

# ЛЕТО 2010 ГОДА: ЖАРА В РОССИИ И НАВОДНЕНИЯ В ПАКИСТАНЕ

---

Доктор географических наук Альберт БОНДАРЕНКО,  
ведущий научный сотрудник Института водных проблем РАН

---

**Казалось бы, волны в океанах и в атмосфере нашей планеты внешне мало похожи друг на друга.**

**Но при внимательном рассмотрении выясняется, что те и другие могут быть сходны в своих проявлениях и свойствах. Сходные по своим механизмам закономерности лежат и в основе возникновения таких разных атмосферных аномалий лета 2010 г., как экстремальная жара в России и катастрофические наводнения в Пакистане. Лучше понять их помогает изучение волновых процессов и течений в Мировом океане.**

**М**ы помним необычайное лето 2010 г. в европейской части России: весь июль и начало августа стояла душающая жара, не выпадали дожди, возникали массовые пожары в лесах и на торфяниках, приводившие к задымлению воздуха даже в городах. Подобного сценария не фиксировали за всю историю наблюдений за погодой. Из метеорологических сводок следовало: над европейской частью нашей страны завис тогда обширный антициклон — образование с высоким атмосферным давлением, в котором воздух слабо насыщен влагой. Обычно же антициклоны над этой территорией перемещаются в пространстве и над одним местом редко задерживаются больше чем на одну-две недели. В данном же случае аномалия длилась 1,5 месяца. От этого страдало практически все проживающее в регионе население. Некоторые специалисты предполагают: вероятность повторения таких событий — раз в 5 тыс. лет!

Одновременно из сообщений средств массовой информации стало известно, что в Пакистане выпадают обильные дожди, приводя к таким катастрофическим наводнениям, какие наблюдались в этой стране последний раз 80 лет назад. Было также отмечено: в то время, совпадающее с летним муссоном —

сезоном дождей, над ее территорией расположился циклон, т.е. воздушное образование с пониженным атмосферным давлением.

Экстраординарные природные проявления потребовали объяснения ученых, и они были даны, однако, на наш взгляд, не очень убедительные. Некоторые, как и автор данной статьи, объясняли все проявлением атмосферных волн Россби (о механизмах этих процессов пойдет речь ниже), однако трактовали по-разному. Сразу оговорюсь, что не буду полемизировать с теми, кто придерживается иных точек зрения (с ними при желании можно ознакомиться в Интернете), а попытаюсь изложить свою.

Начнем издалека. В 1939 г. известный шведский ученый, позднее работавший в США, Карл Густав Россби опубликовал исследование, в котором показал возможность существования в атмосфере распространяющихся долгопериодных волн (время их «жизни» — от нескольких суток до десятков), он же описал их математически. Такие образования были названы атмосферными волнами Россби. Позже он же предположил, что аналогичные явления могут существовать и в океанах. Более того, океанские течения, такие как Гольфстрим, Куроисио и др., по мнению ученого, есть

**Лесные пожары в России летом 2010 г. превратились в настоящее бедствие.**



**Наводнение в Пакистане летом 2010 г. привело к многочисленным разрушениям и жертвам среди населения.**

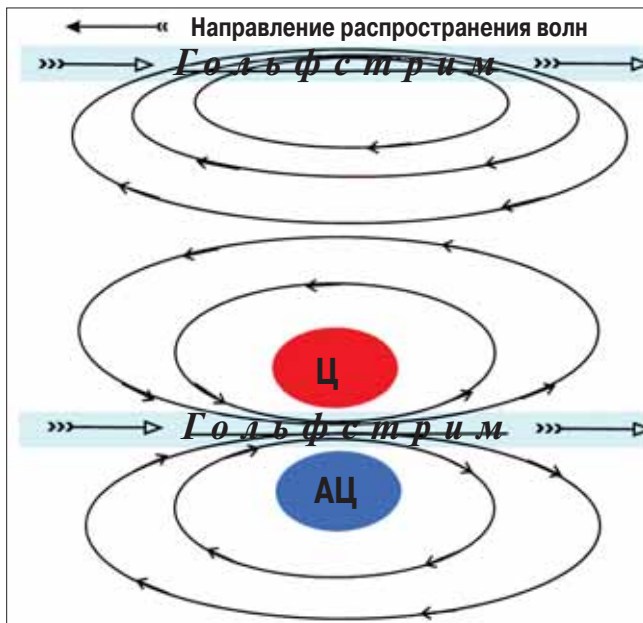
не что иное, как орбитальные движения частиц воды, участвующих в формировании волн. В начале 1960-х годов было доказано существование долгопериодных волн и в океанах, что подтвердило правоту Россби.

Расскажу немного подробнее о них и волнах вообще. Исследования, выполненные автором, позволяют предположить: реальные долгопериодные океанические волны лучше описываются математическим аппаратом нелинейных волн—солитонов\*,

\*Солитон — структурно устойчивая уединенная волна, распространяющаяся в нелинейной среде. Ведут себя подобно частицам: при взаимодействии друг с другом или с некоторыми другими возмущениями не разрушаются, а двигаются, сохраняя свою структуру неизменной (прим. ред.).

нежели волн Россби. Эти образования впервые обнаружил английский инженер-кораблестроитель и ученый Джон Скотт Рассел в 1834 г.: на поверхности воды одного из каналов близ Эдинбурга он заметил явление, названное им «solitary wave» — уединенной волной (впоследствии ее «переименовали» в солитон). Но поскольку реальные волны в океане по общепринятой терминологии — это волны Россби, то и мы станем их так называть. Однако будем помнить, что они больше похожи на солитоны.

Наблюдаются они в виде непрерывного ряда волн, причем в открытой части океана распространяются в западном направлении, а у берега так, что он находится справа относительно направления их движения.



*Схемы силовых линий океанских волн Россби. Стрелками показано направление действия сил на частицы воды, а также направление течений. На верхнем рисунке силовые линии обозначены на вертикальной плоскости, проходящей через центр волны, что соответствует центру Гольфстрима, на нижнем — силовые линии у поверхности воды. Центр циклона (Ц) выделен красным, антициклона (АЦ) — синим.*

А теперь рассмотрим, какие процессы «запускают» волны Россби. Они, как и любые другие, имеют силовое поле, охватывающее среду их «обитания», в данном случае воду океана или воздух атмосферы. Поле действует на их частицы, приводя в движение, т.е. создает течения в воде и ветер в воздухе — значит, они суть не принадлежность самой волны, а продукт ее деятельности. По параметрам течений или ветра можно судить о присутствии волн в океанах и атмосфере. Само же поле характеризуют его силовые линии, указывающие направление действия силы на частицы среды, воды или воздуха. О ее величине судят по плотности данных линий. В случае волн Россби они имеют эллипсоидную форму. Если бы волна стояла на месте, то траектории частиц строго совпадали бы с силовыми линиями. А вот в распространяющихся волнах частицы воды движутся по траекториям, близким к круговым, т.е. без поступательных движений. Это свойство — не переносить однонаправленно среду существования (воду или воздух) — присуще всем видам волн, в том числе океаническим и атмосферным.

Изучая волны Россби в естественной среде океанов, мы обнаружили: в средних широтах величина их силового поля, а следовательно, и течения, в верхней части волны идет против направления ее распространения, а в экваториальных — совпадает по направлению. Отсюда вывод: направленность силы поля зависит от широты.

Движения частиц воды образуют океанские течения и противотечения, а также ее перемещения в вертикальном направлении. В центре волны плотность силовых линий наибольшая, ей соответствуют течения с большими скоростями, в частности Гольфстрим (в океанологии его и ему подобных за их устойчивый характер и большие скорости называют струйными). Слева от него движения частиц воды

имеют циклоническую направленность, т.е. против часовой стрелки, а справа — антициклоническую, по часовой. Эти образования получили названия циклона и антициклона. Причем динамика их такова, что в них возникает давление на воду, перемещающее ее в центр циклона и, наоборот, от центра антициклона. В первом случае собирается поверхностная теплая вода и опускается на глубину; так формируются теплые аномалии. Во втором — вода от центра перемещается к периферии и из глубины поднимается холодный поток; так образуются холодные аномалии. Эти температурные отклонения от нормы, вызванные волнами Россби, подтверждены измерениями.

Как уже отмечалось, среда существования волн — вода океана, а воздух атмосферы ими не переносится. Однако тела, назовем их инородными, не относящиеся к этой среде, в пространстве иногда перемещаются, а порой вместе с частицами воды совершают эллипсоидные движения практически на одном и том же месте. Инородными для океанической среды могут быть тела естественного происхождения (планктон, водоросли, живые и мертвые организмы) и антропогенного (мусор, нефтяные образования), а для атмосферы — влага, гарь, пыль и др.

Автор данной статьи изучал поведение инородных тел в океанских волнах Россби. С этой целью использовался дрейфтер — поплавок с устройством, позволяющим получать информацию о его положении и тем самым о характеристиках движения воды, т.е. о течениях.

Дрейфтер, помещенный в центр волны (в нашем случае в центр Гольфстрима), передвигается прямолинейно, однонаправленно, но скорость его движения пульсирует. В то же время частицы воды волны перемещаются в вертикальной плоскости вокруг некоего центра равновесия по замкнутым траекториям. Если же дрейфтер поместить в область, удаленную от центра волны (в данном случае от Гольфстрима), он опишет вращательно-поступательную траекторию. И, наконец, возможно движение поплавка по эллипсу вместе с частицами воды вокруг относительно неподвижного центра, на месте. Такие условия возникают, когда вертикальные скорости движения частиц воды волны равны нулю. Математическое описание последней названо волной-солитоном Россби.

Образовавшиеся циклоны и антициклоны перемещаются вместе с волной, когда она находится в состоянии волны Россби, т.е. когда вертикальная составляющая движения частиц воды существенна.



**Схема силовых линий волны Россби в атмосфере. Стрелками показано направление действия сил на частицы воздуха, а также направление ветра. Ц — циклон и АЦ — антициклон.**

Инородные тела при этом расходятся по большой площади и малозаметны.

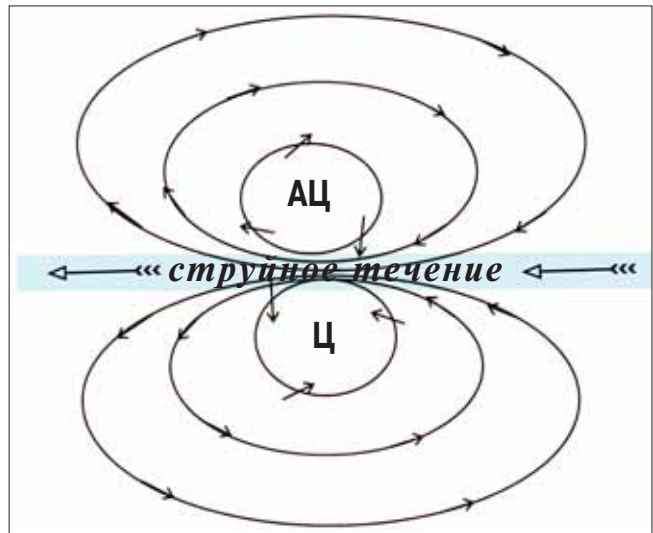
Но нередко в океане обнаруживают циклоны и антициклоны, стоящие на месте. Как мы отмечали, это происходит, когда волны Россби превращаются в волны—солитоны Россби. Такие циклоны и антициклоны накапливают энергию проходящих мимо волн Россби и вырастают до огромных размеров. В них вода вращается на месте наряду с инородными телами. Подобные структуры можно «увидеть» по дрейферным измерениям или скоплениям большого количества мусора, плавающего на поверхности океана. В районе Гольфстрима нам удавалось обнаружить циклоны, стоящие на месте около года.

Обратимся теперь к атмосфере. По аналогии с поверхностью океана можно выделить ее поверхность на высоте приблизительно 10 км. Устойчивые, стоящие на месте, антициклон над Россией и циклон над Пакистаном, достигали этой высоты, между ними наблюдались сильные ветры, «дующие» с большими скоростями. Эта ветровая область получила название струйного течения. Здесь так же, как и в океане, антициклон находится справа, а циклон слева по отношению к направлению струйного течения. Скорость ветра в последнем на порядок больше, чем у поверхности земли. Именно такое течение и наблюдалось летом 2010 г. Скорости струйных течений в океане, так же как и в атмосфере, на порядок больше средних обычных океанических, например, в Гольфстриме составляет 1 м/с, в то время как в целом по океану — 10 см/с.

Итак, мы прослеживаем сходство процессов в океане и атмосфере. Это струйные течения, циклоны и антициклоны. Волны в атмосфере, как и в океане, распространяются на запад, но при этом струйное течение, как и в океане в средних широтах, направлено на восток, а в южных — на запад, что и наблюдалось летом 2010 г. Все это указывает на то, что в обоих случаях, в океане и атмосфере, мы имеем дело с одинаковыми волнами — волнами Россби.

Правда, есть некоторые отличия в протекании процессов в этих двух средах, обусловленные тем, что одна из них жидкая, другая — газообразная. В атмосферном антициклоне воздух выходит из его области наружу, а опускается в центре. Опускание приводит к уменьшению насыщенности влагой, что, соответственно, обуславливает отсутствие облачности, воздух становится сухим, за счет солнечной радиации нагревается, а за счет продолжительности самого процесса происходит накопление тепловой энергии. Отсюда высокая температура воздуха, пожары и дым.

В атмосферном циклоне воздух поступает внутрь его и за счет перепада давления снаружи и внутри выдавливается вверх. Влага при подъеме конденсируется и выпадает в виде дождей. Этот процесс сопро-



вождается падением давления. Соответственно увеличивается и его перепад внутри циклона и снаружи, что приводит к увеличению поступления влажного воздуха, и далее все повторяется. Таким образом, прослеживается замкнутая цепь процессов, взаимно усиливающих друг друга. Они характерны для атмосферных вихрей типа тропических циклонов, торнадо, цунами и т.д. Основным источником подпитки энергии циклона и его усилению служит атмосферная влага. Чем больше ее поступает, тем больше и выпадает. События в Пакистане происходили на фоне летнего муссона, с которым связано поступление влажного воздуха в виде ветра с океана. В это время и так обычно идут обильные дожди, а здесь еще добавились дожди циклона, да еще продолжительно стоящего на одном месте. Вот и причины катастрофических наводнений.

Выводы же из всего сказанного можно сделать такие. Причиной жаркого лета в России и дождливого в Пакистане являются атмосферные волны Россби, которые в этих условиях превратились в волны-солитоны Россби. Они создали мощные и продолжительные атмосферные образования: над Россией — антициклон, а над Пакистаном — циклон. Благодаря первому воздух на длительный период стал сухим и жарким — отсюда пожары, а по вине второго пролились обильные дожди, прибавившись к летним муссонным, что в итоге и вызвало катастрофические наводнения в Пакистане. Становится ясным, что разработка прогноза рассмотренных в статье атмосферных событий связана с изучением атмосферных волн Россби, их свойств и закономерностей развития. Нужно понять, при каких условиях и как часто волны Россби превращаются в солитоны Россби.

*Иллюстрации предоставлены автором*