

В. И. Козлович, Е. В. Сапожникова

ТИПЫ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НАД АТЛАНТИКОЙ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗАТОКОВ СЕВЕРНОМОРСКИХ ВОД В БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

76

Отмечается, что одно из условий формирования сильного затoka воды в Балтийское море – длительное воздействие на водную поверхность атмосферных процессов одного типа; при этом необходимо учитывать не только интенсивность, но и продолжительность действия атмосферных процессов одного направления. Исследуются особенности и типы крупномасштабной атмосферной циркуляции над Северо-Восточной Атлантикой, определившие региональные атмосферные процессы над Балтийским морем в период формирования большого затoka. Для анализа выбраны: заток, происходивший в период 22 декабря 1975 г. – 14 января 1976 г., и заток 16–22 января 2003 г. На исследуемые нами случаи затокa анализируются карты барической топографии (поверхность 500 гПа) и ежедневные синоптические карты.

This article emphasises that one of the conditions for the formation of extreme inflow events from the North into the Baltic Sea is the long-time impact of same-type atmospheric processes on the water surface. There is a need to consider the intensity and the duration of one-direction atmospheric processes. The authors focus on the features and types of large-scale atmospheric circulation over the North-East Atlantic, which determined the regional atmospheric processes over the Baltic Sea during the formation of a large inflow. The article analyses the inflows of December 22, 1975 – January 14, 1976, and the inflow of January 16–22 2003, as well as baric topography (500hPa) and daily synoptic maps.

Ключевые слова: крупномасштабная атмосферная циркуляция, тип атмосферных процессов, элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ), большой заток.

Key words: large-scale atmospheric circulation, types of atmospheric processes, elementary circulation mechanism, large inflow.

Известно, что Балтийское море имеет двухслойную стратификацию [1]. Нижний слой моря подвержен стагнации, когда соленость и содержание кислорода в глубинных водах уменьшаются с течением времени, а периодически даже формируется придонный слой повышенных концентраций сероводорода. Вентиляция донных слоев происходит, как считают обычно, за счет вторжения более тяжелых (до 20‰) североморских вод через мелководные Датские проливы [6]. При определенных циркуляционных процессах в атмосфере в придонных слоях происходит подток более соленых вод Северного моря, которые, растекаясь, заполняют глубокие впадины Балтийского моря. Они сильно изменяют состояние вод в глубоководных бассейнах Балтики. Такие собы-



тия, называемые большими затоками, — явления типичные и одновременно весьма редкие. С 1880 по 2003 г. их насчитывалось 113 [6].

Для формирования сильного затока воды в Балтийское море необходимо длительное воздействие на водную поверхность атмосферных процессов одного типа, т.е. необходим определенный уровень интенсивности и достаточная продолжительность действия атмосферных процессов одного направления.

Балтийское море — внутриматериковое море Атлантического океана. Оно подвержено влиянию циркуляции над Атлантикой, поскольку здесь в средних широтах преобладает зональный (W) перенос теплых и влажных воздушных масс с Атлантического океана. С другой стороны, расположенная между Атлантикой и Евразией Южная Балтика находится под влиянием антициклонов при развитии восточной формы циркуляции (E). Балтика становится как бы барьером, который принимает на себя атлантические циклоны и антициклоны от востока, северо-востока. Изредка Балтийское море находится под влиянием меридиональной формы (C) циркуляции. Говоря в терминах барического поля, здесь конкурируют полярно-фронтальные циклоны и циклоны арктического фронта с их ложбинами и гребень субтропического максимума и скандинавского антициклона при меридиональной форме (C) циркуляции, в меньшей степени наблюдаются гребни с востока. В терминах потоков внутриматериковое Балтийское море неизбежно подвержено попеременному влиянию западного переноса с Атлантики и восточного с континента, что сказывается на режиме ветра в этом районе [3].

Мы рассматривали вопросы общей циркуляции атмосферы над Северо-Восточной Атлантикой и региональные атмосферные процессы над Балтикой в случае формирования больших затоков. Для анализа выбраны: заток, происходивший в период 22 декабря 1975 г. — 14 января 1976 г., и заток 16 — 22 января 2003 г. Анализировались карты барической топографии, поверхность 500 гПа — один из наиболее репрезентативных уровней в атмосфере, позволяющий судить о тропосферных процессах, и ежедневные синоптические карты [7]. Пример используемого синоптического материала — на рисунках 1 и 2.

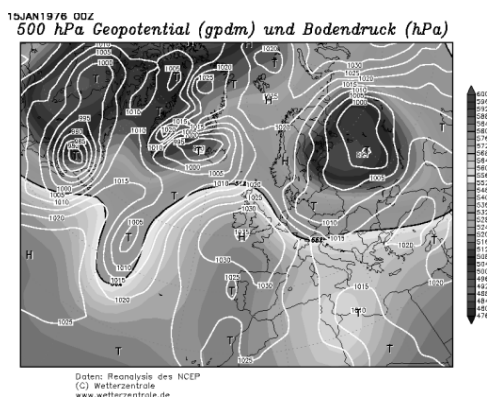


Рис. 1. Карта барической поверхности 500 гПа над Северной Атлантикой 5 января 1976 г. [7]

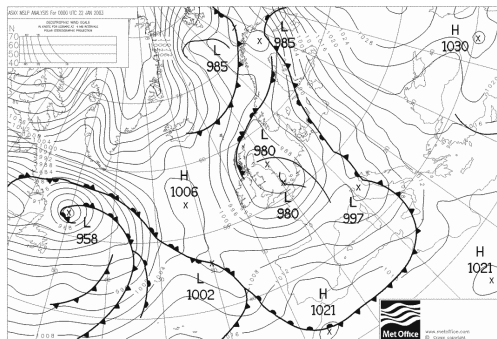


Рис. 2. Карта приземного давления над Северной Атлантикой, 00 часов 22 января 2003 г. [7]

Заток 22 декабря 1975 г. – 14 января 1976 г.

В период, предшествующий затоку, 1–22 декабря 1975 г., в Атлантике наблюдался активный циклогенез на арктическом фронте. Траектории циклонов полярного фронта были заблокированы мощным антициклоном в восточной акватории Атлантики, который компактным вихрем занимал центрально-восточную акваторию от 40 до 50° с.ш., а также антициклоном, перемещавшимся от Лабрадора-Ньюфаундленда с восточной составляющей, становясь прогрессивным блоком в центрально-восточной акватории Атлантики. В Балтике, в Северном море, Датских проливах преобладали сильные и штормовые ветры северного, северо-западного и западного направлений. Лишь в короткий период со 2 по 3 декабря в Южной Балтике наблюдались стонные ветры южного, юго-восточного направлений, обусловленные восточной периферией циклона 980 гПа в Северном море.

Непосредственно в период затора 22 декабря 1975 – 14 января 1976 г. над Атлантикой по-прежнему сохранялся активный циклогенез на арктическом фронте. Антициклоны от Ньюфаундленда перемещались с восточной составляющей, становясь прогрессивными блоками, и с давлением 1035–1040 гПа замедляли свое движение в центрально-восточной акватории океана. Наблюдались западные, северо-западные, изредка юго-западные ветры.

Крупномасштабной особенностью атмосферной циркуляции в нижнем слое атмосферы в декабре 1975 и январе 1976 г. была активная циклоническая деятельность на арктическом фронте при пассивности процессов на полярном фронте. Такой тип циркуляции согласно [5] относится к третьему (зимнему) типу. Особенность этого процесса заключается в разрушении субтропического антициклона и расчленении его на ядра. Наиболее хорошо развито восточное ядро, которое распространяет свое влияние на Британские о-ва и Норвежское море. Над северной Атлантикой при синоптических процессах такого типа развивается циклоническая деятельность на арктическом фронте. При этом пути циклонов в 50–55 % случаев направлены на северо-восток, восток-северо-восток, в 75–80 % их траектории имеют направление от северо-восточного до юго-восточного.

По разработанной типизации циркуляции атмосферы Дзердзеевского [4], которая рассматривает особенности макромасштабной атмо-



сферной циркуляции над всем Северным полушарием, в декабре 1975 начале января 1976 г. получили развитие элементарные циркуляционные механизмы (ЭЦМ) меридиональной группы циркуляции: 11а, 12г, 12бз (северная) и 13з (южная), и 7аз, 7бз – группа нарушения зональности. Пример схемы ЭЦМ представлен на рисунке 3. Это зимний тип процессов для всего Северного полушария. Азиатский антициклон с далеко вытянутым на восток отрогом создает с барическим гребнем азорского антициклона, который распространяется навстречу азиатскому отрогу, над южными районами Евразии устойчивую полосу повышенного давления. При этом на арктическом фронте развивается интенсивная циклоническая деятельность, поддерживаемая и усиленная приходящими с юго-запада и регенерирующими на арктическом фронте полярно-фронтальными циклонами (рис. 3).

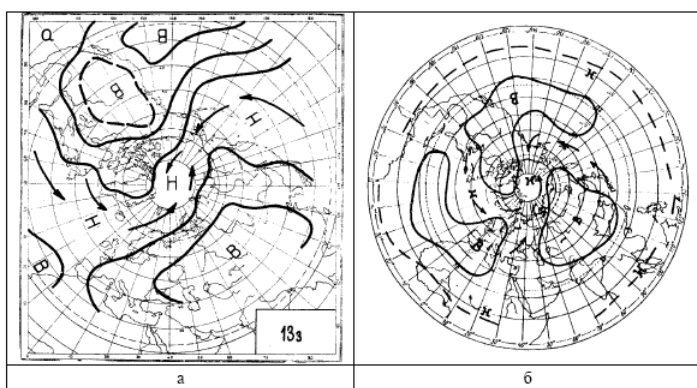


Рис. 3. Пример схемы, разработанной типизации циркуляции атмосферы по Дзерdzeевскому, ЭЦМ 13з.

Заток 16–22 января 2003 г.

В первой половине января (период до затора) субтропический антициклон южнее 40-й параллели раздробился на два ядра. Севернее 50° с. ш. развивается активная циклоническая деятельность. Редкие полярно-фронтальные циклоны от Новой Шотландии выходят на арктический фронт, углубляя его циклоны. В арктической зоне к востоку от Гренландии и до Карского моря циркулирует серия арктических циклонов. Между ними и циклоном 975–970 гПа, который сместился к южной оконечности Гренландии, развивается барический гребень через Британские о-ва на Исландию. Очередной полярно-фронтальной циклон от юго-запада, вошедший в циклон у юго-востока Гренландии, отнесил зону повышенного давления за 40° с. ш. Над Британскими о-вами и Северным морем сохраняется антициклон 1020 гПа. Восьмого января западное ядро 1025 гПа субтропического антициклона распространяет гребень на Ньюфаундленд и соединяется, перемещаясь на восток, с антициклоном 1030 гПа в районе Британских о-вов. Устанавливается прогрессивный блок в восточной акватории Атлантики, который распространяет свое влияние на Северное море и Балтику. Постепенно блок сглаживается под влиянием арктических



циклонов, приобретая квазиширотное направление, основной центр его с давлением 1040 гПа отступает на Бискайский залив и Пиренейский п-ов. Активная серия циклонов циркулирует в арктических широтах от Ньюфаундленда до о-вов Новая Земля.

В целом для периода, предшествующего затоку, характерны процессы нарушения зональной циркуляции и значительные меридиональные переносы воздушных масс. Наблюдается глубокое проникновение арктических ложбин к югу в западной и восточной частях океана и суши. Между ними формируется область повышенного давления. Этот процесс согласно [5] относится к шестому типу циркуляции.

Частая смена синоптических процессов совпадает и с частой сменой ЭЦМ в этот период. В первой половине января 2003 г. трижды наблюдались ЭЦМ 13з, по одному разу — ЭЦМ 11а, 8а, 11в. Процессы, характерные для 13з и 11а, отмечены выше. При ЭЦМ 8а арктическое вторжение связано с циклоническими системами над Баренцевым морем и морями восточной части Российской Арктики. Это вторжение в виде гребня арктического антициклона перемещается к юго-востоку и объединяется с гребнем азорского антициклона, создавая устойчивую полосу повышенного давления с осевой линией около нулевого меридиана. Для ЭЦМ 11в характерно смещение арктического антициклона к северным берегам Чукотки. Соответственно атлантическая область пониженного давления сдвигается к северу и занимает Гренландию и северные моря. Гребни азорского и сибирского антициклонов сближаются.

Непосредственно в период затора 16—22 января также наблюдалась частая смена барического поля, обусловленная подвижностью систем, которые определяли ветры преимущественно западные, северо-западные, временами юго-западные сильные и штормовые. Лишь 19, 21 и 22 января наблюдались ветры южные, юго-восточные.

В период затора с 16 по 22 января фиксировались ЭЦМ 13з, 16, 12бз, 12вз. Характеристика ЭЦМ 13з, 12бз и 12вз приведена выше. ЭЦМ 16 наблюдался лишь 19 января. Для него характерно наличие малоподвижного ядра повышенного давления над арктическим бассейном. Хорошо развита циклоническая деятельность на арктическом фронте.

В Северном и Балтийском морях в предшествующий период и на момент развития затора наблюдалась частая смена атмосферных процессов. Особенностью крупномасштабной циркуляции в приземном слое атмосферы в январе 2003 г. был активный циклогенез в высоких широтах Атлантики. Полярно-фронтальные циклоны от полуострова Новая Шотландия выходили на арктический фронт, вливаясь в исландскую депрессию, которая с давлением 980 гПа охватывала центрально-восточную акваторию Атлантики. Ни один полярно-фронтальный циклон не пересек Балтийское море. Частая смена синоптических процессов совпадает и с частой сменой ЭЦМ по Дзердеевскому для всего северного полушария в этот период. В результате над Балтикой отмечалась частая смена барического поля, что определялось подвижностью систем, которые обуславливали ветры преимущественно западные, северо-западные, временами юго-западные сильные и штормовые.

В данной работе были рассмотрены основные черты и типы крупномасштабной циркуляции над Северо-Восточной Атлантикой в пери-



од формирования больших затоков, происходивших с 22 декабря 1975 по 14 января 1976 г., и заток 16 – 22 января 2003 г.

Особенности циркуляции определили направленность и продолжительность региональных атмосферных процессов над Балтикой. Важными для условий формирования большого затокового случая северо-морских вод в Балтийское море стали развитие блокового антициклона над Британскими островами и положение высотной ложбины (области пониженного давления) над Датскими проливами. В результате повторялись случаи глубоких циклонов над Европой, связанных с арктическим фронтом, которые обусловили сильные и штормовые ветры: над Северным морем – западные, северо-западные, над Южной Балтикой – южные, юго-западные.

Исследование выполнено при поддержке проекта «ФЦП Мировой океан».

81

Список литературы

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 3: Балтийское море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия / под ред. Ф. С. Терзиева [и др.]. СПб., 1992.
2. Журбас В. М., Пака В. Т. Генерация мезомасштабных вихрей в Балтике при затоках северо-морских вод // Океанология. 2002. Т. 42, №6. С. 805–814.
3. Козлович В. И. Общая циркуляция атмосферы в ее проявление над ЮВ Балтикой и в связи с солнечной активностью // Экологические проблемы Калининградской области и Юго-Восточной Балтики. Калининград, 1999. С. 99–100.
4. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому. М., 2009.
5. Соркина А. И. Типы атмосферной циркуляции и ветровых полей над северной частью Атлантического океана // Вопросы морской метеорологии и океанографии. М., 1965. Вып. 84. С. 4–132.
6. Matthäus W. The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea – from the early beginning to recent results. Meereswissenschaftliche Berichte // Marine Science Reports. 2006. № 65.
7. Прогноз погоды в мире. Карта погоды: [сайт]. URL: <http://www.wetteronline.de/>

Об авторах

Валерия Ивановна Козлович – ведущ. инж., Атлантическое отделение учреждения РАН «Института океанологии им. П. П. Ширшова».

E-mail: alenic@bk.ru

Елена Вячеславовна Сапожникова – мл. науч. сотр., Атлантическое отделение учреждения РАН «Институт океанологии им. П. П. Ширшова».

E-mail: alenic@bk.ru

About authors

Valeria Kozlovich, Chief Engineer, Atlantic Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences.

E-mail: alenic@bk.ru

Yelena Sapozhnikova, Junior Research Fellow, Atlantic Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences.

E-mail: alenic@bk.ru