

И. В. МАКСИМОВ

ДВИЖЕНИЯ ПОЛЮСА ЗЕМЛИ И МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА ЕВРОПЫ

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 14 X 1953)

Движения полюса Земли создаются, как известно, вынужденными и свободными колебаниями мгновенной оси вращения Земли. Вынужденные колебания оси вращения Земли являются результатом сезонного перераспределения воздушных масс над материками и океанами Земли. Огромный масштаб таких колебаний количества воздуха на Земле был показан ранее В. В. Шулейкиным (1, 2). Период вынужденной нутации земной оси, близкий в среднем к продолжительности года, не является величиной постоянной и, как это было установлено Н. Л. Бызовой (3), изменяется в зависимости от продолжительности «геофизического года» (промежуток времени между минимумами температуры воздуха) в довольно значительных пределах. Свободные колебания мгновенной оси вращения Земли определяются формой Земли и характеризуются средней величиной периода, близкой к 14 мес. Однако исследованиями А. Я. Орлова (4, 5) было показано, что и свободная нутация земной оси также не является движением точно периодическим. Период и амплитуды этой нутации, как это нашел А. Я. Орлов, непрерывно и значительно изменяются.

Свободные колебания мгновенной оси вращения Земли являются причиной возникновения в море и атмосфере Земли так называемого «полюсного прилива». «Полюсный прилив» проявляет себя в средних широтах Земли в виде заметных, а временами и значительных, 14-месячных или близких к тому колебаний среднего уровня моря и средней величины атмосферного давления. Колебания уровня моря и атмосферного давления, созданные свободной нутацией земной оси, не являются, как и сама нутация, периодическими, а обнаруживают с течением времени значительные изменения как периода, так и амплитуды колебания. Наибольших размеров амплитуды этих колебаний достигают в средних широтах Земли (6). Анализ наблюдений над колебаниями уровня моря в Свинемюнде (1811—1936 гг.) и наблюдений над изменениями атмосферного давления в Эдинбурге (1770—1929 гг.) показал, что средние за каждые 7 лет значения амплитуд уровенной и барической волн «полюсного прилива» составляли временами 3—4 см для высоты стояния уровня моря и 2—3 мм рт. ст. для среднемесячной величины атмосферного давления*. Это означает, что явление «полюсного прилива» способно иногда изме-

* 14-месячные колебания среднего уровня моря и атмосферного давления, созданные явлением «полюсного прилива», могут быть приближенно выведены только в среднем за 7 лет, 14 лет, 21 год и т. п. При иных условиях 14-месячные колебания уровня моря и давления не могут быть отделены от сезонных 12-месячных колебаний этих характеристик. Этим и объясняется, что амплитуды морской и барической волн приведены в среднем за отдельные 7-летние промежутки времени.

нять высоту среднего уровня моря на 6—8 см и среднемесячную величину атмосферного давления на величину, достигающую 4—6 мм рт. ст. Колебания среднего уровня моря и средней величины атмосферного давления, достигающие таких размеров, обуславливают, очевидно, возникновение нутационных по своему происхождению изменений циркуляции вод в море и атмосферы в средних широтах Земли.

Таким образом, свободные и вынужденные колебания мгновенной оси вращения Земли связаны с метеорологическими явлениями на Земле

Таблица 1

Пункт наблюдений	Дата наблюдений	Период колебания в годах	Двойное значение амплитуды колебания
Сезонные колебания среднего уровня моря			
Свинемюнде	1811—1936 гг.	5,4	5,4 см
Вильгельмсха-вен	1855—1918	6,0	5,6
Цухавен	1813—1919	5,2	6,6
Брест	1843—1919	5,1	2,6
Средн.		5,4	5,0 см

Сезонные колебания среднемесячных величин атмосферного давления			
Уисала	1861—1921 гг.	4,8	2,8 мм
Утрехт	1849—1920	6,3	3,8
Копенгаген	1842—1920	4,6	3,2
Вена	1851—1920	5,6	3,6
Гринвич	1854—1919	5,1	2,8
Лисса	1868—1919	5,9	3,2
Милан	1867—1924	6,1	3,6
Рим	1858—1924	5,2	2,4
Средн.		5,5	3,2 мм

Сезонные колебания среднемесячных температур воздуха			
Копенгаген	1769—1921 гг.	4,9	1,2°
Берлин	1769—1921	5,2	1,8
Рим	1811—1921	5,5	1,0
Средн.		5,2	1,3°

явлена вполне отчетливо. В табл. 1 приведены средние значения периода и размеров многолетних изменений сезонных колебаний среднего уровня моря, средней величины атмосферного давления и средней величины температуры воздуха в северной части Атлантического океана и в Западной Европе. Амплитуды сезонных колебаний среднего уровня моря изменялись в этом цикле на 5—6 см, амплитуды сезонных колебаний атмосферного давления и температуры воздуха определялись как разность среднемесячных значений этих характеристик в январе и июле. Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что размеры сезонных колебаний

различно: вынужденные колебания оси вращения Земли возникают в результате сезонного перераспределения воздушных масс в различных частях Земли и являются поэтому следствием сезонных изменений циркуляции земной атмосферы; свободные колебания оси вращения Земли, напротив, создают в море и атмосфере Земли явление «полюсного прилива» и являются, таким образом, причиной возникновения нутационной вариации сезонных изменений циркуляции земной атмосферы.

Существование такой двойной (прямой и обратной) связи между переносом масс воздуха и колебаниями земной оси приводит к возникновению в море и атмосфере Земли многолетних нутационных гидрологических и климатических явлений.

Рассматривая этот вопрос, надо прежде всего обратить внимание на результаты наложения созданных «полюсным приливом» 14-месячных колебаний среднего уровня моря и атмосферного давления на 12-месячные их колебания, возникающие в результате обычных сезонных явлений на Земле. Наложение волн такой периодичности должно приводить к возникновению 7-летнего цикла биения сезонных колебаний среднего уровня моря и средней величины атмосферного давления. В средних широтах Земли эта многолетняя закономерность вы-

среднего уровня моря и средней величины атмосферного давления испытывали за время наблюдений значительные 5—6-летние циклические изменения.

Многолетние изменения барического контраста зимы и лета должны повлечь за собой изменение сезонных особенностей циркуляции атмосферы в отдельных районах средних широт Земли. В результате эта закономерность должна иметь различные морские гидрологические и метеорологические следствия и приводить, в частности, к возникновению 7-летнего цикла многолетних изменений континентальности климата Европы.

По этой причине должны, например, возникать многолетние изменения количества осадков в отдельных районах средних широт Земли и ледовитости моря. Данные наблюдений подтверждают это предположение. В табл. 2 приведены результаты периодографического анализа

Таблица 2

Характеристика	Период наблюдений	Период колебания в годах	Амплитуда колебаний	Относит. амплитуда колебания в %
----------------	-------------------	--------------------------	---------------------	----------------------------------

Ледовитость северной части Атлантического океана

Ледовитость Гренландского моря	1921—1939 гг.	6,7	94 тыс. км ²	34
Ледовитость района берегов Исландии	1791—1936	5,1	6 усл. баллов	20
Ледовитость Дэвисова пролива .	1820—1930	5,0	0,6 усл. балла	13
Количество айсбергов в районе Ньюфаундленда	1880—1940	5,0	135 айсб. в год	20
Среднегодовой сток вод через Фареро-Шотландский пролив .	1920—1939	6,0	48,9·10 ⁹ км ³ в год	50
Средн.		5,6		27

Среднегодовое количество осадков в отдельных пунктах Западной Европы

Вена	1852—1930 гг.	4,7	3,3 мм	18
Париж	1874—1929	5,0	4,7	35
Лион	1841—1920	5,1	4,2	15
Милан	1764—1924	6,0	4,5	21
Бухарест	1865—1930	5,1	2,9	15
Сулина	1868—1925	6,2	2,4	12
Средн.		5,4	3,7 мм	19

среднегодовой величины осадков в некоторых пунктах Западной Европы, показателей ледовитости отдельных районов северной части Атлантического океана и среднегодовой величины стока вод в Атлантическом океане через Фареро-Шотландский пролив*. Эти данные также показывают, что изменения циркуляции атмосферы, возникающие в результате наложения волн «полюсного прилива» на сезонные явления в море и атмосфере Земли, обуславливают возникновение 5—6-летней циклической изменчивости ледовитости северной части Атлантического океана и среднегодового количества осадков в Европе. Это свидетельствует об общем климатическом характере этой закономерности. Относительные размеры нутационных колебаний ледовитости оказались весьма значи-

* Относительные значения амплитуды колебаний даны в процентах по отношению к абсолютной амплитуде многолетних изменений характеристики за время наблюдений. Амплитуды колебаний ледовитости Гренландского моря даны в тыс. км² площади моря, покрытой льдом.

тельными. Так, в среднем по всем данным, подобные колебания ледовитости составили за время наблюдений около 27% абсолютной амплитуды многолетних изменений ледовитости северной части Атлантического океана за время наблюдений. Следует указать, что столь значительные колебания ледовитости вряд ли можно объяснить только нутационными изменениями меридиональной циркуляции атмосферы в Атлантическом океане и связанными с ними колебаниями среднемесячных значений температуры воздуха в период ледообразования. Возникновение таких колебаний ледовитости, видимо, представляет собою явление более сложное. Однако следует указать, что амплитуды 14-месячных нутационных колебаний меридиональных градиентов давления в Атлантическом океане (Стиксгольм — Сен-Винсент) и зональных градиентов давления в Северо-Европейской зоне (Стиксгольм — Диксон), вычисленные нами в среднем за время с 1922 по 1935 г., составили, соответственно, 15 и 21% от амплитуды 12-месячных сезонных колебаний градиентов давления за то же время. Это показывает, что колебания циркуляции атмосферы, созданные свободной нутацией оси вращения Земли, также составляли примерно около $\frac{1}{5}$ сезонных изменений общей циркуляции атмосферы.

Свободные колебания мгновенной оси вращения Земли, как это было уже указано, не являются движением точно периодическим. Период и амплитуда этой нутации подвержены как относительно коротким многолетним, так и более длительным вековым изменениям. В соответствии с этим период и амплитуда морских и барических волн «полюсного прилива» также постоянно изменяются. В то же время Н. Л. Бызова⁽³⁾ обратила внимание на то, что продолжительность «геофизического года», определяющая периодичность вынужденных колебаний мгновенной оси вращения Земли, также подвержена значительным изменениям. В результате этого, с одной стороны, непрерывно изменялся период многолетней составляющей движений полюса Земли и, с другой, значительно изменяются продолжительность и размеры 7-летнего климатического цикла, созданного наложением волн «полюсного прилива» на сезонные колебания среднего уровня моря и атмосферного давления в средних широтах Земли. В связи с этим период многолетних нутационных явлений изменяется в широких пределах. Анализ многолетних изменений величины радиуса-вектора истинного полюса Земли показал, что за время с 1890 по 1923 г. период многолетней составляющей движений полюса Земли, созданной наложением свободных колебаний мгновенной оси вращения Земли на ее вынужденные колебания, изменялся в пределах от 5,7 до 8,7 года при средней величине этого периода, равной 6,3 года. Амплитуда многолетних движений оси вращения Земли изменялась за это время на 190% наименьшей своей величины, т. е. почти в 2 раза. Соответственно этому должны были значительно изменяться значения как периода, так и размеров морской и климатической многолетней нутационной цикличности. В результате «7-летний» цикл континентальности климата средних широт Земли проявляет себя в природе в качестве явления весьма изменчивого и способного временами сказываться с особой силой (что, например, имело место в начале прошлого столетия), а иногда почти полностью исчезать. Важно заметить, что в настоящее время размеры этого явления в море и атмосфере Земли хотя и неправильно, но в общем возрастают.

Институт океанологии
Академии наук СССР

Поступило
23 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. В. Шулейкин, Физика моря, изд. АН СССР, 1953. ² В. В. Шулейкин, ДАН, 52, № 5, 412 (1946). ³ Н. Л. Бызова, ДАН, 58, № 3, 393 (1947). ⁴ А. Я. Орлов, Бюл. Гос. астр. ин-та им. Штернберга при МГУ, № 8—5, 34 (1941). ⁵ А. Я. Орлов, ДАН, 37, № 9, 304 (1942). ⁶ И. В. Максимов, ДАН, 86, № 4, 673 (1952).