

В.Ф. Мартазинова, В.Е. Тимофеев, Е.К. Иванова

**РОЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ТРОПОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ  
ЗАПАДНОГО СЕКТОРА АНТАРКТИКИ В  
ФОРМИРОВАНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
АНТАРКТИЧЕСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Статья посвящена изучению изменения атмосферной циркуляции в западном секторе Южной полярной области путем анализа наиболее вероятных полей давления, рассчитанных для января и июля отдельных десятилетий 1971-2000 гг. и периода 2001-2007 гг. Показана локализация центров действия атмосферы и их смещение между десятилетиями, а также роль изменения циркуляции в многолетнем возрастании температуры воздуха на станциях Антарктического полуострова.

**Введение**

В наибольшей степени изменение климата в Южной полярной области (ЮПО) проявилось в последние десятилетия в районе Антарктического полуострова и Субантарктических островов, причем его связывают, прежде всего, с изменением в атмосферной циркуляции [3-5, 7]. С другой стороны региональные изменения рассматриваются неразрывно с изменениями планетарного масштаба. Так, в недавнем отчете межправительственной группы по изменению климата (IPCC) были представлены наиболее важные изменения планетарной атмосферной циркуляции, произошедшие в течение второй фазы глобального потепления XX столетия [21]. Тенденция к понижению атмосферного давления отмечена с 1948 по 2005 гг. в зимнее время в Арктике, Сибири, северной части Тихого океана, а также в Антарктике [1, 7, 10]. В то же время рост давления отмечен в субтропической Атлантике, южной Европе и северной Африке [9]. Западно-восточный перенос в умеренных широтах в основном усиливается в обоих полушариях с конца 1970-х гг., особенно зимой. В современную эпоху потепления [5, 15] обнаружено смещение центров действия атмосферы (ЦДА) в Атлантико-Европейском секторе. Рост зональных градиентов давления в Северном полушарии привел к значительному превышению смоделированных значений природной и антропогенной изменчивости на основе анализа

длинных рядов данных станций и индексов циркуляции в обоих полушариях [9, 22].

Активность циклонов в обоих полушариях претерпела изменения в течение второй половины XX столетия: сдвиг к полюсу траекторий циклонов сопровождается их углублением и одновременным снижением их общего числа (19). В то же время отмечается интенсификация и перемещение к полюсу атлантической части полярной ВФЗ; аналогичные изменения выявлены и в Южном полушарии (8).

Отмечен рост влияния явления Эль-Ниньо - Южное Колебание на климат западного сектора Антарктики [24], в частности с ним связывают учащенную повторяемость явлений атмосферного блокирования в южной части Тихого океана [17], а также формирование сезонных аномалий температуры воздуха и морского льда в районах Антарктического полуострова и моря Росса.

Достаточно много исследований последних лет было посвящено выявлению роли атмосферной циркуляции в изменении климата ЮПО. Однако большинство работ посвящено исследованию индекса зональной циркуляции – антарктическому колебанию [10, 25], которое не связано с конкретными типами циркуляции и не объясняет преобразования крупномасштабной циркуляции в многолетнем плане.

В эпоху, предшествовавшую созданию баз цифровых данных метеорологических величин, был проведен анализ атмосферной циркуляции ЮПО по методике Г.Я. Вангенгейма [6]. На современном этапе применяются объективные методы типизации атмосферных процессов. Преобразование типов циркуляции в полярных районах в конце XX столетия с описанием возможных сценариев в XXI столетии проанализированы посредством статистической процедуры самоорганизующихся карт с наличием более чем 30 синоптических типов [13]. Многообразие типов циркуляции позволяет воспроизвести особенности региональной атмосферной циркуляции, однако возникают трудности с оценкой крупномасштабных ее изменений и с выделением преобладающего типа. Данная работа посвящена исследованию преобразования атмосферной циркуляции в ЮПО от десятилетия к десятилетию, а также выявлению механизма, благоприятствующего повышению среднегодовой температуры воздуха в районе Антарктического полуострова.

## Используемые данные и методика

В исследовании использовались данные реанализа ERA-40 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды за период 1971-2002 гг., а также данные реанализа NCEP-NCAR 2002-2007 гг. (шаг сетки по широте и долготе  $2,5^\circ$  в обоих массивах). По сведениям [11], имеются некоторые неточности при восстановлении метеорологических полей над районами, занятыми морским льдом в Арктике и Антарктике. Однако крупномасштабные характеристики полей давления при этом сохраняются. Используются также данные наблюдений станций района Антарктического полуострова за период 1951-2007 гг.: „Академик Вернадский” ( $65,2^\circ$  ю. ш.,  $64,2^\circ$  з. д.), „Оркадас” ( $60,7^\circ$  ю. ш.,  $44,7^\circ$  з. д.), „Эсперанца” ( $63,3^\circ$  ю. ш.,  $56,8^\circ$  з. д.). Эта информация является частью международного проекта **READER** (<http://www.antarctica.ac.uk/met/READER/surface/stationpt.html>).

Расчеты наиболее вероятных полей проводились согласно методике [16] в два этапа с использованием двух критериев подобия:  $\rho$  – геометрического (на основе знака аномалии между полями давления) и среднего квадрата расстояния между полями. На первом этапе в каждом месяце определяется наиболее вероятное (эталонное) барическое поле и класс наиболее вероятных полей, при условии  $\rho \geq 0,3$  и  $\eta \leq 1$ .

На втором этапе расчетов для выборки наиболее вероятного класса повторяется процедура определения наиболее вероятного поля. По определенным выше критериям определяется поле, которое характеризуется наибольшим сходством с остальными полями своего класса. Это поле и есть наиболее вероятным и наиболее информативным полем давления в данном месяце за исследуемый период. Поэтапное проведение расчетов позволяет определить обеспеченность полей, которые принадлежат к разным классам, т.е. количество аналогичных ему барических полей из всего множества полей.

Эталонные поля давления рассчитывались для центрального месяца зимы (июль) и лета (январь) отдельных десятилетий 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 гг., а также периода 2001-2007 гг., в области  $50-75^\circ$  ю. ш. и между  $180^\circ$  з. д. и  $50^\circ$  в. д. (рис. 1). Эта область включает 3 ЦДА пониженного давления в морях Росса, Беллинсгаузена и Уэдделла. При анализе необходимо учитывать, что поля первых десятилетий могут быть более сглаженными из-за более редкой сети наземных пунктов измерений, особенно южнее  $70^\circ$  ю. ш.

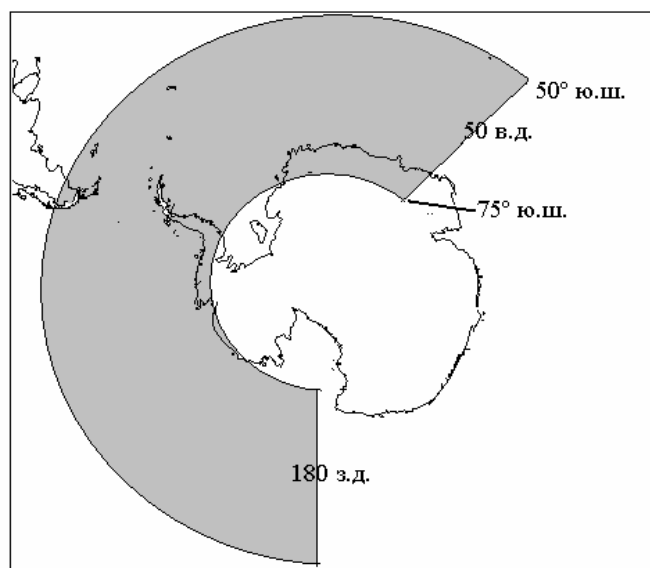


Рис. 1. Область расчета эталонных атмосферных процессов (*выделена*)

### Результаты работы

Наиболее вероятные поля одного и того же месяца разных десятилетий являются во многом аналогичными с преобладающим циклогенезом в западном секторе ЮПО (в море Беллинсгаузена и Росса) и в море Уэдделла, а также разделяющим их гребнем повышенного давления в секторе  $40-80^\circ$  з. д. (рис. 2). Данный гребень расположен в непосредственной близости к северной оконечности Антарктического полуострова, Земле Грейама, и во взаимодействии с циклонами во многом определяет как степень меридионального преобразования, так и направление преобладающего переноса воздушных масс в район станции „Академик Вернадский”.

При этом локализация ЦДА изменяется от десятилетия к десятилетию. Сравнение наиболее вероятных полей давления января 1971-1980, 1981-1990 и 1991-2000 гг. обнаруживает смещение к востоку (с  $80$  к  $40^\circ$  з. д.) основных ЦДА западного сектора ЮПО, что наилучшим образом прослеживается по движению оси гребня повышенного давления. В течение 2001-2007 гг. ось гребня вновь смещается к западу, к меридиану  $60^\circ$  з. д., т.е. возвращается к локализации 1981-1990 гг. Поскольку рассматриваемые ЦДА в западном секторе располагаются в непосредственной близости к Антарктическому полуострову, то их перемещение между десятилетиями приводит к изменению направления преобладающих воздушных потоков по отношению к этому полуострову.

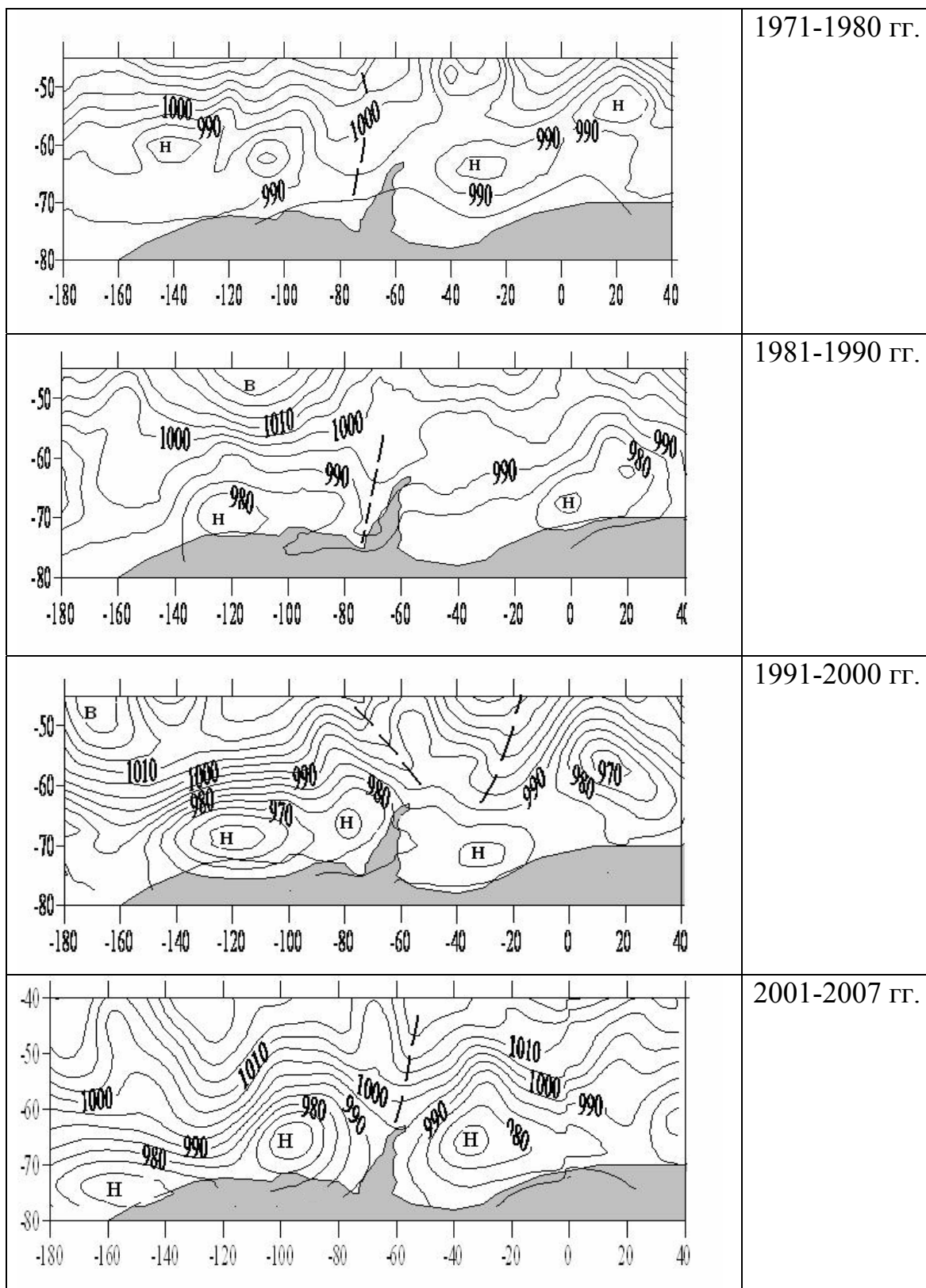


Рис. 2. Наиболее вероятные поля давления, январь десятилетий 1971-2000 гг. и периода 2001-2007 гг. (Оси гребней обозначены жирным пунктиром)

Если в 1971-1980 и 1981-1990 гг. преобладал южный перенос, обуславливая более прохладные летние месяцы, со средней суточной температурой воздуха на станции „Академик Вернадский” преимущественно ниже 0°C, то в 1991-2000 гг. преобладали северо-западные потоки, с которыми связывается повышение средней месячной температуры января к положительным значениям. Изменение преобладающих воздушных потоков на западные в 2001-2007 гг. сохранило высокий (по сравнению со средней климатической нормой) температурный фон, однако без существенного повышения.

Обеспеченность наиболее вероятного процесса января в целом достаточно высока и возрастает от 77 % в 1971-1980 гг. до 89 % в 1991-2000 гг., понижаясь до 87 % в 2001-2007 гг. Высокая степень подобия полей свидетельствует о том, что атмосферная циркуляция летнего сезона может быть описана одним эталонным полем давления.

Рассмотрим усредненное по долготам атмосферное давление в области 40-70° ю. ш для эталонного поля января каждого десятилетия. Кроме иллюстрации многолетних тенденций в атмосферной циркуляции это уточнит локализацию центров действия атмосферы в ЮПО (рис. 3).

Если между 1971-1980 и 1981-1990 гг. происходит заполнение ЦДА в море Уэдделла и рост давления в западном секторе, то наиболее существенное понижение давления отмечено между 1981-1990 и 1991-2000 гг. в западном секторе ЮПО в районе морей Росса (180-120° з. д.) и Беллинсгаузена, а также в западной части моря Уэдделла. Это согласуется с аналогичным выводом о понижении давления в ЮПО к концу XX века [7, 10].

Современный период 2001-2007 гг. характеризуется дальнейшим понижением давления в области ЦДА в морях Росса и Уэдделла (около 30° з. д.). С другой стороны, усиливается гребень в районе 60-90° з. д. – в непосредственной близости к западному побережью Антарктического полуострова. Таким образом, в середине летнего сезона обнаружена большая изменчивость глубины, занимаемой площади и локализации ЦДА между отдельными десятилетиями.

Наиболее вероятные поля давления зимнего сезона отличаются большими градиентами давления и повышенной степенью меридиональности за счет как усиления интенсивности циклогенеза, так и проникновения к югу гребней субтропических антициклонов.

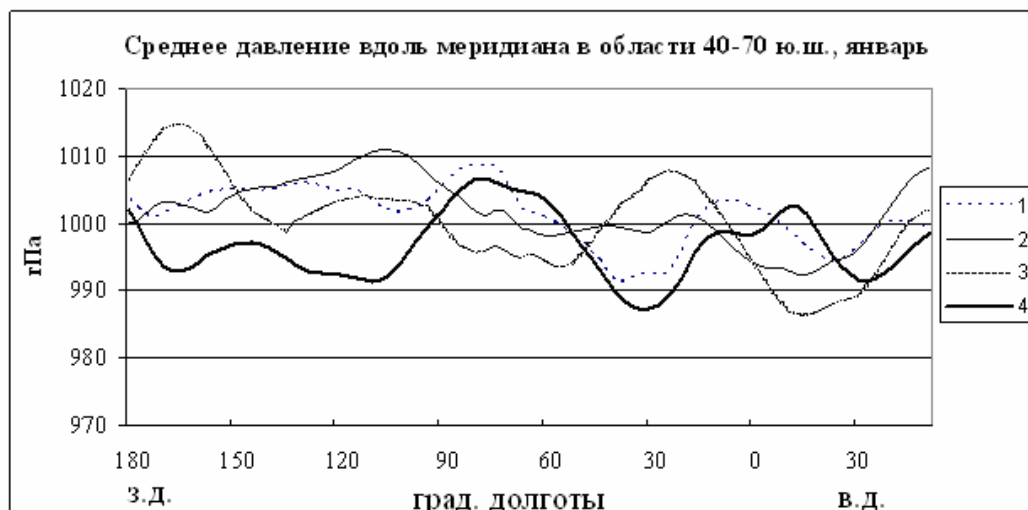


Рис. 3. Распределение меридионально усредненного в области 40-70° ю.ш. атмосферного давления поля-эталона января десятилетий: 1 – 1971-1980; 2 – 1981-1990; 3 – 1991-2000 гг. и периода 4 – 2001-2007 гг.

Область повышенного давления в западном секторе занимает площадь большую, чем летом, а в отдельные годы представлена отдельным центром антициклона (рис. 4). Значительную роль в формировании гребней или перемычек повышенного давления играет аномальное развитие субтропических максимумов в Тихом океане.

Аналогично летнему сезону отмечается миграция основных погодообразующих систем: между 1971-1980 и 1981-1990 гг. гребень в районе Антарктического полуострова сначала несколько смещается к западу, а между десятилетиями 1981-1990 и 1991-2000 гг. – к востоку, в район моря Уэдделла. Если в 1981-1990 гг. усиление тихоокеанского гребня в западном секторе приводит к блокирующему эффекту с преобладающими З-ЮЗ ветрами к Земле Грейама, то в 1991-2000 гг. восточное положение гребня повышенного давления не создает блокирующего эффекта, но во взаимодействии с циклоном в море Уэдделла преобладающее направление ветра изменяет на северо-западное. Траектории циклонов в районе Антарктического полуострова, определенные в оперативном режиме на станции „Академик Вернадский”, показаны в [23].

Наиболее вероятное поле давления июля 2001-2007 гг. вновь показывает западное смещение ЦДА (ось гребня около 80° з. д.) в район моря Беллинсгаузена с усилением антициклона над Южной Америкой, а также смещением климатических циклонов к северу, к 50-60° ю. ш.

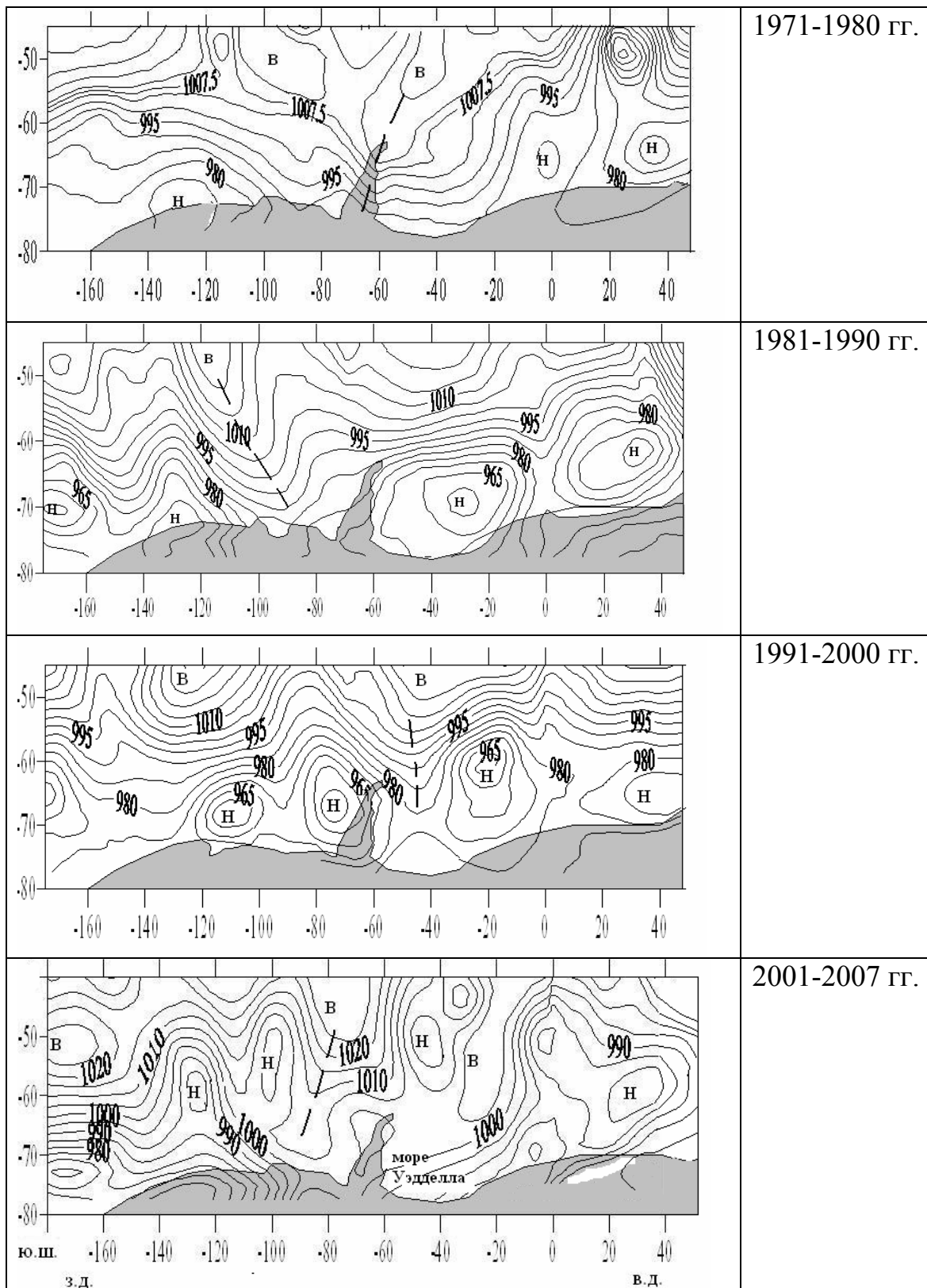


Рис. 4. Наиболее вероятные поля давления, июль десятилетий 1971-2000 гг. и периода 2001-2000 гг. (Ось гребня обозначена жирным пунктиром)



В связи с этим к Антарктическому полуострову преобладают западные и юго-западные потоки. Усиление меридиональности в море Уэдделла связано с наличием еще одного гребня у меридиана 20-30° з. д. и смещением к востоку центра климатического циклона в этом районе.

Необходимо отметить также, что преимущественным районом развития гребней в 1971-1980 и 1981-1990 гг. была центральная часть Тихого океана, а в 2001-2007 гг. – его юго-восточная часть и юго-западные акватории Атлантического океана. Возможно, это связано с изменением в режиме явления Эль-Ниньо [24].

Обеспеченность наиболее вероятного процесса июля возрастает от 57 % в 1971-1980 гг. до 72 % в 2001-2007 гг., что свидетельствует о его большей устойчивости в последние годы. В свою очередь это приводит к меньшим межгодовым колебаниям температуры воздуха.

Аналогично январю усредненное по долготам атмосферное давление в области 40-70° ю. ш. для каждого эталонного поля июля показывает существенное различие между смежными десятилетиями. Наибольшее снижение давления в рассматриваемой области отмечено между десятилетиями 1971-1980 и 1991-2000 гг. (рис. 5).

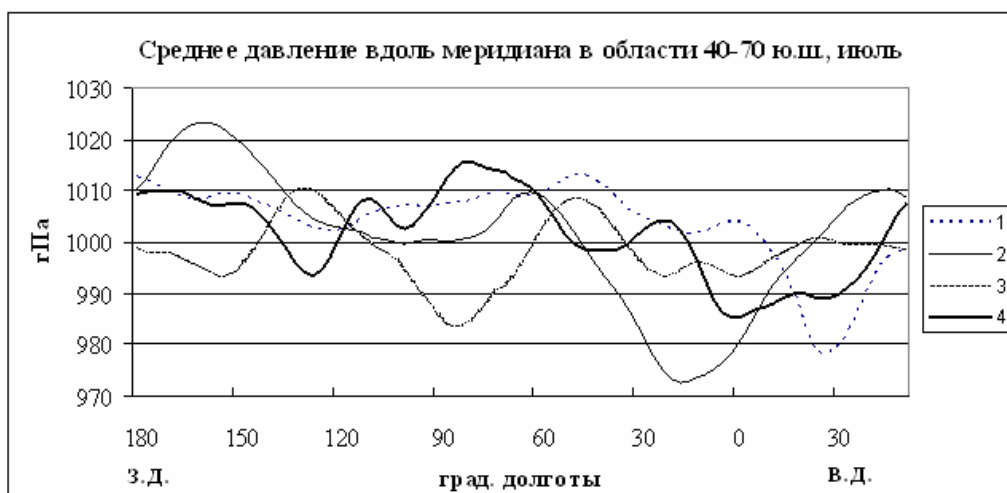


Рис. 5. Распределение меридионально усредненного в области 40-70° ю. ш. атмосферного давления поля-эталона июля десятилетий: 1 – 1971-1980; 2 – 1981-1990; 3 – 1991-2000 и периода 4 – 2001-2007 гг.

При этом изменяется интенсивность ЦДА. В 1971-1980 гг. на фоне общей сглаженности меридионально усредненного давления в западном секторе его минимум расположен в секторе Индийского океана. В 1981-1990 гг. наиболее глубоким был циклон в восточном секторе у 20° з. д. (море Уэдделла), а в 1991-2000 гг. – ЦДА в западном секторе ЮПО в

море Беллинсгаузена (у 90° з. д.). По сравнению с 1991-2000 гг. современный период 2001-2007 гг. характеризуется ростом давления к западу Антарктического полуострова, заполнением ЦДА пониженного давления в море Беллинсгаузена и некоторым углублением ЦДА в море Уэдделла.

Изменение наиболее вероятной атмосферной циркуляции в июле обусловило температурный режим в пределах климатической нормы в 1971-1980 гг., несколько выше нормы в 1981-1990 гг. и существенно выше нормы в 1991-2000 и 2001-2007 гг. В многолетнем плане это привело к известному потеплению в районе Антарктического полуострова.

По данным станции „Академик Вернадский” (рис. 6) возрастание средней температуры зимних месяцев максимально по сравнению с месяцами других сезонов и достигает 4,5°С в течение периода наблюдений 1961-2007 гг.

С другой стороны преобладающие в январе и июле 2001-2007 гг. западные воздушные потоки стабилизировали возрастание температуры воздуха на уровне 1991-2000 гг. на большинстве станций. Средняя годовая и зимняя температура воздуха на станции „Академик Вернадский” колебалась в узком диапазоне без дальнейшего возрастания (рис. 6) на ст. „Оркадас” и „Эсперанца” отмечалось похолодание в отдельные сезоны.

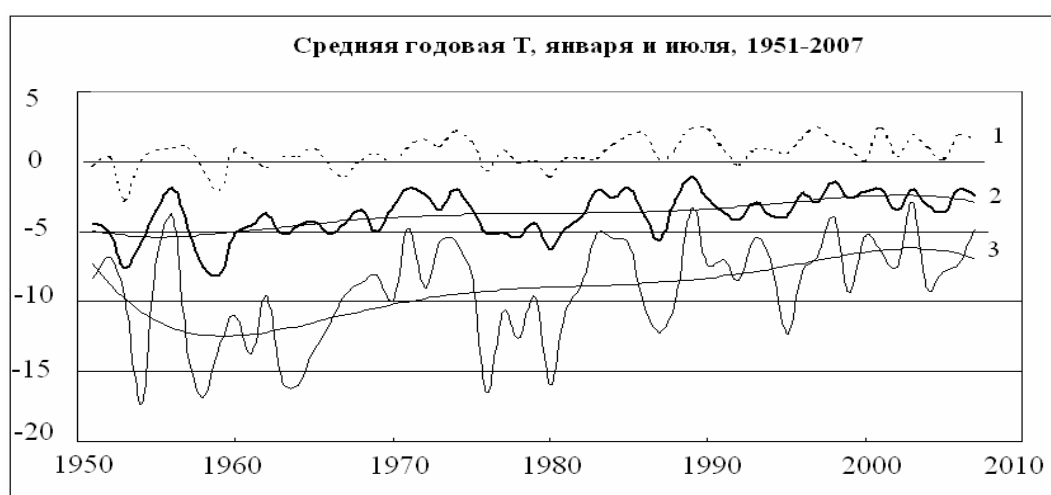


Рис. 6. Многолетний ход средней температуры воздуха по данным станции „Академик Вернадский”, 1951-2007 гг.: 1 – январь; 2 – год; 3 – июль (Средняя годовая и июльская температуры аппроксимированы полиномиальной линией тренда 5-й степени)

Необходимо отметить также, что подобные изменения циркуляции со смещением ЦДА произошли и в течение осенних месяцев (апрель-май не показано), а в наименьшей степени смещение ЦДА произошло в весенний сезон (сентябрь-ноябрь). Соответственно многолетнее возрастание приземной температуры воздуха в наименьшей степени проявилось весной.

Изменение атмосферной циркуляции в масштабе десятилетий объясняет важные изменения в состоянии оледенения в районе в целом [20], а также изменения метеорологического режима последних лет (данные станции „Академик Вернадский”) с максимумами снежного покрова и осадков, а также преобладанием аккумуляции в отдельные годы [33].

### **Выводы**

Изменение атмосферной циркуляции центральных месяцев летнего и зимнего сезонов между отдельными десятилетиями впервые показано для западного сектора Южной полярной области при помощи наиболее вероятных полей давления. Показана локализация квази-постоянных ЦДА в январе и июле, а также обнаружена их миграция между отдельными десятилетиями. Как в январе, так и в июле в западном секторе Антарктики между 1971-1980 и 1981-1990 гг. происходит смещение ЦДА к востоку. Данный вывод согласуется с аналогичным смещением ЦДА в Северном полушарии [15].

При этом изменилось направление преобладающих воздушных потоков к Антарктическому полуострову, с юго-западных (холодных) в 1971-1980 и 1981-1990 гг. на северо-западные (теплые) в 1991-2000 гг., формирующиеся в результате усиления циклоничности в море Беллинсгаузена как зимой, так и летом. Таким образом, изменение атмосферной циркуляции стало причиной возрастания приземной температуры воздуха на станциях района Антарктического полуострова с максимумом потепления в зимние месяцы.

В течение обоих сезонов современной эпохи 2001-2007 гг. происходит возвратное западное смещение ЦДА в западном секторе ЮПО с усилением антициклогенеза в юго-восточной части Тихого океана. Такой тип циркуляции на наиболее вероятных полях давления обеспечил преобладающий зональный перенос в январе и юго-западный в июле. Стабилизация возрастания температуры воздуха на станции „Академик

Вернадский”, а также на других станциях района связывается с поступлением умеренно теплых воздушных масс к Земле Грейама.

Усредненное по долготам среднее давление в области 40-70° ю. ш для каждого эталонного поля января и июля показывает существенное различие между смежными десятилетиями. Если в январе отмечено дальнейшее понижение давления в секторе моря Росса, то отличительной особенностью июля стал рост в западном секторе ЮПО.

Таким образом, в последние годы в западном секторе ЮПО произошли изменения в атмосферной циркуляции, которые обусловили стабилизацию роста приземной температуры воздуха на станциях района Антарктического полуострова.

\* \*

1. *Алексеев Г.В.* Исследования климата Арктики в XX столетии // С.-Пб. – Тр. ААНИИ. – 2003. – Т. 446. – С. 6-21.
2. *Багров Н. А.* Классификация синоптических ситуаций // Метеорология и гидрология, 1969, № 5. – С. 3-12.
3. *Говоруха Л.С., Тимофеев В.Е.* Антарктический ледниковый щит - уникальный физико-географический и гидрометеорологический феномен планеты и его роль в глобальном массоэнергообмене // Тр. юбил. конфер. к 70-летию ОГМИ, 2003. – Ч. 2. – С. 166-176.
4. *Грищенко В.Ф., Тимофеев В.Е.* Реакции компонентов гляциосферы на изменения климата в районе Антарктического полуострова // Укр. Антарк. журнал, 2005, № 3. – С. 99-107.
5. *Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А.* Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, её изменения и современное состояние // Тр. УкрНИГМИ. – 1998. – Вып. 246. – С. 21-27.
6. *Рыжаков Л.Ю.* О сезонных особенностях устойчивости и повторяемости форм циркуляции Южного полушария // Бюлл. САЭ, № 94, 1977. – С. 5-10.
7. *Connoley W.M.* Variability in annual mean circulation in Southern High Latitudes Clim. Dyn., 1997, № 13. – P. 745-756.
8. *Gallego D.* A new look at the Southern Hemisphere jet stream. Climate Dynamics, 2005, vol. 24. – P. 607-621.
9. *Gillett N.P., Thompson D.* Simulation of recent Southern Hemisphere climate change. Science, 2003, N 302, – P. 273-275.
10. *Gillett N.P., Kell T.D., Jones P.D.* Regional climate impacts of the Southern Annular Mode. Geoph. Res. Letters, 2006, vol. 33. – P. 315-322.

11. *Hines M.K., Bromwich D.H., Marshall G.J.* Artificial Surface Pressure Trends in the NCEP-NCAR Reanalysis over the Southern Ocean and Antarctica. *J. of Climate*, 2000, v. 13. – P. 3940-3962.
12. *Kejna M.* Przebieg Roczny temperatury powietrza na Antarktydzie // *Problemy Klimatologii Polarnej*. – Torun University, Poland. – 2002. – № 12. – P. 5-20.
13. *Lynch A., Uotila P., Cassano J.*, 2006: Changes in synoptic weather patterns in the polar regions in the twentieth and twenty-first centuries, part 2: Antarctic. *Int. J. of Climatology*, v. 26, Iss. 9. – P. 1181-1199.
14. *Marshall G.J, Lagun V., Lachlan-Cope N.A.* Changes in Antarctic Peninsula Tropospheric Temperatures from 1956 to 1999: a Synthesis of Observations and Reanalysis Data // *Int. J. Climatology*, 2002, № 22. – P. 291-310.
15. *Martazinova V.F.* Displacement of semi-permanent centers of action and variations of the regional climate, *Proc. of Int. Symp. Precipitation and Evaporation*. Bratislava, 1993. – P. 210-213.
16. *Martazinova V.F.*, The classification of synoptic Patterns by Method of Analogs // *J. Environ. Sci. Eng.*, 2005, vol. 7. – P. 61-65.
17. *Renwick J.A., Revell M.J.* Blocking over the South Pacific and Rossby wave propagation. *Mon. Weather Review*, 1999, vol. 127. – P. 2233-2247.
18. *Rogers, J. C., Mosley-Thompson, E.* Atlantic Arctic cyclones and the mild Siberian winters of the 1980s. // *Geoph. Res. Letters*, 1995, vol. 22, № 7. – P. 799-802.
19. *Simmonds I., Keay K.* Variability of Southern Hemisphere extratropical cyclone behaviour 1958-1997. *J. Clim.*, 13, 5550-561.
20. *Skvarza P.W., Pack W., Rott H., Donangelo Y.* Climatic trend and the retreat and disintegration of ice shelves on the Antarctic Peninsula // *Polar Res.* – 1999, 18 (2). – P. 151-157.
21. *Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden, P. Zhai.* Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC* (Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge UK and New York, NY, USA, 2007. – P. 236-432.
22. *Thompson D.W.J, Solomon S.* Interpretation of recent Southern Hemisphere climate change // *Science*. – 296. – 2002. – P. 895-899.
23. *Timofeyev V. E.* Synoptic circulation patterns of Antarctic Peninsula and adjacent South Ocean regions and connected phenomena // *Problems Climatology Polarnej*, 2002, № 10. – P. 159-178.

24. Turner J. The El-Nino and Antarctica // Int. J. of Climatol., 2004. – V.24 – P. 1-32.
25. Turner J., Colwell S., Marshall G., Lachlan-Cope T., Carleton A., Jones P., Lagun V., Reid F., Iagovkina S. Antarctic climate during the last 50 years // Int. J. Climatol., 2005, 25. – P. 279-294.

*Український науково-дослідний  
гідрометеорологічний інститут, Київ*

**В.Ф. Мартазінова, В.Є. Тимофєєв, О.К. Іванова**

**Роль змін тропосферної циркуляції західного сектора Антарктики у формуванні кліматичних умов Антарктичного півострова**

*Зміна атмосферної циркуляції в західному секторі Південної полярної області вивчається шляхом аналізу найбільш імовірних полів тиску, розрахованих для січня і липня окремих десятиліть 1971-2000 рр. і періоду 2001-2007 рр. Показано локалізацію центрів дії атмосфери та їх зміщення між десятиліттями, а також роль змін циркуляції в багаторічному зростанні температури повітря на станціях Антарктичного півострова.*

**V.F. Martazinova, V.E. Tymofeyev, O.C. Ivanova**

**On the role of troposphere circulation change in the west Antarctic sector in the formation of climate conditions of the Antarctic Peninsula**

*Change in the atmospheric circulation in the west Antarctic sector is studied by means of the most probable mean sea level pressure fields distinguished for January and July of each decade during 1971-2000, and period 2001-2007. Positions of permanent centres of action and their displacements between decades are shown as well as role of circulation change in the growth of surface air temperature on the stations of the Antarctic Peninsula.*