

II. Гидрологические основы биопродуктивности

УДК 551.465 (261.5)

**О ДИНАМИКЕ НЕКОТОРЫХ ФРОНТАЛЬНЫХ ЗОН
ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ****Е. В. Солянкин**

При решении проблемы влияния океанологических условий на распределение промысловых организмов весьма существенное значение имеет знание пространственно-временной изменчивости положения фронтальных зон, понимание генетических особенностей этих зон, сказывающихся на их структуре и динамических процессах. Действительно, в научной литературе бытует представление о приуроченности промысловых объектов океанического рыболовства к гидрологическим фронтам. При этом зачастую среди исследователей нет единообразного толкования понятия «гидрологический фронт».

Одни исследователи рассматривают гидрологический фронт в основном как зону стыка или схождения разнокачественных водных масс, т. е. зону конвергенции, характеризующуюся большими градиентами температуры, солености и плотности (Книпович, 1938; Зенкевич, 1951; Расс, 1960 и др.). В качестве примеров для океанических районов северного полушария они обычно приводят зоны полярных фронтов, в частности в Северной Атлантике и Норвежско-Гренландском бассейне, где интенсивно ведется промысел. В южном полушарии они выделяют зону антарктического полярного фронта (антарктической конвергенции), в которой, по мнению Т. С. Расса (1960), «по-видимому, осуществляется основной промысел китов». Другие исследователи включают в это понятие как основные океанические зоны конвергенции, так и дивергенции (Беренбейм и Пробатов, 1963). В частности, эти авторы в числе новых перспективных районов океанического промысла в Южной Атлантике называют и зону дивергенции восточнее мыса Сан-Роке и зоны субтропической и антарктической конвергенций.

Отметим, что при таком подходе нет строгого разделения активных в динамическом отношении зон океана (в частности, зон дивергенций с максимальными вертикальными скоростями, направленными к поверхности) и действительно граничных фронтальных зон, разделяющих разнокачественные воды или различные модификации одной и той же водной массы (вторичные фронты). В то же время неоспорима важность рассмотрения зон дивергенции наряду с фронтальными зонами в плане выделения океанических районов с повышенной биологической продуктивностью, возможных перспективных районов промыслового рыболовства.

С нашей точки зрения некоторые исследователи не всегда учиты-

вают генетические особенности основных океанических фронтальных зон, нивелируя в известной степени их возможную биолого-промысловую значимость. Концентрируя внимание только на граничных разделах резко контрастных водных масс, они в то же время как бы оставляют в тени так называемые вторичные фронты, биолого-промысловая роль которых в ряде случаев может быть значительнее, чем некоторых основных океанических фронтов.

В настоящей работе делается попытка оценить пространственно-временные изменения местоположения фронтальных зон в Южной Атлантике, к югу от зоны субтропической конвергенции. В качестве примера используется в основном зона антарктической конвергенции. Именно по этой фронтальной зоне больше всего гидрологических данных (в основном наблюдения экспедиций Комитета «Дискавери» и Советской антарктической экспедиции 1955—1958 гг.), равно как и наибольшее число весьма противоречивых литературных материалов, касающихся ее генезиса и изменчивости.

Решение поставленного вопроса в отношении зоны антарктической конвергенции дает возможность подойти к оценке пространственно-временной изменчивости других фронтальных зон, а также динамически активных зон (в частности, дивергентного типа), находящихся в области, подверженной влиянию Антарктического циркумполярного течения, т. е. единой в динамическом отношении. К этим зонам в открытой части Южной Атлантики следует отнести такие относительно слабо изученные зоны, как субантарктическая дивергенция, полученная Ю. А. Ивановым (1961) расчетным путем, вторичный фронт в море Скотия, разделяющий воды Антарктического циркумполярного течения и воды моря Уэдделла (Deason, 1933).

Как мы уже отмечали, имеющиеся в литературе сведения о пространственно-временной изменчивости местоположения антарктической конвергенции весьма противоречивы. Если одни авторы считают положение зоны антарктической конвергенции квазистационарным, то другие подчеркивают значительность ее сезонных и межгодовых смещений. Различия эти обусловлены несколькими причинами: различное понимание генезиса самой фронтальной зоны; различные методы расчета и эмпирических определений; недостаточность репрезентативного материала наблюдений над физико-химическими характеристиками водных масс в районе фронтальной зоны.

Прежде чем обратиться к анализу различных точек зрения о пространственно-временной изменчивости положения антарктической конвергенции, необходимо упомянуть о некоторых неточностях и ошибках в толковании происхождения этой фронтальной зоны. Так, А. Ф. Трешников (1968) утверждает, что... «образование Антарктической конвергенции связано с прибрежными циклоническими циркуляциями: северные ветви каждой циркуляции сливаются с Антарктическим циркумполярным течением». Еще ранее А. М. Муромцев (1963) высказал аналогичную мысль в своей работе по гидрологии Атлантического океана. Согласно его представлению, отток антарктических вод по северной периферии циклонического круговорота с центром в море Уэдделла к умеренным широтам и встреча их с потоком течения западных ветров приводит к образованию антарктической зоны сходимости.

В цитируемых выше высказываниях обнаруживается неточность, заключающаяся в отождествлении отдельных конвергентных участков (вторичных фронтов) на южной границе Антарктического циркумполярного течения с антарктической конвергенцией, разделяющей антарктические и субантарктические поверхностные водные массы (терминология

по Дикону). Еще Диконом (Deacon, 1933, 1937) в результате наблюдений на экспедиционном судне «Дискавери» была выделена в море Скотия, значительно южнее антарктической конвергенции, граничная зона (или зона смешения — по Дикону) вод моря Уэдделла и моря Беллинсгаузена (точнее, Антарктического циркумполярного течения — Е. С.). Существование этой вторичной фронтальной зоны было подтверждено недавно наблюдениями на научно-промысловом судне «Академик Книпович» (Богданов и др., 1969).

В отличие от зоны антарктической конвергенции фронтальная зона в южной части моря Скотия не характеризуется резкими перепадами температуры воды на поверхности, так как разделяет только различные формы одной антарктической поверхностной водной массы. По-видимому, — и здесь мы согласны с мнением А. Ф. Трешникова — в водах Южного океана возможно существование и других (по аналогии с морем Скотия) конвергентных участков.

Перейдем к анализу различных воззрений на генезис и изменчивость географического положения антарктической конвергенции. Впервые циркумполярное положение антарктической конвергенции было определено Диконом (Deacon, 1937). Согласно его утверждениям, положение фронтальной зоны, разделяющей антарктические и субантарктические поверхностные воды, относительно устойчиво и претерпевает лишь небольшие изменения. Дикон исходит из гипотезы, что движение глубинных и донных вод и, следовательно, влияние топографии дна определяют местоположение антарктической конвергенции на поверхности. Основанием для такой гипотезы послужило распределение гидрологических характеристик, и прежде всего температуры, в толще воды.

По схеме Дикона, в месте наибольшего излома движущихся к югу глубинных вод, как бы «наползающих» на донные воды, перемещающиеся в противоположном (северном) направлении, происходит опускание поверхностных антарктических вод, имеющих северную составляющую движения в так называемом слое Экмана. Опустившиеся антарктические воды замещаются субантарктическими поверхностными водами, имеющими меньшую плотность. Чем больше различие плотностей антарктических и субантарктических вод, тем ярче выражен горизонтальный градиент температуры воды на поверхности в зоне конвергенции (один из критериев выделения этой фронтальной зоны). Поскольку априори можно полагать, что изменения в движении глубинных и донных вод (движении, в значительной степени определяемом топографией дна) незначительны, то высказывается мысль об отсутствии сколько-нибудь заметных смещений по широте зоны антарктической конвергенции на поверхности.

Выполненный Диконом анализ распределения гидрологических характеристик (прежде всего поверхностной температуры воды) в юго-западной части Атлантического океана показал, что расстояние между экстремными положениями зоны конвергенции не превышало 60 миль. Касаясь других факторов, возможно, влияющих на формирование зоны конвергенции, Дикон, в частности, отмечает эффект ветрового воздействия. Его роль, по мнению автора, не может быть решающей из-за малой пространственной изменчивости силы ветра в районе конвергенции. Эта мысль была высказана в известной степени предположительно вследствие недостаточного изучения метеорологических условий над акваторией океана.

К аналогичному выводу — о квазистационарности географического положения антарктической конвергенции — пришел несколько позже

Макинтош (Mackintosh, 1946). При картировании циркумполярного хода конвергенции он в качестве критерия принял «разрывность» (большие горизонтальные градиенты) в поле поверхностной температуры. По Макинтошу, для Атлантического сектора отклонение зоны конвергенции от ее среднего положения в 55% случаев не превышало 24 мили, в 82% случаев — 49 миль.

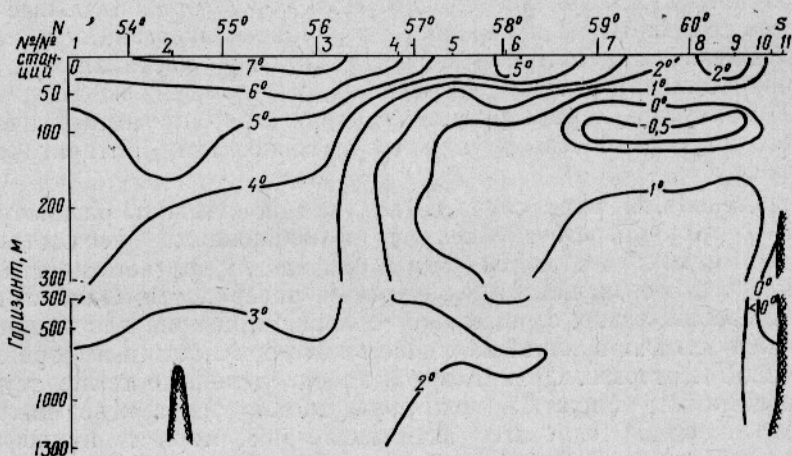
В последнее время В. Н. Ботников (1963, 1964) продолжил эмпирический анализ распределения гидрологических характеристик для уточнения географического положения антарктической конвергенции и определения ее пространственно-временной изменчивости. Он использовал обширные материалы экспедиции «Дискавери» и наблюдения Советской антарктической экспедиции. Поскольку горизонтальные температурные градиенты на поверхности в районе конвергенции не всегда четко выражены, этот автор прибегает к анализу вертикального распределения температуры. По его мнению, изотерма 2° на горизонтах 100—300 м хорошо характеризует северную границу антарктической поверхностной водной массы и, следовательно, зону антарктической конвергенции.

Действительно, в ряде случаев, как это показывает рассмотрение гидрологических разрезов, проекция на поверхность вертикального участка изотермы 2° в слое 100—300 м близка или соответствует местоположению резкого скачка температуры на поверхности. Однако, с нашей точки зрения, автор, стремясь к уточнению критерия для выделения фронтальной зоны, проявляет излишнюю категоричность в выборе столь определенной изотермы. Ориентируясь на определенные температурные показатели, можно допустить некоторую ошибку из-за невозможности учета особенностей теплового взаимодействия моря с атмосферой, а также процессов перемешивания и адвекции тепла. Очевидно, более целесообразен совместный анализ горизонтальных градиентов температуры на поверхности и вертикальной температурной структуры без столь категоричной привязки к определенной температурной характеристике. При этом необходимо помнить, что местоположение фронтальной зоны на различных подповерхностных горизонтах несколько сдвинуто к ее положению на поверхности, так как антарктические поверхностные воды, опускаясь в районе конвергенции, вовлекаются в меридиональную циркуляцию. В этом отношении показателен приводимый рисунок, на котором положение антарктической конвергенции на поверхности определяется по данным термографической записи между станциями 4 и 5 (на протяжении 20 миль зафиксировано понижение температуры на 2°).

Приведенные В. Н. Ботниковым эмпирические данные при всей их приближенности также свидетельствуют об относительной стабильности географического положения антарктической конвергенции. В подавляющем большинстве случаев отклонения от среднего положения не превышают 60 миль. Утверждение же автора о том, что в межгодовом ходе смещения фронтальной зоны могут достигать 4° по широте, не подтверждено достоверными фактами и противоречит общему строю приведенных эмпирических данных (большие отклонения от среднего положения за 60 лет, по данным Ботникова, единичны). Возможно это обусловлено недостатком материала исходных наблюдений, большой дискретностью гидрологических станций или отсутствием термографических записей в отдельные годы, а также известной условностью используемого критерия при выделении зоны конвергенции.

Вывод В. Н. Ботникова о сезонном ходе экстремальных положений антарктической конвергенции (наиболее северное положение — весной,

наиболее южное — летом), как нам представляется, не находит достаточно четкого подтверждения в приводимых им средних данных ежемесячных отклонений от среднего положения. Отсутствие четкой концепции относительно генезиса конвергенции не позволяет считать убедительным объяснение сезонных смещений зоны изменениями интенсивности северной составляющей Восточного Дрейфа, обусловленными в свою очередь короткопериодными флюктуациями интенсивности и форм атмосферной циркуляции в южном полушарии. Сам автор не «раскрывает скобок», высказывая лишь вышеупомянутое весьма общее положение.



Распределение температуры воды на гидрологическом разрезе по 55° з. д. (29/I—1/II 1967 г.).

В ряду эмпирических исследований географического положения зоны антарктической конвергенции выделяется полярностью полученных результатов работа И. В. Максимова (1961). Если, по данным упоминавшихся выше авторов, положение зоны характеризуется относительной стабильностью, то, по данным Максимова, оно в течение года значительно изменяется. На примере зоны 90—180° в. д. он приходит к выводу о том, что в течение года расстояние между экстремальными положениями зоны (крайнее южное — летом, крайнее северное — зимой) может достигать 1200—1400 км. С нашей точки зрения этот вывод ошибочен и обусловлен неправильным выбором показателя положения фронта. По Максиму, положение фронта приурочено к зоне, характеризующейся падением поверхностной температуры от 6 до 2° С. Очевидно, что привязка к определенным поверхностным температурам (изотермам) не обоснована прежде всего из-за сезонного хода теплового взаимодействия между морем и атмосферой, заметно выраженного в умеренных широтах южного полушария и находящего свое естественное отражение в изменениях поля поверхностной температуры в течение года.

В своей работе И. В. Максимов не излагает своего взгляда на происхождение фронта антарктической конвергенции. Поэтому трудно оспаривать его высказывания относительно определяющего влияния особенностей циркуляции атмосферы в течение года в области южного океанического кольца на широту расположения фронта антарктической конвергенции. Эти особенности циркуляции, по Максиму, выражаются

в усилении циклонической деятельности зимой и охвате ею более северных районов и ослаблении ее летом.

Только в работе Ю. А. Иванова (1961) четко выражена мысль об определяющей роли неравномерности поля ветра в формировании фронтов. Этот автор выделяет динамические фронты как зоны с экстремальными вертикальными скоростями (конвергенции и дивергенции) и сопутствующие им физические фронты, где горизонтальные градиенты физико-химических характеристик четко выражены. Степень пространственного сближения или расхождения этих видов фронтальных зон зависит от величины вертикальных скоростей в районе динамического фронта — чем больше вертикальные скорости, тем более сближены обе фронтальные зоны.

Рассматривая поле ветра в Антарктике как близкое к квазистационарному зональному переносу, Ю. А. Иванов получил зависимость величины вертикальной скорости течения на глубине трения от тангенциального напряжения ветра на поверхности. Поэтому с точки зрения этого автора изучение пространственно-временных характеристик тангенциального напряжения ветра позволяет оценить изменения в течение года географического положения фронтальных зон в южном полушарии, и в частности антарктической конвергенции.

Руководствуясь основным положением о квазистационарном состоянии зональности в ветровом поле Антарктики, Ю. А. Иванов для количественной оценки сезонных смещений фронтальных зон прибег к анализу средних месячных карт приземного атмосферного давления за 1958 г. (точнее — сдвига по широте в течение года изобар 990 и 1015 мб). В результате им был получен вывод о значительном сдвиге по широте вышеупомянутых изобар при сохранении общей структуры барического поля и соответственно большой изменчивости географического положения фронтальных зон — до 8° по широте (крайнее северное положение — в ноябре и крайнее южное — в мае).

Столь сильные расхождения теоретических расчетных величин сдвига фронтальной зоны, полученные Ю. А. Ивановым, с приведенными выше оценками (за исключением данных И. В. Максимова, погрешности методики которого мы отмечали) вызваны с нашей точки зрения ошибочностью некоторых предпосылок Ю. А. Иванова.

Во-первых, к ним следует отнести аппроксимацию поля ветра квазистационарной зональной моделью. Исследования же синоптических процессов в последние годы показали, что в умеренных и высоких широтах южного полушария наряду с зональным переносом существует сильно выраженная меридиональная слагающая атмосферной циркуляции (Астапенко, 1960; Давыдова, 1964; Кричак, 1960; Серлапов, 1962; Таубер, 1967, и др.).

Анализ ежедневных синоптических карт, как правило, обнаруживает резкую смену форм барического рельефа — чередование циклонов и гребней. При осреднении же полученных данных за достаточно длительный промежуток времени (Ю. А. Иванов пользуется средними месячными картами) происходит «гашение» различных знаков сложного барического поля и создается представление о некоем квазистационарном зональном ветровом поле над океанической поверхностью.

Во-вторых, отмеченный Ю. А. Ивановым на основе анализа средних месячных карт приземного атмосферного давления сдвиг отдельных изобар по широте не может сам по себе косвенно характеризовать изменчивость характера поперечной неоднородности Антарктического циркумполярного течения и, следовательно, сезонный ход изменения местоположения антарктической конвергенции. Так, отмеченный

в ноябре максимальный сдвиг вышеупомянутых изобар к северу в определенной степени может свидетельствовать об активизации циклонической деятельности в более северных широтах в это время года (речь идет о конкретном 1958 г.). Однако сама эта активизация должна быть так или иначе связана с общим усилением меридиональности атмосферных процессов над океаническими районами южного полушария (у Ю. А. Иванова в основе — квазистационарное состояние зональности приземного ветра).

Таким образом, констатация факта сдвига отдельных изобар, свидетельствуя в общем косвенно об активизации или ослаблении в том или ином районе определенных форм атмосферной циркуляции, не дает оснований судить о смещениях зон, характеризующихся экстремальными значениями произведений силы ветра западной половины горизонта на их частоту. Но ведь именно эта характеристика ветровой деятельности с нашей точки зрения должна в основном определять степень относительно долговременного (месяц, сезон) воздействия на так называемый слой Экмана, в котором Ю. А. Иванов рассматривает вертикальные составляющие скорости течения (в условиях принятой им квазистационарной зональной модели ветрового поля).

Отсюда следует, что полученные теоретическим путем выводы о большом смещении фронтальных зон в океанических районах южного полушария в течение года (и в частности, зоны антарктической конвергенции) нуждаются в значительном корректировании. Приведенная Ю. А. Ивановым количественная оценка сезонных изменений положения фронтальной зоны представляется нам завышенной. С нашей точки зрения и сейчас гипотетические соображения Дикона относительно определяющего воздействия движения глубинных и донных вод (косвенно топографии дна) на местоположение зоны антарктической конвергенции представляют интерес, так как находятся в соответствии с результатами гидрологических наблюдений (хотя и недостаточно однородных).

Анализ имеющихся литературных данных, в которых используются все основные наблюдения, касающиеся фронта антарктической конвергенции, не дает оснований судить о наличии четко выраженных короткопериодных изменений местоположения этой фронтальной зоны. В то же время рассмотрение некоторых характеристик атмосферной циркуляции над океаническими районами южного полушария, в частности повторяемости числа дней с зональной и меридиональной циркуляцией (Солянкин, 1966, 1969) за ряд лет, позволяет судить об относительно малой изменчивости (квазистационарности) местоположения фронтальных зон в результате ветрового воздействия не только в течение года, но и в межгодовом аспекте.

Эффект ветрового воздействия частых и быстро перемещающихся циклонов высоких и умеренных широт южного полушария может привести к некоторым вихревым неустойчивым циркуляциям в поверхностном слое, но не к изменению структуры Антарктического циркумполярного течения. Часто при этом можно наблюдать ослабление «разрывности» физико-химических характеристик на поверхности в зоне гидрологического фронта при сохранении его подповерхностного вертикального строения. Подобные явления отмечались, в частности, экспедициями научно-промыслового судна «Академик Книпович» в южной части моря Скотия в летние сезоны (1965, 1967—1969 гг.) на примере вторичного фронта, разделяющего воды Антарктического циркумполярного течения и воды, приходящие из моря Уэдделла (Солянкин, 1969).

В отличие от антарктической конвергенции фронтальная зона в южной части моря Скотия разделяет не разнокачественные водные массы, а только несколько модифицированные поверхностные антарктические воды. Поэтому обычно она не характеризуется сколько-нибудь заметными температурными различиями на поверхности, но может быть опознана по вертикальной температурной структуре водной толщи 0—400 (500 м) и по значительным горизонтальным градиентам концентраций кремния в поверхностном слое (Богданов и др., 1969).

Роль ветра в формировании этой фронтальной зоны отчетливо проявляется. Тем более примечателен факт, что в разные годы местоположение фронтальной зоны характеризовалось квазистационарностью (смещения порядка 30—60 миль). Изменялась в основном лишь степень выраженности поверхностного показателя гидрологического фронта (в иные годы он был не выражен, размыт), но вертикальная температурная структура вод, свойственная фронтальной зоне, сохранялась.

Объяснить подобные явления могут в известной степени данные о повторяемости основных форм атмосферной циркуляции над морем Скотия (см. таблицу).

Число дней с зональной (N_z) и меридиональной (N_m) формой циркуляции атмосферы

Год	I сектор (55—65° ю. ш. и 60—45° з. д.)			II сектор (55—65° ю. ш. и 45—30° з. д.)		
	январь	февраль	март	январь	февраль	март
1965	N_z 16	13	19	19	18	20
	N_m (ю.) 6	3	3	3	3	8
	N_m (с.) 7	7	6	6	3	—
	N_m (смеш.) —	1	1	—	1	—
	N (разм.) 2	4	2	3	3	3
1967	N_z 14	12	21	17	16	19
	N_m (ю.) 8	9	6	7	4	6
	N_m (с.) 2	4	2	3	4	3
	N_m (смеш.) 2	1	—	4	2	3
	N (разм.) 4	2	2	—	2	—
1968	N_z 17	14	18	16	16	18
	N_m (ю.) 6	5	5	4	4	2
	N_m (с.) 4	9	5	7	7	7
	N_m (смеш.) 3	1	3	2	2	4
	N (разм.) 1	—	—	2	—	—

Примечание. N_m (ю.) N_m (с.) N_m (смеш.)—число дней с меридиональной формой циркуляции атмосферы при преобладании переноса воздушных масс южного или северного направлений либо при равновесном соотношении разнонаправленных переносов; N (разм.)—число дней с сильно размытым барическим полем.

Отметим при этом, что особенности переноса воздушных масс, представленные в таблице в виде количественных показателей только для летних месяцев южного полушария, в общих чертах присущи и другим сезонам и характерны не только для акватории моря Скотия, но и для циркумполярного океанического пояса 30—60° ю. ш. (Солянкин, 1966). Результаты нашей ранней работы (Солянкин, 1966) и анализ аномалий зональной и меридиональной циркуляции, по данным Г. М. Таубера (1967), указывают на относительное однообразие хода

интенсивности основных форм атмосферной циркуляции в течение года. Поэтому в таблице основное внимание уделено повторяемости (в днях) меридиональных переносов, возмущающих преобладающую зональную циркуляцию. Из таблицы видно, что в отдельные месяцы наблюдается (в суммарном выражении) либо равновесное соотношение числа дней с разнонаправленными меридиональными переносами, либо незначительное преобладание переноса определенного направления. Таковы суммарные показатели, но еще более разителен факт слабой устойчивости меридиональных переносов какого-либо одного направления, выявляемый при синоптическом анализе (максимальная продолжительность 2—3 дня).

Циклоны высоких и умеренных широт южного полушария, благодаря деятельности которых в основном и осуществляется меридиональный перенос воздушных масс, очень быстро перемещаются над поясом океанических вод. Ветры, связанные с этими барическими образованиями, приводят, по-видимому, только к некоторым динамическим возмущениям в поверхностном слое, не нарушая структуры Антарктического циркумполярного течения. Поэтому определенная несогласованность поверхностных показателей гидрологического фронта с его вертикальным строением может наблюдаться в отдельные периоды. Это положение относится как к зоне вторичного фронта в море Скотия, так и к зоне основного фронта — антарктической конвергенции.

Еще одной особенностью вторичной фронтальной зоны в море Скотия следует считать ее заметную связь с элементами донной топографии и это, подчеркиваем, при весьма различных условиях ветровой деятельности в отдельные годы. Таким образом, предположение Дикона о значительном (или даже определяющем) влиянии топографии дна на местоположение зоны антарктической конвергенции получает, с нашей точки зрения, некоторое дополнительное косвенное подтверждение.

Квазистационарность географического положения рассмотренных выше фронтальных зон свидетельствует об относительном постоянстве структуры (прежде всего геострофической) Антарктического циркумполярного течения. На это указывает также тот факт, что при пересечении указанного течения в разные годы обычно обнаруживают тождественность в распределении гидрологических характеристик. Это позволяет предполагать малую пространственно-временную изменчивость и других фронтальных зон и зон дивергентного типа в данной единой в динамическом отношении области Южной Атлантики.

Некоторые исследователи рассматривают зону антарктической конвергенции как биогеографическую границу для некоторых массовых видов планктона Антарктической и Субантарктической (Нотальной) зон (Бродский, 1962; Наумов и др., 1962). Только характеризуя положение зоны антарктической конвергенции как квазистационарное, мы действительно можем рассматривать ее как некоторую границу биогеографического распределения определенных видов фито- и зоопланктона. Несомненно, что с этой точки зрения данная фронтальная зона представляет интерес. К сожалению, распределение планктонных организмов в районах фронтальных зон южного полушария (и антарктическая конвергенция не представляет исключения) еще слабо изучено. Еще хуже обстоит дело с изучением фронтальных зон в рыбопромысловом отношении.

Перспективность зоны антарктической конвергенции как рыбопромыслового района, с нашей точки зрения, несколько преувеличивается некоторыми исследователями (Расс, 1960; Беренбейм и Пробатов, 1963).

Вспомним, что в районе конвергенции вследствие большого различия в плотности поверхностных антарктических и субантарктических вод происходит резкое опускание первых при относительно слабом перемешивании. Поэтому в этом районе может не быть повышенных концентраций кормового планктона, а следовательно, и промысловых скоплений рыб.

Мы считаем, в частности, ошибочным представление Т. С. Рассы, Д. Я. Беренбейма и А. Н. Пробатова о зоне антарктической конвергенции как о районе основного промысла китов. Мы не можем разделить оптимистические пожелания двух последних авторов об использовании китобойной флотилии в оставшееся после выполнения установленной квоты вылова китов промысловое время на добычу ракообразных непосредственно в зоне антарктической конвергенции. В этом отношении, видимо, более перспективны вторичные фронтальные зоны в Антарктике, разделяющие неразнокачественные водные массы.

Примером таких фронтальных зон может служить упомянутая выше граничная зона в южной части моря Скотия. Здесь, где сталкиваются мало отличающиеся по плотности и другим физическим характеристикам воды, имеют место многочисленные завихрения и могут образовываться скопления криля. К этой фронтальной зоне могут быть приурочены и стаи рыб, активно питающиеся крилем, например путассу (Шубников и др., 1969). В то же время к северу от вторичной фронтальной зоны, в обширной области вплоть до антарктической конвергенции, считающейся северной границей ареала криля, нигде не встречаются сколь-нибудь значительные скопления эуфаузиид (Март, 1962).

Приведенные примеры свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к фронтальным зонам Мирового океана (с учетом их генетических особенностей) при оценках их возможного промыслово-биологического значения.

Заключение

Анализ литературных материалов и данных экспедиционных наблюдений свидетельствует об относительной стабильности местоположения зоны антарктической конвергенции (основной фронт) и вторичной фронтальной зоны в море Скотия как в течение года, так и от года к году. Рассмотренные примеры позволяют предполагать, что и другие фронтальные зоны (а также зоны дивергентного типа), находящиеся в области влияния Антарктического циркумполярного течения, подвержены относительно малым пространственно-временным изменениям.

При оценке возможной промыслово-биологической роли фронтальных зон необходимо учитывать их генетические особенности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Астапенко П. Д. Атмосферные процессы в высоких широтах южного полушария. Второй раздел программы МГГ (Метеорология), № 3. Изд-во АН СССР, 1960.
- Беренбейм Д. Я. и Пробатов А. Н. Наиболее перспективные районы рыбного промысла по данным океанологических исследований. «Океанология», Т. 3, Вып. 2. Изд-во АН СССР, 1963.
- Богданов М. А., Орадовский С. Г., Солянкин Е. В., Хвацкий Н. В. О фронтальной зоне в море Скотия. «Океанология», Т. 9, Вып. 6. Изд-во АН СССР, 1969.
- Ботников В. Н. Географическое положение зоны антарктической конвергенции в Южном океане. Информационный бюллетень Советской антарктической экспедиции, № 41. Изд-во «Морской транспорт», 1963.
- Ботников В. Н. Сезонные и многолетние колебания зоны антарктической конвергенции. Информационный бюллетень Советской антарктической экспедиции, № 45. Изд-во «Морской транспорт», 1964.

- Бродский К. А., Марков К. К., Шильников В. И. Зональность умеренных и высоких широт южного полушария. «Природа», № 7, 1959.
- Бродский К. А. Ареалы массовых видов рода *Calanus* южного полушария. ДАН СССР. Т. 143, № 3, 1962.
- Давыдова Н. Г. К вопросу о распределении и основных путях движения циклонов и антициклонов в южном полушарии. Труды ГОИН. Вып. 72, 1964.
- Зенкевич Л. А. Фауна и биологическая продуктивность моря. «Советская наука», 1951.
- Иванов Ю. А. О фронтальных зонах в антарктических водах. Океанологические исследования. Сборник статей (МГГ). № 3. Изд-во АН СССР, 1961.
- Книпович Н. М. Гидрология морей и солоноватых вод. Пищепромиздат, 1938.
- Кричак О. Г. Особенности атмосферной циркуляции над Антарктикой и ее связь с циркуляцией южного полушария. Сб. «Некоторые проблемы метеорологии (МГГ)», № 1. Изд-во АН СССР, 1960.
- Максимов И. В. Фронт антарктической конвергенции и многолетние изменения северной границы распространения айсбергов в Южном океане. Проблемы Арктики и Антарктики. Сборник статей, Вып. 8. Изд-во «Морской транспорт», 1961.
- Муромцев А. М. Основные черты гидрологии Атлантического океана. Гидрометеоздат, 1963.
- Наумов А. Г., Зернова В. В., Иванов Ю. А. и Тареев Б. А. Фронтальные зоны и биогеографическое деление по планктону поверхностных вод (0—500 м) южной части Тихого океана. Труды ИОАН. Т. 58, 1962.
- Расс Т. С. Океаническое рыболовство мира, его современное состояние и тенденции. Труды совещания по биологическим основам океанического рыболовства. Вып. 10. Изд-во АН СССР, 1960.
- Серлапов С. Т. Меридиональная форма циркуляции над Антарктидой и ее связь с общепланетарной атмосферной циркуляцией. Информационный бюллетень Советской антарктической экспедиции, № 35. Изд-во «Морской транспорт», 1962.
- Солянкин Е. В. О соотношении зональной и меридиональной составляющих циркуляции атмосферы над океаническими районами южного полушария. «Океанология». Т. 6. Вып. 1. Изд-во АН СССР, 1966.
- Солянкин Е. В. Об изменчивости положения фронтальной зоны в море Скотия. Сб. «Международное рыболовство», № 11, 1969.
- Таубер Г. М. Взаимосвязи зональной и меридиональной циркуляции и их аномалии в северном и южном полушариях. Труды Гидрометцентра СССР. Вып. 5, 1967.
- Трешников А. Ф. Циркуляция вод и дрейф льдов. Основные проблемы океанологии. Доклады II Международного океанографического конгресса. Изд-во «Наука», 1968.
- Шубников Д. А., Пермитин Ю. Е., Возняк С. П. Материалы по биологии путассу (*Micromesistius australis* Norman). Труды ВНИРО. Т. 66. Изд-во «Пищевая промышленность», 1969.
- Deason G. E. R. A general account of the hydrology of the South Atlantic Ocean. Discovery Rep., v. VII, 1933.
- Deason G. E. R. The hydrology of the Southern Ocean. Discovery Rep., v. XV, 1937.
- Deason G. E. R. The Southern Ocean. The Sea. Ideas and observations on progress in the study of the seas, v. 2, 1963.
- Mackintosh N. A. The Antarctic convergence and the distribution of surface temperatures in the Antarctic waters. Discovery Rep., v. XXIII, 1946.
- Marr J. W. S. The natural history and geography of the Antarctic krill. Discovery Rep., v. XXXII, 1962.

SUMMARY

Rather contradictory ideas exist on the variability of the geographical location of the Antarctic convergence. The present paper gives a critical review of the published material and an evaluation of the analysis of empirical data and calculation methods.

The study of the published material allows the position of the Antarctic convergence to be regarded as quasi-stationary.

The analysis of the data obtained during the cruise of the R. V. Akademik Knipovich in the Antarctic, and the estimation of the frequency of the main types of atmospheric circulation over the belt of Antarctic waters also permit the conclusion that seasonal and from year-to-year displacements of the secondary frontal zone in the Scotia Sea, on the southern periphery of the Antarctic Circumpolar Current, are relatively insignificant.

The position of other frontal zones, found within the influence range of the Circumpolar Current, may be also regarded as quasi-stationary.

The paper presents certain considerations on the necessity of taking into account genetic differences of the frontal zones when estimating their eventual biological and fisheries importance.