

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 551.46 (09)

М.Г.Гришин

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г.Севастополь

ТЕЧЕНИЕ ЛОМОНОСОВА: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

Представлена история изучения подповерхностного экваториального противотечения Ломоносова. Статья отвечает на вопросы: чем было предопределено открытие течения Ломоносова, как собственно само открытие произошло, что было после открытия: какая была реакция на открытие и что потом предпринималось, первые итоги исследований. Показан ход исследования течения Ломоносова по программе “Эквалант”. Представлены кратко физические особенности течения Ломоносова, а также история издания полученных в Морском гидрофизическом институте материалов в Атласе, который стал своеобразным завершением международных программ по изучению тропической Атлантики. Отмечено, что открытие течения Ломоносова стало мощнейшим стимулом для дальнейшего изучения тропической Атлантики и после 1970 г., как в экспедиционном, так и в теоретическом плане. Исследования течения Ломоносова увенчались присуждением Государственной премии в 1970 г. коллективу авторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *течение Ломоносова, экваториальное противотечение, тропическая Атлантика, течение Кромвелла, НИС “Михаил Ломоносов”, Эквалант, Атлас, Государственная премия.*

*Посвящается 300 лет со дня рождения
М.В.Ломоносова*

В 1959 г. в тропической Атлантике на научно-исследовательском судне “Михаил Ломоносов” было открыто Экваториальное подповерхностное противотечение, названное впоследствии течением Ломоносова. Его открытие и разработка теории течения Ломоносова до сих пор считается одним из интереснейших событий жизни Морского гидрофизического института и одним из его крупнейших достижений. За работы по исследованию течения Ломоносова коллектив авторов в 1970 г. был удостоен Государственной премии Советского Союза.

Тропическая Атлантика – важное звено циркуляции Мирового океана и климатической системы Земли. Поэтому история исследований в тропической Атлантике составляет определенную часть истории океанологической науки. Открытия, сделанные в тропической Атлантике, обогащают фонд мировой науки. Тропическая Атлантика – объект высокого интереса ученых вследствие неоднозначных процессов в ней. Не всё, происходящее в тропической Атлантике, исследовано до сих пор с надлежащей полнотой. Особо это касается движений в глубинных водах. И поэтому представляется актуальным интерес как к современным проблемам “сегодняшнего дня” со сто-

роны разных наук, в центре внимания которых стоит изучение процессов в тропической Атлантике, так и к событиям прошлого, составляющим предмет истории науки, и помогающим в достаточной мере понять развитие науки и формулировать новые следующие вопросы.

По проблеме истории изучения течения Ломоносова есть специальные труды. В частности, это статья Г.П.Пономаренко, изданная в 1966 г. “по горячим следам”, и с достаточной полнотой освещающая вопрос [3]. Специально этой теме посвящен параграф в монографии [15]. Истории рейсов НИС “Михаил Ломоносов”, проведенных в тропической Атлантике, касается в рамках истории экспедиционных исследований по физической океанологии А.Ф.Плахотник [24]. Некоторые сведения можно почерпнуть в работах, посвященных физико-математической стороне исследований течения Ломоносова [11 – 13, 15, 17, 22].

С 1966 г. прошло 45 лет. Уже имеющиеся сведения возможно дополнить из других источников. Это позволит реконструировать по возможности более широкую картину произошедшего в 1959 г. события и его научных последствий. Также нас интересуют: состояние исследований глубинных вод Мирового океана перед открытием течения Ломоносова; общая картина исследований Морского гидрофизического института в тропической Атлантике, для которых открытие течения Ломоносова стало действенным стимулом.

Все это позволяет нам обратиться к исследованию данной темы.

Проекты исследований в Тропической зоне Атлантического океана. Теоретические исследования течений экваториальных областей. Открытие аналогичного подповерхностного экваториального противотечения в Тихом океане в 1951 г. В мае 1936 г. на Третьем пленуме Группы географии и геофизики Академии наук СССР автор учебника нескольких поколений океанологов «Океанография», почетный президент Географического общества Ю.М.Шокальский выступает с обзорным докладом о проблемах исследований Мирового океана. Он отмечает отсутствие наблюдений по меридиональному разрезу для Атлантического океана, а также пробел в синхронных наблюдениях: “Затем огромный недостаток для дальнейшего движения океанографии представляет неодновременность произведенных наблюдений. Даже для Атлантического океана нельзя составить вертикального меридионального разреза из наблюдений хотя бы двух соседних лет, приходится довольствоваться наблюдениями, отстоящими друг от друга на 40 – 50 лет (например, “Метеор” и “Челленджер”). Между тем нет сомнения, что условия разных годов бывают неодинаковые” [1]. На том же Пленуме В.В.Шулейкин прочитал доклад, идеи которого развивали предложения Ю.М.Шокальского: “Проект плана Большой Атлантической экспедиции” [2]. В проекте предлагалось провести трансширотный разрез по тридцатому меридиану Атлантического океана. Суть эксперимента заключалась в том, чтобы выполнить в течение одного сезона комплексные океанографические наблюдения в разных климатических зонах Атлантического океана. Справедливо подчеркивает Г.П.Пономаренко, один из первооткрывателей течения Ломоносова, то, что проект этого плана заслуживает внимания прежде всего потому, что изложенные в нем идеи способствовали открытию на экваторе мощного подповерхностного течения [3]. В после-

дующие 20 лет этот проект осуществить не удалось: препятствиями были война 1941 – 1945 гг. и огромные разрушения страны, не было большого судна, годного для такой длительной экспедиции в открытом океане. С началом Международного геофизического года 1957 – 1959 гг. – широкого научного мероприятия, охватившего весь Земной шар, - и постройкой для целей Академии наук специального судна “Михаил Ломоносов” этот проект снова стал актуальным [3].

Впервые возможность существования на глубине течения, направленного в противоположную сторону под поверхностным течением доказал Степан Осипович Макаров в 1881 г. Им было исследовано и доказано существование в проливе Босфор двух течений: поверхностного – из Черного моря в Мраморное, глубинного – из Мраморного в Черное [4]. Совершенно справедливо говорится о том, что открытию С.О.Макарова было суждено сыграть роль предвестника нового этапа в гидрофизических исследованиях, который начался через 70 лет, в 1951 г. [5]. Сам С.О.Макаров пророчески писал: "Течение в Босфоре интересно не только как местное явление, но и как средство к разъяснению общих законов движения вод в океанах" [4]. Открытие С.О.Макарова долгое время считалось специфической особенностью проливов [5]. Что же касается всего остального пространства океана, то здесь, по мнению ученых, движение могло происходить только в узком слое поверхностных вод. Нижние слои, на которые непосредственно атмосфера не воздействует, представлялись неподвижными или мало подвижными. Причем считалось, что если в этих слоях и есть движение, то оно направлено в ту же сторону, в какую перемещаются поверхностные потоки.

В 40-х гг. известный специалист по океанологии В.Б.Штокман публикует цикл статей, посвященных теории морской и океанической циркуляции [6 – 9]. В них он пришел к выводу о важной роли поперечной неравномерности ветра в возбуждении горизонтальной циркуляции во внутренних морях и в экваториальных областях океана [6, 10]. В штилевой области между пассатами на экваторе внимание океанологов привлекало Межпассатное экваториальное противотечение (поверхностное) тем, что были непонятны силы, вызывавшие его, и тем, что оно местами направлено против ветра. Вызывали удивление как высокие скорости этого течения, достигающие двух узлов, так и направление его, строго противоположное доминирующим в Тропической Атлантике пассатным западным течениям [11]. В.Б.Штокман объяснил его возникновение поперечной неравномерностью скорости нагонных ветров, какими являются пассаты в экваториальных областях океанов [7]. Это позволило В.Б.Штокману перейти к теории экваториальных противотечений в океанах [8], в рамках которой он рассмотрел вопрос о том, что для существования противотечения вполне достаточно, чтобы скорость ветра в центре области была меньше скорости на ее краях всего лишь на 0,1 %. Противотечение на глубине в области экватора в этих исследованиях вообще не затрагивалось, неизвестен был сам факт его существования; возможность существования огромного подповерхностного восточного течения в экваториальной зоне Атлантического океана не была заранее обоснована теорией морских течений [11 – 13]. Так были заложены основы теоретических исследований области течений в экваториальной полосе.

Таким образом, до открытия течения Ломоносова считалось, что во всей толще вод тропической зоны Атлантического океана под воздействием существующей здесь системы ветров возникают пассатные течения, постоянно переносящие огромное количество вод в западном направлении от африканского побережья к берегам Южной Америки, а в экваториальной области, расположенной между Северо-восточным и Юго-восточным пассатными течениями, постоянно действует Межпассатное экваториальное противотечение – единственный элемент циркуляции, переносящий воды в восточном направлении [14].

В сентябре 1951 г. в Тихом океане при тралении американской экспедицией на экваторе к югу от Гавайских островов было открыто направленное на восток мощное экваториальное противотечение, расположенное под Южным Пассатным течением (направленным на запад) [3, 12, 15, 16]. Противотечение было обнаружено в результате того, что закрепленный на борту судна канат рыбопромысловых сетей, опущенных на глубину 50 м, резко вытянулся в направлении на восток, когда судно дрейфовало со скоростью около узла на запад в водах Южного пассатного экваториального течения [3, 17]. Это течение было также отмечено при тралении и в 1952 г. В августе 1952 г. под руководством Т.Кромвелла была совершена научно-исследовательская экспедиция, которая выполнила 12 непосредственных измерений течения вблизи экватора на 150° з.д. Скорость потока на $0^\circ 14'$ с.ш. достигала более одного узла [15]. Структура этого течения изучалась экспедициями Соединенных Штатов в 1951, 1952, 1955, 1958 и 1960 гг. [3, 17]. После смерти Т.Кромвелла в июне 1958 г. течение было названо его именем [3, 12, 15, 16]. Это открытие заняло особое место в формировании современных представлений о циркуляции вод мирового океана. Было установлено, что, располагаясь симметрично относительно экватора, оно пересекает весь Тихий океан и его расход составляет 40 Св ($1 \text{ Св} = 1 \text{ млн. м}^3/\text{с}$), что сравнимо с расходом Куроисио (65 Св) и Гольфстрима (75 Св) [16]. Так, в открытом океане было обнаружено глубинное течение, подобное тому, что нашел в проливе Босфор С.О.Макаров [5]. Открытие течения Кромвелла повлекло за собой появление гипотез о возможности существования аналогичных противотечений и в других океанах [16, 17].

5-й рейс НИС “Михаил Ломоносов”. Открытие течения Ломоносова. Основной задачей 5-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” (14 апреля – 7 июля 1959 г.) был сбор данных о физических и океанографических процессах в различных широтных зонах Атлантического океана для обеспечения исследований по основным проблемам плана Международного геофизического года 1957 – 1959 гг. [18, 19]. Планировалось особое внимание уделить исследованиям в приэкваториальной зоне.

5-й рейс проходил по плану Большой Атлантической экспедиции В.В.Шулейкина по 30-му меридиану. Этот меридиан был выбран В.В.Шулейкиным потому, что он равноудален от обоих материков и пересекает струи всех известных на то время основных течений.

В 5-м рейсе параметры течений измерялись буквопечатающими самописцами конструкции Ю.В.Алексеева, получившими кодовое название БПВ [3]. Самописцы течений БПВ закреплялись на якорном тросе автономных

буев, поставленных на якорь в океане на глубинах от 300 до 5000 м. Эти самописцы являлись наиболее надежными и простыми в условиях непрерывной работы в океане за период времени до 30 суток [3]. Всего на якорном тресе автономного буя закреплялось специальными кронштейнами до 16 самописцев БПВ, которые измеряли параметры течений более двадцати двух суток с пяти – тридцатиминутными интервалами. Автономные якорные буи с сериями самописцев течений получили в литературе краткое наименование – буйковые станции [3].

В 1959 г. во время 5-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” производились непосредственные инструментальные измерения течений в экваториальной зоне Атлантического океана. На 30° з.д. были поставлены четыре автономные буйковые станции с сериями самописцев БПВ [15]. После обработки данных буйковой ст.377, расположенной строго на экваторе, оказалось совершенно неожиданным то, что в конце апреля 1959 г. экспедицией на НИС “Михаил Ломоносов” под тонким слоем Южного Пассатного течения западного направления обнаружен мощный поток вод в преобладающем направлении на восток [3, 15]. Измерения проводились серией из десяти самописцев БПВ в течение 32 часов; средняя суточная скорость потока достигла 96 см/с, максимальная 119 см/с [15]. Подповерхностное течение было обнаружено отрядом гидрологов, возглавляемым А.Н.Сериковым; первым внимание на показания приборов с глубины 50 м обратил сотрудник этого отряда А.Н.Косарев, научные сотрудники В.А.Бубнов и Г.Н.Куклин внимательно просмотрели ленты с горизонтов 75 и 100 м [20, 21]. Это было настолько неожиданным, что в журнале были записаны сомнения о достоверности данных по той причине, что «этого не может быть» [20]. Над многими физиками моря еще тяготел груз представления об однонаправленности течений по вертикали, которое казалось незыблемым. И даже течение Кромвелла воспринималось как некое странное исключение из твердо установленных законов – мысль о необходимости искать такого рода потоки в других океанах находила мало сторонников [5]. Разумеется, данные о течениях одной буйковой станции не могли служить основанием для утверждения о наличии мощного подповерхностного восточного течения на всем протяжении экватора [3, 5]. В этом рейсе не удалось установить наличия подобного глубинного течения на всем протяжении экватора [22].

Факт идущего на восток течения под поперхностным течением западного направления вначале не был оценен должным образом [16]. Об этом свидетельствует то, что следующая экспедиция НИС “Михаил Ломоносов” (6-й рейс), цель которой была сформулирована как “естественное продолжение исследований 1957 – 1959 гг.”, проводилась в северо-западной части Атлантического океана и не ставила специальной задачи по исследованию этого течения [16, 21].

Позже вопрос об открытии подповерхностного течения на экваторе был поставлен на обсуждение учёного совета Морского гидрофизического института. Учёный совет, учитывая важность этого открытия, принял решение разработать конкретный план детального изучения открытого течения и организовать ряд комплексных целенаправленных экспедиций в Тропическую Атлантику [15]. Георгий Петрович Пономаренко, внимательно изучивший

материалы 5-го рейса, убедил руководство института в необходимости новой экспедиции [17, 20]. Его и назначили начальником 10-го рейса [20, 21].

В 1960 г. Океанографическая комиссия АН СССР утвердила программу исследований Атлантического океана, ведущая роль в которой принадлежала Морскому гидрофизическому институту АН СССР и НИС “Михаил Ломоносов” [23].

В 5-м рейсе НИС “Михаил Ломоносов” принимали участие и немецкие ученые Германской Демократической Республики [15, 20, 21]. В 1961 г. немецкий ученый К.Фойхт, принимавший участие в 5-м рейсе, опубликовал первое сообщение о факте обнаружения экваториального подповерхностного противотечения в Атлантическом океане в 1959 г. [15, 16].

Первые исследования течения Ломоносова. Программа “Эквалант”. По инициативе и под руководством Г.П.Пономаренко в марте – апреле 1961 г. в 10-м рейсе НИС “Михаил Ломоносов” (7 марта – 3 июля 1961 г.) были выполнены на экваторе специальные измерения течений сериями самописцев на якорных автономных буйках [17]. Вдоль экватора были поставлены 7 автономных буйковых станций, общей продолжительностью 8 суток, которые позволили в общих чертах описать особенности открытого в 5-м рейсе экваториального противотечения [15]. Измерения выполнялись до глубины 1200 м и за время от 26 до 62 ч в 5 мин интервалы времени [17]. Впервые в истории океанографических исследований в Атлантическом океане в 10-м рейсе ставились на якорь два буйка с самописцами течений на расстоянии один от другого до 24 миль. На одном из буйков устанавливалась радиопередаточная станция. Эти буйки стояли на якоре до 2,5 суток, а закрепленные на якорном тросе самописцы отмечали скорость и направление течений через пятиминутные интервалы [22]. Наиболее детально течения измерялись на экваторе от меридиана 30° до меридиана 4° з.д. Характерным в постановке парных автономных якорных буйков было то, что они ставились на якорь поперек стержня поверхностных течений [22]. Группа немецких ученых тоже зафиксировала это течение своим прибором [20].

В результате обработки 4500 данных измерений на 17 буйковых станциях 10-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” было установлено, что на экваторе в Атлантическом океане наблюдается глубинное противотечение, воды которого подобно течению Кромвелла движутся практически на восток под Южным экваториальным пассатным течением [17, 22]. Систематические экспедиционные исследования физических свойств течения Ломоносова были начаты с 10-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” [3].

Одновременно с 10-м рейсом НИС “Михаил Ломоносов” проводилась экспедиция США в марте 1961 г. на научном судне “Чейн”. С этого судна были произведены наблюдения на двух гидрологических разрезах в районе течения Ломоносова, с помощью буйков нейтральной плавучести [15, 17]. Американская экспедиция между 10° и 20° з.д. на глубине 105 м обнаружила направленный на восток перенос, скорость которого была ошибочно оценена в 10 см/с [16, 17]. Полученные данные в целом подтвердили результаты научных исследований, полученные в 5-м и 10-м рейсах НИС “Михаил Ломоносов” [11, 15].

Г.П.Пономаренко предложил назвать это течение в память великого

русского ученого М.В.Ломоносова – Глубинное экваториальное противотечение Ломоносова [17]. Президиум Академии наук Украинской ССР, придавая большое значение важному географическому открытию, сделанному экспедицией Морского гидрофизического института АН УССР в 5-м рейсе НИС “Михаил Ломоносов”, принял решение назвать подповерхностное восточное течение именем М.В.Ломоносова – “Экваториальное противотечение Ломоносова”, так как оно было обнаружено и обследовано на корабле, носящем имя великого русского ученого [3, 15, 16].

Г.П.Пономаренко же впервые опубликовал сравнительные характеристики открытого течения и течения Кромвелла [17]. Было показано, что “... а) глубинное противотечение Ломоносова значительно уступает по своей мощности течению Кромвелла; б) максимальная скорость противотечения Ломоносова 116 см/с наблюдается на глубине около 50 м, тогда как скорость течения Кромвелла 150 см/с на глубине около 100 м; в) нижняя граница противотечения Ломоносова находится выше 200 м, а у течения Кромвелла на глубинах около 300 м...”. И Г.П.Пономаренко прямо ставит вопрос о необходимости изучения возможности существования глубинного противотечения в Индийском океане, подобного противотечению на экваторе в Атлантическом и Тихом океанах [17].

Успех в обследовании течения Ломоносова был достигнут также благодаря ценным советам академика и основателя Морского гидрофизического института В.В.Шулейкина, принимавшего участие в работах 10-го рейса [17].

10-й рейс проводился в весенний период года, поэтому необходимо было установить, насколько устойчиво течение Ломоносова в другие сезоны года. Выполнение этих измерений было включено в план работ 12-го рейса “Михаила Ломоносова” (4 ноября 1962 г. – 9 января 1963 г.) [22]. Целью рейса было изучение структуры течения Ломоносова, дальнейшее уточнение его границ и определение его сезонной изменчивости [15].

Характерной особенностью в проведении инструментальных измерений течений в 12-м рейсе являлось то, что в этом рейсе ставились три буя на расстоянии один от другого до 60 миль таким образом, что один буй ставился на якорь на экваторе, а два других – в 60 милях от экватора к северу и югу от него. Первая постановка трех буюв была осуществлена на меридиане $18^{\circ}30'$ з.д., а вторая – на меридиане 30° з.д. [22]. Были выставлены автономные буи с особо длительными циклами наблюдений самописцами течений (более пяти суток на каждый буй) [24]. Океанографические работы были спланированы в координатах станций 5-го и 10-го рейсов НИС “Михаил Ломоносов” [20].

На 85 дрейфовых станциях производились измерения различных гидрологических элементов, позволивших установить основные характерные особенности течения Ломоносова (наличие ядра высокой солености, повышенное содержание растворенного кислорода и т.д.) [15].

Собранные данные наблюдений позволили высказать гипотезу о происхождении течения Ломоносова. По этой гипотезе течение создается под воздействием пассатного поля ветра и преимущественно в результате поступления к экватору более соленых ядер глубинных вод, формирующихся южнее параллели 16° ю.ш. [22].

Кроме того, была высказана гипотеза о том, что под водами бразиль-

ского течения существует глубинное противотечение, характерное наличием ядра вод повышенной солености (36 – 37 ‰) [22].

Основным итогом 12-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” было получение новых данных о структуре и других физических свойствах течений тропической и экваториальной Атлантики, в особенности течения Ломоносова [24]. Было установлено, что течение Ломоносова претерпевает ярко выраженные сезонные изменения, обусловленные действием существующей здесь системы пассатных ветров [15].

В 1960 г. Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) ЮНЕСКО приняла решение о целесообразности изучения экваториальной области Атлантики. Так возникла программа Международных совместных исследований в тропической зоне Атлантического океана (МСИТА), которая была утверждена на Первой сессии МОК в октябре 1961 г. и получила условное название “Эквалант” [12]. Официально программа была утверждена на Второй сессии МОК в сентябре 1962 г., когда многие страны заявили, что они хотят принять участие во всеобъемлющем обследовании тропической Атлантики.

Международные совместные исследования тропической Атлантики были проведены в три этапа: Эквалант I (февраль – март 1963 г.); Эквалант II (август 1963 г.) и Эквалант III (февраль – март 1964 г.).

В осуществлении первого этапа программы (“Эквалант-I”) приняли участие 19 судов 14 государств, в том числе научные суда Советского Союза: “Михаил Ломоносов”, “Звезда” и “Олонец” [12, 15]. В соответствии с этим 13-й рейс НИС “Михаил Ломоносов” (23 февраля – 8 июня 1963 г.) проводился как по программе МСИТА с основной целью изучения процессов циркуляции и перемешивания вод, определяющих горизонтальный и вертикальный перенос тепла, солей и других элементов в экваториальной области, так и по плану Морского гидрофизического института, чтобы детально исследовать характер трансформации течения Ломоносова в пространстве и времени [15].

Для решения этих задач в рейсе было выставлено 11 буйковых станций, на которых проведены наблюдения над течениями на 99 горизонтах, при синхронной работе приборов около 20 суток. В районах постановок буйковых станций проводились измерения течений на ходу судна с помощью электромагнитного измерителя течений. На многосуточных и дрейфовых станциях было выполнено 112 серий глубоководных наблюдений над распределением основных гидрологических элементов [15, 24].

В результате проведенных экспедиционных исследований в 13-м рейсе был собран обширный научный материал, получивший высокую оценку МОК ЮНЕСКО и послуживший основой для описания течения Ломоносова и других физических процессов Экваториальной Атлантики [15].

Следующий этап работ – программа “Эквалант-II” – явился почти полным повторением первой съемки, однако все работы были несколько смещены к востоку, более подробно исследовался Гвинейский залив. В работах по программе “Эквалант-II” участвовало 11 кораблей [12].

14-й рейс НИС “Михаил Ломоносов” (11 августа – 28 ноября 1963 г.) проходил в соответствии с программой “Эквалант-II” и в общих чертах по-

вторял маршрут 13-го рейса. Задачей 14-го рейса явилось исследование формирования течения Ломоносова [15]. В ходе 14-го рейса было выставлено 15 автономных буйковых станций; шесть из этих станций, выставленных в районе экватора по меридиану 35° з.д., помогли изучить вертикальное и горизонтальное распределение скоростей течения Ломоносова, выяснить его происхождение, подтвердить предположение о строгой симметричности этого течения относительно экватора [24]. Остальные десять буйковых станций, поставленных в зоне Бразильского течения, помогли обнаружить в слое 500 – 1200 м мощное противотечение северного направления со скоростью в ядре (на глубине около 800 м) порядка 40 см/с [24].

Было установлено, что одним из источников высокой солености вод течения Ломоносова является подповерхностное течение у мыса Сан-Рокк, которое переносит поверхностную южноатлантическую водную массу с соленостью около 37 ‰ в район формирования течения Ломоносова, и что район формирования этого течения находится между 40° и 50° з.д. [15].

В первой половине 1964 г. были проведены работы по программе “Эквалант-III”, при этом почти все суда работали восточнее 20° з.д. и только “Михаил Ломоносов” выполнил разрез вдоль 45° з.д.

Целью этого, 15-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” (14 апреля – 2 августа 1964 г.) было продолжение исследования западной Экваториальной Атлантики – в районе, прилегающем к северо-восточному побережью южной Америки, – для дальнейшего изучения процесса формирования течения Ломоносова [15, 24].

Анализ материалов 15-го рейса показал, что течение Ломоносова формируется в экваториальном районе между 40° и 43° з.д. В этом рейсе получены были также важные сведения о поле скоростей и о физических свойствах вод в центральной части течения Ломоносова [15]. Изучение процесса формирования поля скоростей и солености вод течения Ломоносова было завершено в 1967 г. в период 20-го рейса НИС “Михаил Ломоносов” (1 ноября 1966 г. – 28 мая 1967 г.) [15].

Всего за период с 1959 по 1964 гг. во время экспедиций в Экваториальной Атлантике НИС “Михаил Ломоносов” было выполнено около 60 буйковых постановок для наблюдений над течениями с помощью серий самописцев БПВ и более 300 гидрологических станций. Ко времени выполнения этих работ система постановки буйковых станций на НИС “Михаил Ломоносов” была доведена до совершенства, специально проведенные исследования показали, что дрейф буйов исключен. “Буевая” команда ставила АБС за четыре часа, а сам буй опускали за двадцать минут [12, 20]. Перед каждым рейсом самописцы течений тщательно проверялись, поэтому полученные данные никаких сомнений не вызывали [12].

Всего в течение трех этапов программы “Эквалант” было выполнено более 1000 гидрологических станций [12].

Таким образом, в результате ряда экспедиций Морского гидрофизического института на НИС “Михаил Ломоносов” было открыто и исследовано мощное противотечение, которое является интереснейшим и важнейшим звеном циркуляции вод Атлантического океана. Собранный экспедициями МГИ научная информация характеризовала поле скорости и другие физиче-

ские поля в экваториальной зоне Атлантического океана. Данные экспедиционных исследований явились основой для определения главных характеристик течения Ломоносова и позволили построить физическую теорию циркуляции Тропической Атлантики [15].

Физические особенности течения Ломоносова. Исследования области течения Ломоносова до его открытия в 1959 г.: в 1911 – 1958 гг. Атлас МСИТА. Государственная премия СССР (1970 г.). Течение Ломоносова представляет собой достаточно локализованный поток,двигающийся с большими скоростями вдоль экватора под сравнительно тонким слоем Южного Пассатного течения. Ширина этого потока примерно 200 миль, вертикальная мощность 200 – 250 м. Течение Ломоносова пересекает Атлантический океан с запада на восток на протяжении по крайней мере 2500 – 2600 миль. Его ось более менее строго ориентирована вдоль экватора. Максимальные скорости достигают 119 см/с, наблюдаются они на глубине 80 – 100 м в западной части океана. По мере продвижения на восток ось течения поднимается до глубины 50 м и меньше, при этом мощность течения убывает. К востоку от 30° з.д. верхняя граница течения поднимается к поверхности. К востоку течение сужается как в вертикальном, так и меридиональном направлении. Течение устойчиво по направлению и существует во все сезоны года. Стержень течения всегда располагается в середине термоклина и совпадает с подповерхностным максимумом солености. Наиболее хорошо течение Ломоносова выражено между 30 и 4° з.д., где в сечении оно имеет форму плоской линзы с максимальной толщиной на экваторе. Расход течения Ломоносова на разрезе по 18° з.д. около 37 Св, что соответствует расходу Флоридского течения через Флоридский пролив и лишь вдвое меньше объема вод, переносимых Гольфстримом [11, 12, 16]. Позднее было обнаружено и детально изучено меандрирование течения Ломоносова: ось течения смещается относительно экватора с амплитудой около 100 км и периодом примерно 18 суток.

Замеры в струе вод течения Ломоносова были впервые произведены уже в 1911 г., хотя это течение в то время не было открыто как таковое [25].

В 1925 – 1927 гг. проводились исследования немецкой атлантической экспедицией на судне “Метеор” [15]. В пределах тропической зоны океана было выполнено около 160 глубоководных гидрологических станций. В Южном полушарии серии станций образуют четыре разреза, пересекающих океан с востока на запад от берегов Африки до Южной Америки. На участке от экватора до 20° с.ш. также было выполнено четыре разреза, которые пересекают океан в юго-западном направлении.

В 1957 – 1958 гг. по программе Международного геофизического года научными судами США “Дискавери” и “Кроуфорд” в тропической зоне было выполнено семь трансатлантических разрезов, расположенных в широтном направлении вдоль 24°, 16°, 8° с.ш., 0°, 8°, 16° и 24° ю.ш. с общим количеством более 300 глубоководных гидрологических станций [15].

Однако все эти океанографические наблюдения, выполненные на экваторе и в тропической зоне Атлантического океана в 1911 г., потом в экспедициях “Метеора” и по программе МГГ, в силу широтного положения разрезов и большого расстояния между станциями (более 100 миль), не смогли дать более полной и точной картины динамики и структуры вод указанной облас-

ти океана. Сейчас очень важно подчеркнуть то обстоятельство, что после этих исследований остались неизвестными даже такие крупномасштабные элементы циркуляции, как Экваториальное подповерхностное течение [15].

Открытие в 1959 г. столь мощного течения в Атлантическом океане, аналогичного течению Кромвелла в Тихом, существенным образом изменило представление о циркуляции вод в тропической зоне океанов вообще [11, 12, 26].

В результате экспедиционных работ, выполненных на судах Морского гидрофизического института АН УССР, Института океанологии АН СССР, АтлантНИРО, а также на иностранных судах, принявших участие в исследованиях по программе МСИТА, был получен уникальный экспериментальный материал, охватывающий не только область течения Ломоносова, но и всю Тропическую Атлантику. Анализ и обобщение полученных данных позволили изучить основные физические особенности течения Ломоносова, построить его физико-географическую модель, вскрыть природу его происхождения, установить основные истоки, питающие течение Ломоносова, а также выявить наиболее важные закономерности пространственно-временной изменчивости его термохалинной и динамической структуры [27].

После 1965 г. в Морском гидрофизическом институте сотрудниками лаборатории экспедиционных исследований отдела физической океанографии начали работу по составлению макета Атласа океанографических данных экваториальной зоны Атлантического океана. В 1966 г. макет Атласа был полностью подготовлен к изданию [15, 27].

Подготовленный в МГИ макет Атласа океанографических данных экваториальной Атлантики был продемонстрирован директором института академиком АН СССР А.Г. Колесниковым в Межправительственной Океанографической комиссии ЮНЕСКО [27]. Макет Атласа получил высокую оценку этой международной организации. В связи с этим МОК ЮНЕСКО, учитывая интересы других стран, принимавших участие в реализации программы МСИТА, в 1965 г. принял решение о подготовке и издании Атласа МСИТА, охватывающего более обширный район тропической зоны Атлантического океана от 20° с.ш. до 20° ю.ш. до глубины 2000 м. В соответствии с этим решением МГИ приступил к работе по составлению карт и разрезов распределения океанографических характеристик для Атласа МСИТА. Основой для издания этого Атласа и послужил макет Атласа, ранее подготовленный в МГИ. Лабораторией экспедиционных работ МГИ было составлено и передано в МОК ЮНЕСКО 286 карт и гидрологических разрезов для Атласа МСИТА [15, 28, 29].

В 1968 г. МОК ЮНЕСКО приняла решение о отдельном издании Атласа МСИТА в двух томах. Первый том Атласа МСИТА – физическая океанография – был издан в 1973 г. ЮНЕСКО в Париже, под редакцией академика АН УССР А.Г. Колесникова [28]. В нем представлены результаты гидрофизических исследований в виде разрезов и карт распределения полей температуры, солёности, плотности и составляющих скорости течений, а также карта рельефа дна. Из 332 карт и разрезов, представленных в первом томе Атласа, 86 % (286 карт и разрезов) подготовлено МГИ АН УССР и только 14 % составлено Бюро погоды США [28, 29]. Второй том Атласа – химическая и биологическая океанография – издан в 1976 г. ЮНЕСКО под

редакцией академика АН УССР А.Г.Колесникова и помощника редактора Л.Р.А.Капурро (Аргентина) [30]. В этом томе 249 карт подготовлены лабораторией гидрохимии МГИ под руководством А.А.Новоселова, 16 – Кильским университетом Федеративной Республики Германия и 2 карты – Биологической лабораторией промышленного рыболовства Смитсоновского океанографического центра США [30]. Издание Атласа стало практическим завершением научно-исследовательских работ, выполненных по программе МСИТА.

Открытие течения Ломоносова явилось мощным стимулом для теоретических исследований экваториальных подповерхностных течений. Разработка физико-математической модели течения Ломоносова и ему подобных стало одним из важнейших вопросов геофизики, важной задачей теории морских течений [3]. Одновременно с выполнением экспериментальных экспедиционных работ на всех этапах исследования течения Ломоносова разрабатывалась теория течений в тропической области океана.

Результаты экспериментальных и теоретических исследований были опубликованы в 1968 г. в монографии “Открытие, экспериментальное исследование и разработка теории течения Ломоносова” коллектива авторов Морского гидрофизического института АН УССР А.Г.Колесникова, С.Г.Богуславского, Г.Н.Григорьева, Г.П.Пономаренко, А.С.Саркисяна, А.И.Фельзенбаума, Н.З.Хлыстова [15].

Следует отметить, что исследование течения Ломоносова выпало на сложный период истории Морского гидрофизического института. В 1961 г. постановлением президиума АН СССР МГИ АН СССР как структурное подразделение передается академии наук УССР с последующим перебазированием материально-технической базы в Севастополь [31]. По рекомендации академика АН СССР В.В.Шулейкина президент АН УССР академик Б.Е.Патон назначает А.Г.Колесникова исполняющим обязанности директора Морского гидрофизического института АН УССР. А.Г.Колесников становится организатором перебазирования действующего научного коллектива в Севастополь как раз в тот период, когда научный коллектив института выполняет исследования, связанные с изучением течения Ломоносова [31]. В последующем А.Г.Колесников становится идейным руководителем исследований течения Ломоносова и успех исследований во многом обязан его неутомимой энергии. А.Г.Колесников создает благоприятные условия для создания и развития автоматизированных измерительных комплексов. Были созданы автоматизированные системы сбора и обработки океанографической информации на научно-исследовательских судах Морского гидрофизического института, что очень сильно способствовало исследованиям течения Ломоносова [32]. В 1964 г. за успешное развитие морской науки А.Г.Колесников представляется к избранию член-корреспондентом АН УССР [31]. За исследования экваториального противотечения в Атлантическом океане А.Г.Колесников избирается действительным членом Академии наук Украины [31].

Десять лет спустя после открытия течения Ломоносова, когда уже практически полностью было завершено его исследование, Морской гидрофизический институт АН УССР в 1969 г., учитывая, что выполненная работа является фундаментальным вкладом в современную науку об океане и имеет важное практическое значение для нужд мореплавания и рыболовного про-

мысла, выдвинул на соискание Государственной премии СССР в области науки и техники работу коллектива авторов “Открытие, экспериментальное исследование и разработка теории течения Ломоносова” [27]. Состав коллектива авторов работы был дополнен сотрудниками Института океанологии АН СССР, внесшими весомый вклад в изучение течения Ломоносова, и в 1970 г. эта работа с тем же наименованием вновь была выдвинута на соискание Государственной премии СССР в составе: А.Г.Колесников (руководитель работы), С.Г.Богуславский, Н.К.Ханайченко, С.С.Войт, Г.П.Пономаренко, А.С.Саркисян, В.Г.Корг, Ю.А.Иванов, В.Г.Нейман, К.А.Чекотилло, Г.Н.Григорьев, А.И.Фельзенбаум [27, 33]. Работа была удостоена Государственной премии Советского Союза в области науки и техники в 1970 г. [33].

В заключение хотелось бы привести весьма своевременное наблюдение выдающегося историка науки, ученика В.В.Шулейкина, А.Ф.Плахотник, которое обстоятельно и точно характеризует общее состояние физической океанологии на 1970 г., как раз тогда, когда были завершены и увенчались успехом экспедиционные исследования течения Ломоносова: “Одной из важнейших тенденций в развитии современной (на 1970 г. – М.Г.) физической океанологии вообще является расширение арены исследований путем проникновения в еще неизученные или малоизученные глубины Мирового океана и познания сущности глубинных процессов. Еще сравнительно недавно эта задача казалась малоразрешимой. Многие физические процессы в глубинах океана были скрыты от наблюдателей из-за исключительно больших технических трудностей их фиксирования, связанных с необходимостью посылки высокоточных приборов на очень большие глубины, измерения этими приборами в течение длительного времени, при условии сохранения неподвижности самой измерительной аппаратуры за все время наблюдений. Но к настоящему времени (1970 г. – М.Г.) благодаря большому числу гидрологических съемок в океане и массовому применению в ходе этих съемок буйковых якорных постановок самопишущих приборов советские океанологи достигли существенных успехов в изучении глубоководных океанических акваторий. Дальнейшие задачи развития глубоководных измерений физических явлений в океане состоят в основном в создании новой и усовершенствовании имеющейся автономной телеметрической аппаратуры для этих измерений” [24].

Выводы. Первым, кто заложил основы теории подповерхностных экваториальных противотечений в океанах, следует считать моряка и океанографа Степана Осиповича Макарова. Его открытие в 1881 г. в проливе Босфор глубинного течения из Мраморного моря в Черное под поверхностным течением из Черного моря в Мраморное предопределило и показало возможное развитие теории подповерхностных экваториальных противотечений.

Трудами В.Б.Штокмана было привлечено внимание ученых мира к экваториальной полосе в Мировом океане.

Решающее значение в открытии течения Ломоносова сыграл план академика В.В.Шулейкина, построенный в 1936 г. по замечаниям выдающегося океанолога Ю.М.Шокальского.

Открытие течения Кромвелла в Тихом океане в 1951 г. стало указанием на возможность существования аналогичного течения в Атлантическом океане.

Течение Ломоносова было открыто в апреле 1959 г. в 5-м рейсе НИС “Михаил Ломоносов” на автономной буйковой ст.377. Открытие течения Ломоносова не ставилось специальной целью ни особых планов, ни экспедиции НИС “Михаил Ломоносов”. Открытие его было неожиданным. Первые замеры в струе вод течения Ломоносова были произведены уже в 1911 г., хотя это не привело к открытию течения как такового. Следующие экспедиции вплоть до 1958 г., в ходе которых проводились замеры в водах течения Ломоносова, тоже не способствовали его открытию.

В экспедициях НИС “Михаил Ломоносов” по программе “Эквалант” были собраны первые сведения об этом течении и составлено его физико-географическое описание. В монографии, выпущенной в 1968 г. коллективом авторов Морского гидрофизического института, была разработана теория течения Ломоносова. Эта теория объясняет главные черты течения Ломоносова и других экваториальных противотечений в тропической зоне океана. Работы коллектива авторов были удостоены в 1970 г. Государственной премии Советского Союза в области науки и техники.

Течение Ломоносова стало первым своеобразным результатом проникновения человека в глубинные воды океана, переориентации его исследовательских интересов с поверхности океана на глубоководные акватории. Это стало возможным благодаря созданию новой высокоточной измерительной аппаратуры, способной выдержать давление больших глубин, и автоматизации океанографических исследований, идеологом которой был А.Г.Колесников. Поэтому это открытие останется всегда актуальным в истории океанографии. И большая заслуга в этом принадлежит коллективу Морского гидрофизического института.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шокальский Ю.М.* О работах по океанографии в Мировом океане // Изв. АН СССР. Серия географ. и геофиз.– 1937.– № 1.– С.5-18.
2. *Шулейкин В.В.* Проект плана Большой Атлантической экспедиции // Изв. АН СССР. Серия географ. и геофиз.– 1937.– № 1.– С.19-26.
3. *Пономаренко Г.П.* История открытия на экваторе Атлантического океана мощного подповерхностного течения, названного именем великого русского ученого М.В. Ломоносова // Вопросы физики моря / Отв. ред. Р.Н.Иванов, Л.А.Корнева.– Киев: Наукова думка, 1966.– т.37.– С.134-140.
4. *Макаров С.О.* Об обмене вод Черного и Средиземного морей // Океанографические работы / Под ред. Н.Н. Зубова, со вступительной статьей А.Д. Добровольского.– М.: Госуд. изд. геогр. литературы, 1950.– С.29-93.
5. *Дуэль И.И.* Мы открываем океан.– М.: Советская Россия, 1973.– 224 с.
6. *Штокман В.Б.* Ветровой нагон и горизонтальная циркуляция в замкнутом море небольшой глубины // Избранные труды по физике моря.– Л.: Гидрометеиздат, 1970.– С.173-198.
7. *Штокман В.Б.* Поперечная неравномерность нагонного ветра как одна из важных причин горизонтальной циркуляции в море // Избранные труды по физике моря.– Л.: Гидрометеиздат, 1970.– С.199-205.

8. *Штокман В.Б.* Теория экваториальных противотечений в океанах // Изв. АН СССР. Серия географ. и геофиз.– 1946.– т.Х, № 6.– С.517-527.
9. *Штокман В.Б.* Теоретическая модель циркуляции на поверхности океана в области экваториального противотечения // Избранные труды по физике моря.– Л.: Гидрометеиздат, 1970.– С.217-220.
10. *Штокман В.Б.* Развитие теории морской и океанической циркуляции в СССР за 50 лет // Избранные труды по физике моря.– Л.: Гидрометеиздат, 1970.– С.154-172.
11. *Хлыстов Н.З.* Структура и динамика вод Тропической Атлантики.– Киев: Наукова думка, 1976.– 164 с.
12. *Колесников А.Г., Пономаренко Г.П., Ханайченко Н.К., Шапкина В.Ф.* Подповерхностное течение Ломоносова // Течение Ломоносова / Отв. ред. А.Г.Колесников.– Киев: Наукова думка, 1966.– т.34.– С.3-23.
13. *Шапиро Н.Б.* Влияние ветра на течение в экваториальной зоне океана // Течение Ломоносова / Отв. ред. А.Г.Колесников.– Киев: Наукова думка, 1966.– т.34.– С.49-80.
14. *Хлыстов Н.З., Параничев Л.Г., Жидков В.Г., Ханайченко Л.П.* О системе противотечений в тропической зоне Атлантического океана // Тропическая зона Мирового океана и связанные с ней глобальные процессы / Отв. ред. В.В.Шулейкин.– М.: Наука, 1973.– С.136-141.
15. *Колесников А.Г., Богуславский С.Г., Григорьев Г.Н., Пономаренко Г.П., Саркисян А.С., Фельзенбаум А.И., Хлыстов Н.З.* Открытие, экспериментальное исследование и разработка теории течения Ломоносова / Отв. ред. А.Г.Колесников.– Севастополь: МГИ АН УССР, 1968.– 243 с.
16. *Богуславский С.Г., Булгаков Н.П., Джиганин Г.Ф., Полонский А.Б.* Результаты исследований сезонной и межгодовой изменчивости гидрофизических характеристик Тропической Атлантики // Развитие морских наук и технологий в Морском гидрофизическом институте за 75 лет / Под общ. ред. В.Н. Еремеева.– Севастополь: МГИ НАН Украины, 2004.– С.393-403.
17. *Пономаренко Г.П.* Глубинное противотечение Ломоносова на экваторе в Атлантическом океане // ДАН СССР.– 1963.– т.149, № 5.– С.1178-1181.
18. *Иванов А.А.* Пятый рейс э/с “Михаил Ломоносов” // Бюллетень океанографической комиссии.– 1961.– № 8.– С.12-16.
19. *Научные фонды МГИ.* Отчет о работах в 5-м рейсе (апрель – июль 1959 г.).– Инв. № 252.
20. *Сизов А.А.* “Михаил Ломоносов”. Дорогами странствий.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009.– 142 с.
21. *Батраков Г.Ф.* Экспедиционные исследования на НИС “Михаил Ломоносов”.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– 421 с.
22. *Пономаренко Г.П.* Открытие глубинного противотечения на экваторе в Атлантическом океане экспедицией на НИС “Михаил Ломоносов” // Океанологические исследования.– М.: Наука, 1965.– № 13.– С.77-81.
23. *Андрющенко Е.Г., Булгаков Н.П., Еремеев В.Н., Ефимов В.В., Иванов В.А., Суворов А.М.* Экспедиционные исследования морей и океанов // Развитие морских наук и технологий в Морском гидрофизическом институте за 75 лет / Под общ. ред. В.Н. Еремеева.– Севастополь: МГИ НАН Украины, 2004.– С.676-685.
24. *Плахотник А.Ф.* Краткая история экспедиционных исследований по физической океанологии в СССР // Вопросы истории физической географии в СССР.– М.: Наука, 1970.– С.72-155.

25. *Ролл Г.У.* В фокусе океанографических исследований. Межправительственная океанографическая комиссия. История, функции, достижения / МОК. Техническая серия. Вып.20.– Париж: ЮНЕСКО, 1979.– 74 с.
26. *Еремеев В.Н., Суворов А.М.* Морской гидрофизический институт // Человек и стихия' 88.– Л.: Гидрометеиздат, 1987.– С.116-118.
27. *Тумаров А.А.* Морской гидрофизический институт: корабли и люди. Страницы истории.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001.– 214 с.
28. *Эквалант I и Эквалант II.* Океанографический атлас / Международные совместные исследования тропической Атлантики. Под ред. А.Г. Колесникова. Т.1. Физическая океанография.– Paris: Unesco, 1973.– 288 с.
29. *Хлыстов Н.З.* Об Атласе океанографических данных тропической части Атлантического океана // Тропическая зона Мирового океана и связанные с ней глобальные процессы / АН СССР, Океанографическая комиссия. Отв. ред. В.В.Шулейкин. Сб. науч. тр.– М.: Наука, 1973.– С.102-106.
30. *Эквалант I и Эквалант II.* Океанографический атлас / Международные совместные исследования тропической Атлантики. Под ред. А.Г.Колесникова, Л.Р.А.Капулло. Т.2. Химическая и биологическая океанография.– Paris: Unesco, 1976.– 358 с.
31. *Михайлов Н.П.* Колесников Аркадий Георгиевич (к 100-летию со дня рождения) // Системы контроля окружающей среды.– Севастополь, 2007.– С.10-12.
32. *Колесников А.Г.* Автоматизация океанографических исследований // Океанология.– 1971.– т.ХІ, вып.5.– С.795-801.
33. *Келдыш М.В.* Государственные премии 1970 г. // Вестник Академии наук СССР.– 1970.– № 12.– С.3-9.

Материал поступил в редакцию 07.12.2011 г.

АНОТАЦІЯ. Представлена історія вивчення підповерхневої екваторіальної течії Ломоносова. Стаття відповідає на питання: чим було обумовлене відкриття течії Ломоносова, як власне саме відкриття відбулося, що було після відкриття: яка була реакція на відкриття і що потім було зроблено, перші підсумки досліджень. Показано хід дослідження течії Ломоносова за програмою "Еквалант". Представлені стисло фізичні особливості течії Ломоносова, а також історія видання отриманих у Морському гідрофізичному інституті матеріалів в Атласі, який став своєрідним завершенням міжнародних програм з вивчення тропічної Атлантики. Відмічено, що відкриття течії Ломоносова стало шонайпотужнішим стимулом для подальшого вивчення тропічної Атлантики і після 1970 р., як в експедиційному, так і в теоретичному плані. Дослідження течії Ломоносова увінчалася присудженням Державної премії в 1970 р. колективу авторів.

ABSTRACT. History of study of subsuperficial equatorial backflow Lomonosov is presented. The article answers the following questions: what predetermined the discovery of the Lomonosov current, how the discovery was actually made, what happened after the discovery: what was reaction to it and what was then undertaken, first results of researches. The research progress of the Lomonosov current under the "Ekvalant" program is shown. The physical peculiarities of the Lomonosov current are presented briefly, as well as the history of publishing of the materials obtained in Marine Hydrophysical Institute in Atlas which became an original close-out of the international programs on the study of tropical Atlantic. It is noted that the discovery of the Lomonosov current became a great stimulus for the further study of the tropical Atlantic after 1970, both in expedi-

tions and in theory. The group of authors was awarded with the State Prize in 1970 for the research of the Lomonosov current.