Гольфстрим: ложные представления и реальность (третья часть).

А.Л. Бондаренко, д. г. н., океанолог. <albert-bond@mail.ru>

Рекомендуется прочесть предыдущие статьи в **Meteoweb.ru Интернет-журнал** http://meteoweb.ru/aao.php

Существуют устоявшиеся и общепринятые представления о том, что тёплые воды тропической части Атлантического океана системой течений Гольфстримом - Северо-Атлантическое - Норвежское и др. переносятся на север к берегам Европы и в Северный Ледовитый океан, создавая там климат более мягкий, чем он мог бы быть при отсутствии этих течений.

Автором показано, что в Северный Ледовитый океан тёплые воды Атлантики поступают путём турбулентного обмена вод океанов, но не системой течений Гольфстрим - Северо-Атлантическое - Норвежское и др. Но это поступление мало.

Воды Северного Ледовитого океана, находящиеся в зоне соприкосновения с водами Атлантического океана, Гренландского, Норвежского и Баренцева морей, гораздо теплее вод остального океана. Воды этих морей, практически никогда не покрываются льдом, в то время как остальной океан большую часть года покрыт мощными льдами. Соответственно и воздух над этими морями и прилегающими к ним частями суши значительно теплее, климат мягче, чем над остальным океаном. Объяснение этому дано простое: в Северный Ледовитый океан поступают тёплые воды из Атлантического океана с помощью системы течений Гольфстрим — Северо-Атлантическое — Норвежское течение с ответвлением в Баренцево море Нордкапского течения.

Создаётся впечатление, что тёплые воды Мексиканского залива, частично и Атлантического океана, как бы транзитом, в виде единого потока, адвективно поступают в Северный Ледовитый океан. Считается, что эти

течения являются градиентными геострофическими течениями, в которых сила градиента давления на воду, обусловленная наклоном уровня океана, уравновешена силой Кориолиса. Всё это вроде бы подтверждается и натурными наблюдениями (рис. 12а, б, в, часть вторая), из которого "видно", что тёплая вода в форме "языка" с помощью Гольфстрима проникает далеко на северо-восток.

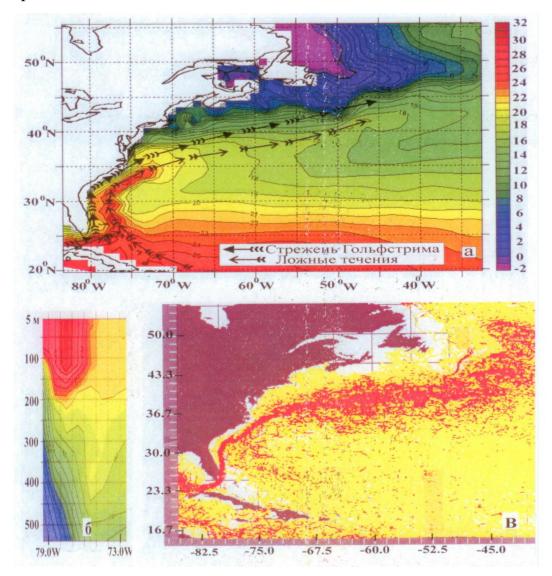


Рис. 12a, б, в., часть вторая. а) Температурное поле воды в изотермах северо-западной части Атлантического океана на глубине 5 м 5 февраля 1997 г, числа при изотермах — температура воды в градусах Цельсия. б) Температура воды по вертикальному сечению, проходящему по 29^{0} N между пунктами 80^{0} W и $72,5^{0}$ W [ecco.jpl.nasa.gov/external/index.php]. б) Красным цветом выделена область Гольфстрима со скоростями, превышающими 50см/с. Скорости и местоположение течений получены по данным дрифтерных измерений.

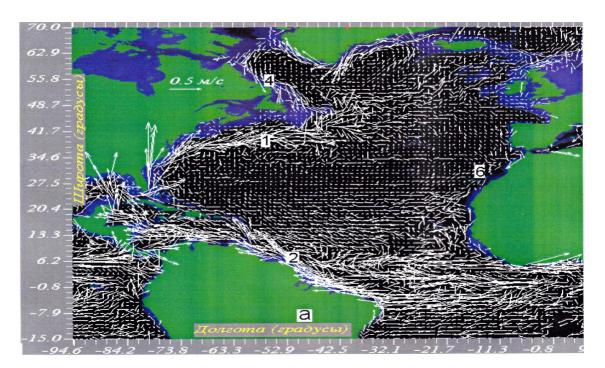


Рис. 1., часть первая. Векторы средних по ансамблю дрифтерных наблюдений течений Северного (а) полушария Атлантического океана. Течения: $1 - \Gamma$ ольфстрим, $2 - \Gamma$ вианское, $4 - \Pi$ абрадорское, 6 - Kанарское.

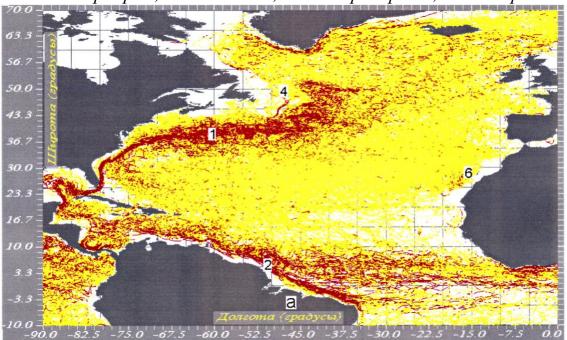


Рис. 2., часть первая. Трассы дрифтеров, запущенных в воды Северного (а) полушария Атлантического океана. Красным цветом выделены участки трасс дрифтеров, в которых их скорость перемещения, следовательно, и скорость течения превышала 50 см/с, а жёлтым цветом - меньше указанных значений.

течения вовсе не градиентные, как обычно считается, а длинноволновые, они сформированы долгопериодными волнами, а поэтому океанические течения и течение Гольфстрим не переносят воды поступательно, адвективно и, следовательно, они не попадают в таком виде в Северный Ледовитый океан. Из исследований также следует, что Гольфстрим и другие крупномасштабные течения не изменят своего положения, как бы не менялся климат Земли. Тогда как же тёплая вода Атлантического океана проникает в Северный Ледовитый океан?

Рассмотрим схемы средних многолетних течений Гольфстрима, построенную по дрифтерным измерениям (рис. 2 и 3, первая часть). На схеме (рис. 1, первая часть) чётко выделяется область течений Гольфстрима с большими скоростями. В южной части Гольфстрима средние скорости течений ~ 1 м/с, а в северной ~ 50см/с, в то время как за пределами Гольфстрима скорости течений небольшие и составляют ~ 10 см/с. Слабо выражено Северо-Атлантическое течение, скорости его течений небольшие, ~ 20 см/с, а около Ирландии, вообще, малые, ~ 10 см/с, они соизмеримы со скоростями течений остальной части океана. Скорости Норвежского течения ~ 25 см/с. Создаётся впечатление, что не существует непрерывного перехода Гольфстрима в Норвежское течение.

Однако исследователи руководствуются этой схемой, не a надуманными схемами типа (рис. 4, первая часть), на которых изображён довольно мощный поток Гольфстрима переходящий в Северо-Атлантическое и Норвежское течения. Поэтому у них создалось впечатление, что из Мексиканского залива вода вытекает в Атлантический океан в виде мощного берега распространяется в северо-западном далее вдоль направлении, в сторону Северного Ледовитого океана. Считается, что вода из Мексиканского залива адвективно или квазиадвективно попадает Северный Ледовитый океан.

Такое представление о течениях, в частности о Гольфстриме, находится в противоречии с наблюдаемым составом вод Гольфстрима. Установлено, и

это мы отмечали раньше, что воды Гольфстрима сформированы водами Саргассова моря, поступающими справа от него и склоновыми водами, поступающими слева от него, а вод Мексиканского залива в нём нет. Отсюда вывод: вода Мексиканского залива не может попасть в Северный Ледовитый океан. Объяснение этому было дано ранее.

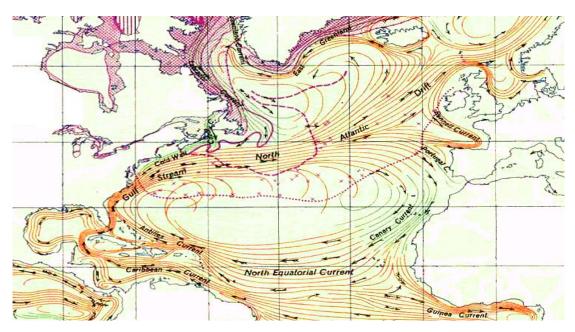


Рис. 7., часть первая. Поверхностные течения Северной Атлантики. http://basementgeographer.com/down-in-the-doldrums-and-the-horse-latitudes/

Ранее на примере течений Гольфстрима было показано, каким образом формируются крупномасштабные течения, почему Гольфстрим не переносит однонаправлено массы воды (или переносит крайне мало), почему его воды не вытекают из Мексиканского залива, почему струя Гольфстрима пульсирует, почему дрифтер однонаправлено перемещается, в то время как воды остаются на месте. Становится ясным, что воды Гольфстрима не попадают в Северный Ледовитый океан, во всяком случае, адвективно и в большом количестве, как представляется исследователям.

Тогда каким же образом в Северном Ледовитом океане оказывается теплая вода Атлантического океана? Отмечалось, что Гольфстрим сформирован теплыми и солёными водами Саргассова моря, поступающими справа от Гольфстрима и холодными и менее солёными водами,

поступающими слева от Гольфстрима. Эти воды сходятся где-то около Гольфстрима. В данном случае частицы воды этих вод проникают друг в друга и таким образом воды перемешиваются. Эта переходная зона перемешанных вод называется гидрофронтом. Считается, что смешение вод происходит за счёт турбулентного обмена вод. Но известно, что в волнах турбулентность отсутствует? Да. Тогда может речь идти о слабой турбулентности, тем более что реальные долгопериодные волны, похожие на волны солитоны, являются нелинейными волнами. Тогда можно говорить о слабом смешении вод, т.е. о крайне медленном проникновении одних вод в другие.

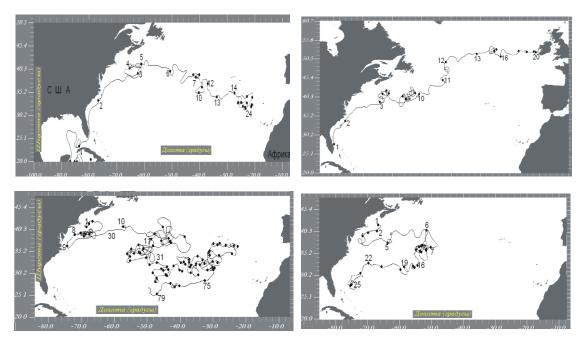


Рис. 1a, б, в, г. Трассы дрифтеров, запущенных в воды Гольфстрима или около него и прошедшие через Гольфстрим. Цифры около точек: время движения дрифтера с момента начала наблюдений в месяцах.

Скорее всего, таким же образом, в результате слабого турбулентного обмена и поступает тёплая вода Атлантического океана в Северный Ледовитый океан, но не адвективно. Процесс этот крайне медленный по сравнению с адвективным переносом, скорее всего на три порядка медленнее. Считается, что смена вод Северного Ледовитого океана (при адвективном их переносе) происходит за 40 лет [Фащук, 2002]. Тогда, если учесть что перенос осуществляется за счёт слабого турбулентного обмена, то

эта величина может быть увеличена в тысячу раз, т. е. будет равна 40 тысяч лет.

Теперь допустим, что данное нами объяснение природы течений неверно. Будем считать, как это и принято: течения градиентные геострофические, они адвективно переносят массы воды, воды Гольфстрима попадают в Северный Ледовитый океан и дрифтер движется вместе с водой переносимой течением, т.е. дрифтер фиксирует перемещения масс воды. Тогда с помощью дрифтерных наблюдений должна существовать возможность проследить, куда попадает вода Гольфстрима.

Мы выбрали сто трасс дрифтеров, проходящих через Гольфстрим, и проследили за их последующим движением. Обычно дрифтер, попадая в Гольфстрим, быстро его покидает. Время пребывания дрифтера Гольфстриме в основном не превышает двух - трёх месяцев. Большинство дрифтеров, покидая Гольфстрим, направлялись в сторону Африки (рис. 1а), иногда – в сторону берегов Португалии и крайне редко – в сторону островов Великобритания (рис. 16). Обычно при почти прямолинейном движении дрифтера он пересекает океан приблизительно за два года. Часто дрифтер длительное время совершает сложные движения в центральной части Атлантического океана (рис. 1в) или около Гольфстрима (рис. 1г). В первом случае он дрейфовал в океане приблизительно 7 лет (рис. 1в), а во втором (рис. 1г) два года, при этом он сместился на юг и чуть не оказался снова в Гольфстриме. Но никогда дрифтер не попадал в Северный Ледовитый океан.

Когда исследования были закончены, мы обнаружили в Интернете интересную информацию [М. Susun Lozier, 2010]: "С 1990 по 2002г из сотни дрифтеров, запущенных в Гольфстрим (течение, которое рассматривается, как часть потока океанического конвейера), но только один достиг области полярных круговоротов". Как и мы, они пришли к выводу, что воды Гольфстрима не попадают на север.

Вывод. Изложенное даёт основание объяснение автора природы переноса масс воды в Северный Ледовитый океан из Атлантического океана считать верным. Воды Гольфстрима адвективно не поступают в Северный Ледовитый океан. Можно допустить, что поступают путём турбулентного обмена вод Атлантического и Северного Ледовитого океанов, но в крайне малом количестве. Возможен адвективный перенос вод волнами в режиме Стоксова или Лагранжева переносов, но он также обеспечивает обмен вод в крайне малом количестве. В целом из Атлантического океана в Северный Ледовитый океан воды могут поступать за счёт слабого турбулентного обмена вод океанов и Стоксова переноса, но в крайне малом количестве. Процесс этот крайне медленный по сравнению с адвективным переносом.

Поскольку перенос вод зависит от параметров волн, которые в среднем во времени не меняются, то можно считать, что и перенос вод в Северный Ледовитый океан в перспективе не изменится и, следовательно, этот перенос не отразится на изменениях климата.