

- Ewing Y., Ludwig W. Y., Ewing M., Eifreim S. W. Structure of the Scotia Sea and Falkland plateau // J. Geophys. Res. - 1971. - Vol. 76, N 29. - P.7118-7137.
- General bathimetric Chart of the oceans (GEBCO), 1984.
- Heezen B. C., Johnson G. L. The South Sandwich trench // Deep-Sea. Res. - 1965. - Vol. 12, N 2. - P.185-197.
- Lonardi A., Ewing M. Bathymetry of the continental margin. Argentine basin and other related provinces // Physics Chemistry of the Earth. - 1971. - Vol. 8. - P. 79-122.
- Vanney I. R., Dangeard L., Johnson G. L. Contribution a l'etude des fonds de la mer de la Scotia et de ses abords // Revue de Geographie physique et de Geologie dynamique. 1972. - Vol. XIV. Fas. 5. - P. 465-484.

Е.В.Хомутов (ВНИРО)

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ЮГО-ЗАПАДНОЙ АТЛАНТИКИ

Воздушные массы

Для описания воздушных масс примем их классификацию, разработанную Тальярдом (Метеорология..., 1976). В основе данной классификации лежат физические свойства поверхности вместе с известной средней циркуляцией в нижних слоях атмосферы, то есть использование распределения суши, океана и льда и, что очень важно для Южного полушария с преобладанием водной поверхности, распределения температуры воды.

Учет этих физических свойств ведет к следующей классификации воздушных масс района ЮЗА:

- морская тропическая воздушная масса;
- морская полярная воздушная масса;
- морская антарктическая воздушная масса.

Изменение температуры воды поперек субтропической конвергенции (средняя широта около 40° ю.ш.) говорит в пользу той точки зрения, что именно эту физическую особенность (конвергенцию) сле-

дует выбрать в качестве границы между районами формирования морской тропической и морской полярной воздушных масс.

Расположение атмосферного полярного фронта показывает, что резкое падение температуры на поверхности воды проявляется до верхних слоев атмосферы, хотя и с некоторым смещением к югу, как это и должно быть в случае наклонной фронтальной поверхности (Метеорология..., 1976).

Так как сезонные изменения в положении зоны Субтропической конвергенции незначительны, то положение границы между тропической и полярной воздушными массами можно считать постоянным для всех сезонов года. Здесь можно отметить, что некоторые авторы морскую полярную воздушную массу разделяют на два подтипа:

морская полярная воздушная масса с неоднородной теплой фазой, расположенная между Субтропической и Антарктической конвергенциями;

морская полярная воздушная масса с однородной холодной фазой, расположенная к югу от Антарктической конвергенции вплоть до кромки льда.

Деление морской полярной воздушной массы на подтипы нужно признать целесообразным, так как при классификации воздушных масс учитывалось распределение температуры воды. Здесь мы не будем останавливаться на анализе стратификаций атмосферы, присущих тому или иному подтипам воздушных масс; отметим только, что повторяемость некоторых консервативных свойств воздуха (таких, например, как потенциальная температура смоченного термометра) является, вероятно, самым объективным индикатором для установления наличия той или иной воздушной массы.

Так как в период весны-лета Южного полушария кромка льда сдвигается к югу и становится близкой к побережью Антарктиды, морская полярная воздушная масса с однородной холодной фазой в период перехода от весны к лету расширяется и в летний сезон замещает морскую антарктическую воздушную массу, то есть становится пограничной с континентальной воздушной массой.

Атмосферная циркуляция и циклоническая деятельность

Поле атмосферных переносов в Южной Атлантике определяется взаимодействием и взаимным расположением квазистационарных клима-

тических барических образований: Атлантического и Тихоокеанского южных субтропических антициклонов; барических депрессий, образующихся над акваториями морей Уэдделла, Беллинсгаузена, Рисер-Ларсена; Антарктического континентального антициклона, а также зоны активной циклонической деятельности южнее 40° ю.ш. и формирующихся над Южной Америкой в летнее время циклонов. Однако необходимо отметить, что преобладающее влияние на циркуляцию атмосферы над Южной Атлантикой оказывают континентальный Антарктический, южный Атлантический антициклоны и зона активного циклогенеза. Существует взаимодействие между активностью субтропических максимумов и полярного антициклона. Большое значение в механизме воздухообмена имеют гребни Антарктического антициклона, возникающие в тыловых частях стационарных депрессий при мощных вторжениях антарктических воздушных масс на север. Полярный антициклон через свои меридионально вытянутые гребни в нижней тропосфере служит постоянным источником питания для субтропических максимумов. На уровнях 700 и 500 мб располагаются депрессии, кольцом окружающие Антарктический антициклон. Среди них выделяется своей устойчивостью циклон над морем Уэдделла. Нередко на средних картах наблюдается гребень высокого давления, располагающийся между циклонами над морями Уэдделла и Росса. Характер взаимодействия этих зон определил следующие типы атмосферной циркуляции, присущие району Южной Атлантики (Атлас..., 1974):

1. Зональная с циклонической деятельностью в высоких широтах.
2. Зональная с циклонической деятельностью в умеренных широтах.
3. Меридиональная с выходом циклонов из низких широт в высокие в центральной части океана.
4. Меридиональная с активной циклонической деятельностью в умеренных широтах.
5. Меридиональная с блокирующим гребнем в западной части океана.
6. Меридиональная с блокирующим гребнем в центральной части океана.
7. Меридиональная с активной циклонической деятельностью в районе о. Тристан-да-Кунья.
8. Меридиональная с активной циклонической деятельностью на западе и востоке океана в субтропической зоне.

В среднемноголетнем поле зональных переносов (по данным АтлантНИРО) заметно выделяется вытянутая вдоль параллели область повышенной интенсивности, ось которой проходит в восточной части Южной Атлантики, приблизительно по 50° ю.ш., а в западной части — по 55° ю.ш. (рис. I, а).

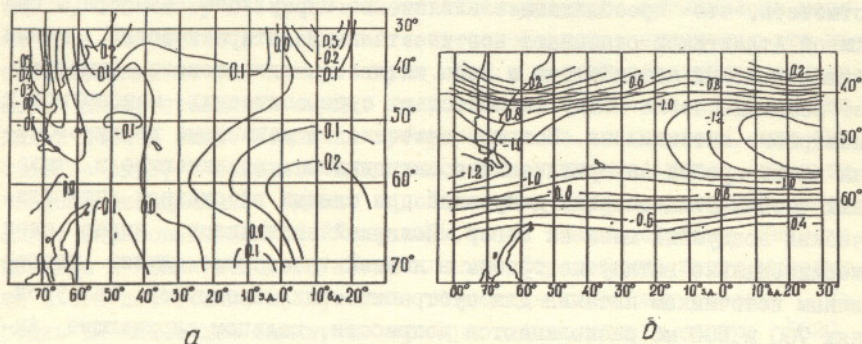


Рис. I. Среднегодовые многолетние карты индексов приземных воздушных переносов:

а — зональных; б — меридиональных

В среднемноголетнем поле меридиональных переносов выделяется обширная область преобладающих переносов на юг, располагающаяся над центральной частью экватории Южной Атлантики, и две области переносов на север в западной и восточной частях океана (см. рис. I, б).

После анализа синоптического материала, полученного в четырех рейсах РГМС "Возрождение" в район ЮЗА, можно сказать, что за рассматриваемый период преобладали четвертый, пятый и шестой типы атмосферной циркуляции, однако процентное соотношение между ними менялось в зависимости от сезона. Это связано с тем, что наблюдаются сезонные изменения в положении центров действия стационарных барических образований. Так например, в летний сезон центр действия Атлантического южного антициклона смещается к югу, наблюдается развитие гребней высокого давления, которые нередко достигают $60-65^{\circ}$ ю.ш., что приводит к преобладанию пятого типа атмосферной циркуляции. В зимний сезон картина наблюдается обратная: Атлантический антициклон смещается к северу, развиваются гребни высокого

давления, связанные с Антарктическим континентальным антициклоном; в этом случае преобладает шестой тип циркуляции.

Теперь рассмотрим циклоническую деятельность, характерную для района Юго-Западной Атлантики, при этом будем коротко описывать те погодные условия, которые наблюдаются при той или иной системе циклонов. Погода в районе ЮЗА обуславливается взаимодействием Атлантического южного субтропического антициклона, зоной активной циклонической деятельности южнее 40° ю.ш. и Антарктического континентального антициклона. Циклоническую деятельность в данном районе можно разделить на четыре основных типа:

1 - образование циклонов вследствие волновых процессов во фронтальной зоне;

2 - образование термических депрессий над материком Южной Америки, которые в некоторых случаях развивались в самостоятельные циклоны;

3 - выход тихоокеанских циклонов через пролив Дрейка в Южную Атлантику;

4 - выход циклонов из низких широт в высокие.

Рассмотрим первый тип. В среднем по Южному полушарию зона атмосферного полярного фронта проходит по 60° ю.ш. (однако нужно оговориться, что положение атмосферного полярного фронта подвержено сезонным изменениям; так, в летний период он располагается севернее, чем зимой). Волновые процессы, характерные для фронтальных зон, вытянутых в широтном направлении, приводят к усилению циклогенеза. Активизация циклонической деятельности во фронтальной зоне ярко выражена в весенний и осенний (переходные) периоды. Как правило, эти циклоны не являются глубокими барическими образованиями, имеют высокие скорости перемещения и непродолжительные периоды "жизни". Часто они разрушаются, не достигнув стадии окклюдивания. В начальный период существования этих циклонов в направлении их перемещения преобладает северо-восточная составляющая, которая в процессе развития циклона меняется на юго-восточную. Редкие из них опускаются южнее $65 - 70^{\circ}$ ю.ш. Для этого типа циклонической деятельности характерна неустойчивая погода, с порывистыми ветрами, часто меняющимися свое направление. Нередки осадки в виде дождя или снега в зависимости от времени года. На рис. 2 приведена характерная для этого типа синоптическая ситуация. Как пример приведем погодные условия, от-

меченные во время преобладания первого типа циклонической деятельности (срок карты на рис. 2 входит в рассматриваемый период). В период с 26 апреля по 9 мая 1989 г. преобладала активная циклоническая деятельность во фронтальной зоне. Наблюдалось образование многочисленных неглубоких циклонов. В основной массе траектории их движения не проходили севернее 50° ю.ш. Они приносили неустойчивую погоду, с ветрами, часто меняющими свое направление. Наблюдалась сплошная многослойная облачность с преобладанием нижнего и среднего ярусов. Отмечались туманы и обложные осадки. Рассматривая ход метеоэлементов, отмеченный в точке судна, можно сказать, что доминирующими были ветра западных и северо-западных направлений. Скорости ветра имели широкий диапазон значений от 3 до 26 м/с (порывы). Среднее атмосферное давление составило 998,5 мб, минимальное - 974,5, максимальное - 1013,0 мб. Температура воздуха колебалась от 1,9 до $7,4^{\circ}\text{C}$, среднее значение составило $4,1^{\circ}\text{C}$.

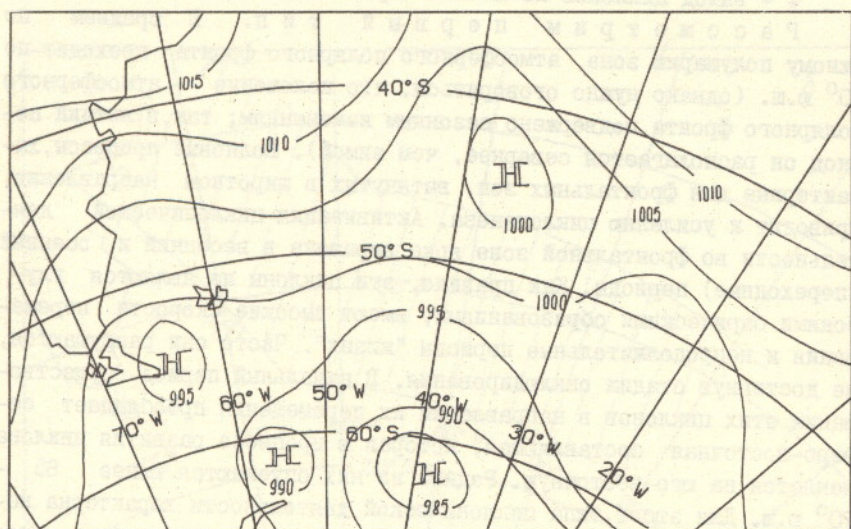


Рис. 2. Карта приземного анализа за 29.04.89

На спутниковых снимках хорошо прослеживается зона максимальной облачности, расположение и форма которой схожи с таковыми зонами максимальной повторяемости фронтов. На рис. 3 изображены положения зон максимальной повторяемости фронтов для летнего и зимнего периодов. Как правило, циклоны, относящиеся к этому типу циклогенеза, не вызывают сильного ветрового волнения из-за непродолжительности ветрового воздействия и постоянной смены направления.

Второй тип. Циклоническая деятельность этого типа характерна только для летнего периода. Барические депрессии развиваются над континентальной частью Южной Америки вследствие прогрева подстилающей поверхности или над прибрежной частью в результате значительных температурных контрастов между теплой поверхностью суши и относительно холодной поверхностью воды. Многочисленные случаи развития этих депрессий наблюдались в районе 35–50° ю.ш., которые в значительном ряде случаев образовывали самостоятельные циклоны. Выход циклона, образовавшегося над материком, в район ЮЗА (как пример) показан на карте приземного анализа на рис. 4, а. Данные циклоны представляли из себя неглубокие образования, имеющие в основном одну – две замкнутые изобары. Направление их движения, как правило, было юго-восточным без каких-либо значительных отклонений. Однако нужно отметить тот факт, что в двух случаях циклоны, образовавшиеся над материком, после выхода на морскую поверхность резко меняли направление своего движения (с преобладанием западной составляющей), а через непродолжительное время вновь обретали юго-восточное направление.

Третий тип. Выход циклонов из Тихого океана через пролив Дрейка является неотъемлемой частью общей картины циклогенеза в районе Южной Атлантики и немаловажным погодообразующим фактором. Антарктический полуостров и Южная Америка представляют собой значительное орографическое препятствие на пути следования тихоокеанских циклонов. Для низких барических образований это препятствие во многих случаях непреодолимо, и они разрушаются, так и не выйдя в Атлантику. При переваливании через южную оконечность Южной Америки средние и высокие атмосферные вихри частично разрушаются. Но, как правило, основная облачная масса накапливается у восточного побережья, где формируется новый вихрь, который продолжает свое движение на восток.

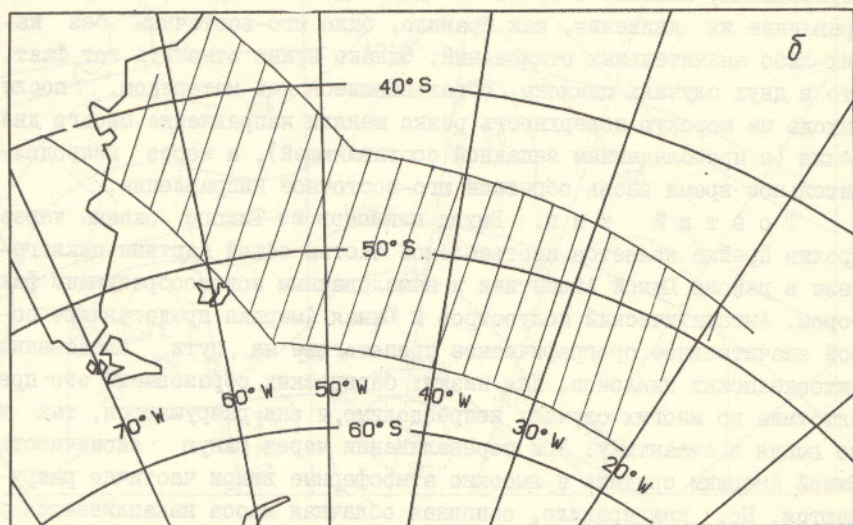
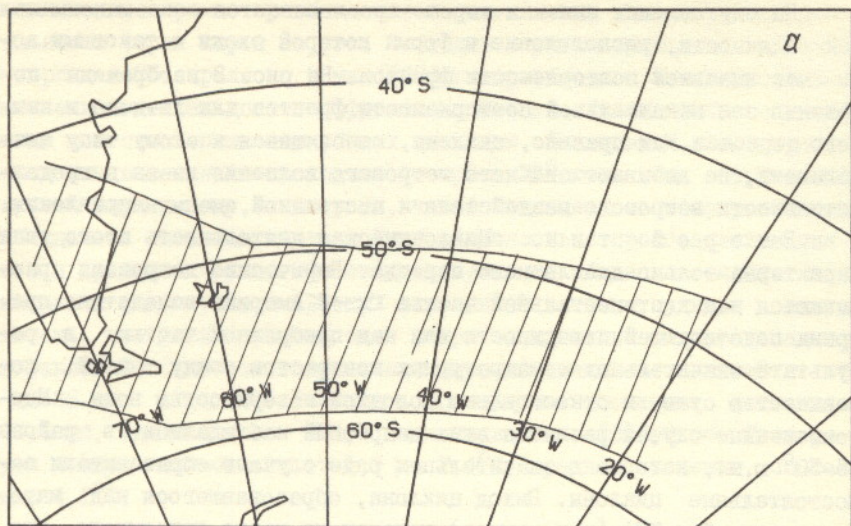


Рис. 3. Зона максимальной повторяемости фронтов:
 а - лето; б - зима

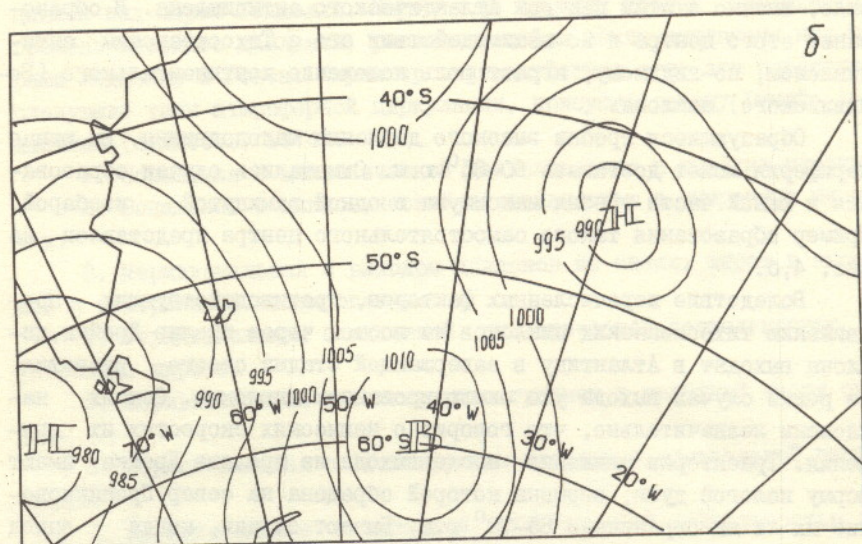
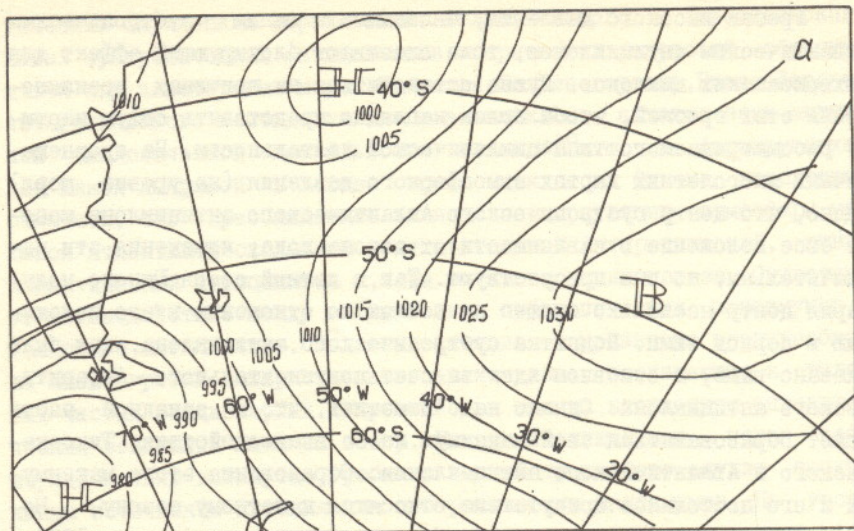


Рис. 4. Карта приземного анализа:
 а - за 05.10.88; б - за 21.10.88

Гребни высокого давления, связанные с южным субтропическим Атлантическим антициклоном, тоже оказывают блокирующий эффект для тихоокеанских циклонов. Нужно остановиться на причинах возникновения этих гребней, чтобы более наглядно представить общую картину рассматриваемого типа циклонической деятельности. На среднемесячных многолетних картах атмосферного давления (на уровне моря) видно, что центр субтропического Атлантического антициклона меняет свое положение в зависимости от сезона года; изменения эти незначительны, но они присутствуют. Так, в летний сезон Южного полушария центр несколько смещен на восток по отношению к его положению в период зимы. Подпитка субтропического антициклона, как было сказано выше, в основном идет за счет континентального Антарктического антициклона. Однако надо отметить, что в западной части может образовываться свой максимум из-за взаимодействия Тихоокеанского и Атлантического антициклонов. Образование этого максимума и его постоянное присутствие относятся к летнему сезону. Нередко он имеет две замкнутые изобары с давлением в центре 1020 — 1025 мб. Блокирующие гребни высокого давления связаны, как правило, именно с этим центром Атлантического антициклона. В образовании этого центра и во взаимодействии его с Тихоокеанским антициклоном, по-видимому, играет роль положение континентального (Боливийского) циклона.

Образующиеся гребни высокого давления малоподвижны, их южная периферия может достигать 60–65° ю.ш. Отмечались случаи образования в южной части гребня максимума с одной замкнутой изобарой. Пример образования такого самостоятельного центра представлен на рис. 4,б.

Вследствие перечисленных факторов, противодействующих продвижению тихоокеанских циклонов на восток через пролив Дрейка, циклоны выходят в Атлантику в завершающей стадии своего развития, не редки случаи выхода уже окклюдированных циклонов. Оси их наклонены незначительно, что говорит о невысоких скоростях их движения. Траектории движения после выхода из пролива Дрейка имеют форму пологой дуги, вершина которой обращена на север. Проникновение их на юг ограничено 65–70° ю.ш. Бывают случаи, когда выход циклонов из Тихого океана в Атлантический отличается от описанной выше картины. Это происходит при сильно развитом на востоке Тихого океана гребне высокого давления. При этом циклоны продвигаются

не через пролив Дрейка, а через Антарктический полуостров, траектории центров проходят по полуострову или несколько восточнее, но параллельно ему. Выйдя в Атлантику, они движутся практически в меридиональном направлении с незначительной восточной составляющей. Эти глубокие барические образования (до шести замкнутых изобар), захватывая холодный антарктический воздух, приносят штормовую погоду, с сильными ветрами и обильными осадками в виде снега или ледяной крупы. Имея большие скорости движения, нередко они проникают на север, вплоть до 40° ю.ш. Достигнув максимальной точки своего продвижения на север, циклоны заполняются, меняют направление движения на юго-восточное и быстро разрушаются.

Чтобы более наглядно представить погодные условия, характерные для этой ситуации, опишем погоду, которая наблюдалась в период с 27.09 по 17.10.88 (14-й рейс РТМС "Возрождение"). Этот период интересен еще тем, что наблюдалась смена одного типа циклонической деятельности на другой. Даты карт на рис. 4 входят в этот период. В начале данного периода погода обуславливалась взаимодействием Атлантического антициклона с неглубоким циклоном, вышедшим из Тихого океана через пролив Дрейка. Центр Атлантического антициклона располагался на 30° ю.ш. и имел одну замкнутую изобару 1020 мб. Циклон имел в центре давление 985 мб. Выйдя из пролива Дрейка, циклон имел северо-восточное направление движения. Скорость движения составила 40–45 км/ч. В этот период циклон прошел стадию окклюдирования и стал заполняться. В своем движении циклон прошел над рассматриваемым районом своей северной периферией, вследствие чего до 30.09 преобладали ветра западного направления. Наблюдалась скорость ветра до 20 м/с. Из-за этого развилось относительно сильное ветровое волнение, высота волн достигала 5 м. Весь район был покрыт 10-балльной многослойной облачностью с преобладанием нижнего и среднего ярусов. Прошли обложные осадки. Температура воздуха падала до 0°C.

После прохождения данного циклона, с 01.10 начали развиваться два гребня высокого давления, связанные с Атлантическим южным и Антарктическим континентальным антициклонами, которые блокировали выход тихоокеанских циклонов.

С 02.10 севернее района стал развиваться отдельный антициклон, который к 04.10 имел три замкнутые изобары с давлением 1035 мб в центре. Антициклон смещался в юго-восточном направлении.

нии. Ветра за время прохождения антициклона были северо-северо-восточные, скорости их были незначительны и составили в среднем 5–6 м/с. Температура воздуха возросла до 3–4⁰С. Прошли небольшие обложные осадки, наблюдался туман, который ухудшил видимость до 200 м. Это объясняется прохождением более теплых воздушных масс, принесенных антициклоном, над холодной поверхностью. После прохождения антициклона погоду над районом определил циклон, который образовался над материком в районе Ла-Платы. Этот неглубокий циклон имел высокую скорость движения. Давление в его центре составило 1000 мб. В то же время через пролив Дрейка вышел глубокий циклон, который к 12.10 стал полностью определять погоду района. Он имел шесть замкнутых изобар с давлением в центре 970 мб. Перемещался он в восточном направлении. За это время наблюдалась погода, характерная для северной периферии, так как траектория движения центра прошла несколько южнее района. Над районом располагалось высокоградиентное поле давления, что привело к усилению ветра западных направлений до 13–14 м/с. Все это время район был закрыт 8–10-балльной облачностью с преобладанием нижнего яруса. Наблюдались обложные осадки в виде снега и снежных зерен, что резко ухудшало видимость.

С 20.10 Атлантический южный антициклон сместился в юго-восточном направлении, у него развился мощный гребень, южная часть которого достигла Антарктического полуострова. Одна изобара замкнулась, образовав отдельный центр, расположенный юго-восточнее пролива Дрейка. В этот период преобладала зональная циркуляция воздушных масс. Ветра отмечались северных направлений со скоростью в среднем 5–6 м/с. Облачность составила 5–7 баллов. Высота волн не превышала 3 полуметров. Днем температура воздуха поднималась до 7⁰С.

Ч е т в е р т ы й т и п. Выход циклонов из низких широт в высокие не характерен для района ЮЗА, в течение рейсов он наблюдался в единичных случаях. Это объясняется тем, что траектории их движения приурочены к центральной части океана. Однако на них тоже необходимо обратить внимание. Эти циклоны образуются над поверхностью океана в субтропической зоне, имеют большой влагозапас и приносят с собой штормовую погоду с ливневыми осадками, правда, нередко со значительным повышением температуры (до 4–5⁰С). Облачные системы этих циклонов хорошо прослеживаются на спутнико-

вых снимках. Они представляют собой обширные облачные вихри с ярко выраженными фронтальными облачными полосами. Интересно отметить, что теплые секторы этих циклонов также закрыты облачностью (возможна многослойная с преобладанием верхнего яруса).

На рис. 5 представлена карта траекторий движения циклонов, составленная в 12-м рейсе РТМС "Возрождение" (сентябрь 1987 г. - февраль 1988 г.). Как видно из этой карты, основная масса циклонов проходила своими центрами южнее 50° ю.ш. - это тихоокеанские циклоны и циклоны, образовавшиеся во фронтальной зоне. Также хорошо видна "дорога" циклонов, образовавшихся над материком. Эти полученные данные хорошо вписываются в общую схему циклонической деятельности над Южной Атлантикой, что подтверждается картой (рис. 6) (Метеорология..., 1976).

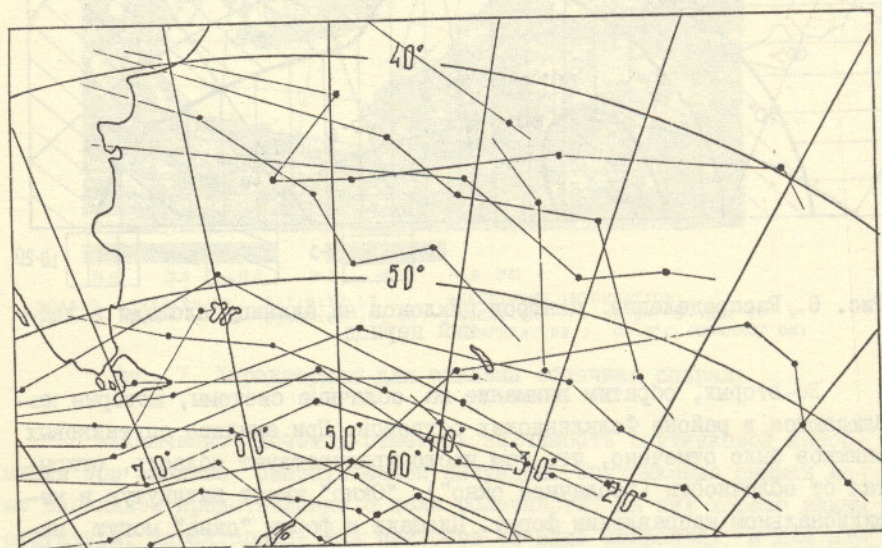


Рис. 5. Траектории движения циклонов

Остановимся на некоторых особенностях погоды, которые были отмечены в период рейсов.

Во-первых, нужно сказать об адвективных туманах, которые практически постоянно распространены к югу от северной границы ЮПФЗ.

Их наличие объясняется постоянным выносом более теплых влажных воздушных масс на холодную поверхность фронтальной зоны и антарктических вод. Эти выносы обусловлены активной циклонической деятельностью в этих широтах.

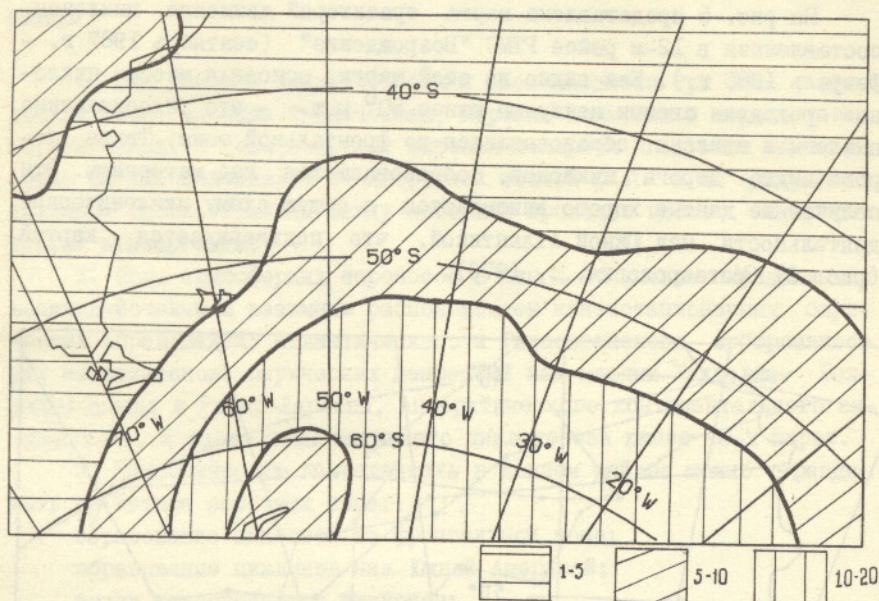
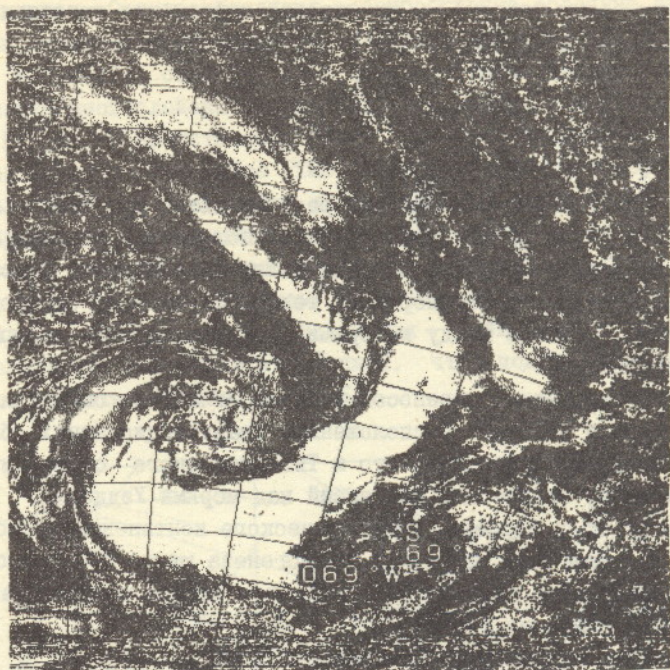


Рис. 6. Распределение центров циклонов на единицу площади в летний период

Во-вторых, обратим внимание на облачные системы, которые наблюдаются в районе Фолклендских островов. При анализе спутниковых снимков было отмечено, что там часто присутствует область, открытая от облачности ("облачное окно"). "Окно" имеет вытянутую в меридиональном направлении форму. Площадь и форма "окна" могут изменяться, но центр его расположен приблизительно в районе островов. Наличие этой области, вероятно, можно объяснить расположением траекторий циклонов над районом. Выше был приведен анализ циклонической деятельности, из которого видно, что пути движения циклонов, как правило, не проходят через район Фолклендских островов и западнее его, что и приводит к образованию "облачного окна".



	31.0	22.0	13.0	04.0	-05.0	-14.0	[°C]
NOAA10	1988/09/23	01:19:12	LT	◆RECEIVING INFORMATION			
IR	X1	-00:00:00	(UT-LT)	LOCATION	: 60°34' S	068°20' W	
				TEMPERATURE	: 00.0°C	(CORRECT ON)	

Рис. 7. Характерная для циклона облачная спираль

В заключение хочется отметить значимость спутниковой информации при анализе синоптической ситуации. Спутниковые снимки дают наглядное представление о поле облачности. На них хорошо видны структуры, характерные для циклонов (в виде спиралей) и для атмосферных фронтов (в виде облачных полос). Имея ряд последовательных снимков, можно прогнозировать развитие и движение барических образований. Используя комбинированные изображения, можно определить области вероятного выпадения осадков. Разработаны методики, используя которые по облачным структурам удастся восстановить поле приводного ветра. На снимке (рис. 7), полученном со спутника NOAA, хорошо видна облачная система циклона (облачные

поля окрашены белым цветом). Спутниковая информация является весомым дополнением к картам погоды и натурным наблюдениям.

Выводы

1. Над районом Южной Атлантики располагаются три типа воздушных масс: морская тропическая, морская полярная и морская антарктическая. В свою очередь, морская полярная воздушная масса делится на два подтипа: с неоднородной теплой фазой и с однородной холодной фазой, граница между которыми проходит вдоль Антарктической конвергенции.

2. Поле атмосферных переносов в Южной Атлантике определяется взаимодействием и взаимным расположением квазистационарных барических образований: Атлантического и Тихоокеанского субтропических антициклонов, барических депрессий над морями Уэдделла, Беллинсгаузена и Рисер-Ларсена, Антарктического континентального антициклона, а также зоны активного циклогенеза южнее 40-х широт.

3. Циклоническую деятельность в данном районе можно разделить на четыре основных типа:

образование циклонов во фронтальной зоне;

образование циклонов над Южной Америкой;

выход тихоокеанских циклонов;

выход циклонов из низких широт.

4. Спутниковая информация представляет весомое дополнение к синоптической информации и данным натурных наблюдений и дает возможность не только уточнять синоптическую ситуацию, но и прогнозировать ее.

Список использованной литературы

А т л а с океанов / Под ред. Горшкова С.Г. - Л.: ГУНО МО СССР, 1974.

М е т е о р о л о г и я Южного полушария / Под ред. Ч.Ньютона. - Л.: Гидрометеиздат, 1976.