

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 551.465.5

М.Г. Гришин

Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь

РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕЧЕНИЯ ЛОМОНОСОВА

Сделана попытка анализа исследований течения Ломоносова. Продемонстрировано изучение данного явления и его оценка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *течение Ломоносова, физика океана, циркуляция, Мировой океан, экваториальное противотечение.*

Введение.

В 1959 г. на научно-исследовательском судне Морского гидрофизического института «Михаил Ломоносов» в Атлантическом океане было открыто на экваторе подповерхностное противотечение, названное впоследствии *течением имени М.В. Ломоносова*¹, так как оно было обнаружено и исследовано на корабле, носящем имя великого русского ученого.

Каждое открытие – событие, коренным образом меняющее наше устоявшееся представление о сущности окружающего нас мира и/или свойств его материи и дает толчок развитию науки в соответствующей области [1].

К сожалению, специальные работы, посвященные анализу исследований течения Ломоносова отсутствуют. Следует отметить, что внимание к проблемам, вызванным его открытием, не угасает до сих пор.

Исследования течения Ломоносова в 1959 – 1970 гг.

Решение вопроса о происхождении течения Ломоносова и ему подобных (течение Кромвелла в Тихом океане, открытое в 1951 г.) стало одним из вопросов геофизики. Разработка физико-математической модели течения Ломоносова стала задачей теории морских течений [2].

В 1960 г. было сделано открытие – сотрудниками Института океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР в феврале в 31-ом рейсе НИС «Витязь», на разрезах по 68° и 76° в.д. через экваториальную зону Индийского океана, впервые инструментальными наблюдениями обнаружено глубинное экваториальное противотечение, аналогичное течениям Кромвелла и Ломоносова, названное течением Тареева [3, 4].

¹ Из Большой советской энциклопедии (см. Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. 1969 – 1978): *Ломоносова течение*, подповерхностное экваториальное течение в Атлантическом океане. Направлено вдоль экватора на восток (под идущим на запад Южным Пассатным течением), на глубине от 50 до 200 м <...>. Ломоносова течение является важным звеном общей системы циркуляции вод в экваториальных широтах Атлантического океана. Открыто в 1959 г. советской экспедицией на судне «М. Ломоносов» – *Ред.*

Объяснению существования и основных особенностей течений в экваториальной зоне океана была посвящена кандидатская диссертация Н.Б. Шапиро: «Теория установившихся ветровых течений в экваториальной зоне океана», защищенная соискателем в 1965 г. [5]. В ней была сделана попытка объяснить существование течений в экваториальной зоне океана с позиций линейной теории ветровых течений в однородном море. Течение в экваториальной зоне океана рассматривалось как элемент общей циркуляции океана. Рассматривался также случай двухслойного океана.

В.Б. Штокман [6] писал, что главные особенности экваториальной циркуляции в океанах, включая противотечения Кромвелла и Ломоносова, можно объяснить с позиций теории циркуляции в однородном океане.

Так же он заметил, что структуру течений на экваторе нельзя рассматривать вне связи с полем течений в окружающей области.

В 1965 г. А.С. Саркисян [7] формулирует задачу о расчете крупномасштабных течений в океаническом бассейне с произвольной формой берегового очертания с учетом рельефа дна и придонного трения, когда поле плотности и касательное трение ветра известны из наблюдений. Задача была сведена к решению двумерного линейного уравнения для уровня океана с граничными условиями, которые содержат производные от уровня как по нормали к контуру, так и по касательной – краевая задача Пуанкаре. Отличительная особенность предложенной диагностической модели состояла в следующем: модель позволяла рассчитывать течения в замкнутой области океана с учетом совместного эффекта бароклинности и рельефа дна. В отличие от динамического метода диагностическая модель позволяла рассчитывать абсолютные значения скорости.

В 1965 г. Н.К. Ханайченко [8] был сделан вывод: в тропической зоне существуют три ветви подповерхностного течения, из которых течение Ломоносова является самой мощной. Было доказано, что в экваториальной зоне Атлантики, ограниченной параллелями 10° ю.ш. и 10° с.ш., существует целая система противотечений, состоящая из трех ветвей и объединенная общностью природы.

По результатам исследований впадины Романш, выполненных в экспедиции 1-го рейса НИС «Академик Курчатов» Института океанологии им. П.П. Ширшова в 1966 – 1967 гг., был сделан вывод о возможности изменчивости течения Ломоносова и его меандрирующего характера [9].

В 1966 г. была издана статья А.Г. Колесникова, Г.П. Пономаренко, Н.К. Ханайченко, В.Ф. Шапкиной «Подповерхностное течение Ломоносова» [10], в которой представлено физико-географическое описание течения Ломоносова, необходимое для правильной постановки и математической формулировки задачи, связанной с разработкой теории данного течения.

А.И. Фельзенбаум [11] подошел к решению задач, связанных с определением океанической циркуляции в экваториальной зоне, отталкиваясь от общей схемы решения задачи об установившемся ветровом течении в однородном по плотности бассейне произвольной формы с использованием метода полных потоков.

Д.У. Вапняр [12] в работе «Некоторые вопросы динамики течений в экваториальной зоне Атлантического океана» привел решение задачи, в кото-

рой учитывается неоднородность морской воды. Им рассматривались вопросы динамики течений в бароклинном слое океана. Все выводы были сделаны на основе линейной теории течений.

В 1968 г. была издана статья Э.Н. Михайловой «О расчете океанических течений. Нелинейная экваториальная задача» [13]. Были получены результаты, близкие к реальному масштабу явления. Было показано, что, если в линейном случае полный поток на экваторе направлен на запад, то в нелинейном случае он направлен на восток.

В 1968 г. построение теории течения Ломоносова было отражено в специальной монографии «Открытие, экспериментальное исследование и разработка теории течения Ломоносова» [14]. В ней были разработаны разные решения задач в пяти постановках:

- линейная теория течения Ломоносова в однородном океане;
- линейная теория течения Ломоносова в двухслойном океане;
- нелинейная теория течения Ломоносова в однородном океане;
- линейная теория течения Ломоносова в неоднородном океане;
- нелинейная теория течения Ломоносова в бароклинном океане.

Течение Ломоносова упоминается в фундаментальной монографии «Физика моря» [15].

В 1-ом рейсе НИС «Академик Вернадский» в марте 1969 г. были получены данные, существенно дополнившие результаты исследований экспедиций НИС «Михаил Ломоносов» в районе рассеяния течения Ломоносова в Гвинейском заливе [16, 17]. Разрезы были проведены к востоку от нулевого меридиана – вдоль меридианов 4° и 6° в.д. Было показано, что основная струя течения Ломоносова вдоль материкового склона Африки поворачивает на юг.

Г.С. Дворянинов в соавторстве с А.И. Фельзенбаумом опубликовал статью «Линейная теория течений Кромвелла, Ломоносова» [18]. В ней в рамках линейной теории установившихся течений в двухслойной жидкости показано, что совместное влияние e -эффекта и бароклинности приводит к возникновению в районе экватора полного потока восточного направления. E -эффект определяется как эффект экватора, связанный с исчезновением на нем силы Кориолиса. В результате приложения общей линейной теории ветровых течений в двухслойном океане к изучению течений в экваториальной области, были получены результаты, свидетельствующие о том, что построенная модель в своих главных чертах описывает близкую к реальной систему течений у экватора.

На основе проведенных работ Г.С. Дворяниновым в 1969 г. была защищена кандидатская диссертация по теме «Теоретический анализ установившейся ветровой циркуляции в двухслойном океане» [19].

Исследования течения Ломоносова в 1971 – 1980 гг.

В 1971 г. выходит статья В.Г. Корта «Океанические течения по современным данным» [20], в которой систематизируются известные к тому времени сведения о течениях Атлантического, Тихого и Индийского океанов и делаются выводы, которые меняли представления о движениях глубинных вод:

1) Водные массы по всей толще океана находятся в состоянии весьма интенсивного движения;

2) Пограничные области океанов являются местом развития сильных струйных течений как в поверхностных, так и глубинных слоях океана;

3) Для глубинной структуры течений характерна многослойность, выражающаяся в чередовании по глубине нескольких (до 3 – 4) разнонаправленных потоков;

4) Особенно сложной структурой обладают системы циркуляции в тропических областях океанов;

5) Для структуры океанических потоков характерна локальная скомпенсированность, выражающаяся в развитии примыкающих к каждому данному потоку противотечений.

В 4-ом рейсе НИС «Академик Вернадский» в сентябре-октябре 1971 г. были получены новые данные, позволившие уточнить схему циркуляции вод экваториальной зоны Тихого океана [21].

В 1973 г. был выпущен сборник, посвященный тропической зоне Мирового океана. Сборник открывают статьи В.В. Шулейкина [22] и А.Д. Добровольского [23]. В.В. Шулейкин обратил внимание на необходимость более полных исследований систем водных потоков в Атлантическом океане и их важность для построения физико-математической теории колебаний климата и физико-математической теории долгосрочных прогнозов погоды. А.Д. Добровольский подчеркнул важность изучения тропической зоны океана не только для океанологов, но и геофизиков, биологов, климатологов и т.д. По замечанию А.Д. Добровольского, в тропической зоне происходит очень сложный процесс взаимодействия различных вод: поверхностных и глубинных, тропических и экваториальных, полярных и арктических или антарктических; тропическая зона интересна и важна не только тем, что происходит на поверхности океана, но и тем, что делается в толще воды.

Все это подготовило почву для перехода к обобщениям по проблемам циркуляции в тропической зоне океана.

В 1974 г. вышла в свет монография Н.К. Ханайченко «Система экваториальных противотечений в океане» [24]. В ней был сделан вывод о роли экваториальных противотечений как *компенсаторов*, восполняющих дефицит вод, вызываемый сгоном вод пассатными течениями в восточных районах океана. В книге описана система циркуляции вод в поверхностном слое тропической зоны Атлантического океана; убедительно показано, что одним из условий образования течения Ломоносова и сопутствующих ему течений являются области погружения высокосоленных вод в северном и южном антициклональных круговоротах; автор утверждает положение о единой планетарной системе противотечений.

В книге А.С. Мониной, В.М. Каменковича, В.Г. Корта «Изменчивость Мирового океана» [25] была сделана попытка систематизировать явления циркуляции океана. Течение Ломоносова приводилось как пример промежуточных вод глубинной циркуляции. Подчеркивалось, что анализ теоретических моделей важен тем, что создает основу для качественного понимания особенностей океанской циркуляции и построения такой модели крупномасштабных процессов в реальном Мировом океане, которая включала бы *все главные факторы*, обуславливающие структуру этих процессов.

В кандидатской диссертации В.К. Коснырева «Некоторые задачи теории течений в бароклинном океане», защищенной им в 1975 г. [26], учет барок-

линности в модели двухслойного океана и горизонтального обмена количеством движения позволил привести результаты расчетов к качественному согласованию с данными наблюдений.

В монографии Д.У. Вапняр «Планетарные волны и течения в экваториальной зоне океана» [27] был проведен теоретический анализ периодических и стационарных течений в экваториальной зоне океана. Было выявлено влияние слоя скачка плотности в распространении течений типа Кромвелла-Ломоносова. Большое внимание в книге уделено учету широтного изменения параметра Кориолиса, изучению влияния бароклинности жидкости и нелинейных эффектов. И был сделан вывод, подтверждающий предыдущие исследования, о том, что эти факторы играют основную роль в механизме образования системы экваториальных течений.

В 1976 г. в монографии Н.З. Хлыстова «Структура и динамика вод тропической Атлантики» [28] обобщались все полученные к тому времени результаты исследований тропической Атлантики, пересматривались прежние представления о циркуляции вод в этом районе. Анализ материалов позволил автору выделить целый ряд новых подповерхностных и глубинных течений и установить между ними связь. Была выявлена общая картина всей системы течений в районе тропической Атлантики. Исследования, систематизированные автором, показали, что в тропической Атлантике существует гораздо более сложная динамическая структура, чем это представлялось ранее. Это выражено в многократном чередовании противоположно направленных течений как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Важной особенностью вертикальной структуры горизонтальной циркуляции вод тропической зоны является слоистый характер, что позволило выделить в ней четыре основных слоя.

Также особое внимание уделено системам течений тропической Атлантики в монографии С.Г. Богуславского «Температурное поле Тропической Атлантики» [29]. При непосредственном участии автора были собраны новые материалы по физическим полям тропической Атлантики в экспедициях с 1959 по 1972 гг. Приведены характеристики основных течений тропической Атлантики и рассматривается взаимосвязь их полей скоростей с температурным полем.

Наряду с успехами, достигнутыми к концу 1970-х гг. в изучении гидрофизических полей тропической Атлантики, многие вопросы оставались нерешенными [30]. Дискуссионным оставался вопрос об истоках течения Ломоносова. Во многих случаях сведения о течениях были далеко не полны, а порой и противоречивы.

Исследования течения Ломоносова в 1981 – 1990 гг.

А.М. Гусев в 1983 г. издал учебник «Курс общей геофизики. Основы океанологии» [31]. В нем приводятся разные классификации морских течений. Течения можно различать по генетическому признаку, определяющему силу или закон, вследствие которых течение возникло, по термическому, временному признакам и по глубине. Течение типа Ломоносова-Кромвелла относится к типу *глубинных*.

В 1983 г. Н.Б. Шапиро была защищена докторская диссертация «Теория экваториальных противотечений в океанах» [32]. В работе была предложена

гидродинамическая модель течений в экваториальной зоне океана, объясняющая с единой точки зрения существование и основные черты экваториальных противотечений – течений Кромвелла, Ломоносова и Тареева. Был изучен процесс формирования экваториальных течений и поля плотности, а также процессы перестройки океанологических полей вследствие сезонной изменчивости атмосферной циркуляции. Показано, что экваториальные противотечения обусловлены одинаковыми причинами (обращением в нуль на экваторе силы Кориолиса, наличием меридиональных границ, действием восточного ветра над экваториальной зоной океана) и сосредоточены в пределах экваториального бароклинного слоя. Образование экваториальных противотечений представляет собой чисто локальный процесс, протекающий в пределах экваториальной зоны океана. Отличия этих течений между собой связаны с географическими особенностями океанов.

Разработанная теория в определенной степени решала проблему экваториальных противотечений. В то же время она являлась основой для дальнейшего более глубокого и детального анализа динамических процессов в экваториальной зоне океана. Здесь вставали вопросы исследования взаимодействия циркуляции в экваториальной зоне с общей крупномасштабной циркуляцией океана, исследования синоптической изменчивости экваториальной циркуляции. Синоптическая изменчивость проявляется в меандрировании экваториальных противотечений и в распространении экваториально захваченных планетарных волн [32].

Обобщающий характер по экваториальным течениям Мирового океана имеет статья В.А. Буркова «Развитие экспериментальных исследований экваториальных течений Мирового океана» [33]. На основе новых данных автором были сделаны очень важные выводы, которые здесь повторим вкратце. Система экваториальных течений в Мировом океане характеризуется многослойной горизонтальной и вертикальной структурой. Экваториальные течения порождаются ветром, и их изменчивость вызывается колебаниями ветрового поля. Прослежен годовой ход для экваториальных течений Атлантического, Тихого и Индийского океанов. В экваториальных течениях почти нет вихрей. Волны, попадающие в узкую экваториальную полосу, сохраняют в ней свою энергию (захваченные волны). Для волн синоптического масштаба экватор, таким образом, служит волноводом. Меандрирование струй течений к югу и северу от экватора представляет глобальную черту экваториальных течений. Возможно, изменение экваториальных течений вызывается колебаниями циркуляции во всем тропическом регионе. Экваториальные подповерхностные противотечения можно отнести к пограничным течениям Мирового океана.

В 1986 г. выходит в свет монография Коротаяева Г.К., Михайловой Э.Н., Шапиро Н.Б. «Теория экваториальных противотечений в Мировом океане» [34]. Примечательно высказанное в монографии замечание о состоянии изученности проблемы: «нельзя считать, что проблема теоретического описания течений в экваториальной зоне Мирового океана исчерпана. Даже наиболее интенсивно исследовавшиеся особенности структуры гидрофизических полей у экватора, связанные с зональными течениями и противотечениями, еще не познаны в полной мере. До сих пор окончательно не установлены источники течений Кромвелла, Ломоносова, Тареева, не объясне-

ны особенности их халинной структуры, не выяснено, исчезает ли течение Тареева в период юго-западного муссона или только резко ослабевает».

Исследования течения Ломоносова в 2000 – 2010 гг. Значение открытия Экваториальных глубинных противотечений.

В 2004 г. издается монография Н.Н. Корчагина, А.С. Монины «Мезо-океанология» [35]. В ней предпринята попытка синтезировать и классифицировать ряд физических и динамических структур океанских вод в мезомасштабном интервале явлений. Неоднородности физических полей в океане образуют обширную иерархию разномасштабных по пространству и времени жизни структур, соответствующих тем или иным явлениям. Под мезомасштабными структурами понимаются аномальные области вод с отличными от окружающей среды значениями и/или пространственными распределениями физико-химических характеристик и/или с отличными динамическими параметрами вод. Мезомасштабные структуры занимают промежуточное положение между крупномасштабными и тонкоструктурными явлениями. Течение Ломоносова рассматривается как пример *струйного течения* в разряде мезомасштабных явлений.

В 2008 г. выходит книга А.С. Монины, Н.Н. Корчагина «Десять открытий в физике океана» [1]. В ней выделены и описаны наиболее важные открытия в физике океана второй половины XX века. До середины XX века под поверхностью морской воды скрывался огромный неизвестный мир, о жизни и физических процессах в котором можно было лишь догадываться. В главе 7 книги описаны Экваториальные глубинные противотечения: Кромвелла – в Тихом океане, Ломоносова – в Атлантическом, Тареева – в Индийском, дана их обстоятельная характеристика. Переосмыслено значение открытия Экваториальных глубинных противотечений. Открытие их стоит в ряду с другими, перевернувшими прежние наивные представления об океанах в целом. Были сформированы новые знания о физических свойствах и законах движения океанских вод. Были по-новому сформулированы в гидродинамике океана физически обоснованные идеи и разработаны новые теории, адекватно отражающие влияние океанских процессов не только на жизнь океанов, но и на жизнь планеты в целом.

Г.К. Коротаев [36] называет открытие течения Ломоносова – «заключительным аккордом» развития океанографии как ветви географии. А.С. Монин и Н.Н. Корчагин [1], это открытие ставят в ряд тех, с которых начался новый этап развития океанографии и ее оформления в самостоятельную науку – океанологию.

Во всяком случае, можно считать, что открытие Экваториальных глубинных противотечений было *рубежом*, знаменующим качественно новый этап развития океанографии.

Выводы.

1. Обнаружение течения Ломоносова было одним из фундаментальных открытий в физике океана.
2. Открытие и объяснение природы данного явления стало рубежом трансформации океанографии в океанологию.
3. После открытия течения Ломоносова океан стал рассматриваться как очень сложная система.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Монин А.С., Корчагин Н.Н.* Десять открытий в физике океана. – М.: Научный мир, 2008. – 172 с.
2. *Кортаев Г.К., Шапиро Н.Б.* Теория морских течений и синоптических вихрей // Развитие морских наук и технологий в Морском гидрофизическом институте за 75 лет / Под общ. ред. В.Н. Еремеева. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2004. – С. 50-59.
3. *Корт В.Г.* Океанические течения по современным данным // Океанология. – 1971. – т. XI, вып. 5. – С. 811-818.
4. *Добровольский А.Д., Бурков В.А.* Гидрологические исследования на «Витязе» // Научно-исследовательское судно «Витязь» и его экспедиции 1949 – 1979 гг. / АН СССР, Институт океанологии им. П.П. Ширшова; под ред. А.С. Монина и др. – М.: Наука, 1983. – С. 115-127.
5. *Шапиро Н.Б.* Теория установившихся ветровых течений в экваториальной зоне океана: дисс. канд. физ.-мат. наук. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1965. – 215 с.
6. *Штокман В.Б.* Развитие теории морской и океанической циркуляции в СССР за 50 лет // В.Б. Штокман. Избранные труды по физике моря. – Л.: Гидрометеорологическое изд., 1970. – С. 154-172.
7. *Саркисян А.С.* Основы теории и расчет океанических течений. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – 123 с.
8. *Ханайченко Н.К., Хлыстов Н.З., Жидков В.Г.* О системе экваториальных противотечений Атлантического океана // Океанология. – 1965. – т. V, вып. 2. – С. 222-229.
9. *Бубнов В.А.* Некоторые черты гидрологии впадины Романш // Комплексные исследования природы океана / Отв. ред. А.Д. Добровольский. – М.: изд. Московского университета, 1972. – Вып. 3. – С. 28-36.
10. *Колесников А.Г., Пономаренко Г.П., Ханайченко Н.К., Шапкина В.Ф.* Подповерхностное течение Ломоносова // Течение Ломоносова / МГИ АН УССР; отв. ред. А.Г. Колесников. – т. 34. – К.: Наукова думка, 1966. – С. 3-23.
11. *Фельзенбаум А.И.* К теории установившихся ветровых течений в океане // Течение Ломоносова / МГИ АН УССР; отв. ред. А.Г. Колесников. – т. 34. – К.: Наукова думка, 1966. – С. 24-48.
12. *Вапняр Д.У.* Некоторые вопросы динамики течений в экваториальной зоне Атлантического океана // Течение Ломоносова / МГИ АН УССР; отв. ред. А.Г. Колесников. – т. 34. – К.: Наукова думка, 1966. – С. 114-140.
13. *Михайлова Э.Н.* О расчете океанических течений. Нелинейная экваториальная задача // Проблемы теории ветровых и термохалинных течений / Отв. ред. А.Г. Колесников. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1968. – С. 143-157.
14. *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.
15. *Шулейкин В.В.* Физика моря. – Изд. 4-е. – М.: Наука, 1968. – 1083 с.
16. *Колесников А.Г., Богуславский С.Г., Куклин Г.Н., Ширей В.А., Кирюхин В.Г.* Течение Ломоносова в Гвинейском заливе // Океанология. – 1971. – т. XI, вып. 3. – С. 374 – 379.
17. *Гансон П.П., Пантелеев Н.А.* Экспедиционные исследования МГИ АН УССР в 1963 – 1973 гг. // Морские гидрофизические исследования. – 1973. – № 1. – С. 177-188.
18. *Дворянинов Г.С., Фельзенбаум А.И.* Линейная теория течений Кромвелла, Ломоносова // Морские гидрофизические исследования. – 1969. – № 3 (45). – С. 25-41.

19. *Дворянинов Г.С.* Теоретический анализ установившейся ветровой циркуляции в двухслойном океане: дисс. канд. физ.-мат. наук. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1969. – 127 с.
20. *Корт В.Г.* Океанические течения по современным данным // *Океанология.* – 1971. – т. XI, вып. 5. – С. 811-818.
21. *Колесников А.Г., Васильев А.Г., Гансон П.П., Латун В.С.* Новая схема течений экваториальной зоны Тихого океана // *Морские гидрофизические исследования.* – 1972. – № 2 (58). – С. 68-79.
22. *Шулейкин В.В.* Роль тропической зоны в процессах происходящих в системе океан – атмосфера – материк // *Тропическая зона Мирового океана и связанные с ней глобальные процессы / Отв. ред. В.В. Шулейкин.* – М.: Наука, 1973. – С. 3-12.
23. *Добровольский А.Д.* Особенности тропической зоны и ее влияние на гидрологию Мирового океана // *Тропическая зона Мирового океана и связанные с ней глобальные процессы / Отв. ред. В.В. Шулейкин.* – М.: Наука, 1973. – С. 13-15.
24. *Ханайченко Н.К.* Система экваториальных противотечений в океане / Под ред. А.Д. Добровольского. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 158 с.
25. *Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г.* Изменчивость Мирового океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 262 с.
26. *Коснырев В.К.* Некоторые задачи теории течений в бароклинном океане: дисс. канд. физ.-мат. наук. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1975. – 137 с.
27. *Вапняр Д.У.* Планетарные волны и течения в экваториальной зоне океана. – К.: Наукова думка, 1976. – 222 с.
28. *Хлыстов Н.З.* Структура и динамика вод Тропической Атлантики. – К.: Наукова думка, 1976. – 164 с.
29. *Богуславский С.Г.* Температурное поле Тропической Атлантики. – К.: Наукова думка, 1977. – 164 с.
30. *Богуславский С.Г., Булгаков Н.П., Джиганишин 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.
31. *Гусев А.М.* Курс общей геофизики. Основы океанологии: учебное пособие. – М.: изд. Московского университета, 1983. – 248 с.
32. *Шатино Н.Б.* Теория экваториальных противотечений в океанах: дисс. докт. физ.-мат. наук. – Севастополь: МГИ АН УССР, 1982. – 294 с.
33. *Бурков В.А.* Развитие экспериментальных исследований экваториальных течений Мирового океана // *Исследование течений океана / Отв. ред. Л.М. Фомин.* – М.: Наука, 1985. – С. 67-91.
34. *Кортаев Г.К., Михайлова Э.Н., Шатино Н.Б.* Теория экваториальных противотечений в Мировом океане. – К.: Наукова думка, 1986. – 208 с.
35. *Корчагин Н.Н., Монин А.С.* Мезоокеанология. – М.: ИО РАН, 2004. – 176 с.
36. *Кортаев Г.К.* Бароклинный слой моря: от теории Линейкина до оперативной океанографии // *Современные проблемы динамики океана и атмосферы. Сборник статей, посвященный 100-летию со дня рождения проф. П.С. Линейкина / Под ред. А.В. Фролова и Ю.Д. Реснянского.* – М.: ТРИАДА ЛТД, 2010. – С. 79-97.

Материал поступил в редакцию 07.04.2011 г.

После переработки 23.06.2011 г.