

**УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ****УДК 551.5(265.53)****С.Ю. Глебова****ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НАД ОХОТСКИМ МОРЕМ В 2000–2006 ГГ.**

Отмечено, что в 2000–2004 гг. Алеутская депрессия постепенно смещалась к юго-западу (с восточных районов Берингова моря в его западную часть). В результате зимний муссон над Охотским морем ослабевал, достигнув минимума в 2005–2006 гг. Одновременно летний центр действия атмосферы — Дальневосточная депрессия — постепенно смещался на северо-восток по направлению к Охотскому морю. Это вызвало ослабление летнего муссона над Охотским морем в 2002–2005 гг. После 2004 г. оба центра действия атмосферы начали обратное движение: Дальневосточная депрессия повернула на запад, а Алеутская — на восток. При этом летний муссон над охотоморским бассейном стал усиливаться, а зимний продолжал ослабевать. На фоне ослабления зимнего и усиления летнего муссонов климат Охотского моря тепел, ледовитость в нем уменьшалась. Однако изменение характера атмосферной циркуляции после 2004 г. может быть предвестником ближайшего похолодания термического режима Охотского моря.

**Glebova S.Yu.** Features of atmospheric processes development over the Okhotsk Sea in 2000–2006 // Izv. TINRO. — 2007. — Vol. 150. — P. 200–216.

Because of Aleutian Low gradual shifting southwestward (from the eastern Bering Sea to its western part), winter monsoon became weaker over the Okhotsk Sea, to the minimal intensity in 2005–2006. In the same time, summer Far Eastern Low shifted gradually northeastward (from the continent to the western Okhotsk Sea) and caused summer monsoon weakening over the Okhotsk Sea in 2002–2005. After 2004, both depressions began backward movement: the Far East Low turned to the West, and the Aleutian Low — to the East. So, in the Okhotsk Sea the summer monsoon began to amplify, and the winter monsoon continued to weaken. On this background, climatic warming and ice cover decreasing occurred in the Okhotsk Sea. However, this change of atmospheric circulation is considered as a harbinger of the Okhotsk Sea cooling in the nearest future.

Характерной чертой климатического режима Охотского моря является то, что, несмотря на расположение в умеренных широтах, его климату свойственны многие особенности климата арктических морей. Специфика синоптического и термического режимов Охотского моря обусловлена воздействием сезонных и перманентных центров действия атмосферы (ЦДА), их взаимодействие приводит к развитию азиатско-тихоокеанской муссонной циркуляции, в зону действия которой попадает и Охотское море. В зимний период взаимодействие Алеутской депрессии с Сибирским максимумом является основной причиной развития зимней муссонной циркуляции (Дмитриев, Иванов, 1976). Влияние другого центра действия атмосферы — Северотихоокеанского антициклона — в этот период практически не сказывается, так как он смещается далеко на восток, достигая 130° з.д. (Стехновский, Цветкова, 1972).

Интенсивное разрушение Сибирского антициклона приходится на середину марта, когда ослабевает меридиональная циркуляция и большой удельный вес приобретает зональная направленность процессов с характерным “нырянием” циклонов через Сибирь и Дальний Восток (Свинухов, 1977). В этот период существование антициклона в большей степени обусловлено орографическими и термическими факторами. Ленско-колымский гребень в марте хорошо развит, а в апреле отделяется от основного центра. Зимний муссон над Охотским морем заметно ослабевает, но в отдельные годы его кратковременное обострение может отмечаться не только в апреле, который Х.П. Погосян (1947) по структуре барического поля вообще относил к зимнему типу, но даже в мае (Простяков, 1947; Дацко и др., 1997).

В начале весны Алеутская депрессия также приобретает тенденцию к заполнению, особенно в мае, что связано с ослаблением циклонической деятельности на тихоокеанско-полярном фронте и усиливающимся влиянием в этом районе Северотихоокеанского максимума. Над Охотским морем в области северотихоокеанского гребня из-за частых арктических вторжений начинает развиваться антициклогенез, в результате чего здесь формируется сезонный центр действия атмосферы — Охотский антициклон, роль которого в формировании летней погоды на Дальнем Востоке весьма существенна (Ильинский, 1960). Главная его особенность — он препятствует выходу циклонов с бассейна Амура, благодаря чему весной над нижним течением реки начинает образовываться область низкого давления — Дальневосточная депрессия, которая появляется в апреле в виде ложбины Алеутской депрессии (Ильинский, 1960). Под влиянием этих трех ЦДА над Охотским морем формируется летний муссон. Кроме того, подстилающая поверхность Охотского моря, являющегося “очагом” холода в регионе, сама способна влиять как на характер воздушных масс над ним, так и на сезонные термодинамические особенности атмосферы и моря (Гидрометеорология ..., 1998).

Как правило, в межгодовом плане состояние сезонных барических центров может существенно меняться, в связи с чем направленность ветровой циркуляции над Охотским морем также меняется, что существенным образом отражается на развитии в нем климато-гидрологических условий (температуры, ледовитости, характера течений, распределения водных масс и т.д.). Поэтому своевременная информация о последних изменениях в атмосферном режиме может быть важной и полезной для специалистов различных областей знаний — климатологов, океанологов и биологов.

В настоящей работе проводится анализ особенностей атмосферной циркуляции в холодные и теплые сезоны над дальневосточным регионом в целом и над Охотским морем в частности в течение последних лет — 2000–2006 гг.

**Атмосферный режим.** Исходными данными для анализа послужили среднесезонные карты приземного давления, которые строились с использованием ежедневных японских синоптических карт за 00 час по Гринвичу. Для этого был выделен район ( $30\text{--}70^\circ$  с.ш.  $100^\circ$  в.д. —  $170^\circ$  з.д.), который разбивался на квадраты  $10 \times 10^\circ$ , и в узлах координат снимались значения давления, которые затем осреднялись отдельно для холодных (октябрь—март) и теплых (апрель—сентябрь) сезонов каждого года.

В дальнейшем осредненные карты использовались для получения следующей информации:

- а) для определения положения и интенсивности основных ЦДА;
- б) для количественной оценки направления и интенсивности циркуляции (воздушных переносов) над Охотским морем, для чего рассчитывались индексы А.Л. Каца (1954).

Вычисление индексов производилось методом подсчета количества изобар, проведенных через 5 гПа и пересекающих параллели и меридианы района  $40\text{--}60^\circ$  с.ш.  $130\text{--}160^\circ$  в.д., включающего в себя Охотское море с учетом их направленности.

По методике, предложенной А.Л. Кацем (1954), можно определить:

— зональный индекс циркуляции  $I3 = (Iz - Iw) / N1$ , где  $Iz$  и  $Iw$  — число изобар, ориентированных соответственно с запада на восток и с востока на запад;  $N1$  — количество меридианов, через которые проходили изобары;

— меридиональный индекс циркуляции  $IM = (Iю - Ic) / N2$ , где  $Iю$  и  $Ic$  — число изобар, ориентированных соответственно с юга на север и с севера на юг;  $N2$  — количество параллелей, пересекаемых изобарами.

Положительные значения  $IM$  и  $I3$  характеризуют южный и западный перенос, а их отрицательные значения соответствуют северному и восточному переносам.

**Циклоническая деятельность.** Охотское море в течение большей части года находится под влиянием циклонов, проходящих как непосредственно над бассейном, так и вблизи него. Для анализа характера циклогенеза над охотоморским бассейном (и сопредельными районами) строились карты циклоничности для холодного и теплого сезонов каждого из рассматриваемых лет. Для этого район  $30\text{--}60^\circ$  с.ш.  $130\text{--}160^\circ$  в.д. (Охотское море и западная часть Тихого океана) разбивался на квадраты  $5 \times 5^\circ$  и подсчитывалось среднее число всех приземных циклонов, проходивших над каждым из квадратов в течение сезона; по полученным значениям проводились изолинии. Подобные карты циклоничности достаточно наглядно иллюстрируют районы циклогенеза (области максимальной повторяемости циклонов) и положение климатических фронтов как зону преобладающих траекторий циклонов. В качестве исходных материалов также использовались ежедневные синоптические карты японского метеорологического агентства за 00 час по Гринвичу.

Помимо сезонных карт приземного давления и циклонической деятельности для каждого года были построены карты аномалий этих показателей (относительно средних значений за период 2000–2006 гг.).

**Атмосферные типы.** Для оценки особенностей многолетних колебаний атмосферного режима использовались данные о типах атмосферных процессов, формирующихся над Охотским морем по классификации автора (Глебова, 1999, 2003). В основу классификации было положено местоположение основных барических центров (сезонных ЦДА) относительно охотоморского бассейна, а также характер ветрового переноса, который формируется над ним.

Классификация типовых ситуаций проводилась с использованием приземных синоптических карт, осредненных за 10-дневные периоды (декады). Всего было выделено шесть основных типов, приуроченных к различным сезонам. **I тип** (малоградиентный) отличается разреженным барическим полем, отсутствием градиентных зон. С ним обычно связаны спокойные, штилевые погодные условия, хороший прогрев. Он появляется преимущественно в теплый период года, но иногда встречается и в осенне-зимние сезоны. **II тип** формируется под воздействием Дальневосточной депрессии, располагающейся чаще всего над материковыми районами и влияющей на Охотское море своей передней ложбиной. При этом над большей частью моря формируются ветровые переносы южной направленности, поэтому его можно охарактеризовать как “муссонный”. Этот тип чаще возникает весной и летом. Синоптическая ситуация переходного сезона — **III тип**, который возникает под влиянием Арктической депрессии, расположенной над северными районами, и способствует развитию западных переносов над большей частью Охотского моря. Формы циркуляции следующей группы (**IV, V и VI типы**) формируются преимущественно в холодные месяцы и обусловлены положением Алеутской депрессии. При нахождении депрессии над западной частью Берингова моря охотоморский бассейн оказывается под влиянием ее глубокой ложбины, и над ним формируется “умеренно-холодный” **IV тип** с северо-западными и западными переносами и активной циклонической деятельностью над Охотским морем. При смещении Алеутской

депрессии на восточные районы Берингова моря на Охотское море обычно направлена меридионально ориентированная зона повышенных градиентов, вызывающая сильные северные и северо-восточные переносы ветра; происходит формирование “холодного” **V типа**. С положением депрессии над океаном связано возникновение над Охотским морем “теплого” **VI типа** с преобладанием восточных ветров. **VII тип** образуется весной или осенью при активизации циклонической деятельности непосредственно над охотоморским бассейном, когда направление ветрового переноса над ним имеет циклоническую циркуляцию; при этой синоптической ситуации усиливается адвекция тепла на большую часть Охотского моря.

Было отмечено, что повторяемость типов в многолетнем плане носит циклический характер и в ходе большинства из них выделяется 8–10-летняя периодичность.

### **Особенности атмосферных процессов, формировавшихся над Дальневосточным регионом в “холодные” и “теплые” сезоны 2000–2006 гг.**

Как можно видеть на рис. 1, в течение рассматриваемых лет состояние зимних центров действия атмосферы постепенно менялось. Наиболее экстремальные условия отмечались в холодный сезон 2000/01 г., когда Алеутский минимум располагался северо-восточнее своего среднемноголетнего положения (над восточными районами Берингова моря). Глубокий “очаг” отрицательных аномалий геопотенциала над Беринговым морем свидетельствует о его значительном усилении в этот период (рис. 1, А). Сибирский максимум имел хорошо выраженный и активный северо-восточный отрог, направленный в сторону Северного Ледовитого океана. О его мощности можно судить по области положительных аномалий геопотенциала (до плюс 4 гПа), расположенной над арктическими районами континента. На Охотское море его влияние проявлялось в большей степени, чем на алеутскую ложбину, поскольку над бассейном преобладали слабые положительные аномалии.

Циклогенез над Охотским морем в целом был ослаблен (за исключением южных районов моря), и смешались циклоны по широтным траекториям (рис. 2, А).

Между обоими ЦДА была сформирована зона повышенных барических градиентов, вдоль которой на акваторию Охотского моря происходил заток холодного арктического воздуха, что способствовало формированию здесь “экстремально холодных” термических условий. Как видно на рис. 3, в этот период отмечалось весьма активное появление “холодного” V типа (60 %), наибольшая повторяемость которого пришлась на зиму (78 %). В течение предыдущего осеннего сезона (2000 г.) “холодные” и “умеренно холодные” типы над Охотским морем появлялись примерно в одинаковом соотношении (44 и 45 %).

В последующие годы обстановка стала существенно меняться.

Уже в зимний сезон 2001/02 г. отмечается некоторое смещение к югу Алеутской депрессии и сокращение в размерах сибирского гребня (см. рис. 1, Б). Интенсивность обоих ЦДА уменьшилась, на что указывают положительные аномалии давления над океаническими районами и отрицательные аномалии над материком. Количество циклонов над Охотским морем несколько увеличилось (небольшие положительные аномалии над всем бассейном) (см. рис. 2, Б). В течение всего холодного периода доминировали “умеренно холодные” ситуации IV типа (50 %), причем они преобладали как осенью, так и зимой (см. рис. 3). Также в оба сезона возросла повторяемость “теплого” VI и “циклонического” VII типов, а количество “холодного” V типа в этот период сократилось до 11 %, причемировался он только зимой.

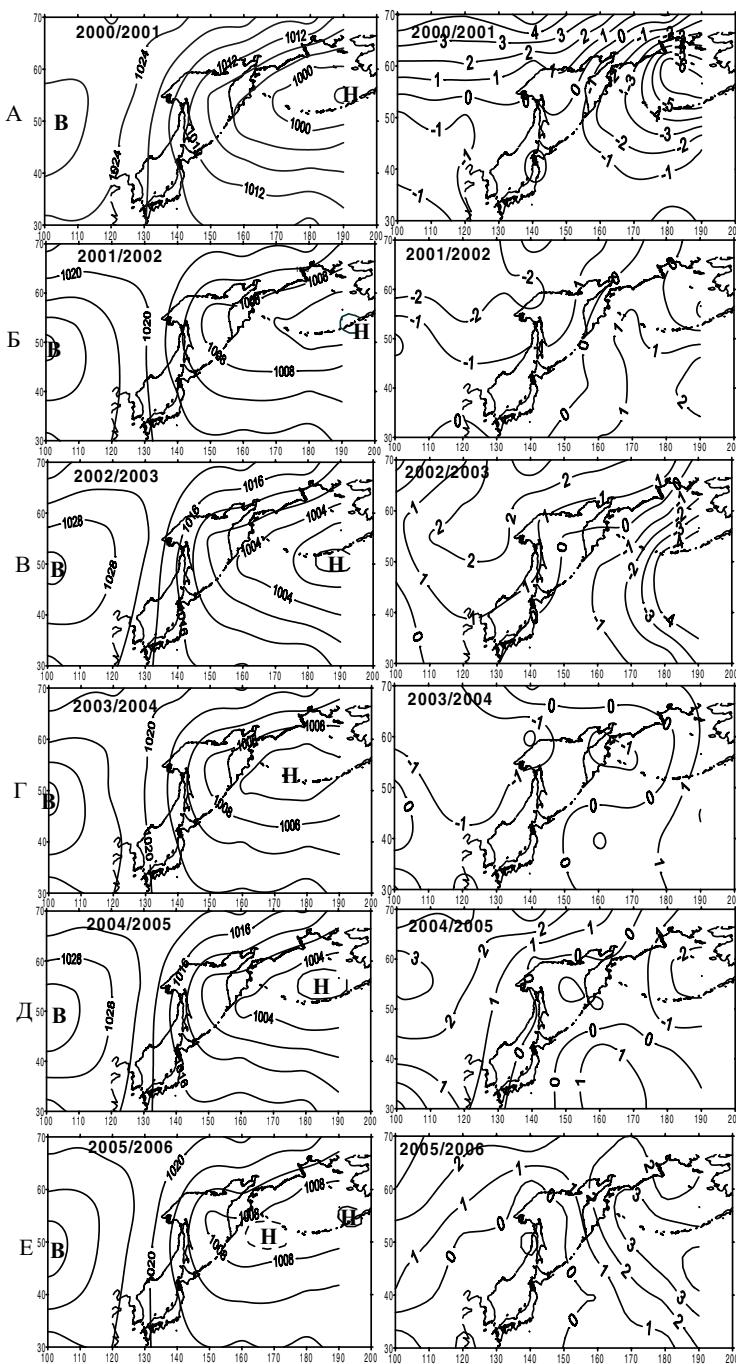


Рис. 1. Среднебарическое приземное поле над Дальневосточным регионом в октябре—марте (слева) и его аномалии (справа) в 2000–2006 гг.: *H* — область низкого давления; *B* — область высокого давления

Fig. 1. Average surface baric field over the Far East Region in October—March (at the left) and its anomalies (on the right) in 2000–2006

Подобные изменения синоптической ситуации повлияли на общий характер ветрового переноса (зимнего муссона) над Охотским морем. Как видно на рис. 4 (А, Б), зимой 2001/02 г. интенсивность его северной составляющей по сравнению с предыдущим годом существенно снизилась, а зональный перенос изменился на противоположный: вместо восточного стал преобладать западный (положительные значения  $I_3$ ).

В 2002/03 г. Алеутская депрессия еще более сместилась к югу, в сторону зал. Аляска, а северо-восточный отрог Сибирского максимума вновь распространялся в северном направлении (см. рис. 1, В). Интенсивность обеих барических систем возросла (в области Алеутской депрессии отрицательные аномалии давления достигали минус 4 гПа, а мощность сибирского гребня превысила “средние” значения на 2 гПа).

Основная циклоническая деятельность отмечалась с охотоморской стороны Курильских островов и у южной оконечности Камчатки, вследствие чего Охотское море чаще всего оказывалось под воздействием северных и западных секторов циклонов (см. рис. 2, В). Как видно на рис. 3, в сезон 2002/03 г. отмечалось увеличение повторяемости “теплого” VI типа с восточными переносами (39 %) и

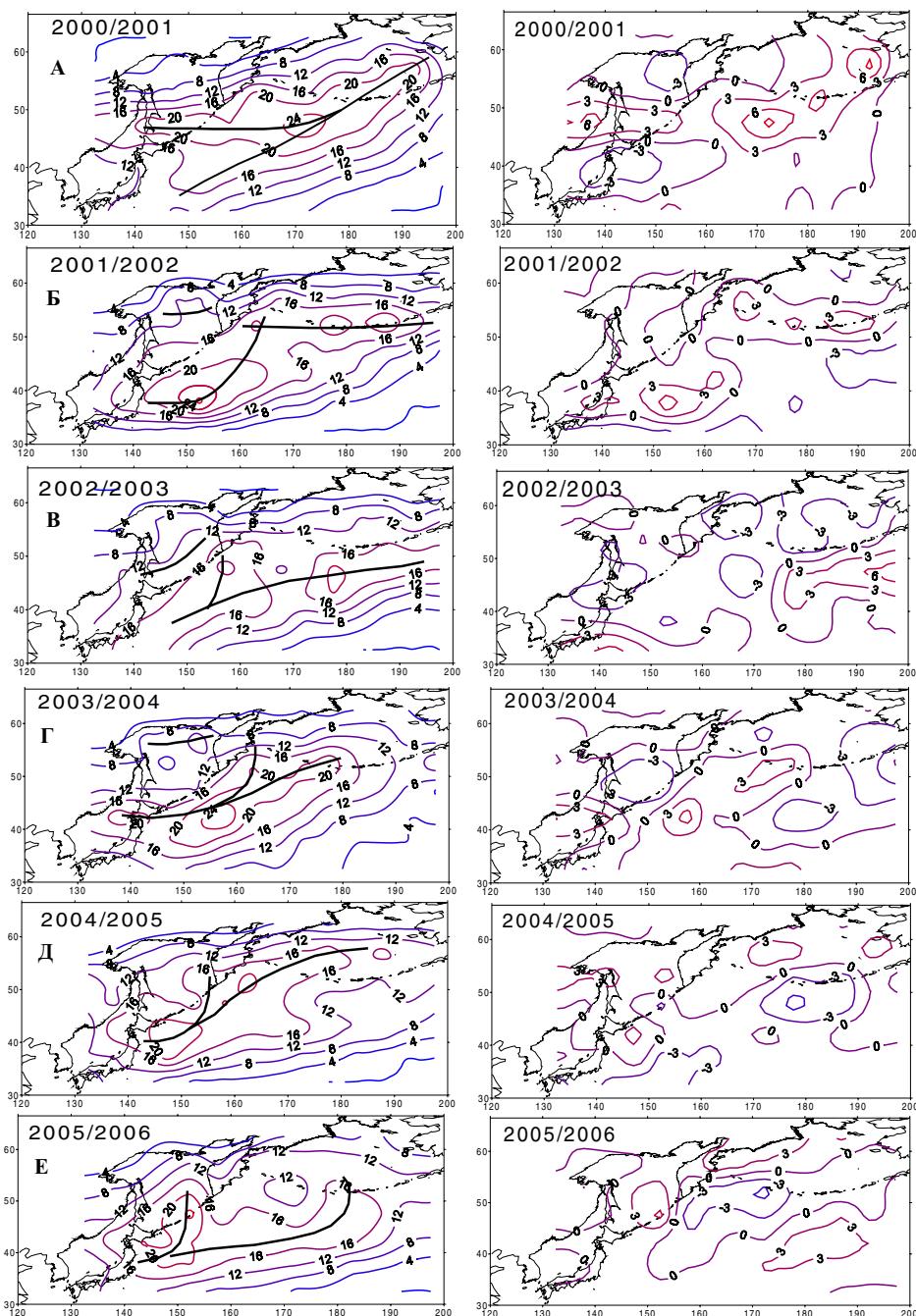


Рис. 2. Количество циклонов (слева) и их аномалии (справа) над Охотским морем в октябре—марте 2000—2006 гг.

Fig. 2. The quantity of cyclones (at the left) and their anomalies (on the right) over the Sea of Okhotsk in October—December, 2000–2006

в наибольшей степени рост повторяемости пришелся на зимние месяцы (56 %). При этом по сравнению с предыдущим годом более чем вдвое (преимущественно осенью) возросло количество “холодного” V типа с северо-восточными переносами (до 28 %), а VII тип (с активным циклогенезом над бассейном) не появлялся ни разу.

Как следствие, вновь произошла смена зональной составляющей муссона с западной на восточную; интенсивность северного переноса при этом сохранилась на прежнем уровне (см. рис. 4, А, Б).

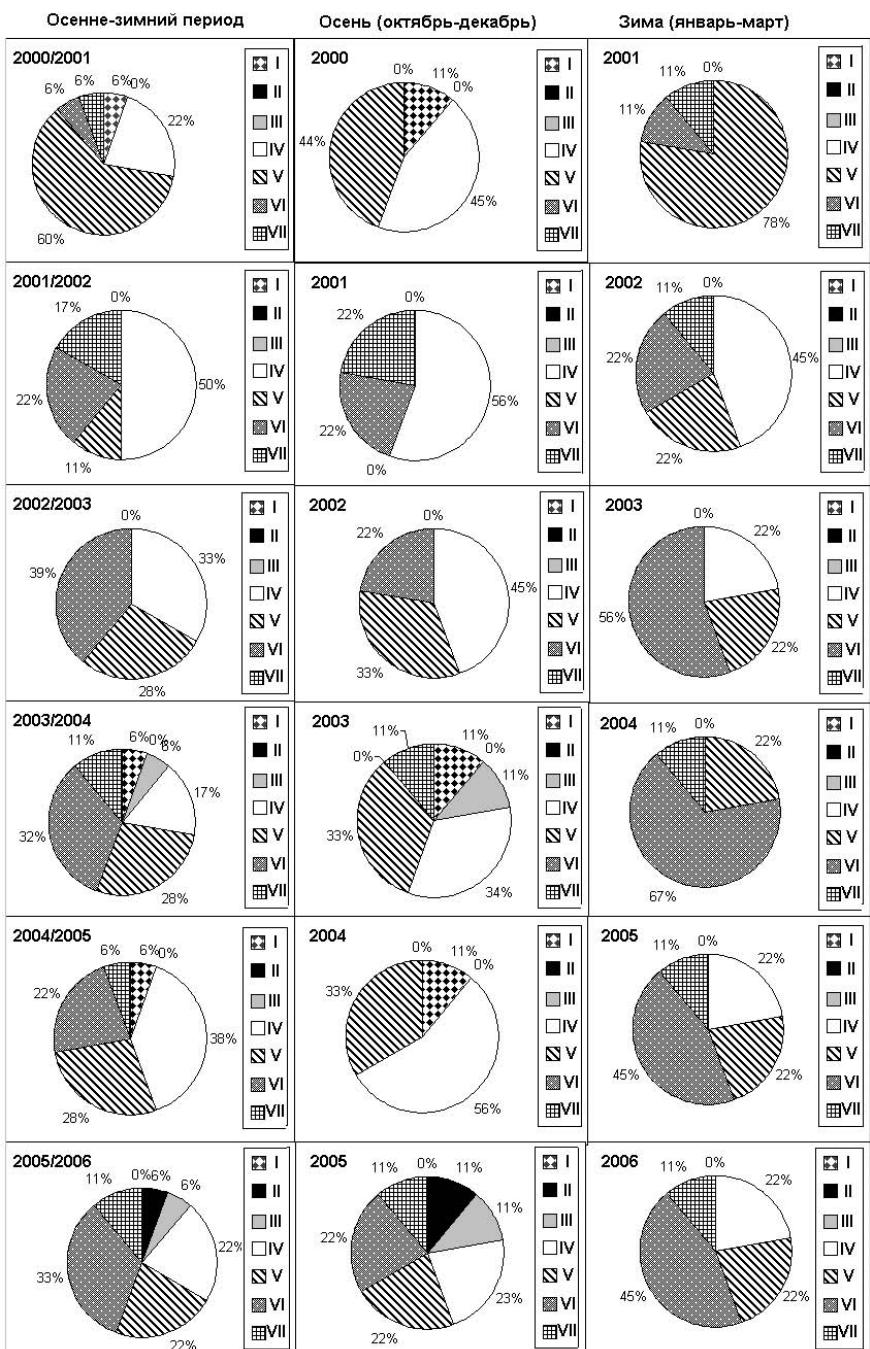


Рис. 3. Диаграммы количественного соотношения типов атмосферной циркуляции над Охотским морем в осенне-зимние сезоны 2000–2006 гг.

Fig. 3. The diagrams of a quantitative parity types of atmospheric processes over the Okhotsk Sea during the autumn and winter periods (October—March) in 2000–2006

В течение следующего осенне-зимнего сезона, 2003/04 г., Алеутская депрессия оказалась сдвинутой далеко на запад и располагалась над Командорскими островами. Поле высокого давления над континентом было ослаблено (небольшие отрицательные аномалии геопотенциала охватывали практически всю материиковую часть Дальнего Востока, в том числе и Охотское море), активность депрессии была в пределах “нормы” (нулевые значения геопотенциала) (см. рис. 1, Г). Область циклогенеза в Охотском море располагалась преимущественно над се-

верными районами, и акватория моря нередко оказывалась под влиянием южных секторов циклонов, обусловливавших южные и западные ветры (см. рис. 2, Г). Не случайно, что в этот период впервые отмечалось формирование III типа (влияние арктических циклонов, проходящих над северным побережьем) (см. рис. 3). Еще одной отличительной особенностью сезона 2003/04 г. стало максимальное количество “теплого” VI типа зимой — 67 % всех случаев, — но зато осенью эта ситуация не проявлялась ни разу.

В результате интенсивность зимнего муссона в сезон 2003/04 г. снизилась (ослабла его северная составляющая), но активизировался западный перенос (см. рис. 4, А, Б).

Рис. 4. Межгодовой ход синоптических и гидрологических показателей Охотского моря в холодные сезоны: меридионального (**А**) и зонального (**Б**) индексов Каца и ледовитости (**В**) (Ustinova et al., 2004)

Fig. 4. Year-to-year variability of the synoptic and hydrological parameters in the Okhotsk Sea during cold seasons: meridional (**A**) and zonal (**B**) Katz's indexes and ice cover (**C**) (Ustinova et al., 2004)

В 2004/05 г. смещение Алеутской депрессии в юго-западном направлении прекратилось, и она вернулась на восточные районы Берингова моря, причем интенсивность и депрессии, и Сибирского максимума возросла (отмечались отрицательные аномалии геопотенциала над восточной частью Берингова моря и положительные аномалии над материком) (см. рис. 1, Д). Сразу же произошли изменения в количественном соотношении синоптических процессов: повторяемость “теплого” VI типа сократилась, но в два раза (по сравнению с предыдущим сезоном) увеличилась повторяемость “умеренно холодного” IV типа (38 %), и в осенний сезон количество этой ситуации было наибольшим за весь период наблюдения (56 %) (см. рис. 3).

Основная циклоническая деятельность отмечалась над южнокурильским районом и над восточной частью Охотского моря (над западнокамчатским шельфом), куда океанические циклоны выходили по меридиональным траекториям (см. рис. 2, Д).

Поскольку Охотское море оказалось под воздействием тыловых ложбин циклонов, в осенне-зимний сезон 2004/05 г. как северный, так и западный переносы усилились (см. рис. 4, А, Б), следовательно, зимний муссон в целом стал более активным.

Весьма своеобразная синоптическая ситуация отмечалась зимой 2005/06 г. Как видно на рис. 1 (Е), центр Алеутской депрессии продолжил движение на восток и располагался вблизи зал. Аляска, но одновременно юго-восточнее Камчатки сформировался “вторичный” центр. При этом отмечалось значительное ослабление депрессии — положительные значения геопотенциала в ее области достигали 2 гПа. Необычно, что очаг падения давления наблюдался вне пределов



Алеутской депрессии, над океаническими районами к востоку от Японии. В этом же районе располагалась область наиболее активного циклогенеза (см. рис. 2, Е). Выходящие из этой зоны циклоны следовали на южные и центральные районы Охотского моря по меридиональным траекториям, способствуя частому формированию VII типа — 17 % в целом за осенне-зимний сезон и 22 % зимой (максимальная повторяемость). Одновременно произошло изменение в соотношении “теплого” и “холодных” типов — количество VI типа увеличилось, а IV и V типов сократилось. Вследствие этого изменился и характер атмосферной циркуляции: в сезоне 2005/06 г. зафиксированы наиболее минимальные значения северного переноса и вновь произошел переход к восточному переносу (см. рис. 4, А, Б).

Изменение характера атмосферной циркуляции над Охотским морем и сопредельными районами не могли не отразиться на характере климатического режима, в частности ледовитости. Как видно на рис. 4 (В), в годы, когда Алеутская депрессия смещалась к югу и западу (2001–2004) и увеличивалась повторяемость “теплого” VI типа, над Охотским морем в целом происходило ослабление северного переноса, ледовитость уменьшалась.

В течение последних двух зимних сезонов (2004/05 и 2005/06) Алеутская депрессия “вернулась” на восточные районы Берингова моря, а мощность Сибирского максимума возросла. Однако зимний муссон над охотоморским бассейном усилился лишь в 2004/05 г. и вновь ослабел в следующем сезоне 2005/06 г., что, вероятно, было обусловлено частым выходом на его акваторию океанических циклонов. Ледовитость в эти годы продолжала сокращаться, достигнув минимального уровня (рис. 4, В).

Характерно, что в изменении синоптической ситуации над Охотским морем в холодные периоды 2000–2006 гг. проявляется некая сезонная особенность. Во все осенние сезоны преобладали “умеренно холодный” и “холодный” синоптические типы, в то время как “теплый” тип отмечался лишь в отдельные годы и составлял не более 22 % от всех ситуаций (см. рис. 3). Также эпизодически формировался VII тип (с повышенной циклонической активностью и усилением адвекции тепла). В зимние месяцы, наоборот, начиная с 2003 г. “теплый” тип доминировал, а VII тип, за исключением 2003 г., отмечался всегда. В связи с этим можно предположить, что “потепление” климата Охотского моря происходило в основном за счет “потепления” именно зимних сезонов.

Весенне-летние периоды рассматриваемых лет также различались по характеру взаимодействия летних ЦДА (Дальневосточной депрессии и Северотихоокеанского антициклона).

В период с 2000 по 2002 г. погодно-климатический режим Охотского моря в большей степени определялся влиянием Северотихоокеанского антициклона (над всем бассейном в эти годы преобладали слабо положительные либо нулевые (в 2001 г.) аномалии давления) (рис. 5, А–В). Дальневосточная депрессия располагалась над континентальными районами, но ее центр постепенно смещался к северо-востоку, приближаясь к северо-западному побережью Охотского моря.

Характер циклоничности над охотоморским бассейном также был нестабильным. Наиболее низкой циклоничность была в 2000 г., когда количество циклонов было ниже “среднего” уровня (они проходили в основном с океанической стороны Курильской гряды). В 2001 и 2002 гг. выход циклонов в Охотское море участился, главным образом над его центральными и северными районами (рис. 6, А–В).

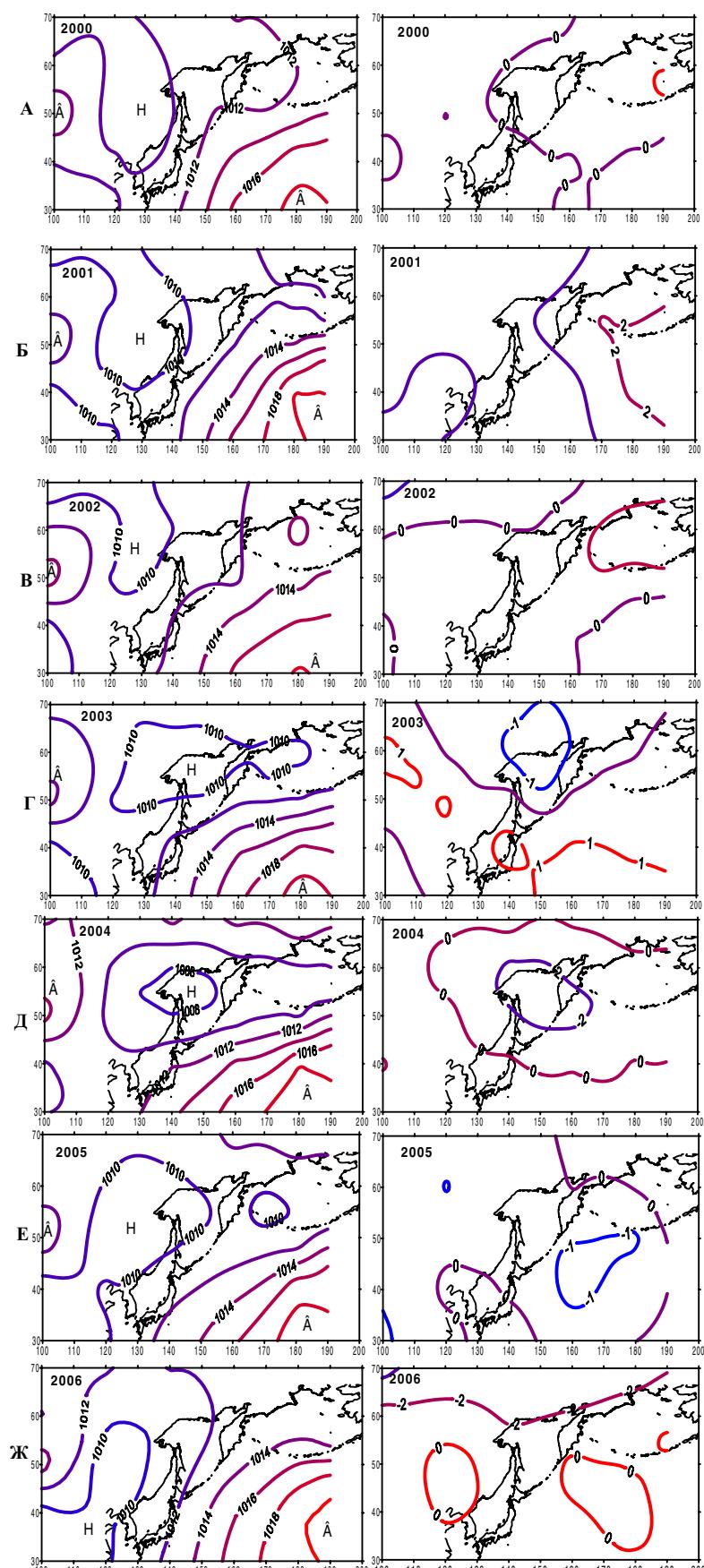
Влияние на район Северотихоокеанского антициклона проявилось в частом формировании малоградиентных процессов I типа, на долю которых пришлось от 38 (2000 и 2001 гг.) до 33 % (2002 г.) случаев (рис. 7). При этом в 2000 и 2001 гг. в преобладающем количестве (соответственно 78 и 56 %) эти процессы возникали в летние месяцы. Тем не менее вследствие приближения Дальневосточной депрессии увеличивалась повторяемость и “муссонного” II типа (до 33 % в 2002 г.).

Рис. 5. Среднебарическое приземное поле над Дальневосточным регионом в апреле—сентябре (слева) и его аномалии (справа) в 2000–2006 гг.

Fig. 5. Average surface baric field over the Far East Region in April—September (at the left) and its anomalies (on the right) in 2000–2006

В целом южный перенос (летний муссон) в 2000–2002 гг. над Охотским морем активизировался, а западная составляющая муссона практически не менялась (рис. 8).

В 2003 г. Дальневосточная депрессия достигла Охотского моря и располагалась над его северной частью (здесь же сформировался очаг отрицательных аномалий геопотенциала), “вытеснив” северотихоокеанский гребень (см. рис. 5, Г). При этом над северо-западными и южными районами бассейна увеличилась циклоническая активность (положительные аномалии числа циклонов) (см. рис. 6, Г). Как следствие, над Охотским морем чаще стали формироваться атмосферные типы, обусловленные активной циклонической деятельностью — IV и VII (11 и 22 %). При этом в



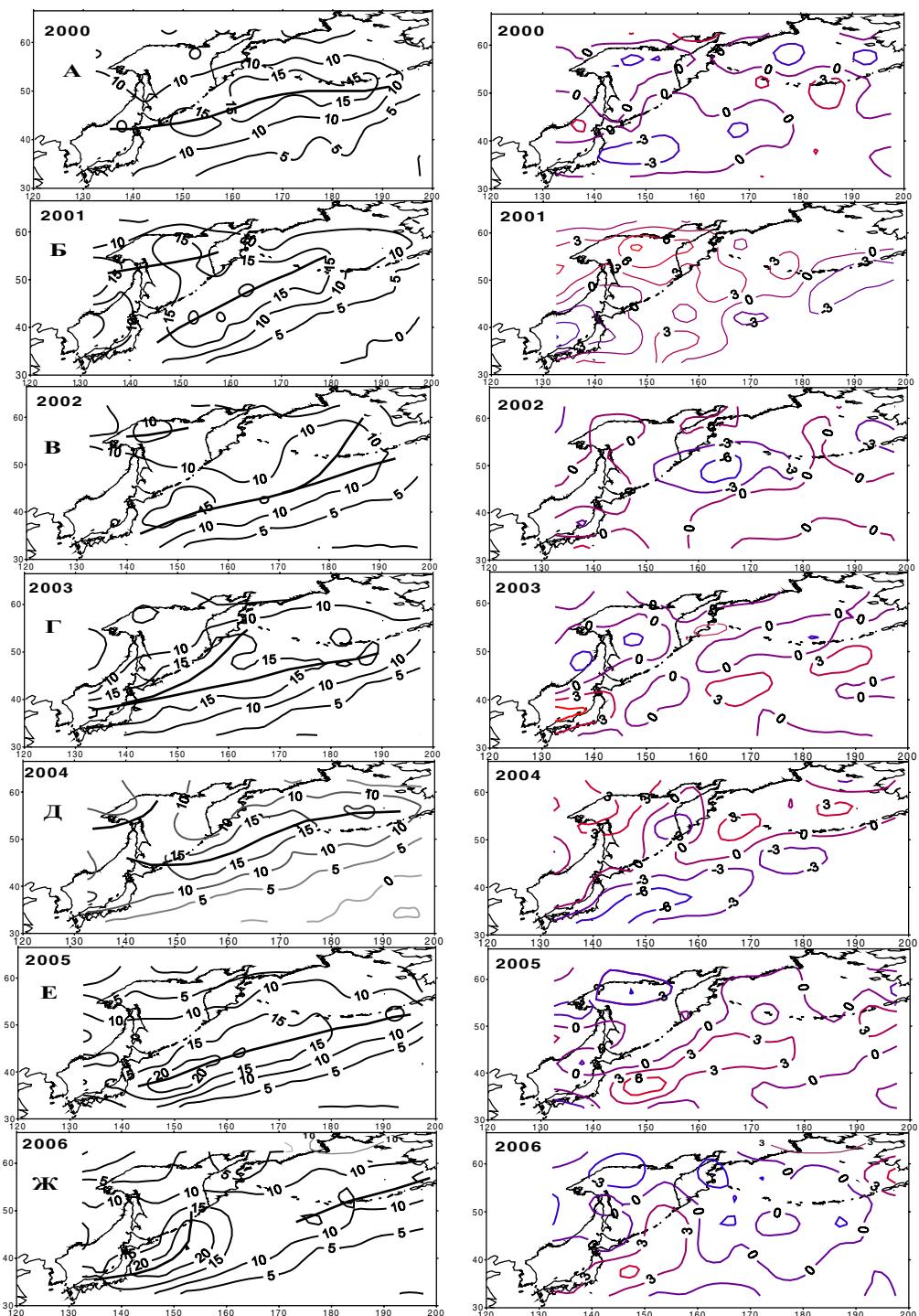


Рис. 6. Количество циклонов (слева) и их аномалии (справа) над Охотским морем в апреле—сентябре 2000–2006 гг.

Fig. 6. The quantity of cyclones (at the left) and their anomalies (on the right) over the Okhotsk Sea in April—September, 2000–2006

наибольшей степени их повторяемость возросла весной, в то время как летом преобладали “муссонный” II и малоградиентный I типы (см. рис. 7).

Изменение характера атмосферной циркуляции в целом привело к усилению западной составляющей летнего муссона (в 2003 г. она имела максимальные значения), хотя южный перенос стал менее активным (см. рис. 8).

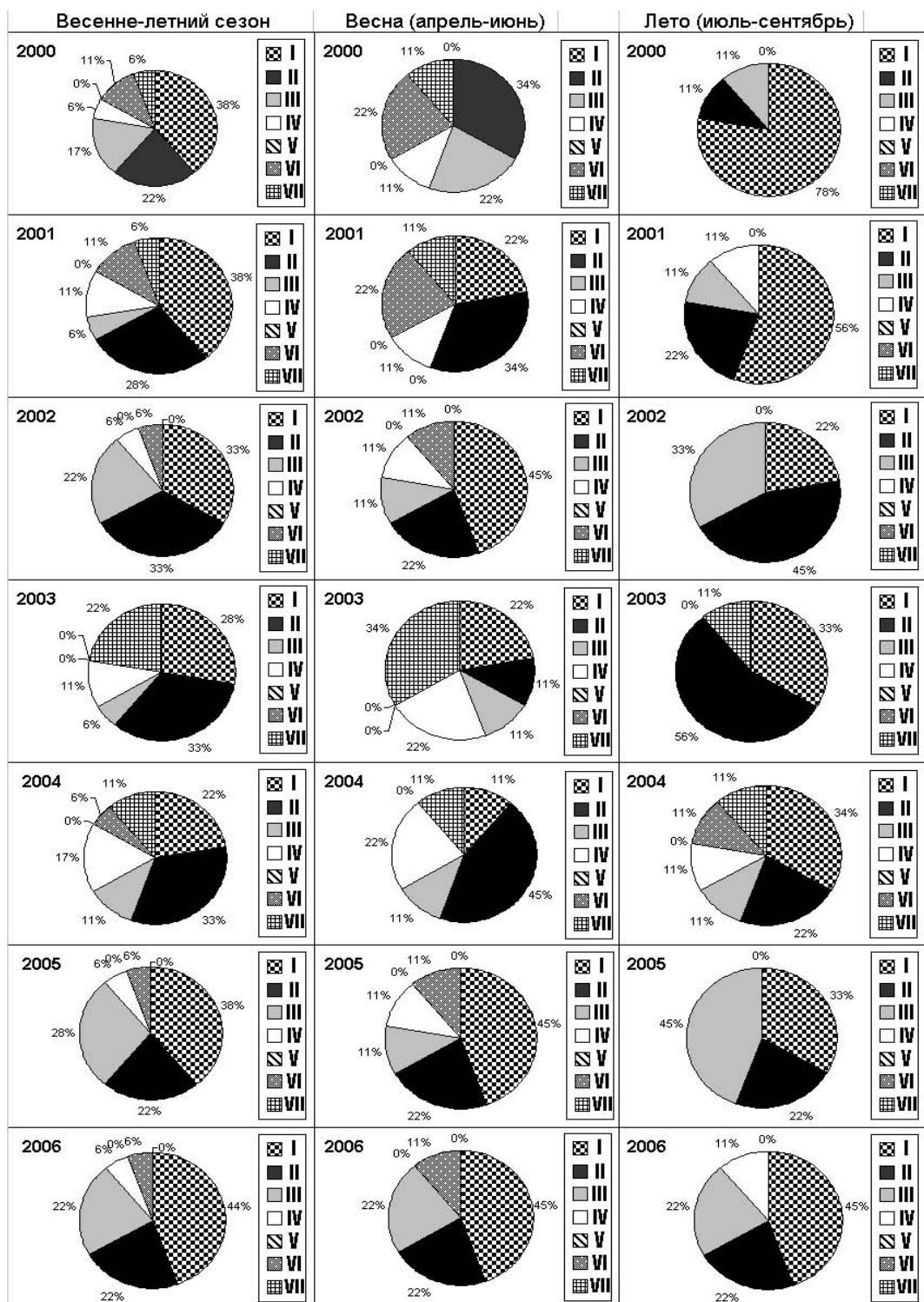


Рис. 7. Диаграммы количественного соотношения охотоморских типов в течение весенне-летнего периода (апрель—сентябрь) в 2000–2006 гг.

Fig. 7. The diagrams of a quantitative parity types of atmospheric processes during the spring and summer periods (April—September) in 2000–2006

В 2004 г. Дальневосточная депрессия по-прежнему располагалася над Охотским морем, но ее центр сместился немного южнее. Область отрицательных значений давления занимала весь бассейн (см. рис. 5, Д). Циклогенез над запад-

ными районами моря значительно усилился, а над восточными районами — уменьшился (аномалии количества циклонов достигали соответственно плюс 3 и минус 3) (см. рис. 6, Д). Возросло число ситуаций “умеренно холодного” IV типа, и, в отличие от предыдущего года, в 2004 г. они формировались не только весной, но и летом. Тем не менее характер циркуляции над Охотским морем практически не изменился: как и в предыдущем году, в наибольшей степени был развит западный перенос (см. рис. 8).

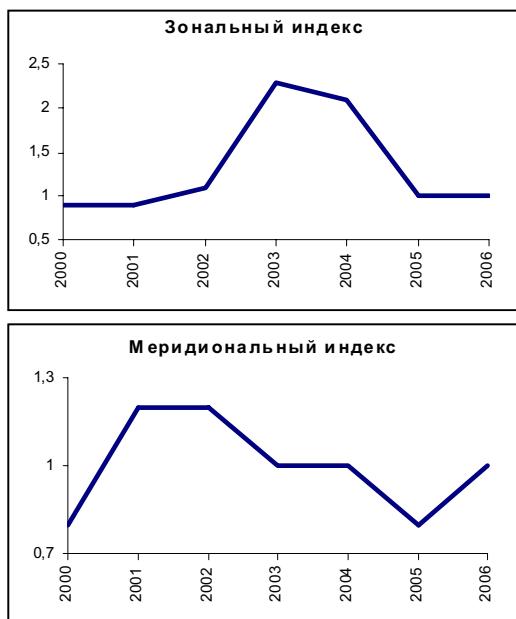


Рис. 8. Межгодовой ход осредненных значений меридионального и зонального индексов Каца в апреле—сентябре

Fig. 8. Year-to-year variability of the average values meridional and zonal Katz's indexes in April—September

В 2005 г. Дальневосточная депрессия сдвинулась с района Охотского моря на континент, ослабив свое влияние на бассейн (см. рис. 5, Е). Ось циклонов сместилась к югу и проходила с океанической стороны Курильской гряды (см. рис. 6, Е). Вновь произошел рост повторяемости малоградиентного I типа (до 38 %), и одновременно более чем в два раза увеличилось количество III типа (влияние арктических циклонов), основная повторяемость которого пришлась на летние месяцы (45 %) (см. рис. 7). Интенсивность обеих составляющих летнего муссона в 2005 г. значительно снизилась (см. рис. 8).

В весенне-летний сезон 2006 г. центр Дальневосточной депрессии по-прежнему располагался над материком, но интенсивность ее была пониженней, поскольку практически вся материковая часть была занята областью положительных аномалий давления. Северотихоокеанский антициклон был смещен к северу, и его интенсивность, напротив, была несколько выше средних значений (см. рис. 5, Ж). Основное смещение приземных циклонов проходило по западной периферии северотихоокеанского гребня, и выходили они главным образом на юго-восточные районы Охотского моря, в то время как над большей частью бассейна отмечались отрицательные аномалии количества циклонов (см. рис. 6, Ж).

В связи с этим в течение весенне-летнего сезона 2006 г. над Охотским морем в преимущественном числе случаев формировались малоградиентные процессы (44 %) (это наиболее частоеявление I типа за весь исследуемый период), причем и весной, и летом они отмечались с одинаковой частотой (45 % случаев). Еще одним отличием от предыдущих лет было отсутствие весной “умеренно холодного” IV типа, хотя летом он все же отмечался в 11 % случаев (см. рис. 7).

Несмотря на преобладание малоградиентных процессов, интенсивность южного переноса над Охотским морем в целом в весенне-летний период была

повышенной, что может быть обусловлено влиянием периферии северотихоокеанского гребня.

Таким образом, в 2000–2006 гг. сложилась следующая общая картина изменения атмосферного режима.

В осенне-зимние периоды 2000–2004 гг. Алеутская депрессия постепенно ослабевала и смешалась к югу и западу (рис. 9). Циклоническая деятельность над Охотским морем активизировалась, и преимущественно над центральными и северными районами. В эти годы менялось и соотношение между синоптическими типами — отмечался последовательный переход от “холодных” к преобладанию “умеренно холодных”, а затем “теплых” атмосферных процессов. В результате над Охотским морем интенсивность северного переноса снижалась, а западного переноса — возрастила.

Рис. 9. Траектории движения зимнего и летнего центров действия атмосферы в 2000–2006 гг.

Fig. 9. The directions of moving of the winter and summer atmosphere action centers in 2000–2006



В эти же годы в весенне-летний период Дальневосточная депрессия постепенно продвигалась в северо-восточном направлении. По мере приближения к Охотскому морю она “оттесняла” Северотихоокеанский антициклон, поэтому ее влияние на охотоморский бассейн усиливалось. Основная циклоническая деятельность отмечалась над северными и северо-западными районами моря. Происходило увеличение повторяемости “муссонного” II типа (влияние Дальневосточной депрессии) и VII типа (циклогенез над Охотским морем). Как следствие, интенсивность летнего муссона над Охотским морем увеличилась до максимума в 2001–2002 гг. Интенсивность зонального переноса, почти не меняясь в 2000–2002 гг., резко возросла до наибольших значений в 2003–2004 гг.

В 2003 г. обе барические системы прошли “точку поворота”, и каждая из них начала обратное движение.

В 2004–2006 гг. Алеутская депрессия сместилась на восток. При этом в сезон 2004/05 г. над Охотским морем сократилось количество “теплого” типа, но увеличилась повторяемость “умеренно холодного” типа, интенсивность зимнего муссона возросла. Однако в 2005/06 г. над Охотским морем стали преобладать меридиональные процессы, сюда выходили океанические циклоны с юга, что способствовало частому формированию “теплых” типов. Активность зимнего муссона вновь снизилась.

В “теплые” сезоны 2005–2006 гг. Дальневосточная депрессия повернула в сторону материка и удалилась от Охотского моря. Вновь возросло воздействие северотихоокеанского гребня, который, приблизившись к бассейну, способствовал частому выходу циклонов на южные и юго-восточные районы моря, а над большей частью бассейна формировались преимущественно малоградиентные процессы. Летний муссон стал ослабевать (южная и западная его составляющие), хотя в 2006 г. под воздействием северотихоокеанского гребня произошло некоторое усиление южного переноса.

Изменение характера сезонной ветровой циркуляции в различные годы привело к изменению климатических условий Охотского моря: в течение всего периода ледовитость постепенно сокращалась, что свидетельствует о потеплении его термического режима.

### Ожидаемый характер синоптической ситуации над Охотским морем в ближайшие годы

Как уже отмечалось выше, количество большинства охотоморских типов в многолетнем плане изменяется квазипериодически и преобладает, как правило, 8–10-летняя цикличность. Это позволило предположить, что изменение климатических условий в море также происходит с аналогичной периодичностью.

Так, например, особенности климатического режима Охотского моря в зимний период зависят главным образом от соотношения экстремальных “теплого” и “холодного” типов атмосферных процессов. На рис. 10 показаны типичные синоптические ситуации, при которых данные процессы формируются. При холодных типах атмосферных процессов преобладают меридиональные северные переносы, а при теплых типах — широтные восточные ветровые переносы. Видно, что повторяемость обоих типов меняется “волнообразно” и в основном в противофазе друг к другу.

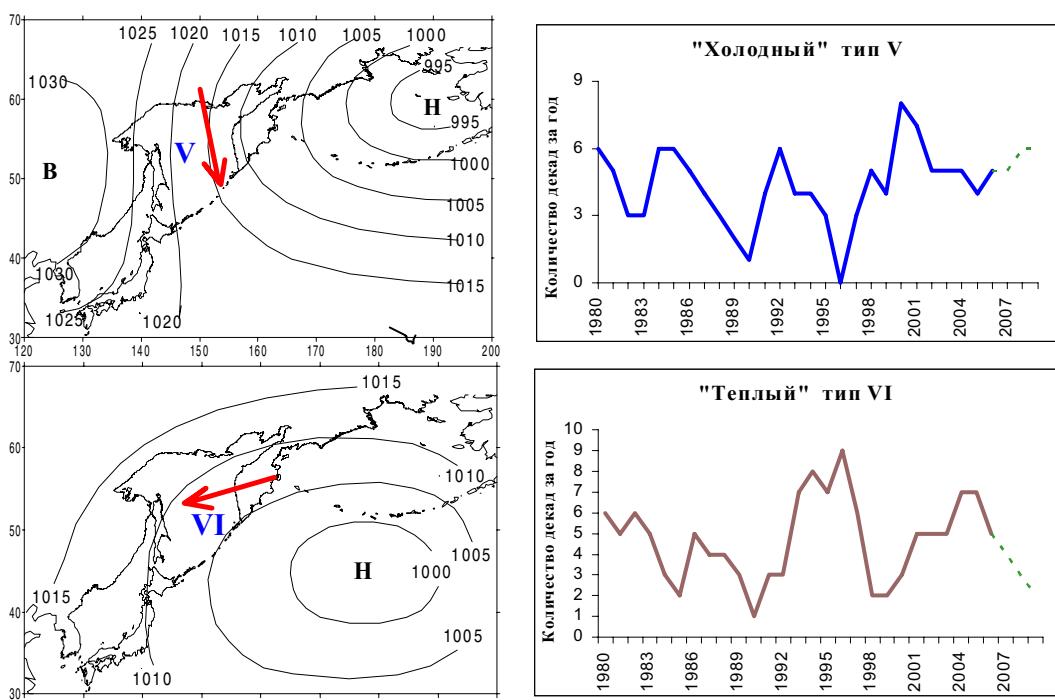


Рис. 10. Синоптические ситуации, при которых над Охотским морем формируются “холодный” и “теплый” типы атмосферных процессов (слева) и межгодовая изменчивость их повторяемости (справа)

Fig. 10. Synoptic situations leading to formation over the Okhotsk Sea of the “cold” and “warm” types of atmospheric processes (at the left) and year-to-year variability of their repeatability (on the right)

В течение рассматриваемого периода (2000–2006 гг.) количество “холодного” охотоморского типа постепенно сокращалось, достигнув минимума в 2005–2006 гг. Повторяемость “теплого” типа, напротив, увеличивалась, но максимум отмечался несколько раньше — в 2004–2005 гг., после чего его количество уменьшилось. В течение всего периода времени соотношение между этими экстрем

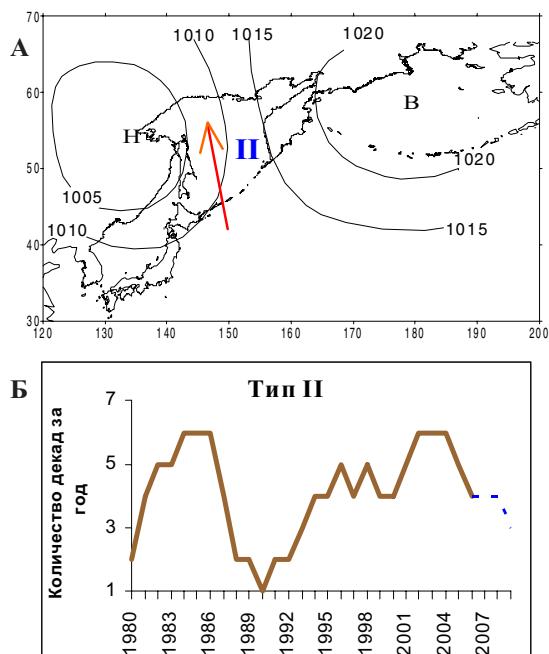
мальными типами изменялось в пользу преобладания “теплого”, зимний муссон ослабевал, климат теплея.

Можно ожидать, что в ходе этих процессов в ближайшее время может наступить перелом (по крайней мере, в ходе повторяемости “теплого” VI типа он уже наметился).

В весенне-летние сезоны рассматриваемого периода также имелись свои особенности (рис. 11). С 2000 до 2004 г. происходило увеличение повторяемости “муссонного” II типа, при котором над Охотским морем усиливается южный перенос. Вместе с тем в 2005 г. ход процессов изменился, и количество II типа начало снижаться. Поскольку в ходе повторяемости данной ситуации прослеживается периодичность, превышающая 8–10-летнюю, в последующие несколько лет возможно сохранение выявленной тенденции, и, следовательно, можно ожидать сокращение количества весенне-летнего “муссонного” типа.

Рис. 11. Синоптическая ситуация, при которой над Охотским морем в весенне-летний период формируется “муссонный” тип атмосферных процессов (А) и межгодовая изменчивость его повторяемости (Б)

Fig. 11. Synoptic situations leading to formation over the Okhotsk Sea of the summer “monsoon” type of atmospheric processes (A) and year-to-year variability of their repeatability (B)



Следовательно, можно сделать вывод, что уменьшение повторяемости “теплого” и увеличение количества “холодного” зимнего типов, а также сокращение повторяемости “муссонного” весенне-летнего типа может обусловить смену климатических тенденций и наступление очередного “холодного” климатического периода. Учитывая, что повторяемость зимних типов изменяется с 8–10-летней цикличностью, а в ходе количества “муссонного” II типа прослеживается длительная тенденция на сокращение, пиковая фаза похолодания может наблюдаться в 2008–2010 гг.

## Литература

- Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9: Охотское море, вып. 1: Гидрометеорологические условия.** — М.: Гидрометеоиздат, 1998.
- Глебова С.Ю.** Типы синоптических ситуаций и связанных с ними погодных явлений над Охотским морем // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 572–586.
- Глебова С.Ю.** Типы атмосферных процессов над дальневосточными морями, межгодовая изменчивость их повторяемости и сопряженность // Изв. ТИНРО. — 2003. — Т. 134. — С. 209–257.
- Дашко Н.А., Варламов С.М., Хан Е.Х., Ким Е.С.** Центры действия атмосферы Азиатско-Тихоокеанского региона и летние особенности погоды на побережье Японского и Охотского морей // Метеорол. и гидрол. — 1997. — № 9. — С. 14–24.
- Дмитриев А.А., Иванов Н.А.** Об экстремальном развитии некоторых центров действия атмосферы и влияние на них сил геофизического и приливного происхождения // Тр. ААНИИ. — М.: Гидрометеоиздат, 1976. — Т. 330. — С. 130–149.
- Ильинский О.К.** Летняя дальневосточная депрессия // Тр. ДВНИГМИ. — 1960. — Вып. 11. — С. 3–53.

**Кац А.Л.** Об изучении и оценке общей циркуляции атмосферы // Метеорол. и гидрол. — 1954. — № 6. — С. 11–29.

**Погосян Х.П.** Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы: Тр. ЦИП. — Л.: Гидрометеоиздат, 1947. — Вып. 1(28). — 88 с.

**Простяков С.М.** Типы синоптических процессов Восточной Азии. — М.: Гидрометеоиздат, 1947. — 193 с.

**Свинухов Г.В.** Синоптико-статистические методы долгосрочных прогнозов погоды на Дальнем Востоке: Тр. ДВНИГМИ. Тем. вып. 65. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 167 с.

**Стехновский Д.И., Цветкова А.П.** Барическое поле и средние месячные изменения географического положения и интенсивности центров основных барических образований над Атлантическим и Тихим океанами (северное полушарие) за 1931–1960 гг. // Тр. ГМЦ. — 1972. — Вып. 107. — С. 45–49.

**Ustinova E.A., Sorokin Yu.D., Khen G.V.** Ice cover variability and long-term forecasting in the Far-Eastern Seas // The 19<sup>th</sup> Intern. Sympos. on Okhotsk Sea & Sea Ice. — Mombetsu, Hokkaido, Japan, 2004. — P. 75–80.

*Поступила в редакцию 5.02.07 г.*