

УДК 551.543.3+551.467.3

ОКЕАНОЛОГИЯ

З. М. ГУДКОВИЧ, Э. И. САРУХАНЯН, Н. П. СМИРНОВ

«ПОЛЮСНЫЙ ПРИЛИВ» В АТМОСФЕРЕ ВЫСОКИХ ШИРОТ И КОЛЕБАНИЯ ЛЕДОВИТОСТИ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

(Представлено академиком Е. К. Федоровым 17 II 1969)

При изучении многолетних колебаний ледовитости арктических морей ряд исследователей столкнулись с фактом зависимости колебаний ледовитости от движения полюсов Земли (1-3). Однако механизм воздействия движения земных полюсов на ледяной покров Арктического бассейна оставался неясным. В то же время в работах (4, 5) было показано наличие нутационно-обусловленного «полюсного прилива» в атмосфере Земли. Поэтому при исследовании колебаний ледовитости возникла необходимость рассмотреть существование в атмосфере высоких широт Земли 14-месячных колебаний давления, связанных с движением полюсов.

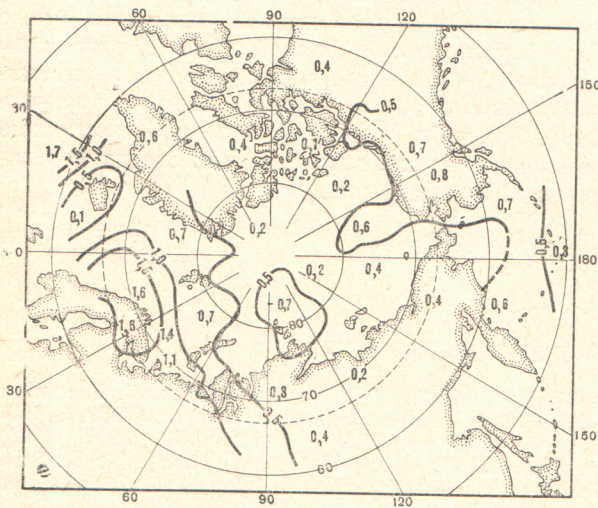


Рис. 1. Карта изоамплитуд 14-месячных колебаний барического поля над Арктическим бассейном

существовании в атмосфере над Арктикой заметных 14-месячных колебаний давления, амплитуды которых достигают величины 1,5 мб, что составляет около 50% амплитуды годовой вариации. Вместе с тем, на карте выделяются области с исчезающе малыми амплитудами давления. Как видно на рис. 1, можно выделить приблизительно пять районов над Арктическим бассейном с амплитудами 14-месячной вариации давления, превышающими 0,5 мб.

Табл. 1 обнаруживает закономерность, отмеченную ранее при изучении «полюсного прилива» в океане (1): с изменением долготы места с запада на восток фазы колебаний уменьшаются на величину, примерно соответствующую разности долгот указанных районов.

Аналізу были подвергнуты данные по атмосферному давлению на уровне моря, снятые со среднемесячных барических карт.

Исходные материалы, включавшие 151 ряд среднемесячных величин атмосферного давления продолжительностью 14 лет (1951—1964 гг.), обрабатывались методом периодического анализа. В результате были получены амплитуды и фазы 14-месячных колебаний давления для всех выбранных точек.

Анализ карты изоамплитуд (рис. 1) позволяет сделать вывод о су-

В то же время, согласно результатам выполненного исследования, нутационная барическая волна имеет гораздо более сложный характер. Рассматривая изменения фазы колебаний в сопоставлении с изменением долготы места, необходимо отметить, что эти изменения происходят не постепенно, а почти скачкообразно; кроме того, амплитуда колебания достигает в одних областях значительных величин, тогда как в других колебание практически исчезает.

Указанные особенности нутационной барической волны в атмосфере высоких широт северного полушария Земли, по нашему мнению, можно

объяснить следующим образом. Барическая волна «полюсного прилива», возникающая в атмосфере под воздействием силы деформации, обусловленной нутационными колебаниями полюса, проходя над районами, где имеются условия для циклогенеза, способна ослаблять (при прохождении гребня волны) или усиливать (при прохождении подошвы волны) циклоническую деятельность на атмосферных фронтах. Вследствие усиления или ослабления циклонической деятельности увеличивается или уменьшается повторяемость и глубина циклонов, перемещающихся через области Исландской и Алеутской депрессий главным образом в северо-восточном направлении, что приводит к возникновению соответствующих колебаний среднего атмосферного давления.

Таким образом, в районах расположения преобладающих траекторий движения циклонов аномалии давления, связанные с «полюсным приливом» будут определяться суммарным эффектом нескольких волн: циркумпольной барической волной «полюсного прилива», фаза которого изменяется в полном соответствии с изменениями фазы X -составляющей радиуса-вектора полюса, и вторичными волнами, возникающими вследствие прохождения циклонов. Повторяемость этих циклонов зависит от фазы «полюсного прилива» в районе их зарождения, поскольку скорости движения циклонов гораздо больше скорости перемещения нутационной барической волны.

Нутационные колебания давления в выделенных районах отличаются по фазе, и, следовательно, между ними возникают градиенты давления, изменяющиеся с 14-месячным периодом. В результате создаются соответствующие аномалии воздушных переносов, которые приведут к изменениям в дрейфе льдов в Арктическом бассейне и поступлении тепла в Арктику, что отражается, в конечном счете, на ледовитости Арктических морей.

Представим основные черты барического «полюсного прилива» в атмосфере над Арктикой в несколько схематизированном виде:

1. Назовем области повышенных нутационных аномалий давления, расположенные над Баренцевым морем, над Таймырским полуостровом и Северной землей и над Беринговым и Чукотским морями, соответственно первым, вторым и третьим районами. Примем далее, что амплитуда нутационных колебаний давления в этих районах одинакова, а разность фаз между ними составляет 90° .

2. Фаза нутационного колебания давления в первом районе, приведенная к моменту пересечения радиусом-вектором меридиана Гринвича, соответствует фазе X -составляющей движения полюса и равна 90° . Схема нутационных колебаний давления во всех трех районах в этом случае представлена на рис. 2а.

Суммарная ледовитость арктических морей, а также ледовитость моря Лаптевых будут определяться градиентом давления между первым и

Таблица 1

Амплитуды и фазы 14-месячной вариации атмосферного давления над Арктическим бассейном

Район	Средние долготы	Средние фазы, град.	Средние амплитуды, мб
1	$19^\circ W$	135	1,0
2	$57^\circ E$	163	1,2
3	$112^\circ E$	15	0,6
4	$180^\circ E$	263	0,6
5	$118^\circ W$	172	0,6

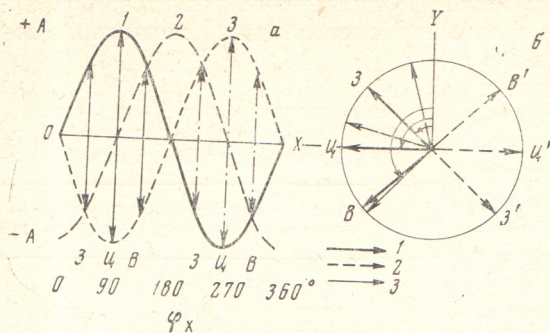


Рис. 2. Схема нутационных колебаний давления в трех районах над Арктическим бассейном: а — ход гармонических кривых, б — векторная диаграмма положений радиуса-вектора полюса вращения Земли при возникновении аномалий воздушных переносов, неблагоприятных (1) и благоприятных (2) для ледовых условий арктических морей. 3 — положения радиуса-вектора при неблагоприятных переносах, полученные на основании корреляционного анализа

Для ледовых условий Карского моря наибольшую роль должен играть нутационный градиент давления между первым и вторым районами. Отсюда следует, что максимальный положительный градиент давления между первым и вторым районами ($\Delta P_{1-2} = +A\sqrt{2}$) возникает при $\varphi_x = 45^\circ$. Создающиеся при этом аномалии воздушных переносов будут наиболее неблагоприятными для ледовых условий Карского моря. Наибольший отрицательный градиент давления $\Delta P_{1-2} = -A\sqrt{2}$ и соответствующие ему аномалии воздушных переносов, благоприятные для ледовых условий Карского моря, возникают при $\varphi_x = 225^\circ$.

Аналогично предыдущему находим, что наиболее неблагоприятные для ледовых условий восточного сектора Арктики будут аномалии воздушных переносов при $\Delta P_{2-3} = +A\sqrt{2}$ ($\varphi_x = 135^\circ$), а наиболее благоприятными — аномалии при $\Delta P_{2-3} = -A\sqrt{2}$ ($\varphi_x = 315^\circ$). На векторной диаграмме (рис. 2б) показаны положения радиуса вектора полюса вращения Земли в моменты, когда возникают аномалии воздушных переносов, неблагоприятные и благоприятные для ледовых условий в западном (Карское море), центральном (море Лаптевых) и восточном районах Советской Арктики.

Для выяснения механизма влияния «полюсного прилива» в атмосфере на изменения ледовитости необходимо подчеркнуть то обстоятельство, что в разные периоды аномалии воздушных переносов оказывают различное влияние на формирование ледовых условий. Для большей части арктических морей наиболее важным периодом является конец зимы — начало лета. За середину этого периода можно принять май. Следовательно, принципиально важным является обстоятельство, в каком именно месяце наблюдаются наибольшие нутационные аномалии воздушных переносов. В годы, когда нутационные аномалии имеют место в мае, влияние барической волны «полюсного прилива» на ледовитость будет максимальным. С учетом скорости перемещения волны это должно наблюдаться через каждые семь лет, что обуславливает существование отмеченной ранее исследователями (1, 2) семилетней цикличности в изменениях ледовитости арктических морей.

В то же время, для разных районов наиболее тесная связь между показателями движения полюса и изменениями ледовитости отдельных арктических морей будет при различных положениях радиуса-вектора

третьим районами, причем наиболее неблагоприятные для ледовых условий аномалии воздушных переносов будут возникать при прохождении радиуса-вектора через меридиан Гринвича ($\varphi_x = 90^\circ$). При этом нутационный градиент давления между первым и третьим районами будет максимальным ($\Delta P_{1-3} = +2A$, где A — амплитуда нутационного колебания давления).

Соответственно, наиболее благоприятные условия для ледовой обстановки в море Лаптевых и в среднем для всех арктических морей создаются при пересечении радиусом-вектором меридиана 180° ($\varphi_x = 270^\circ$).

полюса вращения Земли. Для исследования этого вопроса были вычислены взаимокорреляционные функции между величинами ледовитости рассмотренных трех районов в августе и значениями Y -составляющей движения полюса, взятыми на начало каждого месяца, со сдвигом от 0 до 1 года, рис. 3а.

На рис. 3а отчетливо выражено запаздывание максимумов и минимумов корреляционных функций для западного и центрального районов по отношению к восточному. При этом разность фаз между районами в среднем равна 2 мес., что соответствует запаздыванию в наступлении аномалий ледовитости в центральном и западном районах по отношению к восточному соответственно в 1,0 и 2,0 года. Таким образом, отмеченное ранее другими исследователями смещение аномалий ледовитости с востока на запад полностью объясняется с позиций его нутационно-обусловленного происхождения. Действительно, как видно из рис. 2б, положения радиуса-вектора полюса Земли при неблагоприятных и благоприятных воздушных переносах для различных районов различаются на 45° , что во временной мере составляет примерно 2 мес., и, следовательно, радиус-вектор в определенный период занимает положение, благоприятствующее или не благоприятствующее ледовым условиям, начиная с восточного, в каждом другом районе через год.

Откладывая далее вдоль оси Y значения $(r_{\Delta L, Y})_i$, а вдоль оси X соответственно $(r_{\Delta L, X})_i$, (где i номер месяца), мы представили взаимокорреляционные функции в виде круговых диаграмм. Эти диаграммы, построенные для 14-месячного интервала, предшествующего августу — месяцу, в котором брались значения ледовитости, приведены на рис. 3б. На этом же рисунке, соединив центры диаграмм с точками, соответствующими маю, мы получили векторную диаграмму положения радиуса-вектора полюса Земли в мае для лет, характеризующихся максимальными значениями ледовитости в трех выделенных районах. На рис. 2б она сопоставлена с векторной диаграммой, полученной ранее теоретически на основании выявленных закономерностей «полюсного прилива» в атмосфере. Почти полная идентичность представленных диаграмм служит веским подтверждением справедливости описанного механизма связи ледовитости арктических морей с движением полюса Земли.

Арктический и Антарктический
научно-исследовательский институт
Ленинград

Поступило
17 II 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. В. Максимов, Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1 (1956). ² Е. Г. Ковалев, ДАН, 135, № 2 (1960). ³ Е. И. Чаплыгин, А. В. Янес, Проблемы Арктики и Антарктики, № 25 (1967). ⁴ И. В. Максимов, ДАН, 100, № 1 (1955). ⁵ Н. Matsumura, J. Geod. Soc. Japan, 9, № 3—4 (1963). ⁶ И. В. Максимов, Проблемы Арктики и Антарктики, № 26 (1967).

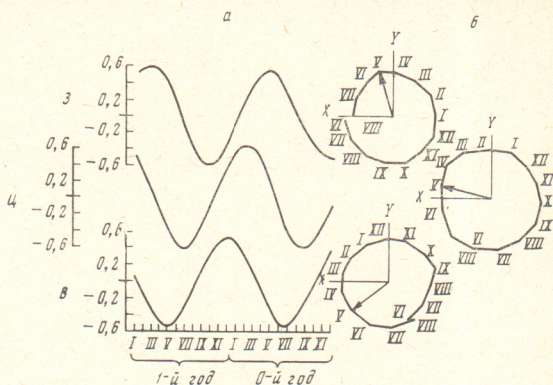


Рис. 3. Взаимокорреляционные функции значений Y -составляющей движения полюса с ледовитостью морей в трех районах советского сектора Арктики, сглаженной по климатической формуле (а), и круговые диаграммы, построенные по данным корреляционного анализа (б)