

## **Роль приливообразующих сил Луны и Солнца в образовании крупномасштабных циркуляций в океанах и морях**

Общая схема течений океана в главных своих чертах справедлива для Тихого, Атлантического и Индийского океанов (Краткая географическая энциклопедия М 1962 г.). По обе стороны от экватора с востока на запад идут два пассатных течения: Северное и Южное. Эти течения образуются в результате воздействия на водную поверхность весьма устойчивых ветров – пассатов.

У западных берегов океанов пассатные течения дают начало экваториальному противотечению, так и течениям, движущимся к С и Ю вдоль материков. Следуя очертаниям берега, эти течения достигают 45-50 параллелей и, постепенно уклоняясь к востоку, вновь пересекают океан, образуя замкнутую крупномасштабную циркуляцию. В данном случае речь идет о крупномасштабных антициклонических циркуляциях (рис. 1).

Схема океанических течений находится в полном соответствии с воздушными течениями – ветрами. Таких взглядов придерживаются **абсолютное большинство** исследователей.

Но высказываются и **другие** мнения. Е. Г. Никифоров на I съезде советских океанологов (1977) сказал: «Проблема объяснения современной циркуляции вод не может считаться удовлетворительно решенной даже на уровне качественных гипотез. Гипотезы о ветровом происхождении циркуляции вод не объясняют глубинную циркуляцию, а гипотеза о термохалинной природе циркуляции вод опирается главным образом на существующее поле плотности. Поэтому никаких выводов о природе циркуляции вод на основе расчетов, выполненных по фактическому полю плотности ... сделать так же невозможно».

Вызывает большое удивление, что альтернативная гипотеза, наиболее физически обоснованная, о причине образования крупномасштабных циркуляций океана остается практически неизвестной более 250 лет. В 1844 г. И. Кант предположил, что основной причиной, замедляющей скорость вращения Земли, является сила трения о дно течений, возникающих в результате воздействия приливообразующих сил Луны и Солнца на водные массы океанов.

Известно, что в результате воздействия приливообразующих сил, в водной оболочке океана образуются приливные горбы (рис.2) (Монин А. С., Шишков Ю. А 1979).

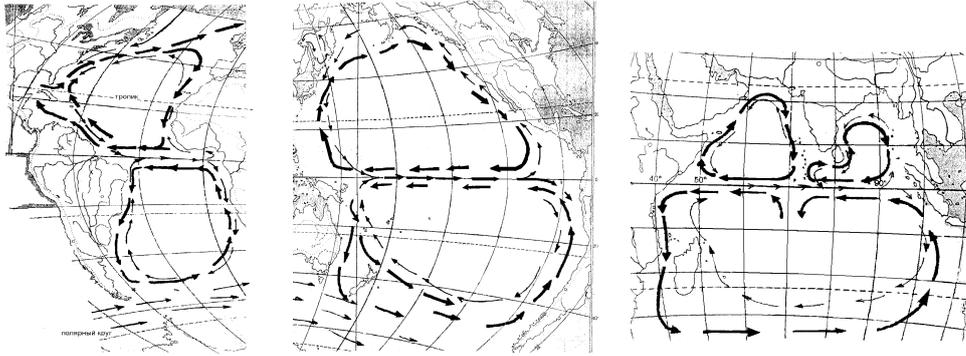


Рис. 1. Крупномасштабные климатические циркуляции Атлантического океана (антициклонические – толстые линии, циклонические – тонкие линии) (слева), Тихого (в центре), и Индийского океанов (справа).

Из-за инерции водных масс максимальный прилив в данной точке океана наступает спустя некоторое время после верхней кульминации Луны в этой точке. Благодаря наличию этого запаздывания приливообразующая сила Луны имеет составляющую, нормальную к линии центров Луны и Земли. Говоря о воздействии гравитационного притяжения на водную массу, Ле Блон П., Майсек Л. (1981) пишут: «Приливное ускорение очень мало по сравнению с ускорением собственного гравитационного поля Земли (9,8 см/с.). Радиальная компонента приливного ускорения ведет к незначительному изменению локальной гравитации. Касательное ускорение так же мало, но оно существенно неуравновешенно и создает движущую силу, которая гонит воду вдоль земной поверхности с востока на запад»

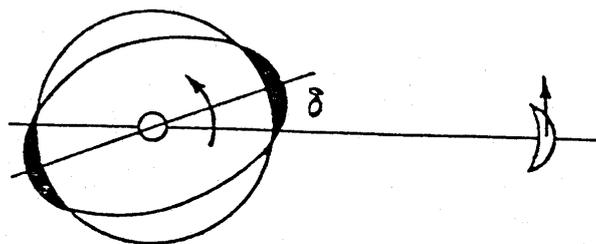


Рис. 2. Запаздывание максимума прилива по отношению к кульминации Луны.(Монин А. С., Шишков Ю. А. 1979).

Наблюдения показывают, что течения на экваторе существуют в виде волн с периодом 25 суток. (Weisberg R., Weingartner T. 1988). Направление их движения с востока на запад. Аналогичные волновые течения в Тихом океане имеют периоды 30 суток. Течения волновой природы стали наблюдать в 60х годах прошлого века, и к 80му году стало ясно, что основные течения в океане существуют в виде долгопериодных волн. По мнению С. С. Лаппо начался “волновой” этап в исследовании течений в океанах и морях.

Такой вывод сделан на основе анализа долговременных инструментальных наблюдений на буйковых станциях, которые производились предшествующие 20 лет. “Они привели к **коренному пересмотру представлений о закономерностях изменчивости течений в океане**, особенно на глубинах более 1000 м., что весьма резко расходилось с существующими теоретическими концепциями” (Лаппо С. С. 1979).

Хорошее представление о видах течений дают энергетические спектры (Рис.3). Они показывают, что основная энергия сосредоточена в долгопериодных волновых течениях с периодом 1-2 мес., и в инерционных.

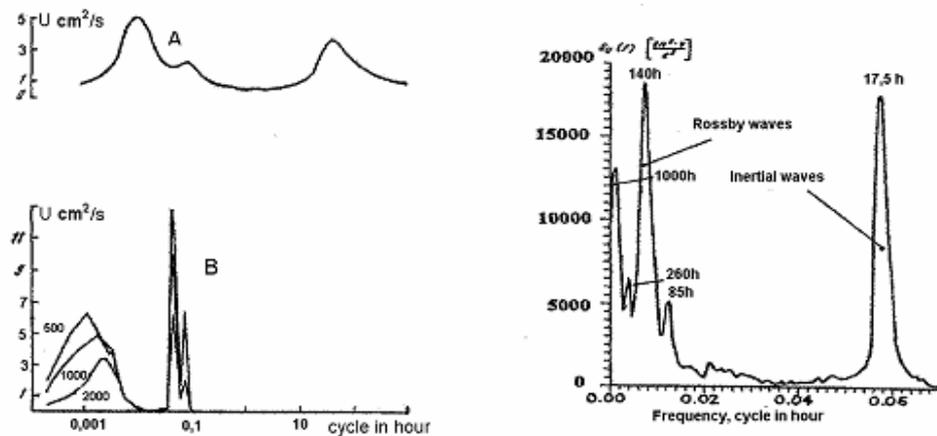


Рис. 3. Спектр изменчивости скорости ветра (а), скорости течений на горизонте 500, 1000, 2000 м. в океане (Лаппо С.С. 1979) (слева): функция спектральной плотности течений Среднего Каспия (Бондаренко 1993).

На рис. 4 хорошо видно, что скорость течения волновой природы периодически увеличивается, достигает максимальной величины, затем уменьшается почти до нуля, иногда направление меняется на обратное. Результирующее движение волнового течения и есть крупномасштабная циркуляция.

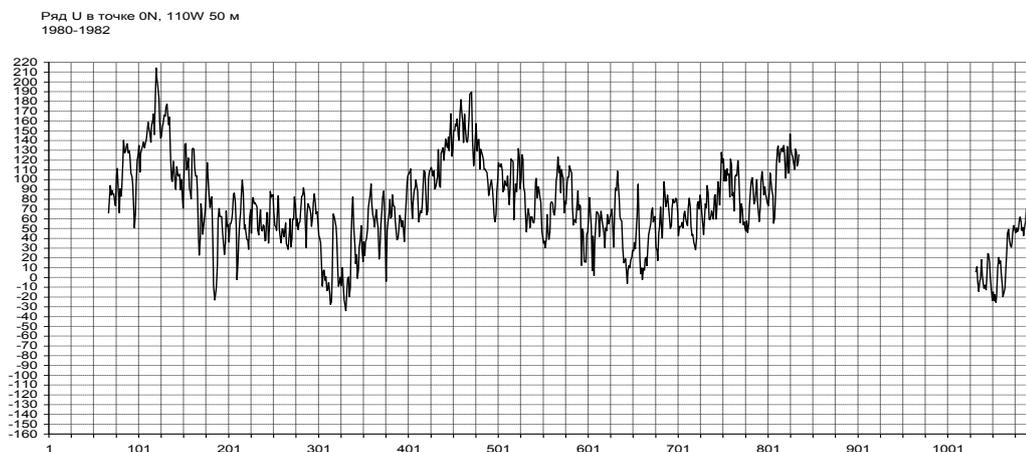


Рис. 4. Пример измерения течения на экваторе Тихого океана в пункте  $0^\circ, 110^\circ \text{ W}$ , на глубине 10 м., зональная компонента (W - E).

В отличие от антициклонических циркуляций, существование которых не вызывает сомнения, наличие в тех же частях (северных и южных) трех океанов **циклонических** циркуляций (против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке в южном) менее известно. Самым известным проявлением этих циркуляций являются экваториальные противотечения (Ломоносова в Атлантике, Тареева в Индийском, Кромвела в Тихом океане), которые были открыты в 50-60х годах прошлого века.

В настоящее время открыты другие ветви этой циклонической циркуляции. В 1969 г. открыто Антило-Гвианское противотечение протяженностью 3900 миль от Багамских островов до экватора ( 5й и 12й рейсы НИС “Академик Курчатов”, Руководитель В. Г. Корт). Это постоянный поток юго-восточного направления, противоположный Антильскому и Гвианскому течениям. от 5 град. до 23 град. ю. ш. Его ширина 200 км., глубина от 200 до 1000 м., расход вдвое меньше Голфстрима. По мнению ученых, открывших Антило-Гвианское противотечение, оно служит одним из основных **источников** глубинного противотечения Ломоносова.

В 1968 г. в юго-западной части Атлантического океана был выявлен мощный циклонический круговорот (по часовой стрелке), и на его восточной периферии – Ангольское течение южного направления. На поверхности это течение замаскировано тонким (до 20 м.) слоем пассатного течения, идущего на север. Ангольское течение занимает уровень до глубин 800-1000 м. Оно является **продолжением** течения Ломоносова на юг.

В 1968 г. французскими океанологами было обнаружено Гвинейское глубинное противотечение, направленное на запад на глубинах 40-200 м от 0° до 8° з. д. Оно является **стоком** течения Ломоносова на север и на запад.

Таким образом разные исследователи наблюдали отдельные ветви циклонических циркуляций в северной и южной Атлантике. Аналогичные циклонические циркуляции существуют в Индийском и в Тихом океанах (рис.1).

Наиболее распространенная точка зрения о причине существования этих циркуляций – ветровое воздействие и термохалинный фактор. Наши исследования показали, что роль ветра в динамике моря ограничена 5%, а термохалинные течения столь малы, что практически никакой роли в динамике моря не играют.

Причину возникновения циклонических циркуляций в океане помогают понять исследования природы течений внутренних морей и крупных озер. Теоретической основой причины образования циклонических циркуляций, существующих в виде долгопериодных волновых течений в морях и океанах, может служить каналовая теория Эри (1842г.),

согласно которой в результате воздействия приливообразующих сил на водные массы в каналах ориентированным по параллелям и меридианам, в первых возникают поступательные приливные волны, а в узких меридиональных каналах – стоячие. В природных условиях имеет место сочетание волн различного типа в зависимости от типа водоема. Хорошо известно, что во внутренних и окраинных морях и в крупных озерах наблюдаются циклонические крупномасштабные циркуляции.

На рис.5 показано возникновение вращательного движения наклонной поверхности моря вокруг некоторой неподвижной точки в озере Верхнее и в Атлантике. Можно предположить, что в результате такого ежедневного циклонического движения приливных волн в **морях** и в крупных озерах образуются крупномасштабные циклонические циркуляции в виде волн Россби, наблюдаемые в действительности.

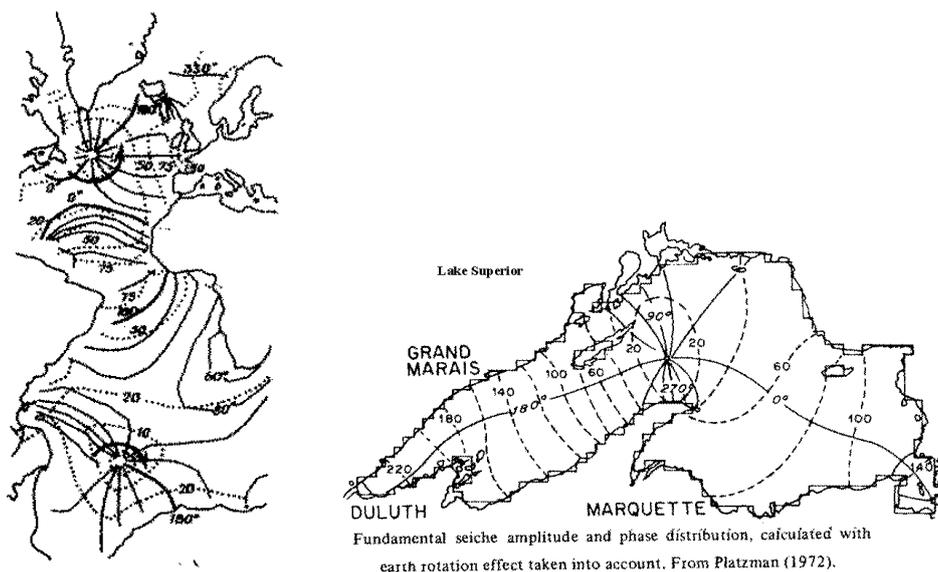


Рис. 5. Кривые равных фаз, т. е. котидальные линии в Атлантическом океане, расположение которых “указывает на существование волны, обегавшей бассейн циклонически” (Шулейкин В. В., 1968) (слева), и в озере Верхнее (справа).

В северной и в южной частях Атлантики под действием приливообразующих сил Луны и Солнца наблюдается прохождение циклонического волнового движения (рис.5. слева). По аналогии с такими же процессами в морях логично предположить, что и в океанах причина возникновения циклонических циркуляций такая же, т. е. воздействие приливообразующих сил на водную массу этих водоемов.

Итак, многочисленные наблюдения показывают, что крупномасштабные циркуляции в океанах и морях существуют в основном в виде долгопериодных волн Россби (шельфовых, захваченных экватором, планетарных волн). Отклоняющее воздействие силы Кориолиса на долгопериодные волновые течения образует инерционные течения.

Ежедневное воздействие сил притяжения Луны и Солнца на водные массы в районе экватора приводит к образованию длиннопериодных волновых экваториальных течений (волн Россби) с результирующим движением с востока на запад. Волновые течения достигают берегов континентов и поворачивают на юг и на север. Таким образом формируются крупномасштабные антициклонические циркуляции отдельно в северных и южных частях Атлантического, Тихого и Индийского океанов.

Ежедневное воздействие сил притяжения Луны и Солнца на водные массы океанов вне экваториальной зоны приводит к образованию циклонических крупномасштабных циркуляций в северных и южных частях трех океанов. Такие же циркуляции формируются в замкнутых и окраинных морях.