

ДИНАМИКА АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА АНТАРКТИЧЕСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Прокофьев О.М.

*канд.геогр.наук, доцент, Одесский государственный экологический университет
65016, Украина, Одесса, ул. Львовская 15, leggg0707@rambler.ru*

Prokofiev O.M.

*Ph.D. (geographic), associate professor, Odessa State Environmental University
65016, Ukraine, Odessa, 15 Lvovskaya Street,*

Сущенко А.И.

*канд.геогр.наук, Одесский государственный экологический университет
65016, Украина, Одесса, ул. Львовская 15, 249_Andre@mail.ru*

Sushchenko A.I.

*Ph.D. (geographic), Odessa State Environmental University
65016, Ukraine, Odessa, 15 Lvovskaya Street, 249_Andre@mail.ru*

Аннотация:

В статье представлены результаты исследования динамики аномалий приземной скорости ветра Антарктического полуострова. Аномалии были рассчитаны для всех месяцев года по 11 исследуемым станциям Антарктического полуострова.

Анализ аномалий приземной скорости ветра Антарктического полуострова за тридцатилетний период позволил выявить, что в последнее десятилетие (2004-2013гг.) в конце зимнего периода наблюдается увеличение приземной скорости ветра, в остальное время года для большинства исследуемых станций характерно небольшое уменьшение скорости ветра относительно тридцатилетнего среднего значения.

Проведенные исследования ветрового режима Антарктического полуострова выявили наличие определенных изменений, которые происходят в ветровом режиме региона, а именно усиление роли циклонов северо-западных траекторий в летний период года, и ослабление их в зимний.

Ключевые слова: аномалия, скорость ветра, Антарктический полуостров.

Abstract:

The article presents the results of a study of the dynamics of anomalies in surface wind speed of the Antarctic Peninsula. Anomalies have been received for all 11 months of the year to study habitats of the Antarctic Peninsula.

Analysis of anomalies in surface wind speed of the Antarctic Peninsula over thirty years suggests that in the last decade (2004-2013) at the end of the winter period there is an increase in surface wind speed in the rest of the year for most of the studied plants characterized by a slight decrease in the wind speed relative to the average value of thirty.

Studies of wind regime of the Antarctic Peninsula have revealed the existence of certain changes that occur in the wind regime in the region, namely the strengthening of the role of cyclones north- western paths in the summer season, and the weakening of the winter

Key words: anomaly, wind speed, Antarctic Peninsula.

Материал и методика.

Данная статья является продолжением исследований ветрового режима Антарктического полуострова, представленных в [1]. В предыдущей статье был проведен анализ трендовых составляющих приземной скорости ветра, который показал, что для большинства станций Антарктического полуострова характерен рост приземной скорости ветра за исследуемый период (1960-2013гг.) в пределах 2-3 м/с [1].

В данной статье предпринята попытка установить характерные особенности изменений приземной скорости ветра Антарктического полуострова за последние тридцать лет. Для

достижения поставленной цели было принято решение рассчитать и проанализировать аномалии скорости ветра за десятилетние периоды с 1984 по 2013гг. Таким образом, для каждой станции расчеты выполнялись по трем десятилетиям: 1) 1984-1993гг., 2) 1994-2003гг., 3) 2004-2013гг. За данные периоды лет анализировались:

- среднее значение приземной скорости ветра за тридцатилетний период \bar{V}_{30} – с 1984 по 2013гг.,
- среднее значение приземной скорости ветра за каждое десятилетие \bar{V}_{10} ;
- аномалия приземной скорости ветра, рассчитанная как разница между $\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$ для каждой станции.

Расчеты аномалий проведены для всех месяцев года и всех исследуемых станций Антарктического полуострова (табл. 1). В качестве исходных данных, как и в предыдущей статье, использовались среднемесячные значения приземной скорости ветра, полученные из базы данных Британского антарктического центра за период с 1984 по 2013гг.

Таблица 1

Исследуемые станции Антарктического полуострова

№ п/п	Название станции	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря
1	Jubany	62,2S	58,6 W	4m
2	King_Sejong	62,2S	58,7 W	11m
3	Bellingshausen	62,2S	58,9 W	16m
4	Marsh	62,2S	58,9 W	10m
5	Great_Wall	62,2S	59,0 W	10m
6	O_Higgins	63,3S	57,9 W	10m
7	Esperanza	63,4S	57,0 W	13m
8	Marambio	64,2S	56,7 W	198m
9	Faraday\ Vernadsky	65,4S	64,4 W	11m
10	Rothera	67,5S	68,1 W	32m
11	San_Martin	68,1S	67,1 W	4m

Результаты исследования.

Проведем исследование пространственно-временных изменений аномалий приземной скорости ветра Антарктического полуострова за три десятилетия. Расчет аномалий приземной скорости ветра произведен для всех месяцев года. В таблицах 2 – 5 в качестве примера представлены аномалии среднемесячных значений приземной скорости ветра для центральных месяцев сезонов (положительные значения выделены жирным шрифтом, а отрицательные значения – выделены жирным шрифтом и подчеркнуты).

Анализ табличного материала показал, что в первое десятилетие 1984-1993гг. на станциях Антарктического полуострова фиксируются преимущественно положительные аномалии приземной скорости ветра. Максимальные положительные аномалии наблюдаются в зимний период, максимум фиксируется на станции Marsh (4,1 м/с – август, 3,8 м/с – июнь, июль). Станция Marambio характеризуется отрицательными аномалиями в течение всего года, а станция San_Martin – в осенне-летний период. Второе десятилетие (1994-2003гг.) характеризуется перестройкой ветрового режима: с февраля по июнь наблюдаются положительные аномалии скорости ветра, с июля по январь – отрицательные.

Таблица 2

Аномалии среднемесячных значений приземной скорости ветра по данным станций
Антарктического полуострова (январь)

Станции	\bar{V}_{30}	1984 – 1993		1994 – 2003		2004-2013	
		\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$
Jubany	15,3	13,3	2,0	17,0	-1,7	15,2	0,1
King_Sejong	13,5	0,0	0,0	13,1	0,4	13,8	-0,4
Bellingshausen	12,8	13,2	-0,4	12,7	0,1	12,4	0,3
Marsh	13,4	10,7	2,6	15,0	-1,7	14,3	-1,0
Great_Wall	12,3	12,2	0,2	12,0	0,3	12,8	-0,5
O_Higgins	10,4	0,0	0,0	8,9	1,5	11,8	-1,5
Esperanza	10,6	9,7	0,9	12,1	-1,5	10,0	0,6
Marambio	12,7	12,9	-0,2	12,7	0,0	12,6	0,1
Faraday\ Vernadsky	7,0	6,4	0,6	6,9	0,0	7,6	-0,6
Rothera	9,4	8,8	0,6	10,1	-0,7	9,3	0,1
San_Martin	9,4	11,6	-2,2	8,7	0,6	7,8	1,6
Среднее значение	11,5	9,0	0,4	11,7	-0,2	11,6	-0,1

Таблица 3

Аномалии среднемесячных значений приземной скорости ветра по данным станций
Антарктического полуострова (апрель)

Станции	\bar{V}_{30}	1984 – 1993		1994 – 2003		2004-2013	
		\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$
Jubany	18,0	16,6	1,4	19,2	-1,2	18,2	-0,1
King_Sejong	16,3	0,0	0,0	15,7	0,7	17,0	-0,7
Bellingshausen	14,6	14,4	0,1	14,5	0,1	14,8	-0,2
Marsh	15,9	12,4	3,5	17,6	-1,7	17,6	-1,7
Great_Wall	14,8	14,7	0,1	14,6	0,2	15,0	-0,2
O_Higgins	14,2	0,0	0,0	11,3	2,9	17,1	-2,9
Esperanza	15,1	15,3	-0,2	14,8	0,3	15,2	-0,1
Marambio	17,4	18,7	-1,3	15,4	2,0	18,1	-0,7
Faraday\ Vernadsky	9,0	7,7	1,3	9,6	-0,6	9,7	-0,7
Rothera	12,7	11,9	0,8	13,7	-1,0	12,4	0,2
San_Martin	10,1	9,6	0,5	9,9	0,3	11,0	-0,8
Среднее значение	14,4	11,0	0,6	14,2	0,2	15,1	-0,7

Таблица 4

Аномалии среднемесячных значений приземной скорости ветра по данным станций Антарктического полуострова (июль)

Станции	\bar{V}_{30}	1984 – 1993		1994 – 2003		2004-2013	
		\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$
Jubany	18,8	18,2	0,5	20,1	-1,3	18,0	0,8
King_Sejong	16,8	0,0	0,0	16,4	0,5	17,3	-0,5
Bellingshausen	14,6	15,1	-0,5	14,4	0,3	14,4	0,3
Marsh	16,2	12,4	3,8	17,6	-1,4	18,6	-2,4
Great_Wall	14,8	14,9	-0,1	14,5	0,3	15,1	-0,3
O_Higgins	14,6	0,0	0,0	14,1	0,5	15,2	-0,5
Esperanza	16,2	16,2	0,0	18,0	-1,9	14,4	1,8
Marambio	18,3	18,0	0,3	19,4	-1,1	17,6	0,8
Faraday\ Vernadsky	9,7	10,0	-0,3	9,1	0,6	9,9	-0,2
Rothera	12,8	13,3	-0,5	12,8	0,0	12,3	0,5
San_Martin	9,2	8,8	0,4	10,4	-1,2	8,3	0,8
Среднее значение	14,7	11,5	0,3	15,1	-0,4	14,6	0,1

Таблица 5

Аномалии среднемесячных значений приземной скорости ветра по данным станций Антарктического полуострова (октябрь)

Станции	\bar{V}_{30}	1984 – 1993		1994 – 2003		2004-2013	
		\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$	\bar{V}_{10}	$\bar{V}_{30} - \bar{V}_{10}$
Jubany	21,0	19,0	2,0	22,9	-1,9	20,9	0,1
King_Sejong	17,6	0,0	0,0	17,4	0,2	17,8	-0,2
Bellingshausen	16,3	16,4	-0,1	16,2	0,1	16,4	0,0
Marsh	17,6	14,3	3,4	19,8	-2,2	18,8	-1,2
Great_Wall	16,8	17,3	-0,5	16,3	0,5	16,8	0,0
O_Higgins	13,6	0,0	0,0	13,7	-0,1	13,5	0,1
Esperanza	15,2	13,6	1,6	17,3	-2,1	14,8	0,4
Marambio	17,7	18,0	-0,3	17,7	0,0	17,4	0,3
Faraday\ Vernadsky	10,4	9,4	1,0	10,6	-0,2	11,2	-0,8
Rothera	13,9	13,0	0,9	14,1	-0,2	14,6	-0,7
San_Martin	9,9	10,1	-0,2	10,7	-0,8	8,9	1,0
Среднее значение	15,5	11,9	0,7	16,1	-0,6	15,5	-0,1

Третье десятилетие (2004-2013гг.) характеризуется преобладанием отрицательных аномалий скорости ветра на большинстве станций во все месяцы года, кроме июля, августа и сентября. Наибольшие отрицательные значения зафиксированы на станциях O_Higgins (-2,9 м/с, апрель) и Marsh (-2,7 м/с, июль). Максимальные положительные аномалии наблюдаются на станциях Esperanza (1,8 м/с, июль) и Marambio (2,0 м/с, ноябрь).

Полученные результаты позволяют утверждать, что увеличение приземной скорости на Антарктическом полуострове в последнее десятилетие наблюдается преимущественно в конце зимы, а в остальное время года для большинства исследуемых станций характерно небольшое уменьшение скорости ветра относительно тридцатилетнего среднего значения.

Проанализируем пространственное распределение аномалий приземной скорости ветра за десятилетия для центральных месяцев сезонов (рис. 1 – 4). Рассмотрим пространственное распределение аномалий приземной скорости ветра для января месяца (рис. 1). Для тридцати лет наблюдаются почти одинаковая картина пространственного распределения аномалий приземной скорости ветра.

Первое десятилетие 1984-1993гг. Представлено преимущественно нулевым трендом. Зона небольших отрицательных аномалий расположена на южной окраине Антарктического полуострова.

Период 1994-2003гг. также характеризуется преимущественно нулевыми значениями аномалий. Зона отрицательных аномалий располагается на крайнем севере полуострова. В районе полярного круга присутствует зона положительных значений аномалий (станции O_Higgins и San_Martin).

В последнем десятилетии 2004-2013гг. в январе-месяце отрицательные аномалии наблюдаются над большей частью Антарктического полуострова, минимум фиксируется в северной части в районе станции O_Higgins и составляет 1,5 м/с. Зона положительных аномалий скорости ветра располагается на юге Антарктического полуострова. Таким образом, можно утверждать, что в последнее десятилетие наблюдаются тенденции к уменьшению приземной скорости ветра в январе-месяце.

Пространственное распределение аномалий приземной скорости ветра в апреле имеет несколько иную картину (рис. 2). В первое десятилетие для большей части Антарктического полуострова фиксируется рост приземной скорости ветра на величину до 1,5 м/с. Зона отрицательных аномалий наблюдаются на севере полуострова (-1,3 м/с станция Magambio). Такой характер распределения аномалий сохраняется и во втором десятилетии (1994-2003гг.). Зона положительных аномалий приземной скорости ветра охватывает почти весь полуостров. Наблюдается рост аномалий по величине в северном направлении, максимальные значения фиксируются в районе станции O_Higgins (2,9 м/с). Отрицательные аномалии скорости ветра наблюдаются на юге полуострова в районе моря Беллинсгаузена (станции San_Martin и Rothera).

Последнее десятилетие (2004-2013гг.) Характеризуется перераспределением поля аномалий приземной скорости ветра: весь Антарктический полуостров представлен отрицательными аномалиями, значения которых увеличиваются по модулю в направлении с юга на север. Наибольшие отрицательные значения наблюдаются в районе станции O_Higgins (-2,9 м/с).

Анализируя динамику пространственного распределения аномалий приземной скорости ветра за исследуемый период для июля (рис. 3), следует отметить, что изолинии аномалий имеют схожий рисунок для всех трех десятилетий. Но, отметим, что первое десятилетие (1984-1993гг.) Представлено преимущественно положительными аномалиями приземной скорости ветра, которые колеблются в пределах от 0,1 до 1,0 м/с. Отрицательные аномалии фиксируются только на юге полуострова.

Во второе десятилетие (1994-2003гг.) картина кардинально меняется: на всем Антарктическом полуострове наблюдалось уменьшение скорости ветра, о чем свидетельствуют рассчитанные аномалии приземной скорости ветра. Максимальное уменьшение наблюдается в районе станции Esperanza (-1,9 м/с).

Третье десятилетие (2004-2013гг.) также характеризуется преобладанием отрицательных аномалий на большей части исследуемой территории. Только на крайнем юге (район моря Беллинсгаузена) и севере (район Шетландских островов) фиксируются положительные аномалии приземной скорости ветра.

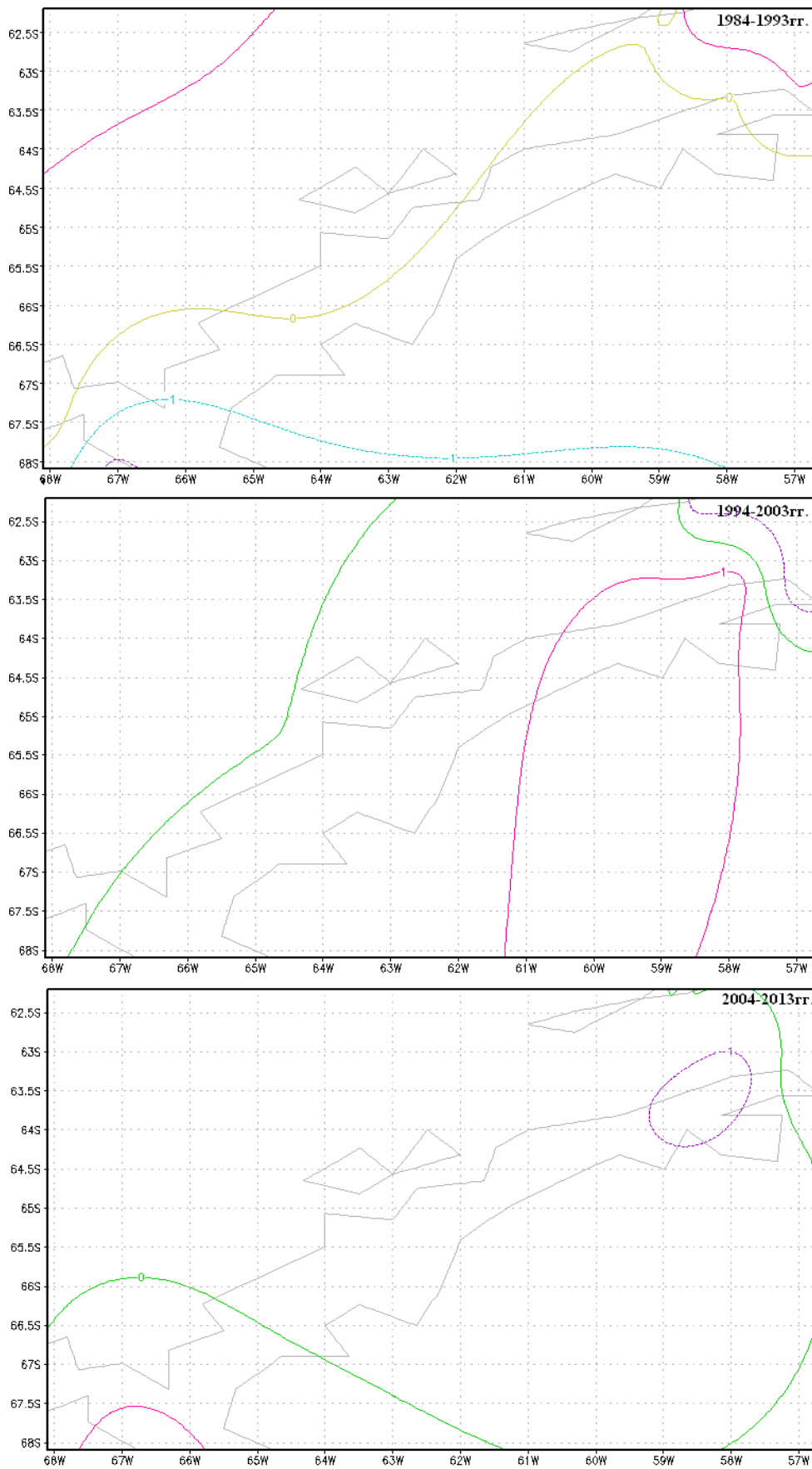


Рисунок 1 – Пространственно-временное распределение аномалий приземной скорости ветра (январь)

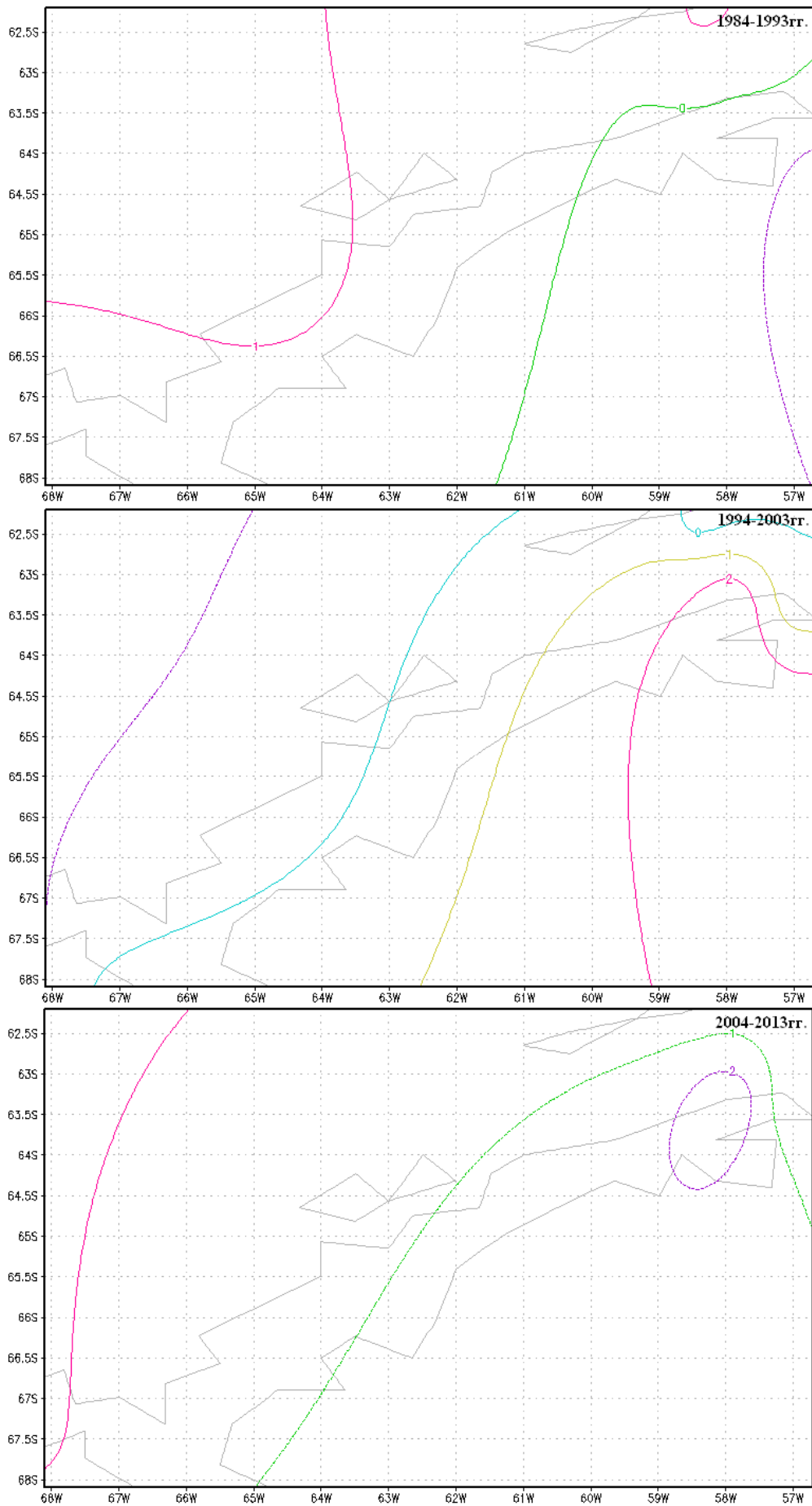


Рисунок 2 – Пространственно-временное распределение аномалий приземной скорости ветра (апрель)

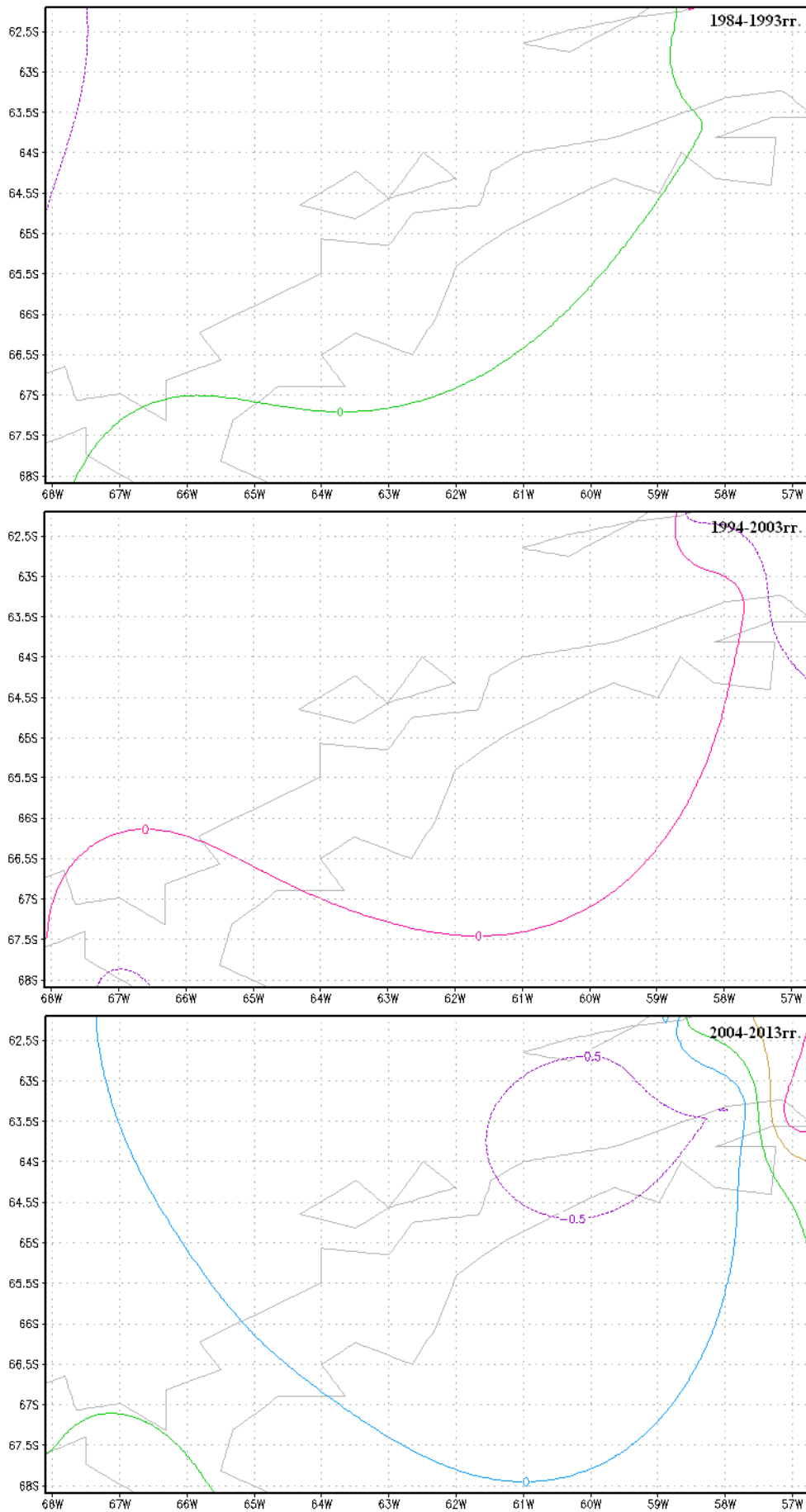


Рисунок 3 – Пространственно-временное распределение аномалий приземной скорости ветра (июль)

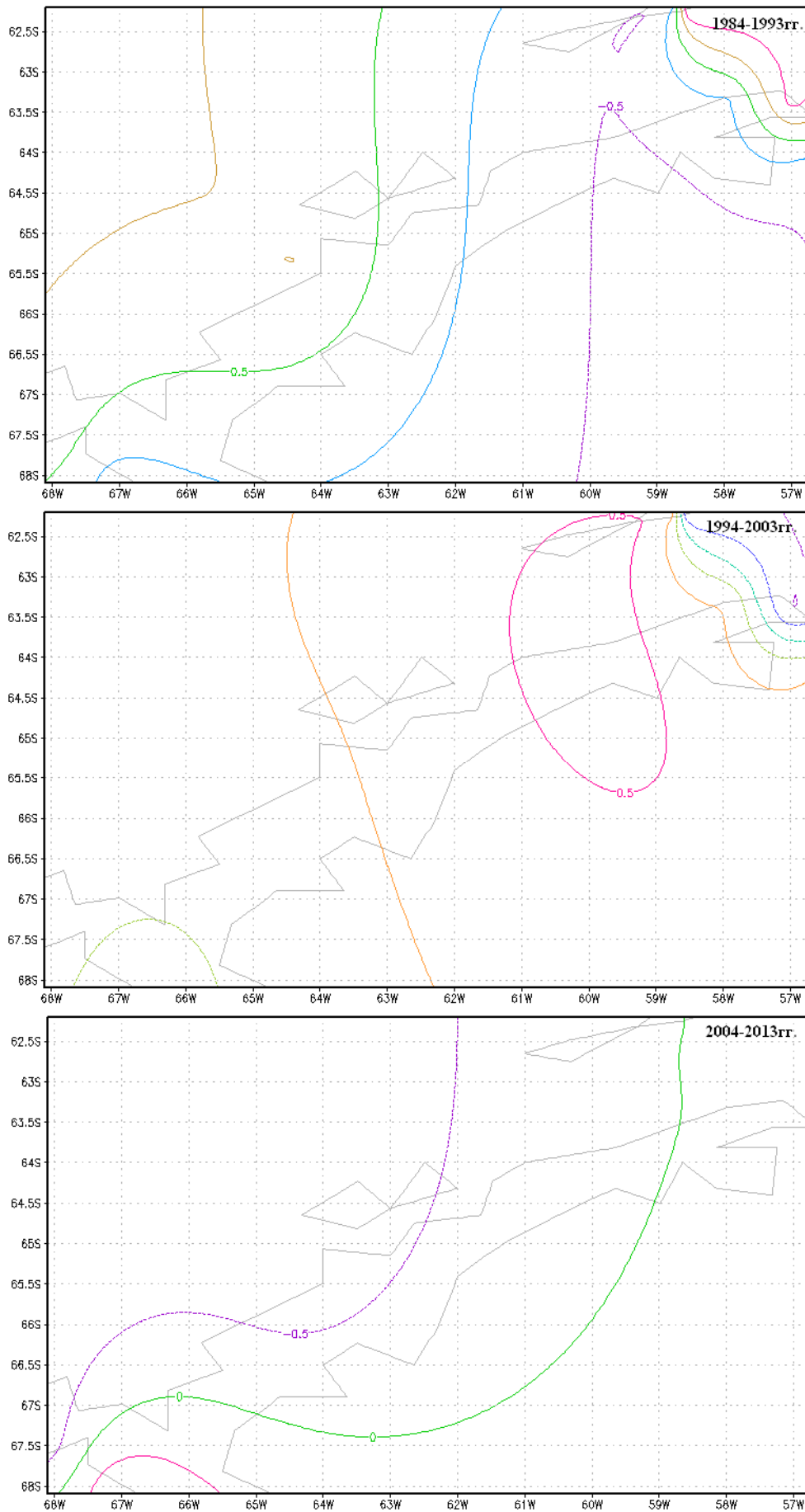


Рисунок 4 – Пространственно-временное распределение аномалий приземной скорости ветра (октябрь)

Таким образом, можно утверждать, что в последнее время наблюдается уменьшение приземной скорости ветра в летние месяцы над большей частью исследуемой территории.

Пространственно-временное распределение аномалий приземной скорости ветра в весенний период представлено на рис. 4. В первое десятилетие территория Антарктического полуострова характеризуется как положительными, так и отрицательными аномалиями скорости ветра. Положительные аномалии фиксируются в районе моря Беллинсгаузена и в районе Шетландских островов (максимум – станция Marsh, 3,4 м/с). Отрицательные аномалии наблюдаются в районе моря Уэдделла (минимум – станция Great_Wall, 0,5 м/с).

Следующее десятилетие (1994-2003гг.) характеризуется перестройкой поля аномалий приземной скорости ветра. Для большинства исследуемых станций характерны отрицательные аномалии, которые достигают наибольших значений в районе Шетландских островов – станции Marsh и Esperanza (-2,2 и -2,1 м/с соответственно). В третье десятилетие (2004-2013гг.) над большей частью полуострова также преобладают отрицательные аномалии приземной скорости ветра. Хотя следует отметить, что аномалии стали значительно меньше по величине.

Анализ пространственно-временного распределения аномалий приземной скорости ветра на территории Антарктического полуострова позволяет утверждать, что в наше время происходит уменьшение скорости ветра по отношению к тридцатилетнему среднему значению в течение большинства месяцев года. Величина уменьшения колеблется в пределах 0,5-1,0 м/с.

Для оценки динамики аномалий приземной скорости ветра по всему исследованному региону было проведено суммирование значений аномалий для каждого десятилетия, по результатам суммирования построена гистограмма сумм аномалий для среднегодовых значений приземной скорости ветра (рис. 5).

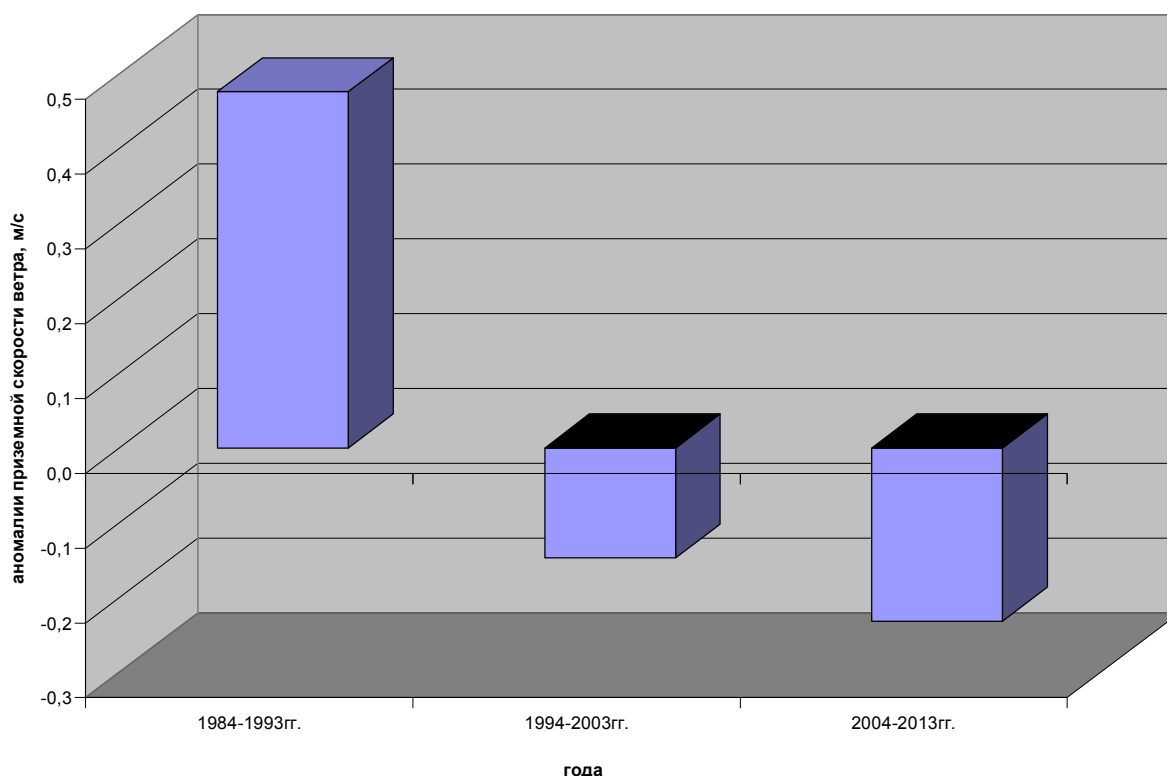


Рисунок 5 – Суммы аномалий приземной скорости ветра по десятилетиям

Анализ гистограммы позволяет утверждать, что за тридцатилетний период 1984-2013гг. наблюдается устойчивая тенденция к уменьшению приземной скорости ветра в регионе: в первое десятилетие (1984-1993гг.) для всего региона наблюдалось увеличение приземной

скорости ветра (0,5 м/с относительно среднего значения за тридцатилетний период); а во второе и третье десятилетие (1994-2013гг.) – уменьшение (на величину 0,2 м/с).

Для выяснения динамики аномалий приземной скорости ветра в течение года была построена диаграмма аномалий для всех месяцев за три десятилетия (рис. 6). Анализ построенной диаграммы показал, что увеличение скорости ветра имело место лишь в первом десятилетии (1984-1993гг.), причем наблюдалось во все месяцы года. Во втором десятилетии происходит перестройка поля ветра: положительные аномалии наблюдаются только осенью и в начале зимы (с марта по июнь), в другие месяцы года наблюдаются отрицательные аномалии с максимумом в августе (-0,9 м/с). Наибольшее уменьшение скорости ветра фиксируется в весенние месяцы, что согласуется с другими исследованиями [2].

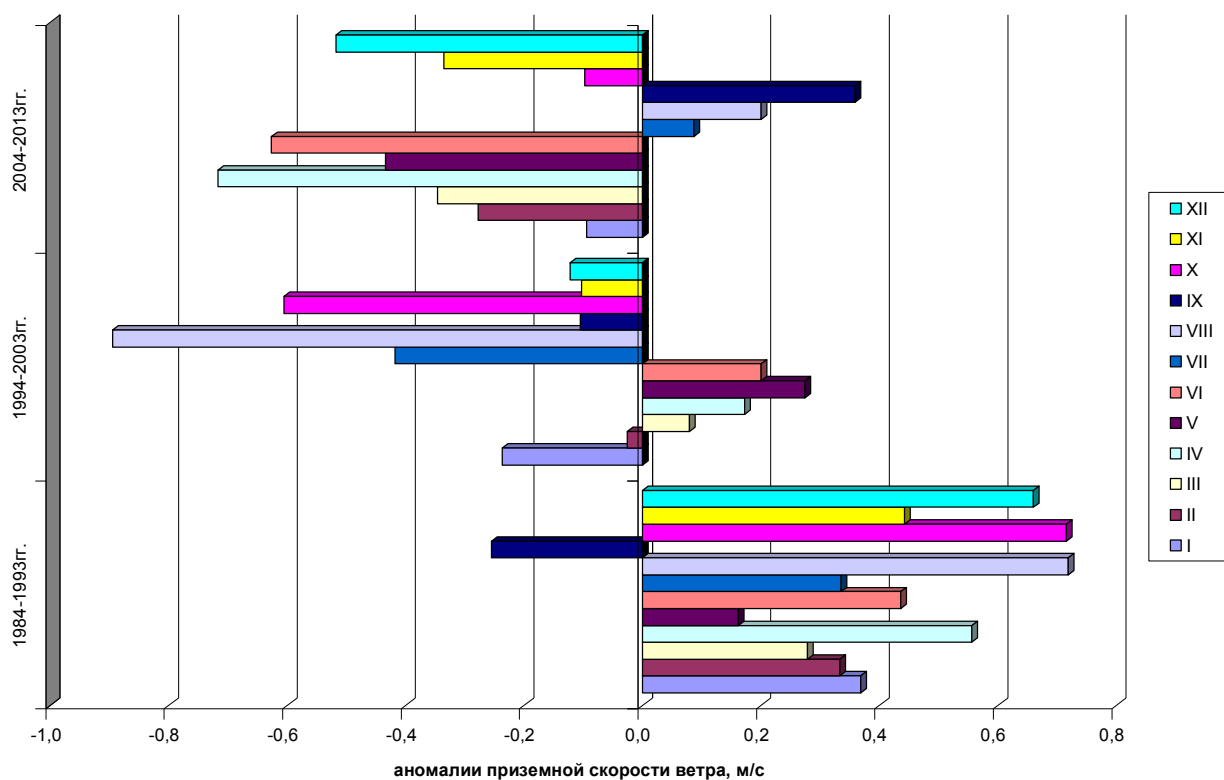


Рисунок 6 – Суммы аномалий приземной скорости ветра по десятилетиям для всех месяцев года

Особый интерес вызывает последнее десятилетие, поскольку именно в период 2004-2013гг. фиксируется уменьшение приземной скорости ветра в течение большинства месяцев года (исключение составляют месяцы с июля по сентябрь). Уменьшение приземной скорости ветра достигает максимальных значений осенью, то есть максимум смещается в обратном направлении.

Выводы.

Анализ аномалий приземной скорости ветра Антарктического полуострова за тридцатилетний период позволяет утверждать, что в последнее десятилетие (2004-2013гг.) в конце зимнего периода наблюдается увеличение приземной скорости ветра, в остальное время года для большинства исследуемых станций характерно небольшое уменьшение скорости ветра относительно тридцатилетнего среднего значения. Величина уменьшения колеблется в пределах 0,5-1,0 м/с.

Проведенные исследования ветрового режима Антарктического полуострова выявили наличие определенных изменений, которые происходят в ветровом режиме региона, а именно усиление роли циклонов северо-западных траекторий в летний период года, и ослабление их в зимний. За последние тридцать лет фиксируется устойчивая тенденция к уменьшению приземной скорости ветра в течение большинства месяцев года, что может

свидетельствовать о нарушении стабильности ветрового режима Антарктического полуострова и ослабление роли Восточно-Тихоокеанского и Южно-Американской ветвей перемещения циклонов, с которыми связаны значительные скорости ветра.

Список литературы:

1. Прокофьев О.М. Современные изменения ветрового режима Антарктического полуострова / О.М. Прокофьев, Г.А. Боровская, А.И. Сущенко // Бюллетень науки и практики. – 2016. – №7 (8). – С.26-34.
2. Anisimov O.A. Polar regions (Arctic and Antarctic) / O.A. Anisimov [et al.] // Climate change. – Cambridge, 2007. – V. 15. – P. 653-685.