

# Обзор циклонической и антициклонической активности на территории Северного полушария за 2023 год

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем обзоре представлен анализ аномальности некоторых характеристик циклонической и антициклонической активности, наблюдавшейся во внетропической зоне северного полушария зимой и летом 2023 года, а именно, повторяемости циклонов и антициклонов, их глубины/высоты и площади. Данные обзора также позволяют получить представление о долгопериодных изменениях циклонической/антициклонической активности за 1952-2023 гг. для рассматриваемых сезонов.

Приводятся оценки, как самих характеристик, так и их аномалий в виде отклонения от нормы (среднего за базовый период 1991-2020 гг.) и в долях статистики масштаба (стандартного отклонения, также полученного за базовый период) - нормированная аномалия по отдельным регионам. В качестве регионов выбраны широтно-долготные прямоугольники, расположенные на суше и над акваторией океанов северного полушария (рисунки 1, 2). Регионы выбирались в областях максимальной повторяемости циклонов (антициклонов) как в целом за период с 1952 года, так и в противоположных фазах ведущих климатических мод Северного полушария. Отметим, что набор регионов различен для циклонов и антициклонов и для различных сезонов.

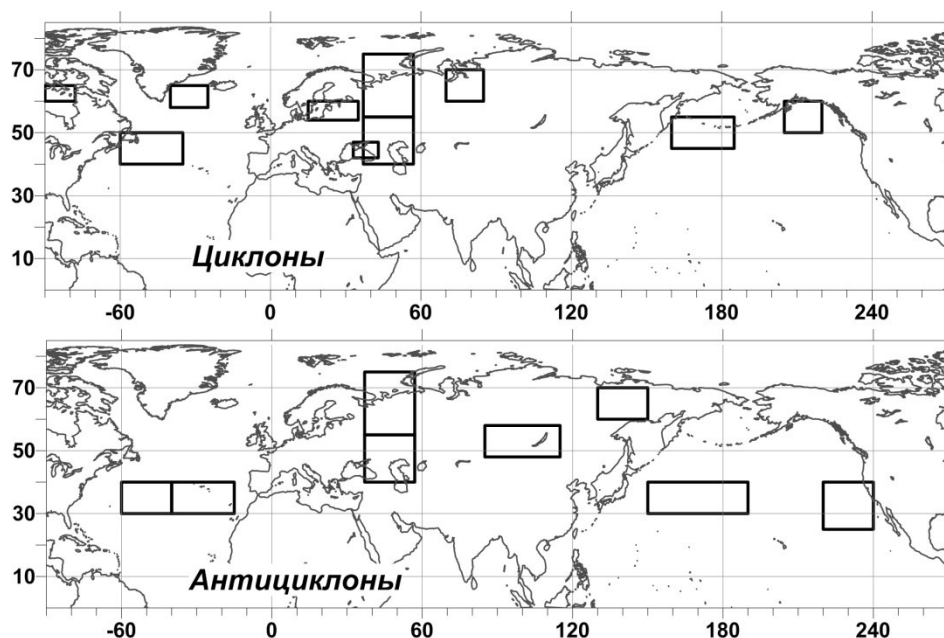


Рисунок 1 - Схема регионов для мониторинга циклонической и антициклонической активности (зимний сезон)

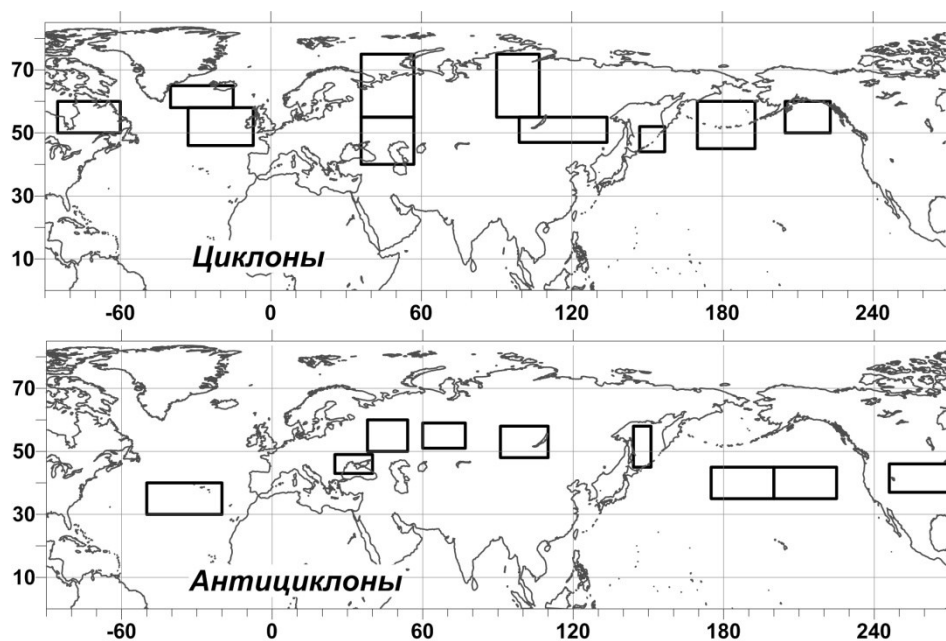


Рисунок 2 - Схема регионов для мониторинга циклонической и антициклонической активности (летний сезон)

Повторяемость рассчитывается как число циклоно(антициклоно)-дней, деленное на количество дней в сезоне центров циклонов/антициклонов, попавших в заданный регион, и выражается в процентах (на графиках в долях единицы). За один циклоно(антициклоно)-день принимается день, когда центр вихря попадает в рассматриваемый регион. Средние по региону площадь и глубина получаются простым осреднением соответствующих характеристик циклонов/антициклонов, за сроки, когда центры попадали в заданный регион. Аномалии рассчитываются по данным регионально обобщенных временных рядов относительно средних за 1991-2020 гг.

Метод, использованный для идентификации циклонов/антициклонов, основан на том, что циклон представляет собой углубление (соответственно, антициклон – «купол») изобарической поверхности (рисунок 3). Выделялись одноцентровые циклоны/антициклоны, ограниченные замкнутой изогипсой (изогипса уровня  $Z_0$  на рисунок 3), внутри которой содержится единственный минимум (для циклонов) или максимум (для антициклонов).

Для области  $S_0$  рассчитываются следующие характеристики:

-  $(f_c, l_c)$  - координаты геометрического центра: центра тяжести области внутри «минимального» контура;-  $Z_c$  – значение в центре, гПм;-  $d = |Z_c - Z_0|$  - глубина (циклон), высота (антициклон), гПм;-  $a = \int_{x \in S_0} ds$  – площадь, млн. км<sup>2</sup>.

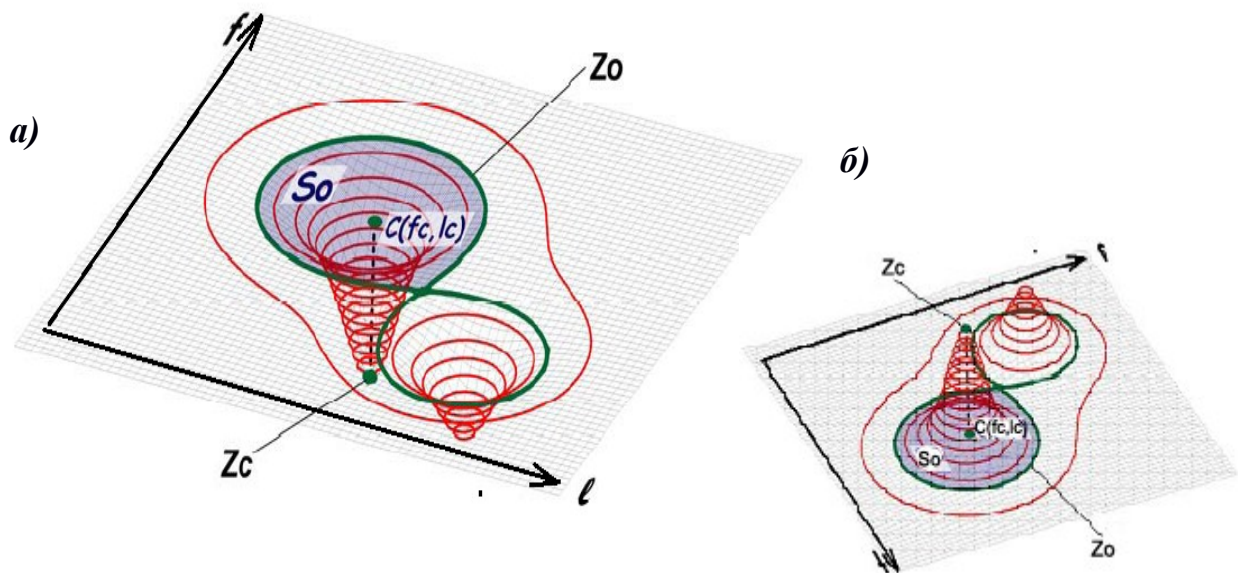


Рисунок 3 - Схема к определению циклонической области по данным барической топографии (а); то же для антициклонической области (б).

Центры в полях геопотенциала за последовательные сроки объединяются в траектории на основе алгоритма «ближайшего соседа» с дополнительным условием перемещения не более 600 км за один срок для циклонов и 500 км — для антициклонов. Архив траекторий, содержащий указанные выше характеристики, фильтровался: оставлены лишь те циклоны/антициклоны, которые просуществовали не менее 6 сроков.

Для расчета используются данные поля геопотенциала H1000 и H500 реанализа NCEP/NCAR [1] за 4 срока с 1951 года; сетка 2.5x2.5 градуса.

Особенности вихревой активности в Северном полушарии в зимний сезон.

В таблице 1 приведены осредненные по выбранным регионам значения и аномалии повторяемости, глубины и площади циклонов для зимы 2022/23 гг. Аналогичные характеристики для антициклонов приведены в таблице 2.

Зимой в большинстве регионов повторяемость циклонов, а также их площадь и глубина были меньше нормы. Наименее интенсивная по сравнению с нормой циклоническая деятельность отмечалась в регионе Северная часть ЕЧР (нормированная аномалия -1,41). Над акваторией океанов пониженная циклоническая активность наблюдалась в Северной Атлантике в секторе 58-65° с.ш., 25-40° з.д. и в Тихом океане в районе Алеутских островов (50-60° с.ш., 205-220° в.д). Самые высокие положительные аномалии повторяемости циклонов отмечались в Прибалтике, однако они не достигали даже одного стандартного отклонения.

Наиболее крупные отрицательные аномалии площади и глубины циклонов наблюдались в тихоокеанском секторе 45-55° с.ш., 160-185° в.д.) и составили -1,59 и -1,38, соответственно (табл. 1).

Таблица 1 - Регионально осредненные характеристики циклонической активности в Северном полушарии для зимнего сезона 2022/23 гг.

v – аномалия в отклонениях от среднего за период 1991-2020 гг.,

w – аномалия, нормированная на стандартное отклонение

Регион	Повторяемость			Площадь			Глубина		
	F, %	vF, %	wF	A, млн км <sup>2</sup>	vA, млн км <sup>2</sup>	wA	D, гпм	vD, гпм	wD
Северная Атлантика (40-50° с.ш., 35-60° з.д.)	24	1,6	0,25	1,74	-0,24	-0,39	115,4	-7,0	-0,32
Северная Атлантика (58-65° с.ш., 25-40° з.д.)	18	-3,0	-0,59	1,74	-0,33	-0,74	136,7	-6,3	-0,28
Северная часть ЕЧР (55-75° с.ш., 37-57° в.д.)	13	-10,9	-1,41	1,49	-0,02	-0,06	78,9	2,3	0,13
Южная часть ЕЧР (40-55° с.ш., 37-57° в.д.)	11	-0,4	-0,08	1,59	0,30	0,94	56,0	3,5	0,28
Прибалтика (54-60° с.ш., 15-35° в.д.)	12	4,0	0,94	1,05	-0,38	-0,76	57,7	-17,2	-0,71
Причерноморье (42-47° с.ш., 33-43° в.д.)	2	-0,1	-0,09	0,58	-0,79	-0,97	28,3	-22,1	-0,93
Обская губа (60-70° с.ш., 70-85° в.д.)	9	-2,1	-0,53	1,19	-0,25	-0,70	50,3	-16,8	-1,06
Северная Америка (60-65° с.ш., 78-90° з.д.)	13	3,3	0,69	0,98	0,04	0,16	51,0	-3,2	-0,21
Тихий океан (45-55° с.ш., 160-185° в.д.)	40	5,5	0,84	2,60	-1,26	-1,59	140,6	-35,7	-1,38
Тихий океан (50-60° с.ш., 205-220° в.д.)	23	-1,8	-0,26	3,14	0,52	0,86	134,1	12,3	0,76

Как видно из таблицы 2, повторяемость антициклонов превышала норму во всех регионах, кроме Северной Атлантики (30-40° с.ш., 40-15° з.д.), Северо-востока РФ (60-70° с.ш., 130-150° в.д.) и Тихого океана (25-40 с.ш., 220-240° в.д.). Наиболее интенсивная антициклоническая активность отмечалась в Тихоокеанском секторе 30-40° с.ш., 150-190° в.д., где аномалия составила +8.8% или 1,27 стандартного отклонения. Аномально низкая повторяемость антициклонов отмечалась на Северо-востоке РФ (60-70° с.ш., 130-150° в.д.); размеры вихрей здесь были существенно меньше нормы.

Площадь и высота антициклонов в большинстве регионов не превышали норму, за исключением Северной Атлантики и Южной части ЕЧР (40-55° с.ш., 37-57° в.д.). В континентальном регионе антициклоны оказались довольно мощными (нормированная аномалия площади +1,25, высоты +1,56).

На рисунках 4, 5 приведены временные ряды сезонных оценок повторяемости (отношение количества дней, когда центр циклона находился в рассматриваемом регионе

к суммарному числу дней в сезоне) циклонов для регионов северного полушария. На рисунках 6, 7 представлены аналогичные временные ряды для антициклонов. Дополнительно показаны 11-летние скользящие средние, которые позволяют проследить колебания анализируемой характеристики.

Таблица 2 - Регионально осредненные характеристики антициклонической активности в Северном полушарии для зимнего сезона 2022/23 гг.

v – аномалия в отклонениях от среднего за период 1991-2020 гг.,

w – аномалия, нормированная на стандартное отклонение

Регион	Повторяемость			Площадь			Высота		
	F, %	vF, %	wF	A, млн км <sup>2</sup>	vA, млн км <sup>2</sup>	wA	D, гпм	vD, гпм	wD
Северная Атлантика (30-40° с.ш., 40-15° з.д.)	18	-8,5	-0,84	6,20	0,89	0,94	68,2	8,1	0,64
Северная Атлантика (30-40° с.ш., 60-40° з.д.)	15	3,0	0,66	4,01	-0,03	-0,04	47,2	-3,6	-0,35
Северная часть ЕЧР (55-75° с.ш., 37-57° в.д.)	8	1,8	0,42	2,46	-0,42	-0,26	51,4	-1,8	-0,08
Южная часть ЕЧР (40-55° с.ш., 37-57° в.д.)	15	3,7	0,76	3,81	1,22	1,24	68,7	22,4	1,56
Юг Сибири (48-58° с.ш., 85-115° в.д.)	36	7,2	0,74	3,44	-0,51	-0,50	62,6	-10,9	-0,71
Северо-восток РФ (60-70° с.ш., 130-150° в.д.)	7	-4,8	-1,28	0,46	-0,25	-1,01	18,8	-5,4	-1,17
Тихий океан (25-40 с.ш., 220-240° в.д.)	23	-4,0	-0,49	1,92	-0,59	-1,00	27,0	-7,6	-0,98
Тихий океан (30-40° с.ш., 150-190° в.д.)	26	8,8	1,27	3,22	-0,22	-0,35	50,7	0,3	0,04

В изменениях повторяемости циклонов в регионах Северной Атлантики и Северной части Тихого океана однонаправленные тенденции не выявлены. Исключение составляет область Тихого океана (50-60° с.ш., 205-220° в.д.), где отмечается слабое уменьшение повторяемости на всем периоде 1952-2023 гг. (рисунок 4г).

В Северной Атлантике (40-50 с.ш., 35-60 з.д.) наименьшая повторяемость циклонов отмечалась в середине 1980-х, затем начался рост, продолжавшийся до середины 2000-х. В последнее десятилетие циклоническая активность в регионе ослабевает (рисунок 4а). К западу от Исландии (58-65° с.ш., 25-40° з.д.) и в Тихом океане в области (45-55° с.ш., 160-185° в.д.) выраженные колебания не прослеживались. Для последнего региона также следует отметить повышенную повторяемость циклонов в течение последних пяти лет.

На севере ЕЧР (рисунок 5а) повышенная повторяемость циклонов наблюдалась в конце 1950-х – начале 1960-х и с середины 1980-х до конца 1990-х. В 2000-е годы повторяемость циклонов уменьшалась. В южной половине ЕЧР (рисунок 5б) долгопериодные изменения циклонической активности характеризуются небольшим

ростом с середины 1970-х до середины 1980-х, затем убывание до середины 1990-х, после чего выраженные колебания не прослеживаются. В Прибалтике (рисунок 5д) выраженных долгопериодных тенденций не наблюдается. Прослеживаются колебания с периодом около 2-х десятилетий. В Обской губе (рисунок 5г) интенсивная циклоническая циркуляция отмечалась с середины 1970-х до конца 1980-х. С середины 2000-х повторяемость циклонов в среднем по региону уменьшается. В Черноморье (рисунок 5в), по сравнению с другими рассматриваемыми регионами, циклоны зимой наблюдаются реже. Количество циклоно-дней уменьшалось с начала 1980-х до середины 1990-х, затем увеличивалось до конца 2000-х. В Северной Америке (рисунок 5е) период повышенной циклонической активности отмечался от середины 1980-х до середины 2000-х, затем после небольшого кратковременного спада повторяемость стабилизировалась на более низком уровне.

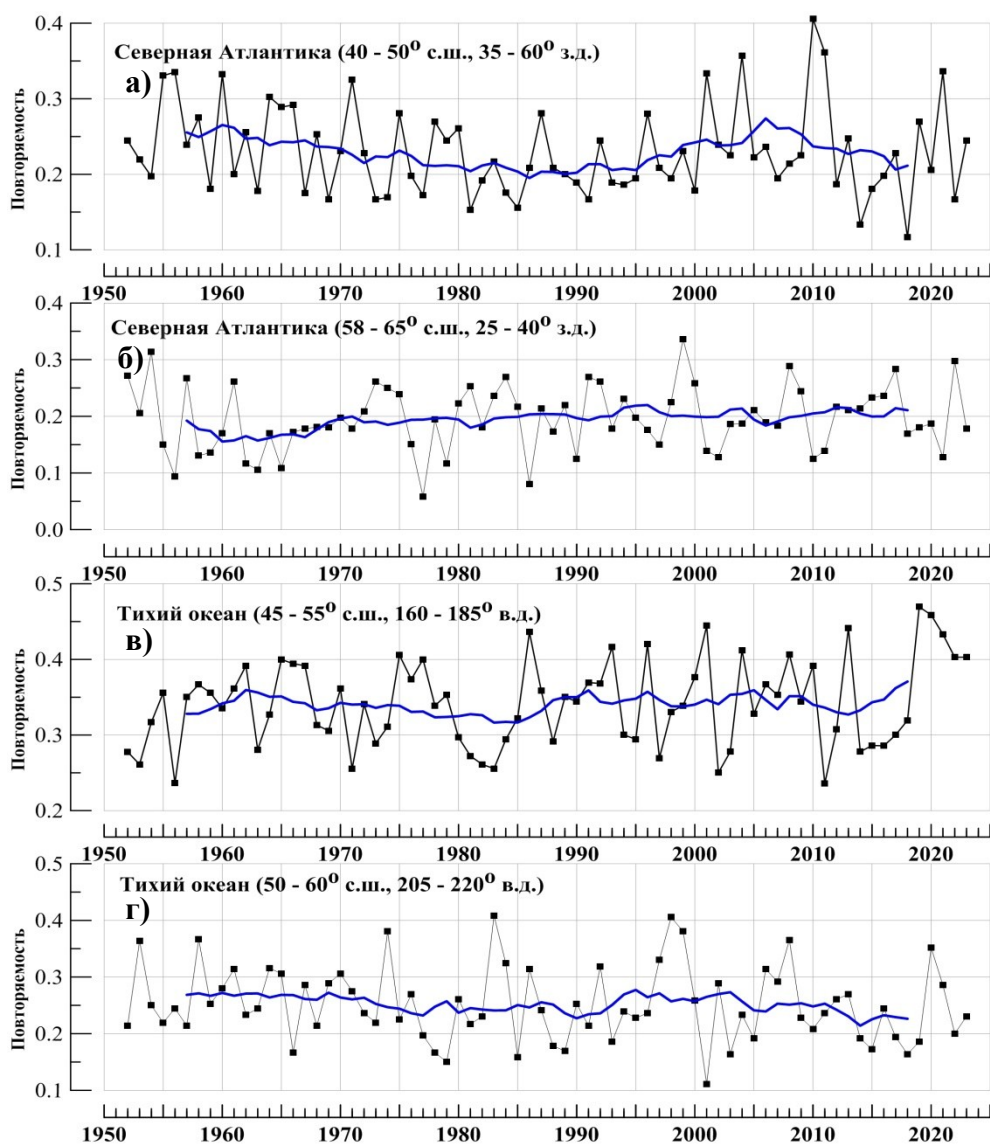


Рисунок 4 - Повторяемость циклонов (доля циклоно-дней в сезоне с центром циклона над регионом: циклоно-дни считаются с кратностью числа одновременно наблюдаемых центров) зимой 2022/23 гг. для регионов Северной Атлантики и северной части Тихого океана

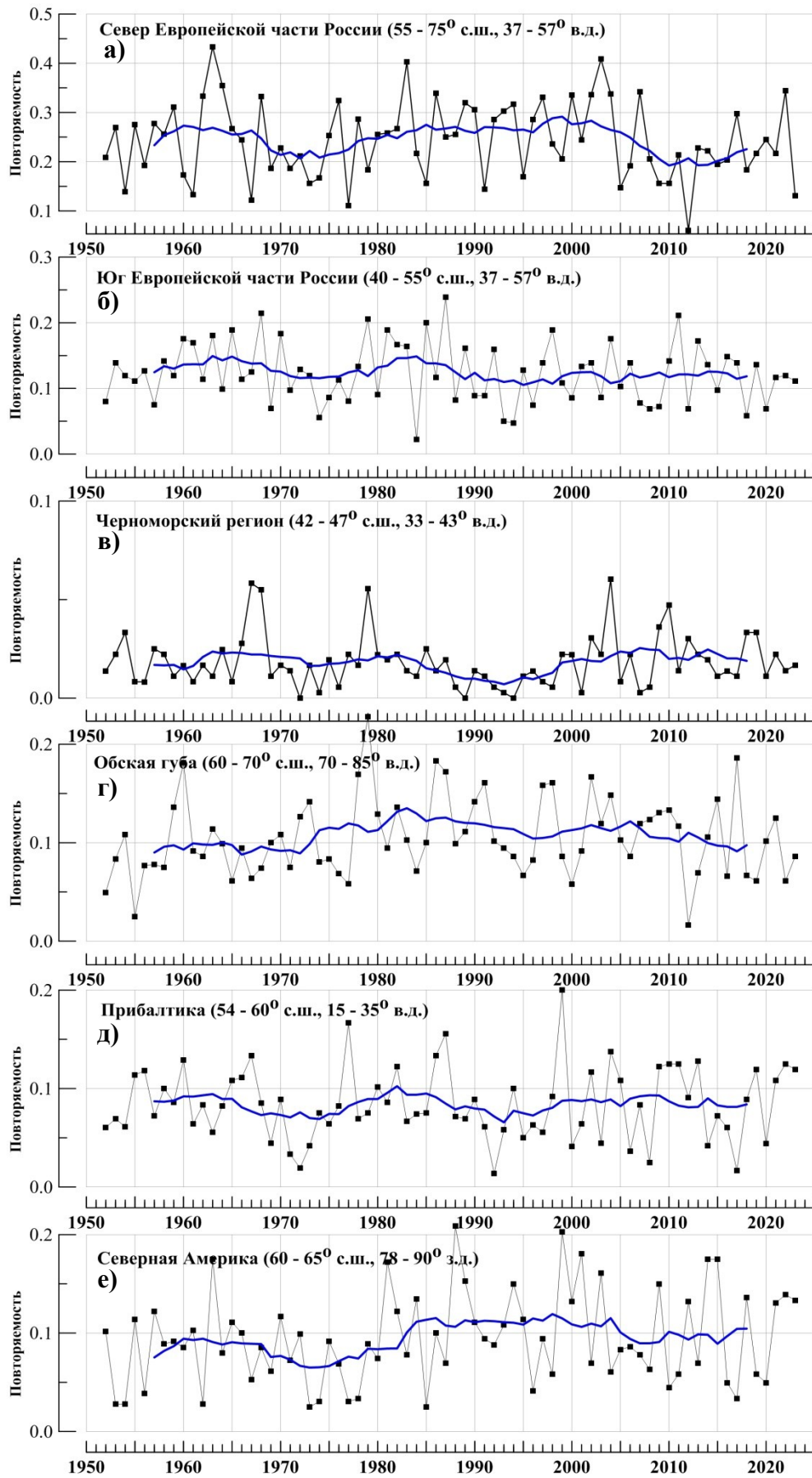


Рисунок 5 - Повторяемость циклонов в континентальных регионах северной Евразии и северной Америки для зимнего сезона 2022/23 гг.

В изменениях повторяемости антициклонов в Северной Атлантике (30-40° с.ш., 15-40° з.д.) отмечаются колебания с периодом 30-40 лет (рисунок 6а). Максимумы повторяемости наблюдались в 1961 и 2014 гг., после чего антициклоническая активность в регионе ослабевала. В Североатлантической области 30-40° с.ш., 40-60° з.д. выраженных изменений не наблюдается. Можно отметить некоторое увеличение повторяемости в середине 1980-х гг. (рисунок 6б).

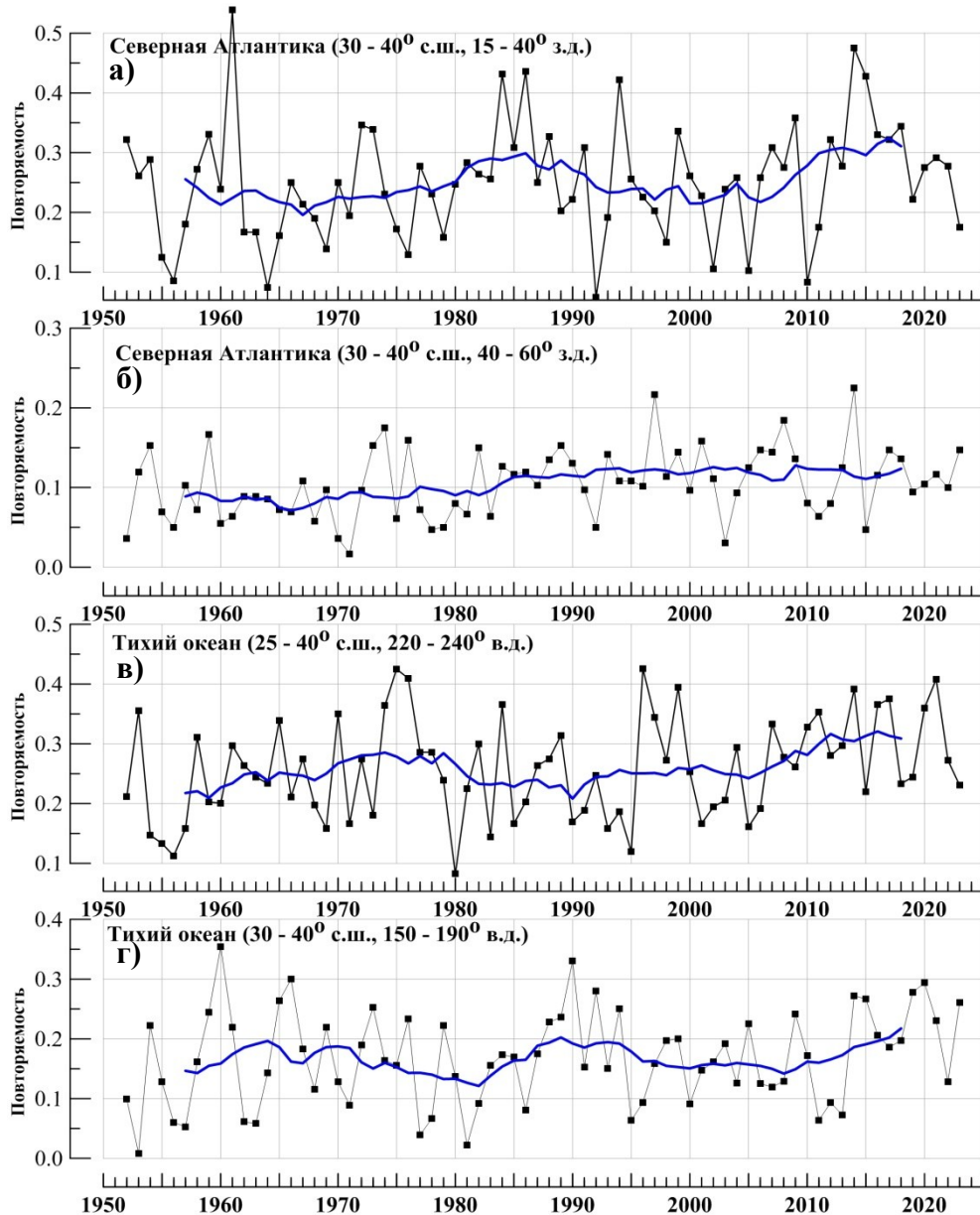


Рисунок 6 - Повторяемость антициклонов (доля антициклоно-дней в сезоне с центром антициклона над регионом: антициклоно-дни считаются с кратностью числа одновременно наблюдаемых центров) зимой 2022/23 гг. для регионов Северной Атлантики и северной части Тихого океана

В изменениях повторяемости антициклонов в Тихоокеанском секторе 25-40° с.ш., 220-240° в.д. обнаруживаются колебания с максимумами в 1970-е и в 2010-е и минимумом в 1980-е. В области 30-40° с.ш., 150-190° в.д. повышенные значения повторяемости



антициклонов наблюдались в 1960-е и в конце 1980-х – начале 1990-х. С середины 2000-х в регионе отмечается увеличение повторяемости антициклонов.

В северных и южных регионах ЕЧР (рисунок 7а, 7б) повторяемость антициклонов повышена в конце 1960-х гг. Второй максимум наблюдается в конце 2000-х. На юге Сибири (рисунок 7в) прослеживаются колебания повторяемости антициклонов с периодом около 20 лет. Следует отметить резкий рост числа антициклоно-дней, начавшийся в середине 2000-х. Особенностью ряда повторяемости антициклонов на Северо-востоке России (рисунок 7г) является резкий рост в 1950-60-е гг. и столь же резкое уменьшение с начала 1960-х до начала 1980-х. С начала 21 века долгопериодные тенденции не выявлены.

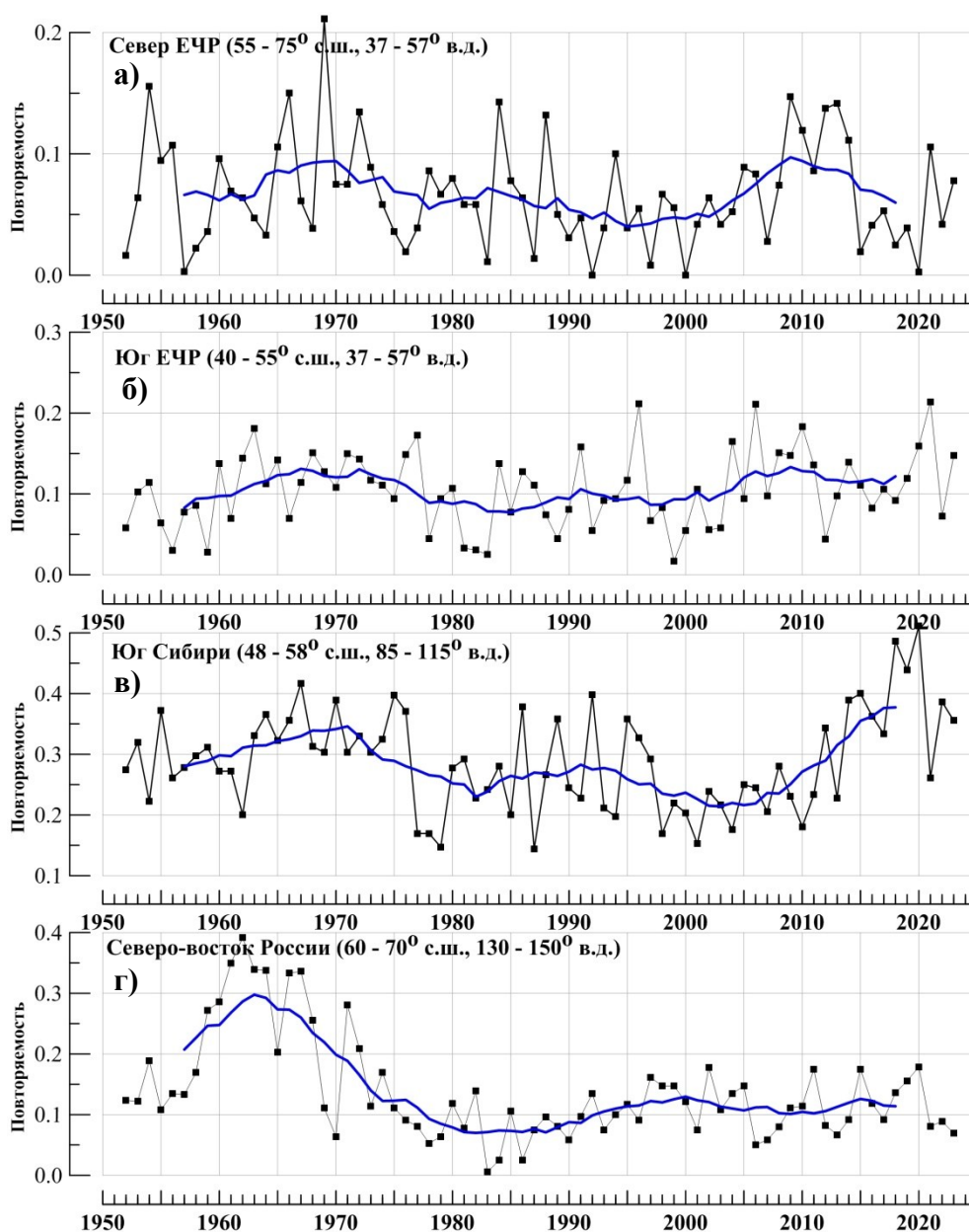


Рисунок 7 - Повторяемость антициклонов в континентальных регионах северной Евразии для зимнего сезона 2022/23 гг.

## Особенности вихревой активности в Северном полушарии в летний сезон

В таблице 3 приведены осредненные по выбранным регионам значения и аномалии повторяемости, глубины и площади циклонов для лета 2023 г. Аналогичные характеристики для антициклонов приведены в таблице 4.

Таблица 3 - Регионально осредненные характеристики циклонической активности в Северном полушарии для летнего сезона 2023 г.

v – аномалия в отклонениях от среднего за период 1991-2020 гг.,

w – аномалия, нормированная на стандартное отклонение

Регион	Повторяемость			Площадь			Глубина		
	F, %	vF, %	wF	A, млн км <sup>2</sup>	vA, млн км <sup>2</sup>	wA	D, гпм	vD, гпм	wD
Северная Атлантика (58-65° с.ш., 40-15° з.д.)	15	-8,5	-1,45	1,64	-0,04	-0,13	70,2	-16,3	-1,26
Северная Атлантика (46-58° с.ш., 33-7° з.д.)	36	7,3	0,87	2,59	0,60	1,42	104,6	15,1	1,03
Северная часть ЕЧР (55-75° с.ш., 36-57° в.д.)	27	4,1	0,63	1,74	0,36	1,09	52,7	-3,3	-0,28
Южная часть ЕЧР (40-55° с.ш., 36-57° в.д.)	23	12,2	2,46	0,64	-0,16	-0,83	25,8	-5,6	-0,68
Средняя Сибирь (55-75° с.ш., 90-107° в.д.)	18	-0,6	-0,11	1,40	0,21	0,90	48,0	3,7	0,38
Юг Дальнего Востока РФ (47-55° с.ш., 99-134° в.д.)	21	-9,0	-1,61	1,44	-0,09	-0,41	36,4	-10,0	-1,99
Курильские острова (44-52° с.ш., 147-157° в.д.)	10	3,1	1,16	1,32	0,07	0,18	53,7	1,5	0,08
Северо-восток Канады (50-60° с.ш., 85-60° з.д.)	24	-7,4	-1,36	1,90	-0,18	-0,39	43,4	-31,5	-3,01
Тихий океан (45-60° с.ш., 170-193° в.д.)	43	6,2	0,79	1,94	0,01	0,02	80,5	0,0	0,0
Тихий океан (50-60° с.ш., 205-223° в.д.)	20	0,3	0,04	1,04	-0,34	-1,03	51,0	-6,5	-0,59

Летом в регионах над акваториями океанов повторяемость циклонов была выше нормы, за исключением Северной Атлантики (58-65° с.ш., 40-15° з.д.), где циклоны встречались существенно реже обычного (нормированная аномалия составила -1,45), и их размеры не превышали норму (табл. 3). Повышенная циклоническая активность отмечалась в районе Курильских островов (аномалия +3,1%), при этом площадь и глубина вихрей были близки к норме. Необычно интенсивная по сравнению с нормой циклоническая деятельность отмечалась над сушей в южной части ЕЧР: аномалия повторяемости почти в 2,5 раза превышала среднее квадратическое отклонение, что наблюдалось впервые с 1952 года.

Значительно реже обычного встречались циклоны на Юге Дальнего Востока РФ (47-55° с.ш., 99-134° в.д.) и на Северо-востоке Канады (50-60° с.ш., 85-60° з.д.). В этих районах вихри имели очень маленькую глубину - меньше нормы на ~2 и на 3 средних

квадратических отклонения, соответственно. Самая высокая положительная аномалия площади циклонов отмечалась в Северной Атлантике в секторе 46-58° с.ш., 33-7° з.д.

Таблица 4 - Регионально осредненные характеристики антициклонической активности в Северном полушарии для летнего сезона 2023 г.

v – аномалия в отклонениях от среднего за период 1991-2020 гг.,

w – аномалия, нормированная на стандартное отклонение

Регион	Повторяемость			Площадь			Высота		
	F, %	vF, %	wF	A, млн км <sup>2</sup>	vA, млн км <sup>2</sup>	wA	D, гпм	vD, гпм	wD
Северная Атлантика (30-40° с.ш., 50-20° з.д.)	42	-6,4	-0,74	6,26	-0,17	-0,22	50,2	-3,07	-0,48
Северное Причерноморье (43-49° с.ш., 25-40° в.д.)	10	3,3	0,75	1,04	-0,31	-0,67	19,7	-2,32	-0,55
Центр ЕЧР (50-60° с.ш., 38-54° в.д.)	7	-5,0	-1,22	1,78	-0,23	-0,41	29,6	-6,12	-0,96
Юг Западной Сибири (51-59° с.ш., 60-77° в.д.)	5	-3,3	-0,98	0,73	-1,11	-1,57	18,0	-18,1	-1,65
Байкальский регион (48-58° с.ш., 91-110° в.д.)	23	0,9	0,14	1,59	0,56	2,22	34,4	5,17	1,01
Северная Америка (37-46° с.ш., 246-270° в.д.)	43	27,1	4,43	0,78	-0,33	-1,17	24,0	-1,36	-0,36
Охотское море (45-58° с.ш., 144-151° в.д.)	7	0,2	0,06	1,32	-0,28	-0,20	27,6	0,32	0,04
Тихий океан (35-45° с.ш., 175-200° в.д.)	31	7,0	0,93	10,18	3,27	1,78	82,6	17,9	1,36
Тихий океан (35-45° с.ш., 200-225° в.д.)	51	2,0	0,23	7,26	-0,88	-0,70	71,6	-4,40	-0,38

Повторяемость антициклонов в большинстве регионов превышала норму. Необычно высокая повторяемость антициклонов зафиксирована в регионе Северная Америка (37-46° с.ш., 246-270° в.д.) с аномалией +27,1%, что почти в 4,5 раза больше среднего квадратического отклонения. Такое количество антициклонов здесь отмечено впервые за период с 1952 года.

Реже обычного антициклоны наблюдались лишь в регионах Северная Атлантика (30-40° с.ш., 50-20° з.д.), Центр ЕЧР (50-60° с.ш., 38-54° в.д.), Юг Западной Сибири (51-59° с.ш., 60-77° в.д.). К тому же здесь вихри не отличались повышенной мощностью: аномалии площади и высоты были отрицательными, особенно на Юге Западной Сибири.

В среднем за сезон площадь и высота антициклонов везде, кроме Байкальского региона и центральной части Тихого океана (сектор 35-45° с.ш., 175-200° в.д.), были меньше нормы. Следует отметить, что в упомянутых регионах площадь антициклонов значительно превышала норму (почти на 2 средних квадратических отклонения), а в Тихом океане еще и высота (нормированная аномалия +1,36).

На рисунках 8, 9 приведены временные ряды сезонных оценок повторяемости (отношение количества дней, когда центр циклона находился в рассматриваемом регионе к суммарному числу дней в сезоне) циклонов для регионов северного полушария. На рисунках 10, 11 представлены аналогичные временные ряды для антициклонов. Дополнительно показаны 11-летние скользящие средние, которые позволяют проследить колебания анализируемой характеристики.

В ходе повторяемости циклонов в секторе ( $58-65^{\circ}$  с.ш.,  $40-15^{\circ}$  з.д.) Северной Атлантики обнаруживаются колебания с максимумами в конце 1960-х и в 2000-е годы и минимумами в начале 1980-х и в 2010-х гг. (рисунок 8а). В последние годы намечилось некоторое ослабление циклонической интенсивности. К юго-востоку отсюда, в зоне ( $46-58^{\circ}$  с.ш.,  $33-7^{\circ}$  з.д.) повторяемость циклонов уменьшалась с начала 1960-х годов до середины 1970-х, затем, до начала 2010-х, наблюдался выраженный рост. В последнее десятилетие отмечается уменьшение числа циклоно-дней (рисунок 8б).

В Тихом океане в районе Алеутских островов (рисунок 8г) наблюдается рост повторяемости циклонов до середины 1980-х гг., затем почти монотонное уменьшение до конца 2000-х. В заливе Аляска (рисунок 8д) в среднем циклоны встречаются реже. Ход сглаженной кривой свидетельствует о существовании колебаний небольшой амплитуды с периодом  $\sim 20$  лет. Убывание количества циклоно-дней здесь началось несколько позже – в начале 2000-х гг.

Из всех рассматриваемых регионов на Курильские острова приходится наименьшее количество дней с циклонами (рисунок 8в). Ход сглаженной кривой указывает на существование колебаний с периодом около 30 лет. В летние сезоны 2018-2019 гг. циклоническая активность здесь была близка к максимальной.

На севере Европейской части России в летний сезон отмечаются долгопериодные колебания повторяемости циклонов с периодом около 40 лет (рисунок 9а). В последнее десятилетие сглаженная кривая указывает на отсутствие выраженных линейных тенденций.

В южной половине ЕЧР циклоны наблюдаются реже, и долгопериодные колебания их повторяемости выражены слабее, чем на севере (рисунок 9б). Повышенная циклоническая активность отмечалась в период с середины 1970-х до конца 1980-х и с конца 2000-х по настоящее время.

В регионе Средняя Сибирь (сектор  $55-75^{\circ}$  с.ш.,  $90-107^{\circ}$  в.д.) отмечается рост повторяемости циклонов в 1955-1975 гг., после чего выраженных тенденций не наблюдалось вплоть до конца 2000-х (рисунок 9в). Последние 10 лет наблюдается некоторое ослабление циклонической активности.

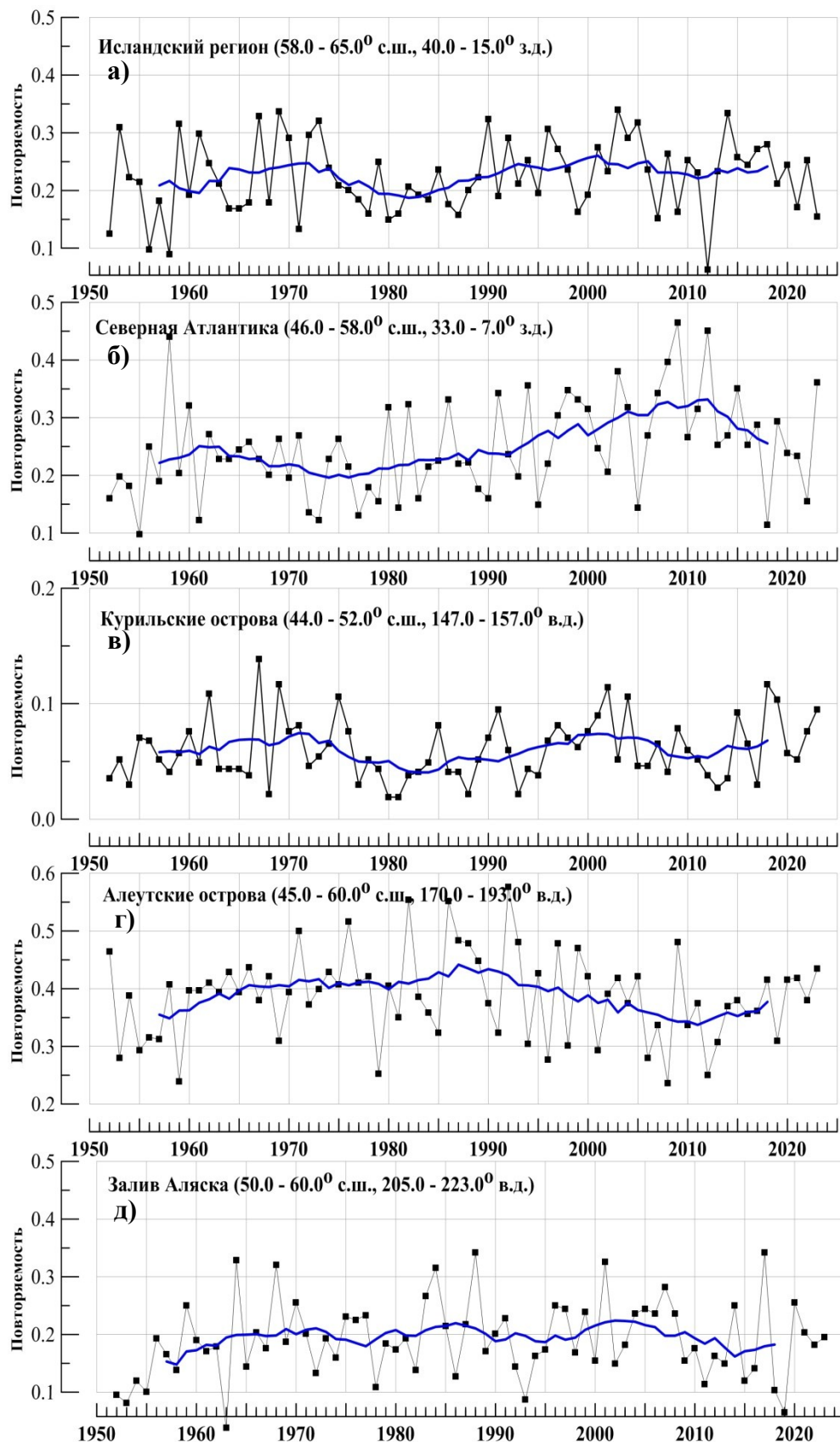


Рисунок 8 - Повторяемость циклонов (доля циклоно-дней в сезоне с центром циклона над регионом: циклоно-дни считаются с кратностью числа одновременно наблюдаемых центров) летом 2023 г. для регионов Северной Атлантики и северной части Тихого океана

Особенностью многолетних изменений повторяемости циклонической активности на юге Дальнего востока России является скачкообразный рост в период с середины 1970-х до конца 1980-х гг., после чего выраженных тенденций не наблюдается (рисунок 9г).

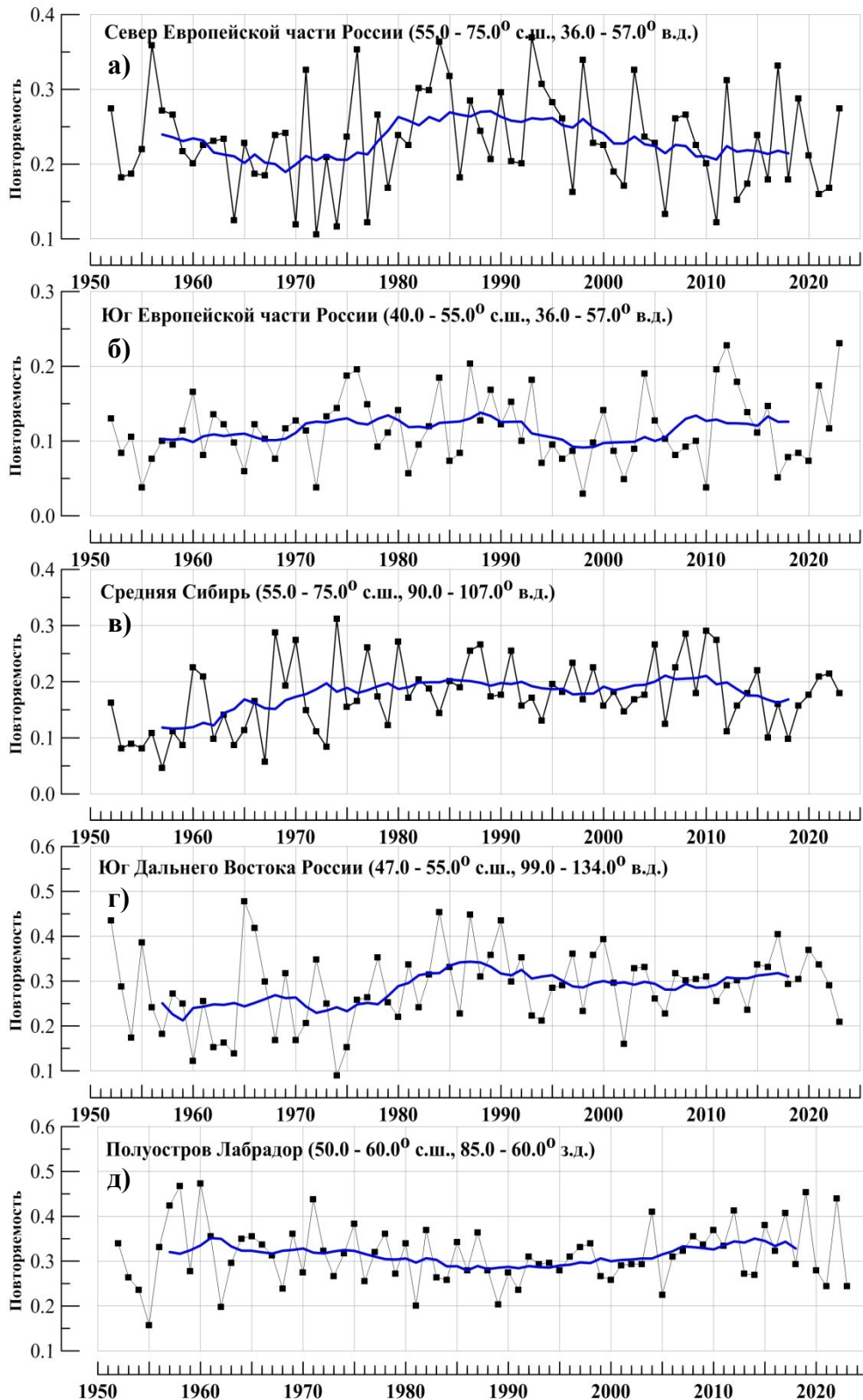


Рисунок 9 - Повторяемость циклонов в континентальных регионах северной Евразии и Северной Америки для летнего сезона 2023 года

В Северной Америке в районе полуострова Лабрадор изменения повторяемости циклонов характеризуются слабым убыванием с начала 1960-х до середины 1980-х гг. и последующим таким же слабым ростом, завершившимся в конце 2010-х (рисунок 9д).

В центральной части Северной Атлантики (рисунок 10а) долгопериодные тенденции характеризуются резким ослаблением антициклонической активности с середины 1960-х годов до середины 1970-х и последующим столь же резким ростом до середины 1990-х. После этого однонаправленные изменения отсутствуют.

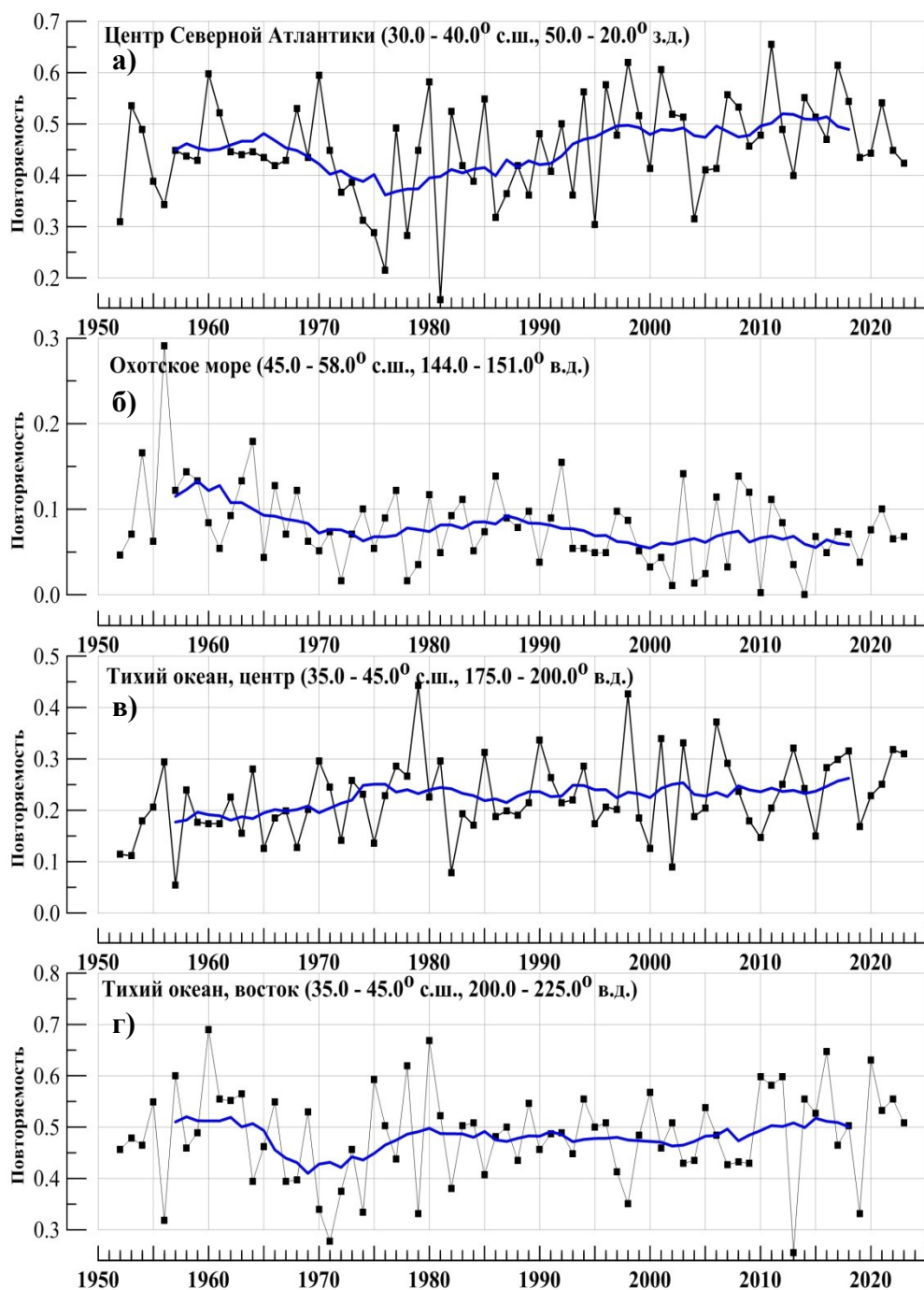


Рисунок 10 - Повторяемость антициклонов летом 2023 года для регионов Северной Атлантики и северной части Тихого океана

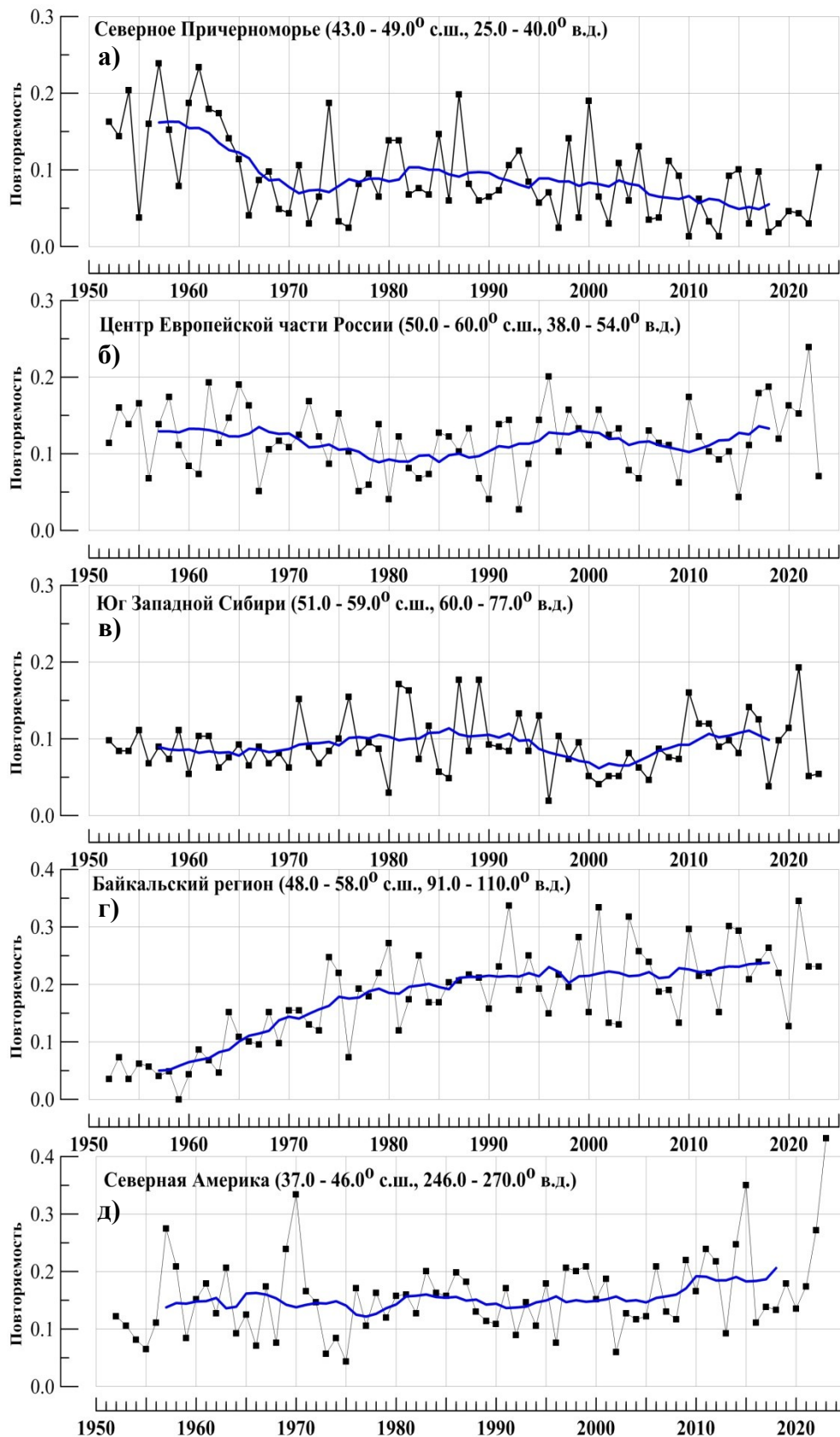


Рисунок 11 - Повторяемость антициклонов в континентальных регионах северной Евразии и Северной Америки для летнего сезона 2023 года

Изменения повторяемости антициклонов над акваторией Охотского моря (рисунок 10б) характеризуются тенденцией к уменьшению (с некоторым замедлением в 1980-е



годы) во второй половине 20-го века и отсутствием долгопериодных тенденций в последние 20 лет.

В регионах, расположенных над акваторией Тихого океана (рисунки 10в, 10г), выраженных колебаний в рядах повторяемости антициклонов не наблюдается с начала 1980-х годов. В 1960-70-е гг. отмечались тенденции противоположного знака: в секторе 35-45° с.ш., 175-200° в.д. число антициклоно-дней увеличивалось, а к востоку от него (в регионе 35-45° с.ш., 200-225° в.д.) – уменьшалось.

На европейской части России (рисунок 11б) в рядах повторяемости антициклонов прослеживаются колебания с периодом около 30 лет. Наиболее часто летом антициклоны отмечались в 60-е годы и в конце 1990-х гг. В последнее десятилетие наблюдается увеличение повторяемости антициклонов до максимального значения в 2022 году.

В регионе Северное Причерноморье (рисунок 11а) на всем периоде 1952-2023 гг. отмечается убывание повторяемости антициклонов, особенно заметное в 1960-х - начале 1970-х гг.

В ходе повторяемости антициклонов в Западной Сибири (рисунок 11в) обнаруживаются колебания с максимумами в конце 1980-х гг. и в начале 2010-х и минимумами в середине 1960-х годов и в начале 2000-х.

Особенностью ряда повторяемости антициклонов в Байкальском регионе (рисунок 11г) является резкое увеличение в 1950-1970-е годы и более слабое - в 1980-1990-е.

На территории Северной Америки в секторе 37-46° с.ш., 246-270° в.д. выраженных долгопериодных тенденций не наблюдается (рисунок 11д). Можно заметить период пониженной антициклонической активности в середине 1970-х годов и период ее усиления, начавшийся в середине 2000-х. Аналогичные колебания отмечаются в центре Северной Атлантики (рисунок 10а), только там рост повторяемости антициклонов в 2000-е годы начался немного позже.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Kalnay et al. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // Bull. Amer. Meteor. Soc.- 1996. - Vol. 77. - P. 437-470.