

УДК 551.465.4

**В.Ф.Суховай, д.г.н., И.Г.Рубан, к.ф.-м.н**

*Одесский государственный экологический университет*

## **ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ТЕЧЕНИЙ НА АКВАТОРИИ ТИХОГО ОКЕАНА К ВОСТОКУ ОТ АВСТРАЛИИ**

*Рассмотрена система течений в западной субтропической зоне Тихого океана. Получено, что вследствие сложного рельефа дна, изобилующего подводными хребтами, котловинами и многочисленными островами, поток вод, направленный к югу, разделяется на несколько отдельных ветвей. Интенсивность этих ветвей периодически меняется, однако периоды этих изменений непостоянны. Предполагается, что данное явление представляет собой автоколебательный процесс, состоящий из нескольких звеньев*

**Ключевые слова:** Тихий океан, система течений, Восточно-Австралийское течение, рельеф дна, аномалии температуры поверхности моря.

**Введение.** В статье рассматриваются течения Тихого океана, направленные на юг из района Кораллового моря, Северо-Фиджийской котловины, а также, частично, Меланезийской котловины, так как именно оттуда поступают воды южной ветви Южного пассатного течения (ЮПТ). Около двух столетий тому назад М.Флиндерсом вместе с Г.Бассом было обнаружено течение, направленное на юг у берегов Тасмании, которое представляло собой продолжение более сильного течения, проходящего вдоль восточного берега Австралии. В дальнейшем новые наблюдения позволили установить, что это течение является постоянным потоком, аналогичным течениям вдоль восточных берегов континентов в обоих полушариях, переносящих теплые воды из тропических в высокие широты, и названо Восточно-Австралийским течением (ВАТ). Действительно, по своему географическому положению, наличию узкой сильной струи Восточно-Австралийское течение представляется аналогом других западных пограничных течений – Гольфстрима, Курисио, Бразильского и Агульяс. Все они берут начало в западных частях тропических зон океанов, куда пассатные течения приносят большие объемы теплых вод. Помимо существования экваториальных противотечений, уменьшающих наклон уровня с востока на запад, во всех океанах вдоль их западных границ образуются сильные струйные течения.

Наиболее мощным из всех западных пограничных течений является Гольфстрим. Северное пассатное течение в Атлантике проходит между 10 и 23°с.ш., а Южное занимает более широкую полосу, примерно от 5°с.ш. до 20°ю.ш. Между 10 и 5°с.ш. в восточной части океана развивается Межпассатное противотечение. Южное пассатное течение, натекая на выступ Южной Америки разветвляется. Северная его часть проходит вдоль берегов Гвианы на северо-запад (Гвианское течение). Значительная часть этих вод нагоняется пассатными ветрами в Карибское море через широкий пролив между побережьем Южной Америки и о.Гренада, образуя южную ветвь Карибского течения. Через более глубокие проливы в центральной части Малых Антильских островов - Сент-Люсия, Сент-Винсент и Доминика нагоняются воды южного края Северного пассатного течения, образуя центральную ветвь Карибского течения. Подходя к Юкатанскому проливу, воды обеих ветвей соединяются, проходят в Мексиканский залив и, описывая антициклоническую петлю, с большой скоростью выходят в океан через Флоридский пролив. Флоридское течение принято считать началом системы Гольфстрима. Согласно многолетним измерениям, средний расход

Флоридского течения составляет 32.2 Св. После соединения Флоридского течения с Антильским расход Гольфстрима резко увеличивается, при этом наблюдается дальнейшее вовлечение воды в струю. При удалении от Флоридского пролива расход Гольфстрима увеличивается на 7% через каждые 100 км пути и на расстоянии 2270 км достигает наибольшего своего значения – 147 Св. При подходе Гольфстрима к 40°с.ш. от него отходят отдельные ветви [1]. Восточнее Ньюфаундлендской банки течение приобретает основное направление с запада на восток (Северо-Атлантическое течение), одна из ветвей которого проходит в Норвежское море, благодаря чему здесь никогда не образуются льды, а температура воды остается положительной на протяжении всей зимы. Воды Норвежского течения, минуя о.Западный Шпицберген и пролив Фрама, опускаются под поверхностную арктическую воду вследствие своей высокой солености и распространяются по всему Центральному Арктическому бассейну в промежуточном слое (150-900 м), сохраняя положительные значения температуры. Таким образом, система течений Гольфстрима оказывает влияние на гидрологические условия всей Северной Атлантики и Арктического бассейна, а также на атмосферные процессы и климатические особенности Европы.

Аналогом Гольфстрима в северной части Тихого океана является система течений Куроиси, формирующаяся водами Северного пассатного течения, которое достигая на западе Филиппинских островов раздваивается – большая часть его вод проходит на север к о.Тайвань (течение Тайвань). Самый южный край Северного пассатного течения поворачивает на юг, проходит вдоль острова Минданао, затем воды этого течения вливаются в Межпассатное противотечение, которое в Тихом океане представляет собой узкий (от 5 до 10°с.ш.) сильный и длинный, протекающий через весь океан поток. Течение же Тайвань (некоторый аналог Флоридского течения) следует на север, постепенно увеличивая скорость и объем переносимой воды. На участке от о.Тайвань до 160°в.д. течение называется Куроиси. Его расход составляет 40-50 Св, но в отдельные периоды может увеличиваться до 70 Св.

В Южной Атлантике западным пограничным является Бразильское течение. Оно образуется южной ветвью Южного пассатного течения, поворачивающейся на юг несколько южнее м.Сан-Роки. Хотя Бразильскому течению свойственны особенности западных пограничных течений – узкая струя, большие скорости, вовлечение в общую струю воды сбоку, его расход относительно невелик и составляет около 40 Св, а иногда несколько превышает эту величину. Это существенно меньше объема вод, переносимого к побережью Бразилии пассатным течением. Это объясняется тем, что в отличие от других западных пограничных течений Бразильское течение не столь глубокое, что вызвано наличием под ним промежуточного течения обратного направления. Наибольшие скорости этого промежуточного противотечения совпадают с ядром промежуточной водной массы и достигают 6-9 см/с по данным расчетов динамическим методом [2] и 25 см/с (а иногда 40 см/с) по инструментальным измерениям [3]. В связи с этим нижний слой Бразильского течения может полностью затухать, и даже увлекаться промежуточным течением на север. Поэтому Бразильское течение оказывается более слабым, чем аналогичное течение в Индийском океане (Агульяс) и по величине расхода занимает четвертое место среди западных пограничных течений.

Течение Агульяс по величине его расхода принято ставить на третье место после Гольфстрима и Куроиси. Оно формируется водами Южного пассатного течения Индийского океана, где Северного пассатного течения вообще нет. В северной части океана развит муссонный круговорот, меняющий направление вод – северным летом (при юго-западном муссоне) круговорот направлен по часовой стрелке, а северной зимой (при северо-восточном муссоне) против часовой стрелки. Ширина и положение

пассатного течения в Индийском океане такие же, как южной ветви Южного пассатного течения в Атлантическом и Тихом океанах, а расход его при средней скорости в верхнем 500-метровом слое составляет около 100 Св. Приближаясь к о.Мадагаскар течение делится на три ветви: северный край течения поворачивает к северу, давая начало Восточно-Африканскому течению, которое при юго-западном муссоне переходит в Сомалийское течение, а при северо-восточном уходит на восток, образуя аналог Межпассатного течения в других океанах. Две другие ветви пассатного течения поворачивают к югу – одна с восточной стороны, другая с западной стороны о.Мадагаскар (Мадагаскарское и Мозамбикское течения). Южнее 25°ю.ш. оба течения сливаются, дальше на юг течение (это и есть Агульяс) прижимается к африканскому берегу, средняя скорость его на поверхности около 100 см/с, а в ядре иногда достигает 150-200 см/с, в глубину оно заметно не менее, чем до 2000 м. Расход течения по некоторым оценкам составляет 60-70, по другим 80-100 Св. Часть вод отделяется и следует в обратном направлении (Возвратное течение Агульяс), но основное течение поворачивает к западу, а затем резко разворачивается на восток, образуя крутую петлю, изгиб которой вытягивается в сторону Атлантики, конец этого изгиба время от времени отрывается и в виде образующихся круговоротов проходит на запад. По нашим данным [4] существует и слабая постоянная ветвь течения в Атлантический океан, однако основной объем вод течения Агульяс приобретает устойчивое направление на восток в виде более теплого северного края западно-восточного переноса (Северо-Индоеокеанское течение). Таким образом можно считать, что течение Агульяс подобно Гольфстриму и Курисио также образует систему Агульяс.

Восточно-Австралийское течение, как принято считать, начинается в Коралловом море, куда южная ветвь Южного пассатного течения приносит воду, поднимая его уровень. Течение проходит на юг вдоль австралийского берега узкой струей, наибольших значений скорость его достигает между 28 и 30-32°ю.ш. и составляет 30-50 см/с (иногда достигает 70 см/с), а расход в среднем около 30 Св, в иные годы повышаясь до 40, а в другие падает до 20-15 Св. Большая междугодичная разница в расходах течения может объясняться естественными причинами, она существует и в других течениях, но также и тем, что в качестве океанской границы течения разные авторы выбирают неодинаковую долготу: 156, 157, 158°в.д., а В.А.Бурков [2] предлагал считать этой границей 159°в.д. Однако основная неясность, на наш взгляд, состоит в том, что южная ветвь Южного пассатного течения (ЮПТ), учитывая его ширину в западной части океана – от 8-9°ю.ш. до 18°ю.ш., переносит около 170 Св, слабое и неглубокое Южное экваториальное противотечение, которое формируется восточнее Кораллового моря (согласно Буркову только около 160°з.д.) переносит 100 Св, а Восточно-Австралийское только 30 Св. Чем объясняется такое несоответствие пока неясно.

В связи с изложенным целью настоящей работы является исследование следующих вопросов: 1 – что именно представляет собой Восточно-Австралийское течение; 2 – каковы его ширина, глубина, скорости и расходы; 3 – куда проходят воды южной ветви ЮПТ Тихого океана, достигая его западной границы?

**Изученность циркуляции вод региона.** Как уже упоминалось, Восточно-Австралийское течение начинается в Коралловом море вблизи 20°ю.ш. Однако между 20 и 23°ю.ш. Большой барьерный риф имеет наибольшую ширину и окружен глубинами менее 1000 м. На этом участке вода из Кораллового моря, образующая южнее течение вдоль берега, может пройти через узкий проход между краем мелководья с запада и островами Бёрд и Кейто с востока. Южнее 23°ю.ш. котловина Тасманова моря расширяется, шельф резко сужается, и большие глубины наблюдаются

на незначительном удалении от берега. Далее на юг течение усиливается и на участке 28 - 32° ю.ш. достигает в среднем 30 Св.

На широте 33-35° ю.ш. от струи Восточно-Австралийского течения отделяется ветвь на восток в сторону Новой Зеландии и обходит ее с севера. Оставшийся объем теплой воды следует далее на юг вдоль Австралии и Тасмании, по крайней мере, до широты м. Южный и только здесь вливается в общий западно-восточный перенос. Между поднятием Милл, расположенным южнее Тасмании, и плато Кэмпбелл (южнее Новой Зеландии), холодные субполярные воды заходят в Тасманово море и распространяются к северу до теплой ветви Восточно-Австралийского течения на 33-35° ю.ш. Поэтому эта ветвь называется фронтом Тасманова моря. Этот фронт нельзя назвать субполярным, так как по определению субполярные фронты во всех океанах разделяют субтропические и субполярные воды. Воды же Тасманова моря южнее фронта не являются собственно субполярными, с ними смешиваются воды теплой ветви, проходящей до южного берега Тасмании, а также, в некоторой мере, и воды течения Ливина, проходящие и Большом Австралийском заливе на восток (в сторону Тасмании) [5].

Отходящая от Восточно-Австралийского течения на 33-35° ю.ш. ветвь на восток, образует сначала петлю с антициклоническим движением вод, а затем волнистую полосу, продвигаясь в сторону о. Северный Новой Зеландии. Образование петлеобразных изгибов течениями при пересечении хребтов известно давно [6-8], а отходящее на восток течение пересекает хребты – узкий и невысокий хребет Дампье (который и заканчивается около 33° ю.ш.), широкий Лорд-Хау с островами Лорд-Хау и Болс-Пирамид, а также вершиной, глубина над которой около 770 м, и ещё восточнее – хребет Норфолк. На самом деле волнистая линия фронта имеет несколько изгибов. Предполагается [6-9], что длинные волны, распространяющиеся в сторону Северного острова с его мелководьями, отражаются от твердой границы. Отраженные волны складываются с падающими на эту границу, в результате чего и возникает сложная структура фронта. Петли, образуемые течением, время от времени замыкаются в круговороты, что наблюдается и в других струйных течениях. На рис.1 схематически изображено образование круговорота, оторвавшегося от основного течения. Сама же причина отделения от Восточно-Австралийского течения ветви, пересекающей Тасманово море, не одинаково объясняется разными авторами [7-10]: некоторым расширением шельфа, небольшими выступами берега или другими морфологическими особенностями.

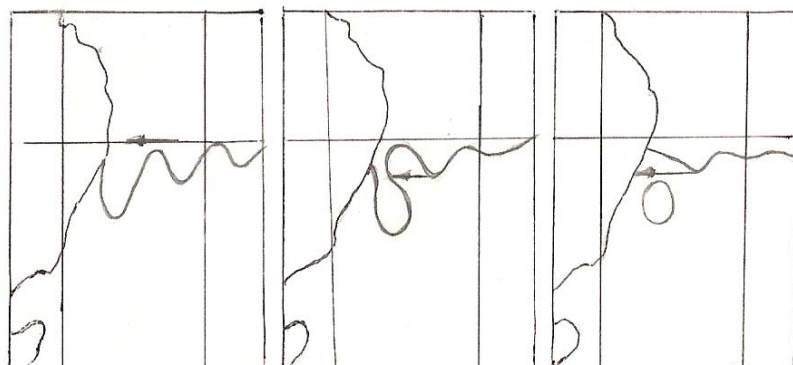


Рис.1 - Схема образования теплых круговоротов южнее фронта Тасманова моря вследствие обрыва отдельных меандров [9].

Сравнивая все западные пограничные течения между собой и отвлекаясь от причин, вследствие которых они различны по своей мощности (величинам скоростей и расходов воды), можно отметить, что все они, распространяясь в сторону высоких широт, достигают наибольшего развития примерно к  $32^\circ$ , далее от них начинают отходить ветви, которые частично рециркулируют, образуя большие антициклонические круговороты. Течения обратного направления в рециркуляционных системах получили свои названия: Южная ветвь Гольфстрима [11,12], Противотечение Куро시오, Возвратное течение Агульяс. В каждом конкретном случае место отделения от океанского края части течения и его поворота в обратном направлении обусловлено определенными морфологическими особенностями. Гольфстрим поворачивает около мыса Гаттерас ( $35^\circ$ с.ш.,  $75^\circ$ з.д.), где шельф Северной Америки резко расширяется. Куро시오 отходит от берега о. Хонсю вблизи п-ова Босо ( $35^\circ$ с.ш.,  $40^\circ$ в.д.), однако в этом случае основную роль может играть даже не полуостров, а наличие в этом месте отходящего от берега высокого подводного хребта, вершины которого выступают на поверхность в виде небольших островков Нампо. Возвратное течение Агульяс отделяется от основного течения около  $35-36^\circ$ ю.ш. В Бразильском течении океанский край отходит влево также около  $35^\circ$ ю.ш., хотя никаких крупных особенностей шельфа или дна океана здесь нет.

То обстоятельство, что во всех пяти западных пограничных течениях океанский край отходит от прибрежной ветви около  $35^\circ$  (возможно между  $33$  и  $36^\circ$ ) широты, дает основание считать, что морфологические особенности берега, шельфа, рельефа дна играют в этом процессе не главную роль. Выступы берега или шельфа привели бы к тому, что течение обходило бы эти препятствия и возвращалось к своему первоначальному направлению. Очевидно, основную роль здесь играет ветер, вернее изменение его направления. Пассаты, дующие между экваториальной ложбиной низкого давления и субтропическими зонами высокого давления в обоих полушариях (в океанах это субтропические антициклоны), ограничены  $25-30^\circ$  широты. В субполярных же зонах дуют западные ветры, но смена направления ветра не может происходить без некоторой довольно широкой переходной полосы с переменными ветрами. В данном случае речь идет о западных перифериях субтропических антициклонов. В Южном полушарии ветер будет постепенно поворачивать от востока к западу через северо-восточное, северное, северо-западное направления. В Северном полушарии переход от восточного к западному направлению ветра будет происходить через юго-восточное, южное, юго-западное направления, т.е. в переходной полосе меридиональная составляющая тангенциального напряжения ветра будет менять знак, что и служит причиной отрыва и поворота части течения. Авторами [10] разработаны численные модели течения с учетом изгибов береговой линии, рельефа дна и, наконец, с учетом особенностей поля ветра в районе, где Тасманов фронт отходит от Восточно-Австралийского течения. В обсуждении результатов своих моделей авторы также пришли к заключению, что основную роль отрыва и поворота части течения на восток играет ветер. Морфологические же особенности могут повлиять лишь на положение конкретного места отрыва. Вопрос же о том, почему отделившаяся часть Восточно-Австралийского течения не следует в обратном направлении, а затем снова, попадая в более низкие широты, не соединяется с основным течением (рециркулирует), авторы [10] не рассматривают.

В заключение настоящего раздела рассмотрим еще одну схему течений вокруг Австралии, предложенную Кирхом и Крейгом и приведенную в [9]. Отметим сразу, что некоторые детали схемы противоречат известным и выполненным на основе измерений в океане описаниям течений. Во-первых, неясно для какого сезона муссонных ветров (или это средние годовые их направления) изображены течения к северо-востоку и

северо-западу от Австралии. Судя по показанному на схеме (рис.2) направлению Яванского течения (на восток), рассматривается период северо-восточного муссона, когда Яванское течение является продолжением Экваториального противотечения (его Индоокеанского аналога в этот сезон), проходящего с запада на восток между течением северо-восточного муссона и Южным пассатным течением Индийского океана. Однако этому направлению муссона не соответствует поток воды из моря Банда вдоль о. Тимор. Отсутствует и Новогвинейское течение, которое в сезон северо-восточного муссона проходит с северо-востока на юго-запад и, вероятно, увеличивает приток воды в Соломоново и Коралловое моря. На рисунке же изображено ответвление Южного пассатного течения Тихого океана в сторону Новой Гвинеи, которое должно служить началом Новогвинейского течения, направленного вдоль ее океанского берега на северо-восток, что происходит лишь при юго-западном муссоне.

Далее, от 15° ю.ш. вдоль западного берега Австралии проходит на юг течение Ливина и, согласно схеме, оно ослабевает, проходя на юг в сторону м. Ливина (линия, изображающая течение, становится все тоньше), хотя на той же схеме к течению Ливина присоединяется ответвление Западно-Австралийского течения. Кроме того, давно показано на основе наблюдений в океане и расчетов, что расход течения Ливина увеличивается в направлении к м. Ливина. В Большом Австралийском заливе вместо круговорота в схеме нарисовано продолжение течения Ливина, которое, однако, вблизи о. Кенгуру наталкивается на встречное течение, идущее из Бассова пролива на запад, хотя до сих пор вроде бы считалось, что через мелководный Бассов пролив воды проходят с запада на восток. Не очень ясно, что именно изображают винтовые линии южнее Большого Австралийского залива и на юге Тасманова моря. Тем не менее, несмотря на некоторое несоответствие схемы ранее опубликованным результатам исследования течений вокруг Австралии (в том числе и наблюдениям), эта схема показывает, что в районе 33-36° ю.ш. и, примерно, 152-157° в.д. при отделении от Восточно-Австралийского течения ветви на восток (Тасманов фронт) образуется антициклонический круговорот. В восточной части круговорота как раз и отделяется ветвь на восток, однако часть воды, завершая круговорот с севера, снова вливается в прибрежную ветвь Восточно-Австралийского течения (рециркулирует). Таким образом, несмотря на сложный рельеф дна, несколько меридиональных хребтов в этом регионе, течение образует антициклонический круговорот на тех же широтах, что и в других западных пограничных течениях. На схеме (рис.2) Восточно-Австралийское течение образует еще один антициклонический круговорот между 25 и 30° ю.ш.

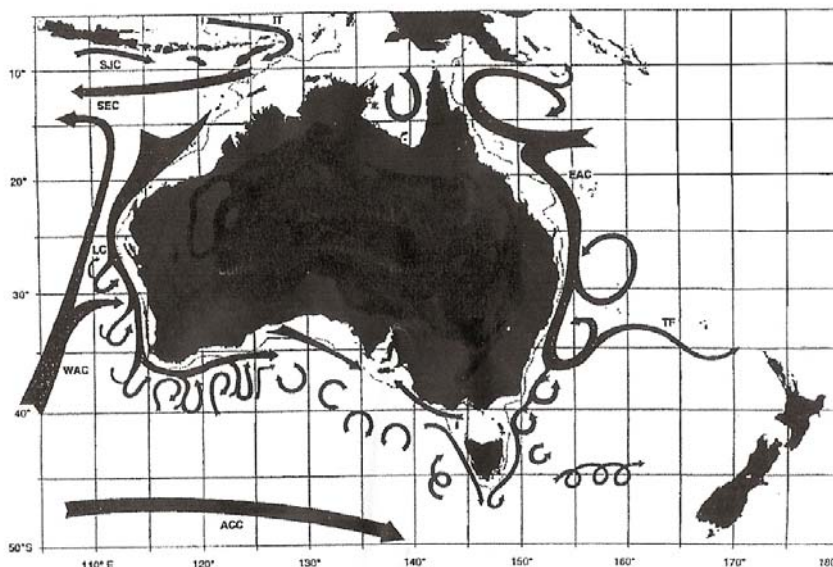


Рис.2 - Предполагаемая схема течений вокруг Австралии согласно [9].

Однако в описаниях течения, основанных на фактических наблюдениях, о нем нет упоминаний, в следующем разделе мы остановимся подробнее на этом факте. В заключение отметим, что анализ доступной нам литературы (отечественной и зарубежной) все же не дает ответа на вопрос, почему Восточно-Австралийское течение является наиболее слабым среди всех пяти западных пограничных течений со средним расходом около 30 Св, а также почему только прибрежное течение называется Восточно-Австралийским, хотя его восточный край часто выходит за пределы устанавливаемой границы – 156,157, 158° в.д., и куда уходят остальные воды, выносимые в Северо-Фиджийскую котловину и Коралловое море южной ветвью ЮПТ.

Что же касается поворота на запад концевых участков всех западных пограничных течений на 40-42° широты в обоих полушариях, то он достаточно понятен. Течения попадают здесь в зону сильных и устойчивых западных ветров ("ревущие сороковые") и соединяются с общим западно-восточным переносом вод, образуя его более тёплый край. Кроме того, наклон изобарических поверхностей в сторону высоких широт, обусловленный понижением температуры воды, поддерживает западно-восточный перенос до больших глубин.

**Использованные материалы.** Для того, чтобы получить обоснованные результаты в качестве ответа на поставленные в работе задачи, следовало построить карты динамического рельефа хотя бы верхних изобарических поверхностей всего региона, куда поступают воды южной ветви ЮПТ. Такие карты дали бы возможность для составления схемы всей системы течений от их истоков до выхода их из этого региона и образования Южно-Тихоокеанского течения как северного края западно-восточного переноса вод Южного полушария. Спутниковые снимки являются недостаточным материалом для такой цели. Поэтому в течение последних лет авторы настоящей работы собирали материалы глубоководных измерений из разных архивов, а также через INTERNET. В результате этой работы создан некоторый фонд глубоководных измерений температуры и солёности воды, выполнявшихся судами разных стран. Именно потому, что измерения выполнялись разными судами, разными организациями и в разные годы, направления выбиравшихся разрезов не особенно согласованы между собой. Всего таких направлений 19, положение и длина разрезов представлены на рис.3, на котором изображены и рельеф дна региона, положение хребтов, глубоководных котловин, желобов и островных дуг. Общее число случаев выполнения разрезов по всем показанным направлениям - 74. Однако распределены наблюдения неравномерно. Наибольшее число разрезов пересекает прибрежное течение, которое называется Восточно-Австралийским, его пересекают следующие направления: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. Глубоководные измерения здесь выполнены 32 раза, хотя по направлениям 10, 11, 13 измерения велись не всегда по всей длине разрезов, а ограничивались лишь пересечением полосы, прилегающей к австралийскому берегу (шириной 4-5° по параллели). К сожалению, такие информативные разрезы: 3, 4, 19 и ломаная линия 16 выполнялись только по одному разу, а вдоль направления 12 измерения производились 14 раз в разные годы и месяцы. Для построения карты динамического рельефа использовались все наблюдения. На тех направлениях, где наблюдения производились более одного раза, значения температуры и солёности осреднялись по станциям, расположенным примерно в одних и тех же координатах. В качестве отсчетной выбрана поверхность 1000 дбар, хотя на многих станциях измерения производились до 3000, 4000 м, однако в других случаях они ограничивались 1000 м, это и явилось причиной указанного выбора отсчётной поверхности. Вычисления динамических высот выполнялись по методике Н.Н.Зубова, т.е. с использованием условного удельного объёма и получением величины динамической высоты в дин. мм.

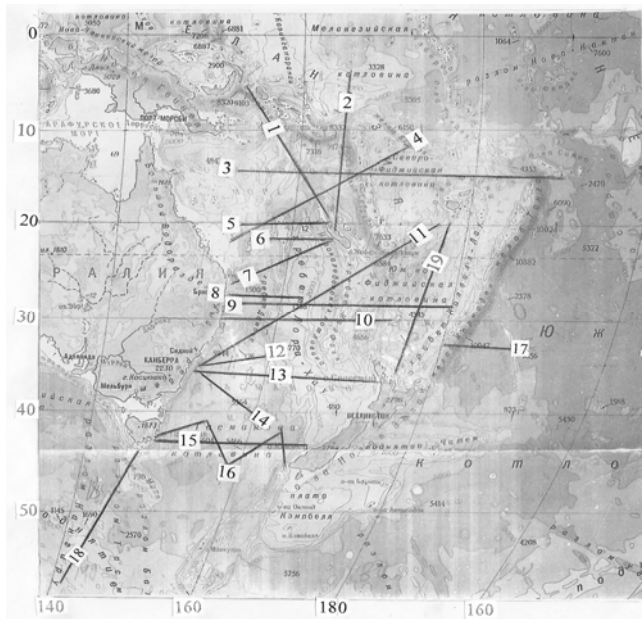


Рис.3 - Схема глубоководных разрезов в исследуемом районе.

На картах с изображением изолиний динамических высот дин. мм переведены в дин. см и для краткости цифрового обозначения каждой изолинии из всех полученных значений динамических высот вычтена постоянная величина, что не меняет разности между соседними их величинами или расстояния между двумя изолиниями, которое составляет 10 дин. см.

**Полученные результаты.** Принято считать, что южный край ЮПТ в Тихом океане проходит около 20°ю.ш. Однако у западного побережья эта часть течения должна обходить о-ва Тонга и Фиджи, поэтому оно может разделяться на две отдельные ветви, одна из которых может проходить севернее 14, а вторая южнее 20°ю.ш. Противотечение Кромвелла ограничено с юга 2°ю.ш., а Южное экваториальное противотечение только формируется около 160°в.д. и в западной части океана еще слабое и неглубокое, а иногда и вообще не заметно. Все же сделаем допущение, что часть ЮПТ от 2 до 10°ю.ш. уходит частью в противотечение Кромвелла, а частью в Южное экваториальное противотечение, и будем считать, что южная ветвь ЮПТ имеет ширину около 10° по меридиану. Хотя скорости ЮПТ в верхнем слое океана достигают 70 см/с, а нередко и 100 см/с, в западной части океана они уменьшаются в среднем до 30-40 см/с. Этот верхний слой здесь составляет 150-180 м, ниже скорости существенно уменьшаются, хотя само течение прослеживается не менее, чем до 1000 м. Если считать, что верхний слой течения имеет толщину 150 м, а скорость течения 30 см/с, то перенос воды на запад южной ветвью ЮПТ только в этом слое составляет 45 Св.

Сочтем скорость течения в среднем слое от 150 до 500 м равной 10 см/с, тогда расход воды в этом слое составит 35 Св. Если скорость в нижнем слое от 500 до 1000 м положить равной 3-4 см/с (если бы она была меньше, вряд ли течение могло быть измерено или вычислено), то даже в этом случае расход всей южной ветви будет около 100 Св, и приходить эта вода может только в Северо-Фиджийскую котловину и в самую южную часть Меланезийской котловины. Далее на запад на пути южной ветви ЮПТ в Коралловое море расположены вытянутые вдоль меридиана о-ва Санта-Крус и Новые Гебриды. Отсюда вода в Коралловое море может поступать только через широкий и глубокий пролив между о-вами Санта-Крус и самыми южными из Соломоновых островов. Именно здесь сходятся глубоководные желоба Сан-Кристоваль и Санта-Крус (около 10°ю.ш.). Возможно, конечно, еще поступление воды в Коралловое море через два узких прохода – один из самой южной части Восточно-Каролинской котловины между северными о-вами из группы Соломоновых и южной оконечностью о.Новая Ирландия (около 5°ю.ш.), второй из Ново-Гвинейского моря между Новой Гвинеей и Новой Британией (около 6-7°ю.ш.). Однако в этом последнем случае воды на юг будут проходить только в период северо-восточного муссона. При



юго-западном муссоне Ново-Гвинейское течение направлено в противоположную сторону. В обоих случаях воды будут попадать сначала в Соломоново море и лишь затем между о-вами Д'Антраксто и Соломоновыми в северную часть Кораллового моря. Так как эта часть моря находится в зоне пассатного ветра, направление которого отчасти нарушается муссонным эффектом, то в период северо-восточного муссона течение вероятнее всего пройдет на запад южнее архипелага Луизиана и южного края Новой Гвинеи, а далее повернет вдоль мелководья залива Папуа и Торресова пролива, затем вдоль Большого Барьерного рифа и о-вов Уиллис и Трегресс, описав, таким образом, вытянутую на запад антициклоническую петлю. Далее часть течения, образующего этот круговорот, как уже отмечалось во многих работах, пройдет на юг между Барьерным рифом и о-вами Честерфилд (с их обширным мелководьем). Именно южнее этого прохода и формируется прибрежное Восточно-Австралийское течение (20-23°ю.ш.). Учитывая то обстоятельство, что проход на юг между о-вами Честерфилд и Большим Барьерным рифом неширокий, кроме того на поднятии, примыкающем к о-вам Честерфилд есть выступающие из воды рифы, а также о-ва Берд и Кейто, на юг из Кораллового моря в Тасманово не может пройти объем воды более 30-40 Св даже при значительных скоростях прибрежного течения. Большая же часть вод южной ветви ЮПТ должна проходить на юг, а затем поворачивать на запад иными проходами, образуя своеобразную систему течений в регионе, расположенном на восток от побережья Австралии вплоть до 180° долготы, а скорее всего до 170°з.д. Причиной образования такой системы является не только большой объем воды, переносимой южной ветвью ЮПТ, но и совершенно особые морфологические условия региона, наличие нескольких меридиональных хребтов, котловин между ними, островных дуг и глубоководных желобов, а севернее 23°ю.ш. большого количества рифов, окружающих острова и препятствующих водообмену.

Самым восточным является хребет Тонга-Кермадек, на котором расположены вытянутые с севера на юг островные группы Тонга и Кермадек. Хребет начинается около 16°ю.ш. и 170-172°з.д. и проходит на юг в направлении м.Восточный Северного острова Новой Зеландии. С океанской стороны вдоль островов проходят глубоководные желоба Тонга и Кермадек. Между этими группами островов есть понижение дна, разделяющее острова между 23 и 28°ю.ш. Глубина океана в этом понижении 1000-2000 м, через него может выходить вода из Южно-Фиджийской котловины в океан или входить из океана. Следующее понижение хребта – южнее о-вов Кермадек, примерно между 33°ю.ш. и северным берегом Новой Зеландии. Параллельно хребту Тонга-Кермадек со стороны моря Фиджи проходит узкий хребет Колвилл-Лау. Он начинается островами Лау (Восточные) около 18°ю.ш. и простирается также до северного побережья Новой Зеландии, на нем много мелководных участков, около 23-24°ю.ш. из воды поднимаются рифы, однако южнее 31°ю.ш. хребет понижается. Таким образом, течение из моря Фиджи может свободно проходить севернее Новой Зеландии.

С запада Южно-Фиджийскую котловину (море Фиджи) ограничивает хребет Норфолк. В его северной части находится о.Новая Каледония, вернее этот остров является как бы наиболее высокой частью хребта. На север от Новой Каледонии простирается узкое мелководье, заканчивающееся о-вом Ион примерно на 18°ю.ш. На юг хребет Норфолк простирается до оконечности о.Северный Новой Зеландии. Посредине хребта (около 28-30°ю.ш.) имеется высокое поднятие с о-вом Норфолк и еще несколькими мелкими островками. Севернее и южнее этого поднятия хребет понижается и здесь может проходить на восток вода из Новокаледонской котловины, расположенной западнее хребта Норфолк.

Новокаледонская котловина начинается в Коралловом море между о-вом Ион, Новой Каледонией и хребтом Норфолк, ограничивающими котловину с востока, и

широким хребтом Лорд-Хау с запада. Котловина узкая с крутыми склонами и довольно ровным дном. Глубина котловины между подножиями хребтов превышает 3000 м. В южной части дно котловины поднимается, а сама котловина заканчивается с западной стороны о-ва Северный Новой Зеландии. В котловину может проходить на юг вода из Кораллового моря через неширокий, но глубокий проход между северным высоким концом хребта Лорд-Хау (минимальная глубина 12 м) и Новой Каледонией с ее северным мелководьем, на котором находятся о-ва Ион, Белеп и большое число рифов.

На запад от Новокаледонской котловины располагается хребет Лорд-Хау, который начинается в Коралловом море. Его северный конец представляет собой мелководье. Эта мелководная часть простирается от 17-18 до 22-23°ю.ш. Далее на юг хребет расширяется, но высота его резко уменьшается. Между 23 и 30°ю.ш. на хребте почти нет возвышенностей, глубина моря над которыми была бы меньше 1500 м.

В средней части хребта (между 30 и 35°ю.ш.) есть возвышенность с глубинами 700-1000 м и островами Лорд-Хау и Болс-Пирамид. Далее на юг хребет снова понижается, но около 37-38°ю.ш. он сильно расширяется, глубины под ним уменьшаются и он переходит в обширный мелководный участок дна вдоль западного берега обоих островов Новой Зеландии, середина этого мелководья находится на широте пролива Кука. Западное подножие хребта Лорд-Хау проходит примерно вдоль 160°в.д. и поэтому ширину Восточно-Австралийского течения можно было бы определять от континентального берега до 160 меридиана в.д. Некоторая путаница в определении восточной границы течения возникла, как нам представляется, в связи с тем, что западнее хребта Лорд-Хау есть еще один узкий и короткий хребет Дампье. Около 30°ю.ш. хребет Дампье соединяется с хребтом Лорд-Хау и здесь на нем есть два довольно высоких пика, глубина над которыми небольшая. Заканчивается хребет очень узким и мало возвышающимся над глубоководным дном участком примерно около 32-33°ю.ш. [13]. Именно наличие хребта Дампье приводит в иных случаях к отрыву части прибрежной струи, которая также проходит параллельно берегу. Местами обе струи сливаются, но не на поверхности, а на некоторой глубине, именно поэтому правильнее было бы назвать Восточно-Австралийским все течение, проходящее на юг между берегом Австралии и 160°в.д., а не только узкую прибрежную ветвь, выбирая восточной границей течения меридианы 155, 156, 157°в.д. в зависимости от ширины прибрежной ветви.

На рис. 4 показана карта динамического рельефа свободной поверхности океана вокруг Австралии. Течения вдоль западных и южных берегов уже рассматривались в работах [5,14], здесь же рассматривается система течений в западной части Тихого океана между берегами Австралии (и Тасмании) с запада, хребтами Тонга-Кермадек и Новой Зеландией с востока. Как уже упоминалось выше, при вычислении динамических высот использовались результаты глубоководных измерений, выполнявшихся в разные месяцы разных лет. Следовательно, показанная схема представляет некоторое среднее состояние течений верхнего слоя этой части океана, хотя следует заметить, что данных, полученных в период юго-западного муссона (южная зима) несколько больше, чем в период северо-восточного муссона. Так как не только скорости, но и направление течений верхнего слоя морей Новогвинейского, Соломонова и северо-западной части Кораллового испытывают сезонные изменения, обусловленные сменой направления муссонных ветров, результаты, представленные на рис.4 в районе, прилегающем к северной оконечности Австралии, южному краю Новой Гвинеи и островам Новая Британия и Соломоновым могут в большей мере относиться именно к зимнему периоду Южного полушария.

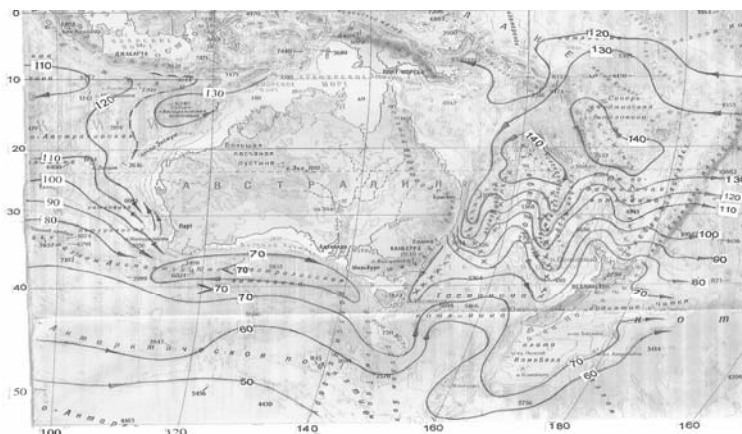


Рис.4 - Карта динамического рельефа свободной поверхности океана вокруг Австралии. Изолинии динамических высот обозначены в дин.см.

Рассмотрим полученные результаты сначала для верхнего слоя океана, а затем для глубины, ниже которой муссонные изменения ветров не оказывают влияния на систему течений. Из обширной литературы [2,13,15,16] известно, что субтропическая конвергенция в Тихом океане проходит с запада на восток с некоторым изменением по широте. В западной части ее ось находится около  $20^{\circ}$ ю.ш., слегка отклоняется к северу в районе Новых Гебридских островов, далее на восток около  $170^{\circ}$ з.д. она отклоняется к югу и проходит одним-двумя градусами южнее Южного тропика. В рассматриваемом регионе, как можно видеть на рис.4, зона субтропической конвергенции с наибольшими значениями динамических высот не представляет собой сплошной полосы. Меридиональными хребтами, островными дугами и котловинами она разделена на отдельные области. Между австралийским берегом и  $180^{\circ}$  таких областей две, разделенных между собой островом Новая Каледония и протянувшимся на юг хребтом Норфолк. От этих областей в южном направлении проходят три гребня повышенных значений динамических высот: один из них вдоль берега Австралии до Тасмании, второй – вдоль узкой Новокаледонской котловины почти до мелководного участка, примыкающего к острову Южный Новой Зеландии и третий – вдоль Южно-Фиджийской котловины до оконечности хребта Колвилл-Лау у северного берега новой Зеландии (примерно около  $35^{\circ}$ ю.ш.).

Общий наклон свободной поверхности океана от зоны субтропической конвергенции (самое высокое положение поверхности) около  $23^{\circ}$ ю.ш. до  $40^{\circ}$ ю.ш. составляет 70 дин.см. Течение в соответствии с таким наклоном уровневой поверхности южнее  $23^{\circ}$ ю.ш. поворачивает на восток. Однако последовательное чередование хребтов и ложбин приводит к образованию глубоких изгибов линий тока, т.е. при общем следовании на восток течение обтекает сильно вытянутые к югу гребни, по западной стороне которых струя проходит в южном направлении, а по восточной стороне – на север.

Первый из гребней простирается от  $22-23^{\circ}$ ю.ш. до южной оконечности Тасмании. Именно по его прибрежной стороне и проходит Восточно-Австралийское течение, которое может иметь и параллельную ветвь в связи с появлением на его пути меридионального, узкого и невысокого хребта Дампье. И следующей за ним также узкой котловины перед широким и простирающемся далеко на юг хребтом Лорд-Хау, который на  $36-37^{\circ}$ ю.ш. поворачивает на юго-восток и смыкается с мелководьем Новой Зеландии вблизи пролива Кука. Эта отделившаяся струя проходит над западным склоном хребта Лорд-Хау. Восточный край этой второй струи находится около  $160^{\circ}$ в.д. Именно по этой причине мы и предлагаем считать ширину Восточно-Австралийского

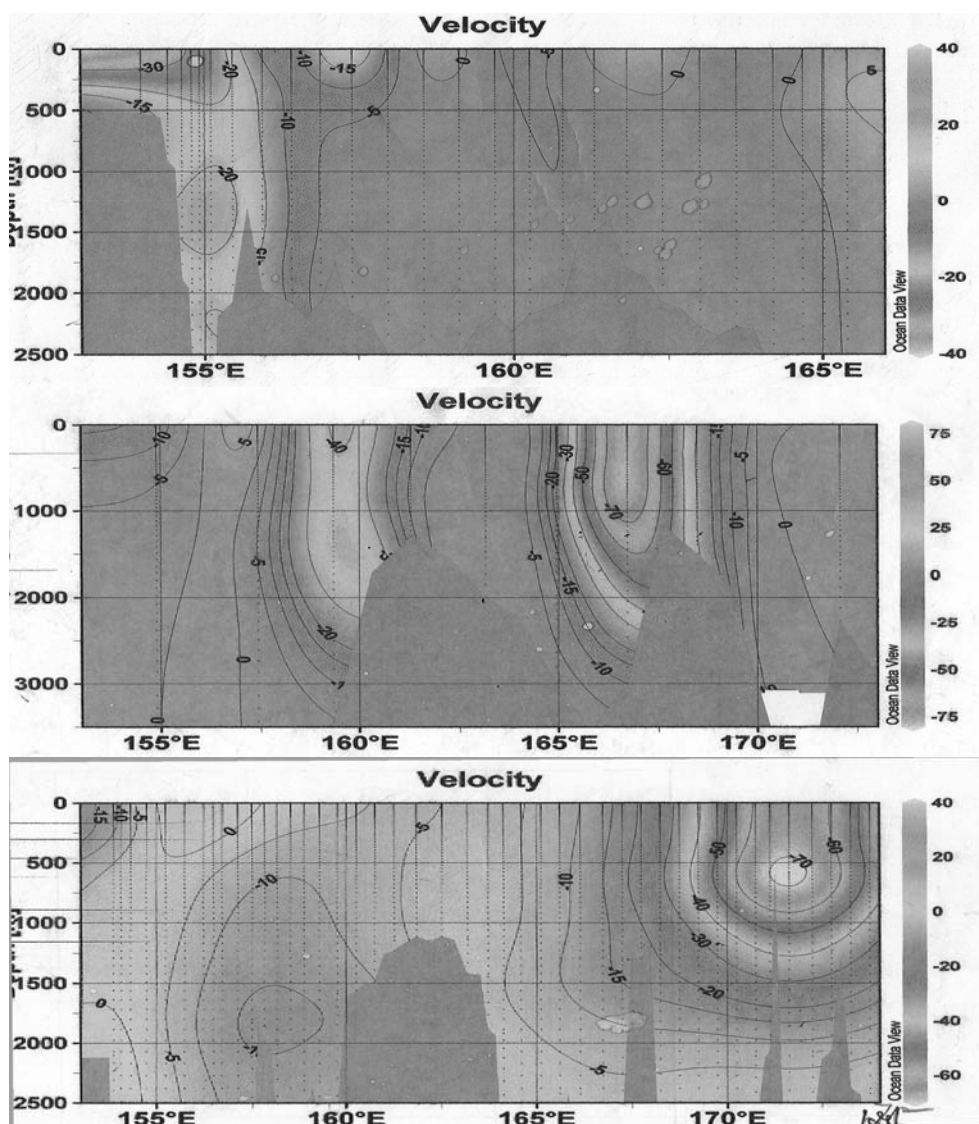
течения от берега до 160°в.д. Иногда этого восточного края течения может и не быть, но если каждый раз выбирать ширину течения произвольно, то можно при расчетах его расхода получить некоторую искусственную изменчивость.

Вторая струя, которая не соединяется с Восточно-Австралийским течением, проходит на юг вдоль Новокаледонской котловины, она может смещаться от средней линии котловины либо к восточному склону Лорд-Хау, либо к западному склону хребта Норфолк. Третья струя на юг проходит через Южно-Фиджийскую котловину, чаще в западной ее части (на рис.5 показаны сечения упомянутых струй по 30°ю.ш.).

Обходя гребни динамического рельефа струи течений южнее 25°ю.ш. выходят в океан через понижения в хребте Колвилл-Лау, между хребтами с выступающими на них группами островов Тонга и Кермадек, а также между южной оконечностью хребта Кермадек и северным берегом Новой Зеландии. В статье [10] показано, как, обходя северный берег Новой Зеландии, течение образует круговороты в его изгибах (рис.6), однако мы не располагаем столь густой сетью глубоководных измерений, чтобы получить такую подробную схему течений, обтекающих северный берег Новой Зеландии, да это и не было целью нашей работы. Тем не менее, течения, названные Восточно-Оклендским, Восточного мыса, а также Южное течение, обходящее Новую Зеландию с юга, на полученной карте видны достаточно хорошо.

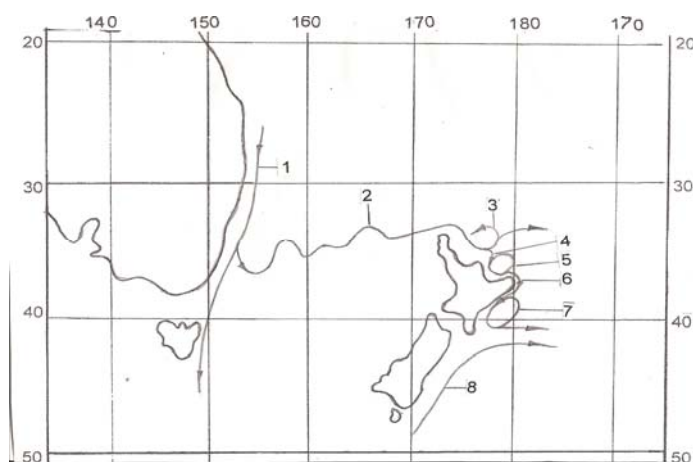
Кроме описанных выше деталей можно отметить, что от северного края кругового антарктического течения между возвышенностью Милл (южнее Тасмании) и плато Кэмпбелл (южнее Новой Зеландии) в Тасманово море широкой петлей поступает холодная субполярная вода. Продвигаясь к северу от параллели 40°ю.ш. субполярные воды смешиваются с более теплыми субтропическими водами, поступающими с севера. Они образуют довольно широкую извилистую полосу поперек Тасманова моря (около 33-35°ю.ш.) с повышенными градиентами температуры воды – фронт Тасманова моря. Этот фронт, как уже отмечалось выше, не является субполярным, так как к югу от него находятся воды смешанные (а не субполярной структуры). Течение на восток, соответствующее фронту, обходит мыс Восточный и направляется на юг вдоль восточного берега о.Северный (течение Восточного Мыса), а затем поворачивает на восток в открытый океан. Субполярные воды, обходящие плато Кэмпбелл (Южное течение), перед поднятием Чатем также поворачивают на восток. Таким образом, в западной части Тихого океана около 40°ю.ш. образуется классический субполярный фронт, который заметно выражен до 140°з.д. Далее на восток он размывается. В восточной части океана северный край Кругового Антарктического (Южно-Тихоокеанского) течения начинает поворачивать к северу, образуя Перуанское течение, начинающееся от 40°ю.ш., а воды, поворачивающие от 40°ю.ш. к югу, образуют течение вдоль берегов Чили, которое в статье [17] мы условно назвали Чилийским. Обходя Огненную Землю Чилийское течение в проливе Дрейка превращается в сильную струю (течение м.Горн), переносящую тихоокеанские воды в Атлантический океан.

Показанная на рис.4 схема течений юго-западной части не противоречит представлениям относительно общей циркуляции вод Тихого океана. Однако распределение теплых вод, приносимых в западную часть океана южной ветвью ЮПТ, не согласуется со схемами, представленными другими авторами. Одна из этих схем (рис.2) была уже рассмотрена выше, остановимся теперь на более детальной схеме (рис.7) с обозначениями и названиями отдельных ветвей течений. Севернее 20°ю.ш. она существенно отличается от изображенной на рис.4 настоящей статьи.



а) прибрежное ВАТ; б) ВАТ вместе с ветвью вдоль западного склона хребта Лорд-Хау и вдоль Новокаледонской котловины; в) самая восточная ветвь – вдоль Южно-Фиджийской котловины.

Рис.5 – Геострофические скорости отдельных струй на разрезе по 30°ю.ш.

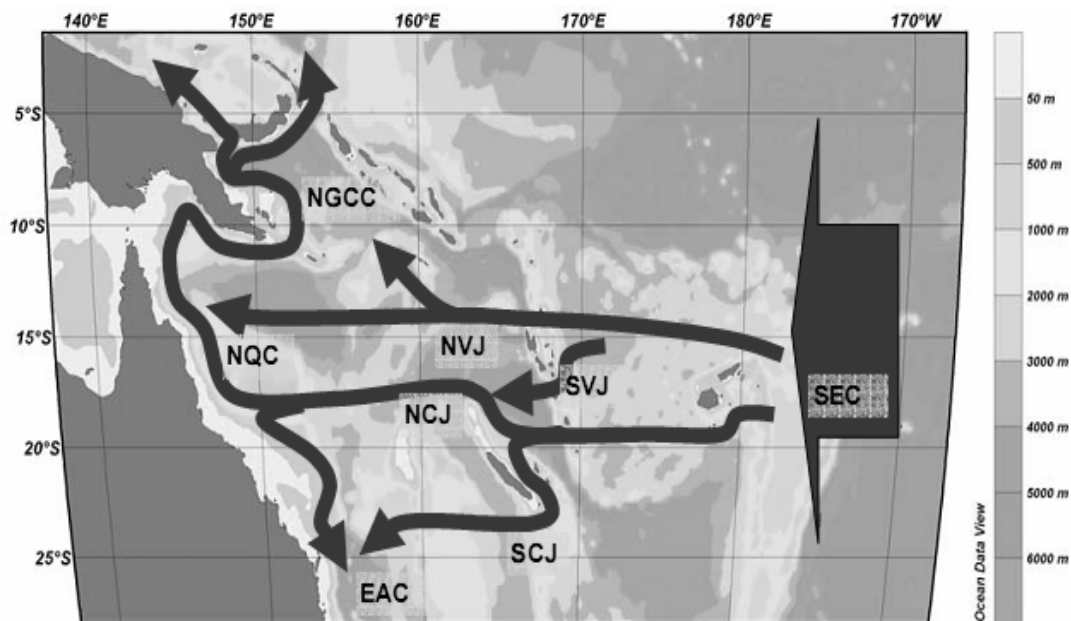


1 – Восточно-Австралийское течение; 2 – Тасманов фронт; 3 – круговорот Северного мыса;  
4 – Восточно-Оклендское течение; 5 – круговорот Восточного мыса; 6 – течение Восточного мыса;  
7 – круговорот Вейрарапа; 8 – Южное течение

Рис.6 – Течения, обтекающие Новую Зеландию.

На ней показаны течения вдоль Гебридских островов (Северная и Южная ветви), Северная и Южная ветви Новокаледонского течения, но все они, направляясь на запад, в конце концов поворачивают к северу вдоль берега Австралии (Североквинслендское течение), обходят с юга Новую Гвинею (Новогвинейское течение), последнее из них снова разветвляется – одна из веток образует течение вдоль Новой Гвинеи, вторая обходит Новую Британию с юга и через пролив между Новой Британией и о.Бугенвиль также направляется к экватору. При этом нет указаний о том, относится ли эта схема к какому либо сезону, или течения, изображенные на ней, являются постоянными (т.е. представляют некоторое среднее их положение). Согласно описанной схеме (рис.7) Восточно-Австралийское течение формируется только самым южным краем ЮПТ, проходящим в Коралловое море около 20°ю.ш., а все ЮПТ питает Экваториальное подповерхностное противотечение. Очевидно, что речь идет о течении Кромвелла (так как только оно проходит по экватору), а не о слабом Южном экваториальном противотечении, проходящем южнее экватора и даже не всегда обнаруживаемом наблюдениями.

В случае такого разделения ЮПТ Восточно-Австралийское течение действительно должно быть слабым, во всяком случае, самым слабым из западных пограничных течений. ЮПТ занимает полосу от 4°с.ш. до 20°ю.ш., если вычесть из его ширины полосу в 4° шириной (от 2°с.ш. до 2°ю.ш.) и оценить скорость течения в среднем 10 см/с (хотя скорость ЮПТ на поверхности нередко достигает 100 см/с), то и в этом случае его средний расход будет около 200 Св. Расход же Восточно-Австралийского течения оценивается около 30 Св, следовательно, Экваториальное противотечение Кромвелла переносит на восток 170 Св воды, чего не может быть. А тот факт, что в восточной части океана вдоль экватора проходит язык холодной воды на поверхности, не может служить доказательством того, что почти все ЮПТ питает именно течение Кромвелла.



SEC – Южное экваториальное течение; NVJ – Северная Новогвинейская ветвь; SVJ – Южно-Новогвинейская ветвь; NCJ – Северно-Каледонская ветвь; SCJ – Южно-Каледонская ветвь; EAC – Восточно-Австралийское течение; NQC – Северо-Кливлендское течение; NGCC – Новогвинейское Прибрежное течение.

Рис.7 – Система течений в юго-западной части Тихого океана [18].

Уже довольно много лет назад было установлено [2,15], что течение Кромвелла начинает формироваться около 130°в.д., т.е. немного восточнее Молуккских о-вов, на 140°в.д. его верхняя граница находится на глубине 150 м, а ядро течения на глубине 250 м. В направлении на восток течение поднимается к поверхности, вблизи Галапагосских островов его верхняя граница выходит на поверхность, а ядро на глубину около (или даже менее) 50 м. В связи с тем, что на западе течение сформировалось в слое ниже 150 м, в восточной части вода этого слоя выходит на поверхность и появляется язык холодной воды. Это происходило бы независимо от того, в каком из районов сформировалось течение Кромвелла, так как во всем Мировом океане, кроме Красного моря, на глубинах ниже 150 м нет воды с температурой выше 20°С, а «холодный язык» на поверхности океана вблизи экватора как раз имеет температуру 22, в каких-то случаях 20°С. Поэтому во всех случаях: формируется ли течение Кромвелла самой северной ветвью ЮПТ (проходящей севернее экватора), средней ли его ветвью или подпитывается водами из Молуккского моря (выходящими в океан в период северо-восточного муссона), либо моря Серам или даже моря Банда результат был бы тот же, т.е. при подъеме течения Кромвелла к поверхности от центральной части океана на восток вдоль экватора появился «холодный язык».

Выше была сделана грубая, но достаточно достоверная оценка переноса объемов воды на запад Южным пассатным течением. Сделаем для сопоставления такую же оценку расхода течения Кромвелла в западной части. Ширина течения 4° по меридиану, верхняя граница здесь на глубине 140-150 м, ядро на глубине 250 м, нижняя граница расплывчата, но лежит на глубине около 450 м (или от 400 до 500 м в разных случаях). Положим толщину течения 300 м, а среднюю скорость по всему сечению 35 см/с, хотя, в соответствии с измеренными данными [2], в этой части океана максимальная скорость в ядре около 50 см/с, по краям течения и вниз от ядра она быстро уменьшается (только в центральной части океана были измерены максимальные скорости в ядре около 150 см/с). Таким образом, в западной части океана, где формируется течение, его расход не превышает 42 Св. Это также соответствует результатам измерений расходов течения, которые в периоды его ослабления составляют всего 10 Св, а в периоды усиления могут превышать 40 Св [2].

Для того чтобы уточнить вопрос о том, какие именно ветви ЮПТ поворачивают к югу, а какая часть течения уходит в сторону экватора, целесообразно исключить влияние муссонного эффекта. С этой целью была построена карта изолиний динамического рельефа 250 дб поверхности (поскольку на этой глубине муссонные течения уже не заметны [19]). На рис.8 изображена такая карта, построенная по тем же данным и от той же самой отсчетной поверхности (1000 дб), что и на рис.4. Надписи над изолиниями сделаны в дин. мм, однако последние цифры пришлось округлить, чтобы исключить мелкие детали и облегчить анализ основных особенностей. Как и ранее, записаны только три последние цифры, так как для определения разности между изолиниями, а также направления течений первые одинаковые цифры не нужны. Из приведенного рисунка видно, что зона субтропической конвергенции смещена к югу по сравнению с ее положением на поверхности океана. В этом нет ничего нового, так как известно [2,4,15], что с увеличением глубины субтропические конвергенции смещаются в более высокие широты и на глубинах 400-800 м обычно сходятся с субполярными фронтами. В зоне конвергенции есть замкнутые изолинии: в области формирования Восточно-Австралийского течения, а также в западной части Южно-Фиджийской котловины, где вода частью рециркулирует, а частью направляется на восток.

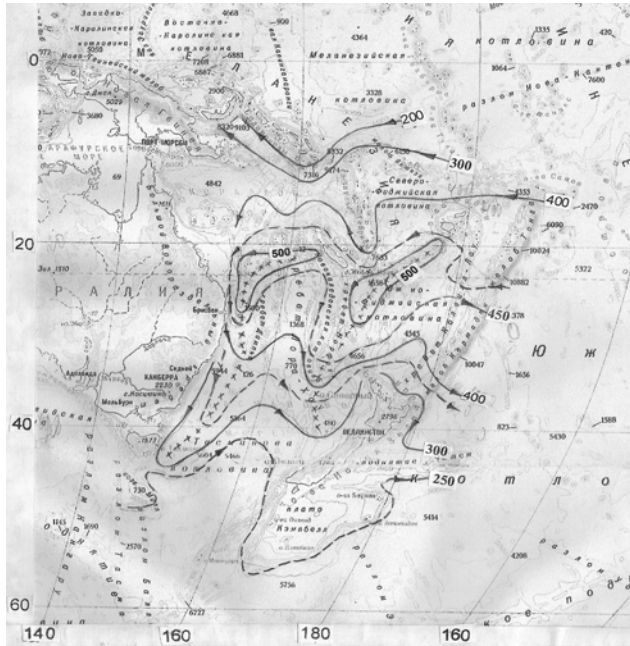


Рис.8 – Карта динамического рельефа поверхности 250 дбар к востоку от Австралии.

Общий наклон поверхности 250 дбар от 23 до 40° ю.ш. составляет 25-27 дин.см, т.е. течения по сравнению с поверхностными на этой глубине существенно ослабевают. Прибрежное Восточно-Австралийское течение и ветвь, проходящая на юг вдоль Новокаледонской котловины, простираются примерно до тех же широт, что и на поверхности океана, однако ветвь в западной части Южно-Фиджийской котловины сначала поворачивает вдоль восточного склона хребта Норфолк, а на 27-30° ю.ш.

частично рециркулирует, а частично, вместе с ветвью из Новокаледонской котловины, выходит в океан севернее хребта Кермадек.

Наиболее важной деталью карты 250 дб поверхности является тот факт, что одна из ветвей ЮПТ действительно проходит через широкий и очень глубокий пролив между самыми южными островами из группы Соломоновых и островами Санта-Крус, обходит с юга Соломоновы острова и выходит в Ново-Гвинейское море через два пролива: между Соломоновыми о-вами и Новой Ирландией, а также между Новой Британией и Новой Гвинеей. Сейчас нельзя утверждать, что обе эти ветви доходят до экватора и полностью вливаются в течение Кромвелла. Можно, однако, предполагать, что часть воды, выходящей в Меланезийскую котловину мимо о-вов Санта-Крус, обходит их с севера и поворачивает на восток, давая начало Южному экваториальному противотечению. Во всяком случае, глубоководные разрезы по меридиану 165° в.д. фиксируют это противотечение (по отношению к пассатному течению). По-видимому, противотечение начинается на 160° или 162-163° в.д. Противотечение в этом регионе неустойчиво по направлению, на 165° в.д. оно обнаруживается иногда на 4-5° ю.ш., в других случаях на 7-8° или 9-10° ю.ш., а в отдельных случаях, пройдя в Коралловое море, продвигается на юг, обходит о-ва Санта-Крус с юга и выходит в Северо-Фиджийскую котловину. Его максимальные скорости, как правило, не превышают 20 см/с, течение развито в глубину до 300-500 м и в западной части является поверхностным противотечением, так как пассат здесь ослабевает. Далее, в центральной части, где пассат усиливается, течение сверху перекрывается ЮПТ и становится подповерхностным.

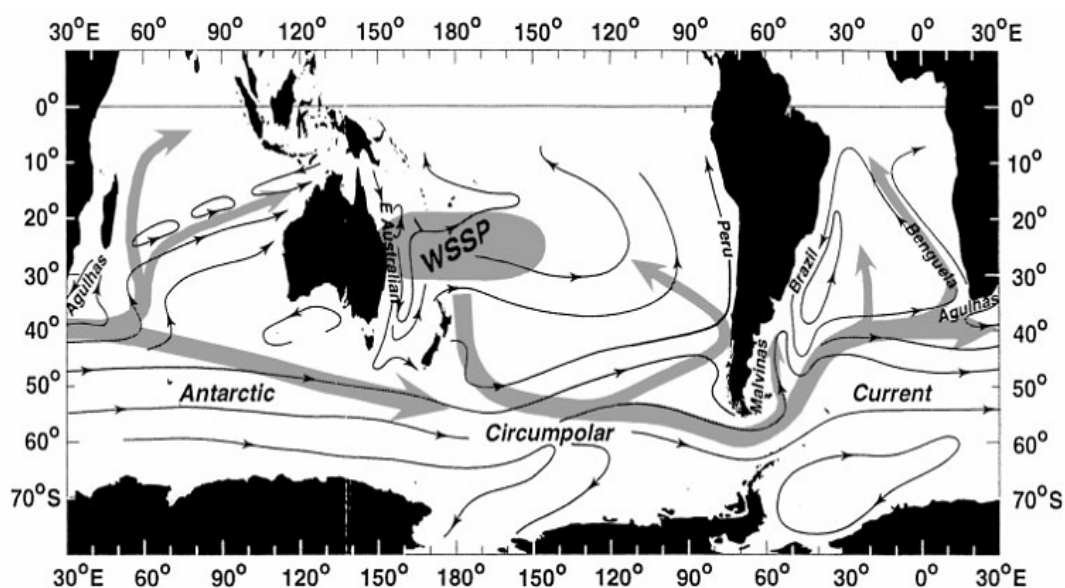
Выполненный в работе анализ позволяет считать, что в противотечения Кромвелла и Южное экваториальное, являющееся в некотором роде аналогом Межпассатному противотечению, могут уходить северная и средняя ветви ЮПТ, однако южная ветвь ЮПТ примерно от 10 до 20° ю.ш., а с увеличением глубины - до 21-22° ю.ш., расход ее составляет не менее 100 Св. Эти воды распространяются на юг в виде отдельных ветвей. Образуя глубокие петли между меридиональными хребтами, эти воды распространяются в обширном районе субтропической зоны Тихого океана от австралийского берега до 170° з.д.

Следует отметить, что расходы отдельных ветвей изменяются, не все ветви наблюдаются одновременно, в отдельные годы происходит их усиление, в другие –



значительное ослабление и даже исчезновение. На рис.5 показаны разрезы через отдельные ветви по 30° ю.ш. в годы их высокой интенсивности. Их суммарный расход свидетельствует о том, что та часть ЮПТ, из воды которой сформировались эти ветви, значительно превышала 100 Св. Однако в числе использованных в настоящей работе материалов наблюдений разных лет есть, по крайней мере, несколько случаев, когда расход той части ЮПТ, которая формирует направленные на юг ветви течения, сокращался в три и более раза. Например, в ноябре 1967 г. разрез по 28° ю.ш. от берега Австралии до 180° показал наличие только одной довольно слабой струи, прижатой к берегу, достигающей глубины не более 500 м и с расходом не более 30 Св. В марте 1960 г. на разрезе по 30° ю.ш. также наблюдалось течение только вдоль берега, струя при этом была раздвоенной и ее ветвь, проходящая вдоль западного склона Лорд-Хау, была сильнее прибрежной струи, а все течение было шириной от берега до 162° в.д. Никаких иных струй не было. В марте 1993 г. также по 30° ю.ш. (разрез от берега до 173° в.д.) обнаруживается только узкая прибрежная струя с расходом не более 30 Св, дальше на восток нет ни одной струи, а скорости течения не превышают 3-5 см/с, т.е. находятся на грани точности их определения.

Учитывая приведенные выше факты о системе течений в западной части субтропической зоны Тихого океана, представляется наиболее важным не столько вопрос о месте бифуркации (т.е. разделении ЮПТ на ветви, идущие на север к экватору и на юг), сколько исследование долговременных колебаний ЮПТ с периодами (или циклами) в несколько лет. При значительном усилении ЮПТ (и особенно его южной ветви), следовательно, прежде всего, усилении юго-восточного пассата, в западной части южной субтропической зоны от берега Австралии до 170° з.д. (а, возможно, и восточнее) между 20 и 33° ю.ш. образуется область положительных аномалий температуры воды, а при ослаблении пассата и ЮПТ – область отрицательных аномалий. При этом аномалии температуры в обоих случаях охватывают слой довольно большой толщины – не менее 50 м. На существование такой аномальной области в западной части субтропической зоны Тихого океана уже обращалось внимание [20] и рассматривалось ее возможное влияние на субполярный тихоокеанский сектор Южного океана. В той же работе приведена схема возможного распространения образовавшейся аномалии в Южном океане, перенос ее Круговым Антарктическим течением (рис.9).



Сплошными стрелками показана геострофическая циркуляция в поверхностном слое [23]  
 Рис.9 – Распространение межгодовой аномалии ТПО от места образования в западной части субтропической зоны Тихого океана (WSSP) по акватории Южного полушария.

При этом делается предположение, что обойти Земной шар в южных субполярных широтах она может за 7-8 лет. Это действительно так, если считать, что распространяются аномалии со скоростью течения 0,1 м/с вдоль параллели 50° ю.ш. Но аномалия (особенно положительная) не сможет сохраняться в средних условиях столь долгий срок, она исчезнет вследствие теплообмена с атмосферой в течение гораздо более короткого времени. В настоящее время можно представить три способа передачи тепловых аномалий в океане на большие расстояния. Первый из них – адвекция течениями, второй – распространение аномалий в виде длинных волн и третий – передача их влияния в другие регионы через атмосферные процессы. Этим последним вопросом занимаются многие специалисты в разных странах [20-24]. Именно такая точка зрения представляется наиболее всеобъемлющей применительно к разным известным в настоящее время климатическим явлениям. Остановимся хотя бы на вопросе, рассмотренном в настоящей статье – образовании и влиянии положительных аномалий температуры воды в западной субтропической зоне южной части Тихого океана. Появление таких аномалий приведет к дополнительному нагреванию воздуха в нижнем слое атмосферы, подъему его вверх и перетеканию в субполярные широты. В связи с этим понизится давление в субтропическом антициклоне, уменьшатся градиенты атмосферного давления между экваториальной ложбиной и субтропической областью высокого давления, вследствие чего скорость пассатного ветра уменьшится, а затем сократится и перенос вод на запад Южным пассатным течением. После значительного затухания ЮПТ могут исчезнуть и направленные к югу струи в западной субтропической области, кроме слабого прибрежного течения, а положительные аномалии температуры воды исчезнут и начнут формироваться отрицательные аномалии. Появление отрицательных аномалий температуры воды приведет к повышению приземного давления в субтропическом антициклоне, а затем и к увеличению скорости пассатного ветра и ЮПТ. Таким образом, процесс изменения скорости течения существует в виде автоколебаний с обратной связью. Такое же автоколебание представляет собой и Эль-Ниньо. Автоколебательный процесс, возможно, охватывает и субполярные широты, так как повышение давления в субтропической зоне повлечет увеличение меридиональных градиентов между этой зоной и субполярной депрессией и повышение скоростей западных ветров и западно-восточного переноса вод. Однако последующее затем понижение приземного давления в субтропической зоне может привести к его повышению в области субполярной депрессии, уменьшению меридиональных градиентов между субтропическим антициклоном и субполярной депрессией, ослаблению западных ветров и уменьшению скорости Кругового Антарктического течения, по крайней мере, в верхнем его слое, где эта скорость наибольшая.

Таким образом, отдельные автоколебательные процессы: изменение интенсивности пассатных ветров, попеременное образование холодной и теплой фаз в восточной экваториально-тропической зоне; изменение интенсивности направленных к югу течений в западной части субтропической зоны и попеременное образование положительных и отрицательных аномалий температуры воды между 20° и 33° ю.ш. на западе океана; попеременное увеличение и уменьшение меридиональных градиентов приземного давления между субтропической областью высокого давления и субполярной ложбиной, изменение скоростей западно-восточного переноса воды – эти автоколебательные механизмы с обратной связью существуют вроде бы отдельно. Однако они образуют общую цепочку последовательных изменений в распределении аномалий температуры воды, атмосферного давления, циркуляции атмосферы и океана.

В этой автоколебательной системе пока остаются неясными многие ее элементы: продолжительность существования отдельных звеньев цепочки, фазовые сдвиги между

отдельными событиями и, как во всякой автоколебательной системе, наличие прерывателя направления процесса в каждую сторону. В отличие от технических автоколебательных систем с обратной связью, где прерыватель предусмотрен при ее проектировании, в природных явлениях типа автоколебаний прерывателем может служить некое критическое состояние процесса, после которого он неизбежно должен пойти в обратном направлении. Исследование этих вопросов осуществляется постепенно. В настоящей статье рассмотрен только один вопрос – причины образования аномалий температуры воды в западной части субтропической Пасифики. Следующим этапом станет изучение продолжительности существования отдельных фаз этого процесса и фазового сдвига между интенсивностью Южного пассатного течения (главным образом его южной ветви) и усилением течений в западной субтропической части, а также фазового сдвига между формированием аномалий в восточной части экваториально-тропической и в западной части субтропической зон океана.

**Выводы:**

1. В западной субтропической части Тихого океана существует система течений, состоящая из нескольких струй, разделенных меридиональными хребтами и направленных сначала на юг, а затем поворачивающих на восток и формирующих Южно-Тихоокеанское течение.

2. Обычно Восточно-Австралийским течением принято называть прибрежную ветвь этой системы, направленную на юг и чаще всего достигающую о.Тасмания.

3. При значительном усилении Южного Пассатного течения, особенно его южной ветви, могут образоваться следующие струи: а) прибрежная, которая часто оказывается разделенной на две параллельные ветви, по-видимому, благодаря наличию узкого хребта Дампье. Одна из них обычно прижата к австралийскому берегу, вторая проходит на юг вдоль подножия или западного склона широкого хребта Лорд-Хау; б) струя на юг вдоль узкой Новокаледонской котловины, доходящая до Новой Зеландии и обходящая ее с севера и выходящая в океан между Новой Зеландией и хребтом Кермадек (с островами того же названия); в) реже других образуется еще одна струя вдоль западной части Южно-Фиджийской котловины, иногда по восточному склону хребта Норфолк, которая также обходит о. Северный Новой Зеландии с севера и выходит в океан между о-вами Тонга и Кермадек.

4. Не все перечисленные струи могут наблюдаться одновременно, при слабой южной ветви ЮПТ сохраняются только две параллельные струи вдоль берега, соединенные между собой полосой течения того же направления (на юг), но с малыми скоростями.

5. Прижатая к австралийскому берегу узкая струя (собственно лишь она называется Восточно-Австралийским течением) существует даже при очень значительном ослаблении южной ветви ЮПТ, но расход ее составляет менее 30 Св, а в глубину она развита не более чем до 500 м. Возможны случаи, когда эта струя не достигает Тасмании.

6. Повышение интенсивности течений, переносящих теплые воды через западную субтропическую часть Тихого океана, которые и формируют Южно-Тихоокеанское течение и субполярный гидрологический фронт на широте пролива Кука (около 40° ю.ш.), приводит к образованию положительных аномалий температуры воды в этом регионе, а их ослабление - к исчезновению этих аномалий.

### Список литературы

1. Кнаусс Дж. Перенос вод Гольфстримом// Основные проблемы океанологии.-М.: Наука, 1968 – с.78-96.
2. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. –Л.:Гидрометиздат,1980.– 251с.
3. Богуславский С.Г., Беляков Ю.М. Особенности динамики вод субантарктического промежуточного течения в Атлантике// Изв.АН СССР. ФАО. – 1966.-Т.2, №10. – С.1082-1088.
4. Суховой В.Ф., Рубан И. Г. Взаимодействие меридиональных течений Южного полушария и Антарктического Кругового течения//Метеорологія, кліматологія та гідрологія. -2008.-Вип.50, ч.ІІ.- С.225 -232.
5. Суховой В.Ф., Рубан И. Г. Особенности восточных пограничных течений вдоль западного берега Австралии// Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2010. -Вип.10. – С.187-192.
6. Andrews J.C., Lawrence M.W. and Nilsson C.S. Observations of the Tasman front// J.Phys.Oceanogr. – 1980.- Vol.10. – P.1854-1869.
7. Godfrey J.S., Cresswell G.R., Golding T.J. and Pears A.F. The separation of East Australian Current// J.Phys.Oceanogr. – 1980.- Vol.10. - P.430-440.
8. Nilsson C.S. and Cresswell G.R. The formation and evolution of East Australian Current warm-core eddies// Progress in Oceanography. – 1981. – Vol.9. – P.133-183.
9. Marchesiello P. and Middleton J.H. Modelling the East Australian Current in the western Tasman sea// J.Phys.Oceanogr. – 2000. - Vol.30. – P.2956-2971.
10. Tilburg C. E., Hurlburt H.E., O'Brien J.J., and J. F. Shriver The dynamics of the East Australian Current system: the Tasman Front, the East Auckland Current, and the East Cape Current// J. Phys. Oceanogr. – 2001. – Vol. 31. – P. 2917- 2943.
11. Барышевская Г.И. О разделении Гольфстрима при переходе его в Северо-Атлантическое течение// Труды ГОИН. – 1977. – Вып.137. – С.114-120.
12. Барышевская Г.И. Распределение вод Гольфстрима по акватории Северной Атлантики// Труды ГОИН. – 1979. – Вып.146. – С.14-23.
13. Атлас океанов: Тихий океан. – Л.: Издательство ГУНИО, 1974. – 302 с.
14. Суховой В.Ф., Баскаран Б.В. Особенности циркуляции вод юго-восточной части Индийского океана // Морской гидрофизический журнал. - 1995. - №3. – С.21-35.
15. Бурков В.А. Общая циркуляция вод Тихого океана. – М.: Наука, 1972. – 196с.
16. Атлас океанов: Атлантический и Индийский океаны. – Л.: Издательство ГУНИО, 1977. – 306 с.
17. Суховой В.Ф., Рубан И.Г., Пятакова В.Ф. Циркуляция вод юго-восточной части Тихого океана // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2006. -Вип.3. – С.201-209.
18. Ridgway et al. Southwest Pacific ocean circulation and climate experiment// Materials of “Workshop on the southwest Pacific ocean circulation and its relation with climate”. Cairns: – 2005. - 21p.
19. Бурков В.А., Нейман В.Г. Общая циркуляция вод Индийского океана. – М.: Наука, 1977. – С.3-90.
20. Turner J. The El Nino-Southern oscillation and Antarctica// Intern.J.of climatology. – 2004. – N24. – P.1-31.
21. Zhang C. Large-scale variability of atmospheric deep convection in relation to sea surface temperatures in the tropics// J.of Climate. – 1993. – N6. – P.1898-1913.
22. Jones D.A., Simmonds I. A climatology of southern hemisphere anticyclones// Climate Dynamics. – 1994. – N6. – P.333-348.
23. Li Z.X. Influence of tropical Pacific El Nino on the SST of the Southern ocean through atmospheric bridge// Geophys.Res.Letters. – 2000. -N27. – P.3505-3508.
24. Peterson R.G., White W.B. Slow oceanic teleconnections linking the Antarctic circumpolar wave with the tropical ENSO// J.Geophys.Res. – 1998. – N103. – P.24573-24583.

#### **Особливості системи течій на акваторії Тихого океану на схід від Австралії. Суховій В.Ф., Рубан І.Г.**

*Розглянута система течій в західній субтропічній зоні Тихого океану. Отримано, що внаслідок складного рельєфу дна, де дуже багато підводних хребтів, улоговин та численних островів, потік вод, направлений до півдня, розділяється на декілька окремих гілок. Інтенсивність цих гілок періодично змінюється, однак періоди змін нестійкі. Припускається, що це явище уявляє собою автоколивальний процес, який складається з декількох ланок.*

**Ключові слова:** Тихий океан, система течій, Східно-Австралійська течія, рельєф дна, аномалія температури поверхні моря.

#### **The features of current system on the area of Pacific ocean eastward to Australia. Suhovey V.F., Ruban I.G.**

*Current system in western subtropical zone of Pacific ocean is examined. Relief of the bottom in region is very complicated – numerous islands, meridional underwater ridges are the cause of formation of few separate branches of currents. A strength of all current branches periodically changed, but periods or cycles of this oscillations are unstable. This natural phenomena is autooscillation consisting of the several links.*

**Keywords:** Pacific ocean, current system, East Australian current, relief of bottom, sea surface temperature anomalies .