

# ПОТЕПЛЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ НА ЗАПАДЕ АРКТИКИ И ИХ ВОЗМОЖНАЯ СВЯЗЬ С РЕЗКИМИ ПОХОЛОДАНИЯМИ НА АКВАТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

*А.В. Федоренко*

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации  
alfed@mecom.ru*

## Резкие похолодания и ледовая обстановка в Финском заливе

В статье используются данные о зимних ледовых и температурных условиях на акватории Финского залива с 1999 по 2013 г., поля реанализа NCEP/NCAR: (<http://www.esrl.noaa.gov>) и аэрологические данные (<http://weather.uwyo.edu>.)

Резкие и интенсивные похолодания прямо или косвенно сказываются на ледовитости Финского залива и толщине льда, а усиление ветра, наблюдаемое при затоках холодного воздуха, приводит к увеличению сплоченности льда в одних местах и разрежению в других, усиливает торшение и сжатие льдов. Такие случаи особенно опасны зимой, так как температура воды в это время близка к температуре замерзания, и даже кратковременное, но интенсивное похолодание способно вызвать быстрое ледообразование. Как пример на рис. 1 представлено количество случаев быстрого нарастания толщины припайного льда в течение ледового сезона в Выборге в период с 1973 по 2013 год. Во внимание принимались увеличения толщины льда от декады к декаде, в 3 раза превосходящие средние многолетние значения.

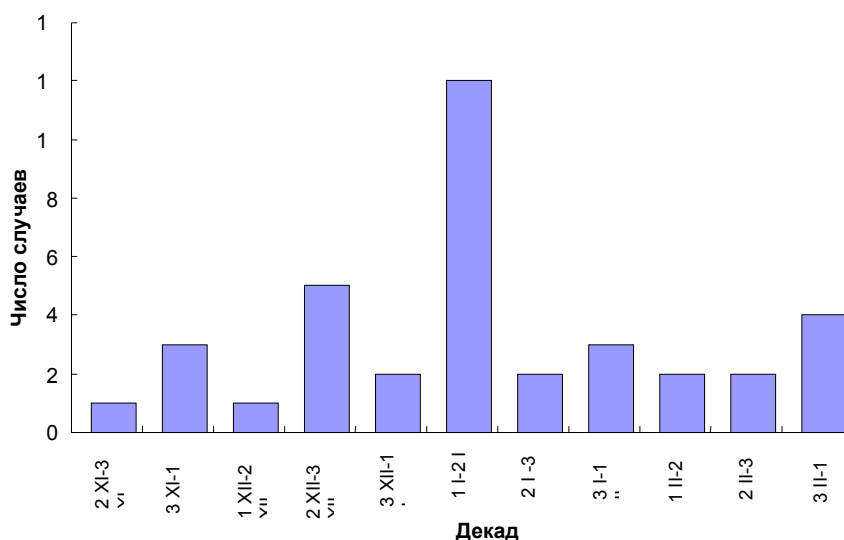
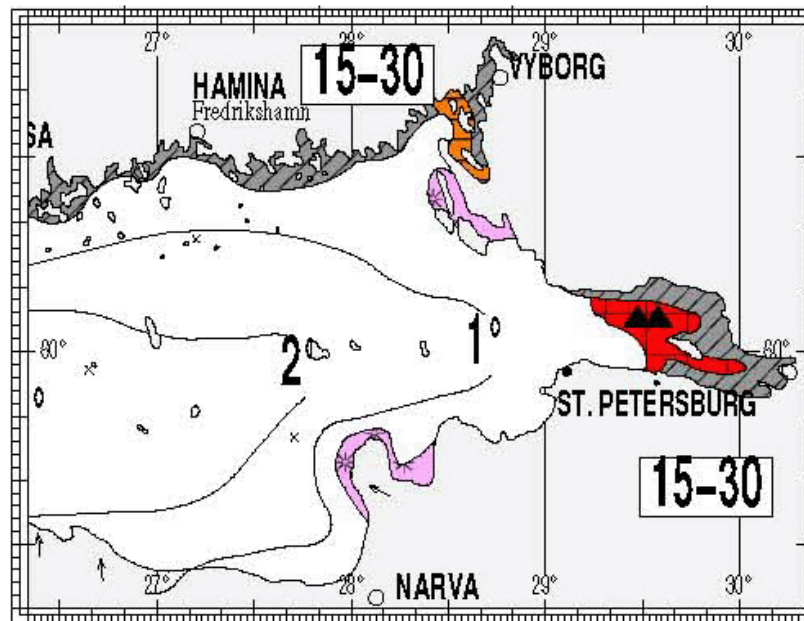


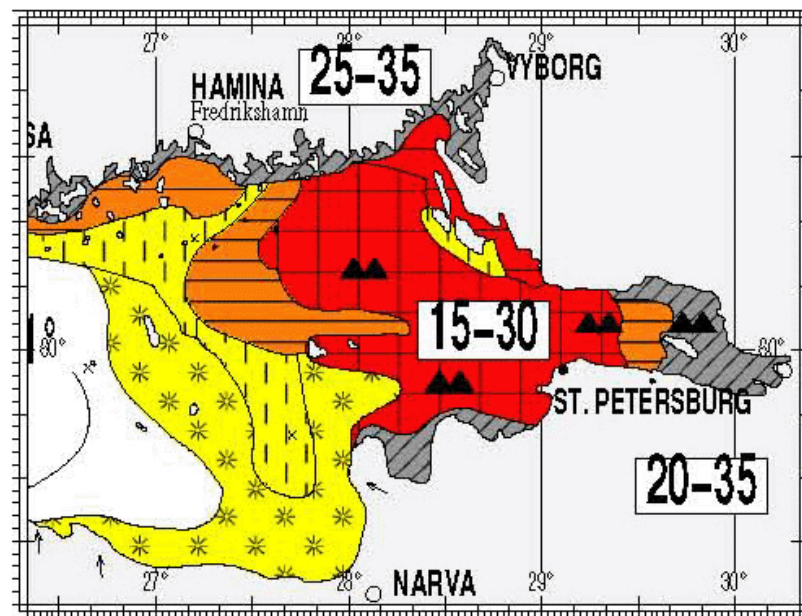
Рис. 1. Распределение по декадам числа резких изменений толщины

### припайного льда в Выборге зимой 1973–2013 гг.

На рисунке видно, что наиболее часто (12 случаев) резкое увеличение толщины льда наблюдается в первую – вторую декады января, 6 случаев – во вторую – третью декады декабря и по 3 случая – в третью декаду ноября – первую декаду декабря и третью декаду февраля – первую декаду марта. Таким образом, наиболее часто быстрое нарастание толщины льда наблюдается в конце декабря – в середине января. На рис. 2 представлены последствия сильного похолодания, наблюдавшегося 16–23 декабря 2006 года.



а)



б)

Рис. 2. Ледовая обстановка в Финском заливе 16.12. 2006 г. (а) и 23.12.2006 г.(б)

(по данным [http://www.smhi.se/oceanografi/istjanst/havsis\\_en.php](http://www.smhi.se/oceanografi/istjanst/havsis_en.php)).

Даже при относительно высокой температуре воды в прикромочной зоне 16 декабря за неделю произошло быстрое нарастание толщины льда, которая увеличилась в 2 раза, при этом произошло увеличение площади ледового покрова более чем в 5 раз.

Для дальнейших исследований было отобрано 6 случаев интенсивных похолоданий, наблюдавшихся с 1999 по 2013 год. Данные об этих случаях сведены в таблице. Здесь  $T_{\min}$  – минимальная среднесуточная температура воздуха в Санкт-Петербурге, °С;  $\Delta L$  – увеличение ледовитости в дни резкого похолодания, % (изменение ледовитости, равное нулю, означает, что в момент похолодания ледовитость моря была 100%);  $\Delta H$  – увеличение толщины припайного льда в Выборге, см.

*Таблица*

**Данные о резких похолоданиях в районе Финского залива  
в зимы 1999–2012 гг.**

Дата	$T_{\min}$ , °С	$\Delta L$ , %	$\Delta H$ , см
15–6.12.2012	–21,9	+28	+12
5–25.02.2007	–21,4	+23	+5
24.01–12.02.1999	–22,2	+20	+14
15–26.02.2010	–21,7	0	+2
17–26.01.2006	–23,4	+6	+3
28.01–9.02.2003	–22,6	0	+10

Из таблицы видно, что ледовитость залива и толщина припайного льда заметно реагируют даже на кратковременные похолодания. Все случаи похолоданий имели в качестве непосредственной причины крупномасштабный блокирующий антициклон, развивающийся над Северной Атлантикой или над Скандинавским полуостровом, объединенный гребнем с антициклоном над Гренландией, как, например, на рис. 3

Рассмотрим подробнее возможное влияние процессов потеплений в слое тропосферы 3–5 км над Западной Арктикой на возникновение блокирующих ситуаций над Северной Атлантикой и Северной Европой. Будем использовать данные аэрологических наблюдений на станциях Алерт (Аляска), Анкоридж (полярная Канада) и Лервик (север Великобритании). Обоснованность выбора данных станций пояснена на рис. 4 [1]. Среднее термобарическое поле на картах АТ500 представлено в виде двух гребней над восточными районами океанов и двух ложбин – над западными частями. Станции аэрологического зондирования находятся на оси двух высотных барических гребней. Такое расположение высотных гребней и ложбин объясняется как термической

неоднородностью подстилающей поверхности, так и основными океаническими течениями.

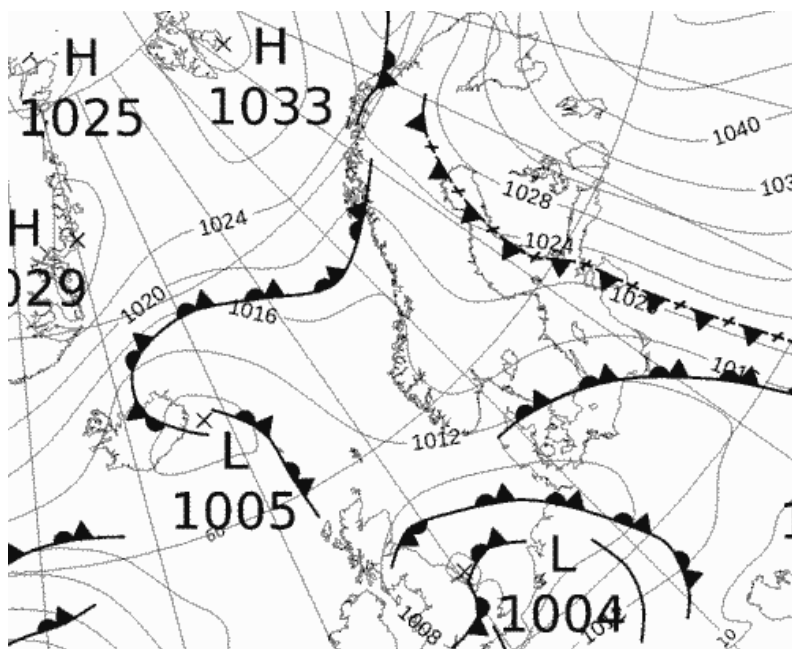


Рис. 3. Блокирование над Северной Европой 18.12.2012 г.  
(по данным <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsfaxsem.html>)

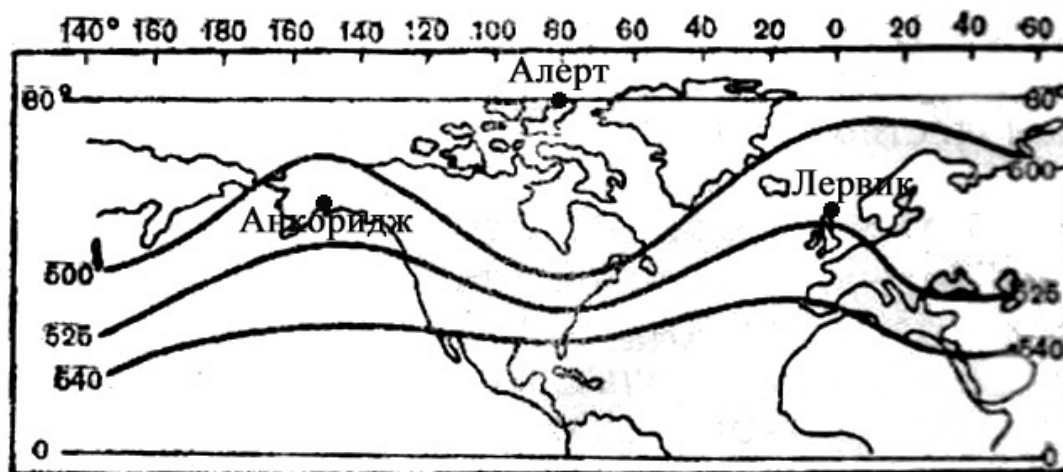
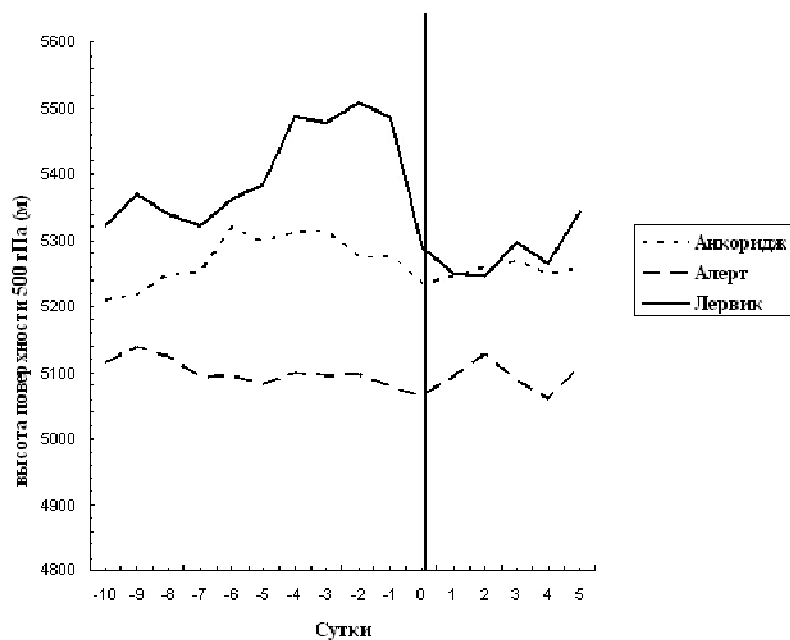
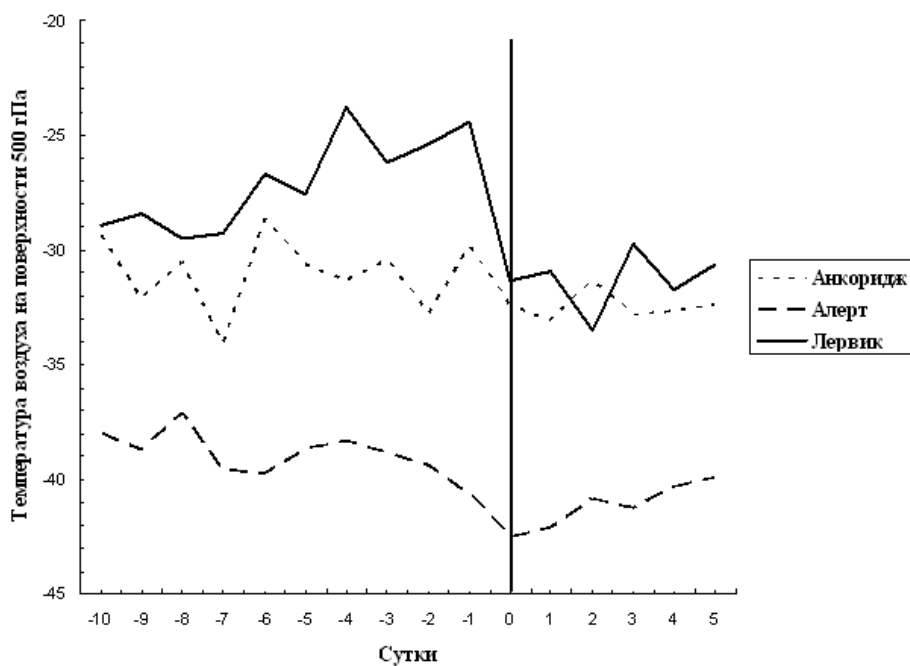


Рис. 4. Климатическое расположение основных высотных ложбин и гребней [1].

На рис. 5 и 6 представлены осредненные для рассматриваемых 6 случаев похолоданий кривые хода температуры воздуха и высоты поверхности 500 гПа на станциях за 10 суток до и 5 суток после сильных похолоданий в Финском заливе.



**Рис. 5. Высота поверхности 500 гПа при сильных похолоданиях над Финским заливом.**



**Рис. 6. Температура на поверхности 500 гПа при сильных похолоданиях над Финским заливом.**

Из рис. 5 видно, что примерно за 8–9 суток до похолодания наблюдается слабое усиление гребня над Северной Атлантикой и к северо-западу от Гренландии, причем это усиление наблюдается одновременно. С этого момента начинается усиление северо-

тихоокеанского высотного гребня, которое вызывает закономерное углубление ложбины над востоком Северной Америки и западной частью Северной Атлантики, что приводит к циклогенезу в южных районах Северной Атлантики и образованию блокирующего антициклона над Северной Атлантикой и Северной Европой как за счет усиления неустойчивости волн Россби с последующим их опрокидыванием [3], так и за счет выноса тепла в средней тропосфере в высокие широты в передних частях глубоких циклонов, выходящих из субтропической зоны Северной Атлантики [2]. Усиление амплитуды обоих барических гребней происходит и при кратковременном антициклогенезе в высоких широтах, критерием которого может быть увеличение температуры воздуха в средней тропосфере над районом, лежащим между атлантическим и тихоокеанским высотными гребнями.

Из рис. 6 следует, что кратковременное потепление в Арктике в районе станции Алерт наблюдается за 8 суток до блокирования над Северной Атлантикой, за 6 суток до блокирования усиливается вынос тепла на высотах 3–5 км в районе северной периферии тихоокеанского и атлантического барических гребней.

Таким образом, даже небольшое потепление в средней тропосфере над Арктикой может привести к резкому усилению одного высотного гребня за счет другого. В качестве примера можно привести развитие блокирующего процесса над восточной частью Северной Атлантики в декабре 2012 г., когда мощный антициклон объединил оба высотных гребня над Арктикой и на Балтийское море начал поступать арктический холодный и сухой воздух, что привело к значительному похолоданию и быстрому нарастанию толщины льда. Следует отметить, что только за вторую декаду декабря 2012 года толщина припайного льда в Выборге увеличилась на 10 см при среднем многолетнем увеличении за тот же период на 4–6 см.

### **Заключение**

Одной из причин блокирования над Северной Атлантикой и Северной Европой может быть кратковременное потепление в средней тропосфере над Арктикой. Это потепление способствует антициклогенезу в нижней и средней тропосфере, объединению над Арктикой высотных гребней, выходящих из Тихого и Атлантического океанов, и усилению в итоге меридиональной составляющей циркуляции в тропосфере над севером Атлантического океана и над северо-востоком Европы.

### Список использованных источников

1. *Гирс А.А.* Основы долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – С. 128–129.
2. *Федоренко А.В.* Исследование связи между атмосферными процессами над Северной Атлантикой и ледовыми условиями в Финском заливе // Труды Гидрометцентра России. – 2012. – Вып. 347. – С. 181–189.
3. *Шакина Н.П., Иванова А.Р.* Блокирующие антициклоны: современное состояние исследований и прогнозирования // Метеорология и гидрология. – 2010. – № 11. – С. 5–16.

*Поступила в редакцию 7.10.2013 г.*