атлантики за период с 1949 до 1968 гг.

Табл. 47. Илл. 6. Библ. 3.

УДК 551.509.33

**Прогноз месячных аномалий давления и типа барического поля в районе Северной Атлантики.** Кондратович К. В. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 63—96.

Представлены материалы количественной оценки макрометеорологических процессов и типизация среднего месячного барического поля в Северной Атлантике за 1901—1970 гг. Рассмотрен вопрос о комплексном использовании отечественных и зарубежных методов в задаче прогноза типа барического поля. Изложены основные результаты разработки и испытания синоптико-статистических и динамико-статистических схем прогноза аномалий давления и типа барического поля в Северной Атлантике. Показана эффективность предложенных схем по отношению к климатологическому, случайному и инерционному прогнозам.

Табл. 8. Илл. 9. Библ. 33.

УДК 551.509.33

**К прогнозу аномалий средней месячной температуры воздуха в центральных районах Северной Атлантики.** Бауман И. А. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 97—104.

Излагаются некоторые результаты исследования режима аномалий средней месячной температуры в центральных районах Северной Атлантики и предлагается синоптико-статистический способ прогноза термических аномалий в исследуемом районе, исходя из принципов, предложенных Т. В. Покровской.

Табл. 2. Библ. 4.

УДК 551.509

**Прогноз барического поля по району Северной Атлантики в месяцы переходных сезонов на основе учета особенностей развития макропроцессов над Северным полушарием.** Савичев А. И. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 105—110.

Предлагается схема прогноза поля давления над Северной Атлантикой для месяцев переходных сезонов. Схема построена на учете распределения аномалий среднего месячного давления и характера преобразования форм атмосферной циркуляции (по Г. Я. Вангенгейму и А. А. Гирсу) на полушарии в предшествующих перед прогнозируемым четырех месяцах с использованием генетической классификации барических полей в изучаемом районе по материалам наблюдений с 1900 г.

Библ. 9.

УДК 551.509

**Длительные тенденции в изменении атмосферной циркуляции и погоды в Северной Атлантике и задача долгосрочного прогноза температуры воздуха.** Кондратович К. В., Савченко С. И. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 111—123.

Рассмотрены крупномасштабные пространственно-временные колебания температуры воздуха. Анализ карт изокоррелят и графиков временных корреляционных функций приводит к выводу о целесообразности применения динамико-статистического метода прогноза для предсказания термических условий в атлантическом секторе. Приведены результаты испытаний схем прогноза месячных аномалий температуры воздуха по независимым материалам за 15 лет. Эти результаты позволяют рекомендовать схемы прогноза для оперативного использования.

Табл. 2. Илл. 5. Библ. 15.

УДК 551.509.314

**Прогноз поля давления экстраполированием параметров разложения по естественным ортогональным функциям.** Репинская Р. П., Скляренко В. Н., Скляренко В. Л., Смирнов Н. П. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 124—133.

Предлагается схема прогноза поля давления, построенная на основе линейного экстраполирования параметров разложения статистической совокупности исходных полей по пространственным естественным ортогональным функциям. Обсуждаются методические особенности схемы. Приводятся результаты прогноза поля давления над Северной Атлантикой с однодневной заблаговременностью.

Табл. 1. Илл. 4. Библ. 4.

УДК 551.509

**К вопросу о роли внешних факторов в формировании предбиологических систем.** Яковлев В. Н. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 134—147.

Для эффективного функционирования системы гидрометеорологического обеспечения рыбного хозяйства необходимо выяснить роль внешних (в том числе и гидрометеорологических) факторов на всех этапах эволюции планеты.

На основании современных представлений об образовании и эволюции Земли рассматривается возможная роль внешних факторов на стадии образования предбиологических систем. Эти системы выделились из внешней среды (первичного океана) при непосредственном влиянии гидрометеорологических факторов.

Библ. 15.

УДК 551.515.13

**Пространственная корреляция повторяемости циклонов над Атлантико-европейским сектором полушария.** Хандожко Л. А. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 147—161.

Рассматривается корреляционная сопряженность повторяемости циклонов над различными районами Атлантико-европейского сектора полушария. Коэф-

коэффициент корреляции  $r_{j,k}$  рассчитывается по 18 «квадратам», при этом реперный «квадрат» ( $r_{j=1}$ ) может приниматься в качестве фонового предиктора перестройки барического поля.

Табл. 3. Илл. 5. Библ. 22.

УДК 551.513 : 551.510.53

**Исследование ультрадлинных волн в стратосфере северного полушария.**  
Костина Н. Н. Труды ЛГМИ, 1975, вып. 53, стр. 162—167.

Приводятся результаты исследования ультрадлинных волн на уровнях изобарических поверхностей 100 и 30 мб с помощью гармонического анализа. Отмечается большой вклад ультрадлинных волн с  $m = 1$  и 2 в возмущения зимней стратосферной циркуляции.

Табл. 1. Илл. 1. Библ. 7.