

Министерство рыбного хозяйства СССР
АТЛАНТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(АтлантНИРО)

УДК 639.2/.3:629.783
№ Гос. регистрации 77031927
Инв. № _____

"УТВЕРЖДАЮ"
ДИРЕКТОР АТЛАНТНИРО
к.г.н.
В.А. Вялов Ю.А. ВЯЛОВ
"24" 12 1981 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ СПУТНИКОВОЙ
ИНФОРМАЦИИ В НАУЧНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОМЫСЛА
(промежуточный отчет)

Шифр № 7-19

Зам. директора по научной работе
к.б.н.

"22" декабря 1981 г.

[Подпись]
К.Г. КУХОРЕНКО

Зав. отделом Южной Атлантики,
д.г.н., ст.научный сотрудник,
руководитель темы

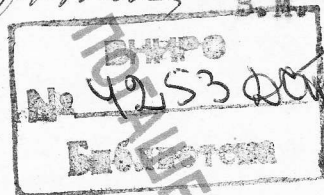
"18" декабря 1981 г.

[Подпись]
В.Н. ЯКОВЛЕВ

И.о. зав. лабораторией электронной
техники морских исследований,
руководитель темы

"18" декабря 1981 г.

Ворожиль В.М. ВОРОБЬЕВ



Калининград - 1981

Список исполнителей

- Архипов В. И., инженер (прием спутниковой информации на судовом пункте приема по району ЮВТО, раздел 5).
- Бобков А. М., заведующий лабораторией электронной техники морских исследований (научное руководство темой, разделы 4, 5).
- Емельянов И. В., младший научный сотрудник (раздел 3, дешифрирование спутниковой информации на судовом пункте приема).
- Кромская М. В., лаборант (участие в разделе 2, оформление отчета).
- Куликов В. В., и. о. зав. сектором космических методов исследования (раздел I, 5).
- Мизеркин Б. К., заведующий сектором космических методов исследования (организация судового пункта на РТМС "Русское поле").
- Пахомов В. И., (участие в работах по разделам 4, 5).
- Семищев С. Г., мл. научный сотрудник (раздел 4).
- Тюлин А. А., ст. инженер (раздел 5, прием спутниковой информации на судовом пункте приема НПС "Эврика").
- Чернега Г. А., инженер (раздел 2).
- Яковлев В. Н., заведующий отделом Южной Атлантики, доктор географических наук (научное руководство темой).

РЕФЕРАТ

Отчет 77 стр., 19 рисунков, 6 таблиц.

СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В АНТАРКТИКЕ, ТИПИЗАЦИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ, ОПЕРАТИВНАЯ СПУТНИКОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ТИХОГО ОКЕАНА, ПЕРУАНСКИЙ ПОДРАЙОН, ФРОНТАЛЬНЫЕ ЗОНЫ, МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ, ОБЛАЧНЫЕ ИНДИКАТОРЫ, ЭЛЕКТРОННАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, АППАРАТУРА ПРИЕМА СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ.

По массиву факсимильных синоптических карт за пятилетие (1968-1972 гг) проанализированы синоптические условия Антарктической части Атлантики. Выделено 7 типов атмосферных процессов и рассчитаны их статистические характеристики.

В результате анализа спутниковых снимков Юго-Восточной части Тихого океана определены облачные индикаторы фронтальных зон Перуанского подрайона в различные сезоны. Разработана методика дешифрирования фронтальных зон региона по облачным индикаторам.

Проведена разработка макета блока обработки сигнала ИСЗ для использования на судовом пункте приема спутниковой информации с целью повышения дешифрируемости принимаемых снимков. Для определения возможности использования станции приема спутниковой информации *YAA-2N* фирмы *JRC* (Япония) на судах рыбной промышленности проведены её эксплуатационные испытания. Приводятся результаты испытаний и анализа возможностей аппаратуры.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Введение.....	6
2. Исследование синоптических условий в Антарктике.....	7
2.1. Синоптико-климатическая характеристика Антарктической части Атлантики.....	7
2.1.1. Антициклоническая деятельность.....	8-11
2.1.2. Циклоническая деятельность.....	11-23
2.2. Типизация атмосферных процессов над Антарктической частью Атлантики.....	23-40
3. Разработка методики дешифрирования фронтальных зон в ЮВТО по спутниковым снимкам облачности.....	41
3.1. Постановка задачи исследования.....	41
3.2. Метеорологические условия Перуанского подрайона....	42
3.3. Гидрологические условия Перуанского подрайона.....	43
3.4. Процессы образования облачных индикаторов термических неоднородностей.....	44-47
3.5. Облачные индикаторы фронтальных зон Перуанского подрайона.....	47-48
3.6. Методика океанологического дешифрирования спутниковых снимков Перуанского подрайона.....	48-52
3.7. Создание пункта приема спутниковой информации на борту РТМС "Русское поле".....	52-55
4. Разработка макета устройства электронной обработки изображений с ИСЗ.....	56-61
5. Совершенствование технических средств приема спутниковой информации.....	62
5.1. Результаты опытной эксплуатации станции приема спутниковой информации <i>ТАА-2 N</i>	62-64
5.2. Выводы.....	64
6. Заключение.....	65
Литература.....	66-70
Приложение I. Программа испытаний аппаратуры приема спутниковой информации <i>ТАА-2 N</i> (фирмы <i>JRC</i> , Япония)....	71
Приложение 2. Результаты испытаний и анализа возможностей аппаратуры <i>ТАА-2 N</i>	72-74

Приложение 3. Условия проведения анализа.....	75
Приложение 4. Недостатки аппаратуры <i>УАА-2 N</i>	76-77

I. ВВЕДЕНИЕ

Работы, выполненные в 1981 г, явились логическим продолжением исследований в области использования оперативных спутниковых данных для научного обеспечения поиска и промысла, проводившихся в прежние годы.

В настоящее время определились два аспекта получения космических данных, применимых в интересах рыбного хозяйства - синоптическое и океанологическое дешифрирование спутниковой информации. В первом направлении перспективным является разработка методов, позволяющих определять благоприятные и неблагоприятные для формирования промысловых скоплений и ведения промысла условия в результате обработки спутниковой информации. Полигоном для разработки этих методов является Антарктическая часть Атлантики. На первом этапе, завершеном в 1981 г, проведена типизация синоптических процессов этого региона. Определены также количественные характеристики выделенных типов. Во втором направлении объектом исследования служили вопросы формирования облачности, несущей информацию о термической структуре океанической поверхности в ЮВТО. Результатом работ является разработанная предварительная методика дешифрирования фронтальных зон Перуанского подрайона ЮВТО на спутниковых снимках облачности. Для обеспечения синоптического и океанологического дешифрирования в оперативном режиме, в 1981 г осуществлялся прием информации с ИСЗ „NOAA-6“, Метеор-2 на судовых пунктах приема, НПС "Эврика" (Южная часть Атлантики) и РТМС "Русское поле" (Юго-Восточная часть Тихого океана). С целью совершенствования техники приема и обработки спутниковой информации изучалась и испытывалась станция приема спутниковой информации УАА-2N фирмы JRC (Япония), создавался макет устройства по обработке сигналов с ИСЗ, применимого в судовых условиях.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В АНТАРКТИКЕ

Район научно-исследовательских работ АтлантНИРО в Антарктике простирается от 70° з.д. до 60° в.д. Исследование атмосферных процессов в южных высоких широтах ограничим этими пределами.

На синоптические условия исследуемого района существенное влияние оказывают физико-географические особенности региона и, прежде всего, меридионально расположенные хребты Южной Америки и Антарктического полуострова, нарушающие зональное распределение метеорологических элементов. Важная роль принадлежит также южной части Африки, между которой и побережьем Антарктиды возникают большие контрасты температуры и создаются условия, благоприятные для формирования двух высотных фронтальных зон.

Особенностью береговой линии Антарктиды в исследуемом регионе является наличие узкого и длинного Антарктического полуострова, выступающего далеко к северу в направлении на мыс Горн и глубокого залива, вдающегося в сушу - моря Уэддэлла.

2.1. Синоптико-климатическая характеристика Антарктической части Атлантики.

Анализ средних многолетних данных [1,2] и литературных источников [3,4,5,6,7,8,9] позволил выявить основные черты атмосферной циркуляции над приантарктическими водами Атлантического и Индийского океанов.

Условия циркуляции здесь складываются в результате взаимодействия следующих квазипостоянных центров действия: пояса высокого давления в субтропиках, субантарктической депрессии в умеренных широтах и континентального антициклона над Антарктидой. В соответствии с этим на климатических картах обнаруживаются две зоны преобладающих ветров: зона западных ветров, обусловленных циркуляцией южной периферии субтропических анти-

циклонов и северной периферии субантарктической депрессии, характеризующихся большой силой и устойчивостью, а также зона восточных ветров у побережья Антарктиды, связанных с южной периферией субантарктической депрессии и периферией континентального антициклона.

2.1.1. Антициклоническая деятельность.

На характер циркуляции атмосферы в районе антарктических вод значительное влияние оказывают зональная и меридиональная миграции субтропических антициклонов, а также их распространение по площади.

Южноатлантическая и южноиндийская области высокого давления являются самыми устойчивыми барическими образованиями в системе атмосферной циркуляции исследуемого района. Их гребни ориентированы с севера на юг и иногда достигают центральных частей Антарктиды [10]. Субтропические антициклоны существуют в течение всего года, испытывая межгодовые и сезонные колебания. В летний период* области высокого давления смещаются на юг к антарктическому континенту, зимой отходят на север.

Южноатлантический антициклон усиливается в августе [11] и распространяется на большую площадь, вытягиваясь к западу. Летом его пространственная протяженность в широтном направлении уменьшается, а ось ориентируется с северо-запада на юго-восток. Аналогично меняется протяженность вдоль параллелей и южноиндийского субтропического антициклона.

Смещение центра южноатлантического максимума с запада на восток в течение года составляет 14° , а южноиндийского - 30° долготы [8].

Сезонные смещения антициклонов вдоль меридианов менее существенны и не превосходят $2-4^{\circ}$ широты [6].

На климатических картах субтропические антициклоны выглядят как квазистационарные образования. Однако ежедневные карты позволяют отметить, что все антициклоны, участвующие в процессе формирования климатических центров высокого давления, делятся на полуперманентные и подвижные,двигающиеся в среднем

*Здесь и далее подразумеваются сезоны южного полушария.

на восток с небольшой северной составляющей. На любом участке траектории движение может происходить к югу. Особенно часто это наблюдается у юго-западных берегов Южной Африки. С другой стороны, у восточных берегов Южной Африки часто преобладают северные составляющие. Смещения на север и даже на запад характерны в районе "кладбища" антициклонов - у западного берега Южной Африки.

Р.В. Абрамов [12] предполагает, что между миграциями субтропических максимумов и перемещениями аномалий температуры на поверхности океана существует тесная взаимосвязь.

Большинство антициклонов сосредоточивается в полосе между 23° и 42° ю.ш. [9] с максимумом зимой вдоль 27° ю.ш., а летом - 37° ю.ш. [3].

Изменение повторяемости антициклонов вдоль пояса высокого давления обусловлено двумя факторами: различием скорости барических систем в различных районах и наличием районов предпочтительной диссипации старых антициклональных ячеек и формирования новых.

Там, где система двигается медленно, как в центральных районах субтропической Атлантики, повторяемость высока; там, где они продвигаются быстро, как, например, вблизи западного побережья Африки, где часто наблюдается отпочкование и расщепление антициклонов и распределение давления характеризуется вытянутыми седловинами между далекими друг от друга антициклонами, - повторяемость низка.

Предпочтительными районами формирования новых антициклонов являются районы у южного и восточного берегов Южной Африки; диссипация антициклонов происходит, как уже упоминалось, у западного побережья Южной Африки.

Статистические исследования Таубера Г.М. [7] позволили выделить в исследуемом районе три климатические зоны высокого давления: в западной части Атлантики (35° ю.ш., 40° з.д.), в её восточной части (30° ю.ш., 8° в.д.) и в западной части Индийского океана (35° ю.ш., 45° в.д.). Здесь наблюдаются наибольшие величины повторяемости антициклонов: в восточной части Атлантики - 74% летом и 46% зимой; в западной - соответственно 62 и 50%; в западной части Индийского океана - 42 и 40% [7].

В таблице 2.1. приведены данные об интенсивности субтропических максимумов, заимствованные у Г.М. Таубера [7].

Таблица 2.1.

Давление в центрах субтропических антициклонов

Район расположения климатического антициклона	Среднее давление			Максимум из средних месячных величин		Годовая амплитуда средних месячных величин
	лето	зима	год	месяц	давление	
Западный район Атлантики	1014,3	1019,2	1016,1	УП	1019,3	6,8
Восточный район Атлантики	1021,1	1023,8	1021,6	УП	1024,5	3,7
Западный район Индийского океана	1015,2	1022,1	1018,4	УП	1023,0	8,3

Из таблицы 2.1. видно, что наиболее мощными в системе субтропического пояса высокого давления исследуемого района являются антициклоны, расположенные над восточными районами Атлантики, давление в центрах которых наиболее перманентно в отдельные сезоны. Наиболее резкому сезонному изменению подвержено давление в антициклонах, расположенных над западными районами Индийского океана.

Продолжительность жизни субтропических антициклонов в среднем составляет 4-5 дней [13].

Летом в умеренных широтах иногда появляются полярные антициклоны, оформленные в виде самостоятельных барических образований с замкнутыми изобарами. Как правило, они связаны с гребнями субтропического антициклона и перемещаются в восточном направлении практически с той же скоростью, что и циклоны [9].

Мощные антициклоны в зоне от 40° ю.ш. до полюса бывает

двух типов: холодные системы, которые формируются в гребнях, связанных с вторжением холодного воздуха в тылу циклонических серий и теплые блокирующие системы, связанные с субтропическим гребнем.

Над Антарктидой располагается континентальный антициклон, от которого к побережью распространяются отроги высокого давления. Их положение географически обусловлено: оси гребневых зон группируются в тех местах, где располагаются орографические гребни антарктического ледника. Этот факт может быть объяснен орографическим и термическим эффектом ледниковых отрогов в формировании областей высокого давления. В исследуемом районе, как правило, располагаются два отрога антарктического антициклона, оси которых проходят через 0° и 50° в.д. [5, 10, 14].

Формирующиеся в указанных районах гребни, являясь высокими барическими образованиями, оказывают существенное влияние на циркуляцию воздуха в соседних районах. По мнению О.Г. Кричака, они (особенно в период антарктического лета, когда антициклон располагается наиболее близко к атлантико-индийскому побережью Антарктиды [5]) создают такой меридиональный процесс, который блокирует продвижение циклонов в зональном направлении и способствует их стабилизации. Троектории

Траектории антициклонов в основном имеют зональное направление: летом близкое к широте 40° ю.ш., а зимой — к 30° ю.ш. [17].

2.1.2. Циклоническая деятельность.

В югу от субтропических антициклонов давление быстро падает и у Антарктиды образуется зона низкого давления — субантарктическая депрессия, ось которой ориентирована вдоль $60 - 68^{\circ}$ ю.ш. Эта зона существует в течение всего года и представляет собой совокупность отдельных климатических циклонов.

Карты среднего месячного давления обнаруживают в исследуемой области два таких климатических центра: в районе моря Уэдделла и моря у берегов восточной части Земли Королевы Мод.

На картах повторяемости циклонов проявляется ещё один климатический центр низкого давления — у нулевого меридиана вблизи Берега Принцессы Марты. Весной над морем Скотия формируется сезонный климатический циклон.

Климатические циклоны в Антарктике являются статистическим результатом преобладания глубоких и малоподвижных депрессий. Механизм их образования исследован в ряде работ [4, 18 и др.]. Установлено, что возникновение таких циклонов связано с многократным процессом регенерации циклонов умеренных широт, перемещающихся на юг в сторону антарктического континента. После регенерации циклонов в зоне антарктического фронта, они становятся высокими барическими образованиями. Одновременно происходит замедление их продвижения в высокие широты, а затем, у побережья Антарктиды, они полностью утрачивают свою подвижность. Останавливаясь, циклоны имеют тенденцию смещаться к западу. Стационарирование глубоких, развитых по вертикали циклонов, связано с двойным блокированием: на юге — высоким континентом, а на востоке — высоким гребнем.

В настоящее время вопрос о характерных особенностях барического поля над приантарктическими водами приобрел дискуссионную остроту. Наряду с традиционной точкой зрения, по которой существуют определенные области стационарирования циклонов над Южным океаном [4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 и др.], высказывается альтернативное мнение, базирующееся на спутниковых данных [27].

Значимость проблемы выходит за рамки чисто метеорологической: с характерными особенностями атмосферной циркуляции связаны дрейфовые течения, вынос льдов в более низкие широты, формирование в океане биологической продуктивности и т.п.

Учитывая тот факт, что для всех предшествовавших исследований распределения циклонов над антарктическими водами характерным является выбор коротких периодов, приводивший к заметному расхождению результатов, а также, принимая во внимание новые данные, полученные при анализе спутниковой информации, мы еще раз обращаемся к этой проблеме.

С целью выяснения вопроса анализу были подвергнуты ежедневные синоптические карты Южного полушария, составленные в Гидрометцентре СССР за 1968-1972 гг. В пределах 70° з.д. — 60° в.д. между параллелями 40° и 80° ю.ш. были выделены все циклоны, ограниченные хотя бы одной замкнутой изобарой. С карт сняты географические координаты центров, глубина циклонов и их диаметр по меридиану. Обработка данных проводилась ежемесячно.

Картирование выделенных центров обнаруживает картину, в первом приближении аналогичную опубликованной по спутниковым данным [27]. На первый взгляд центры циклонов представляются более или менее равномерно "размазанными" по всему исследуемому сектору. Более тщательный анализ позволяет, однако, выявить предпочтительные области стационарирования циклонов. Эти области обнаруживаются после подсчета повторяемости циклонических центров в ячейках регулярной $5 \times 5^\circ$ сетки и проведения изолиний повторяемости. В первом приближении они отождествляются с климатическими циклонами опубликованных атласов [1, 2]

Распределение центров циклонов по сезонам представлено на рис. 2.1.-2.3. Их анализ подтверждает наличие областей постоянной высокой повторяемости циклонов над морями Рисер-Ларсена и Космонавтов. Эта область, являющаяся статистическим результатом преобладания глубоких и малоподвижных депрессий, располагается примерно в одном и том же географическом районе во все сезоны, что согласуется с выводами Астапенко [4] и Тальярда [24], но заметно видоизменяется её конфигурация и активность. Так, от лета к зиме она вытягивается в широтном направлении на 12° , простираясь от 18° до 54° в.д., и в её пределах, кроме одного ядра максимальной повторяемости циклонов, располагающегося на 30° в.д., появляется второе - на 46° в.д. Причем, ядра максимальной повторяемости находятся в среднем на 1° севернее, чем летом. Средняя сезонная широта области постоянной высокой повторяемости практически остается неизменной и составляет 65° ю.ш.

Анализ карт распределения циклонических центров по месяцам подтверждает исключительную стабильность по времени области высокой повторяемости циклонов над морями Рисер-Ларсена и Космонавтов и выявляет более детально её изменение в пространстве и "интенсивности".

Так, летом (особенно в декабре и январе) область постоянной высокой концентрации циклонических центров ориентирована меридионально. Она вытягивается к северу до 40° ю.ш. В декабре в её пределах (юго-западнее о-вов Принс Эдуард) образуется ядро максимальной повторяемости центров циклонов, что нашло свое отражение на сезонной карте (рис. 2.1.).

Широтная ориентация этой области наиболее правильна в зимние месяцы, когда она непрерывно простирается

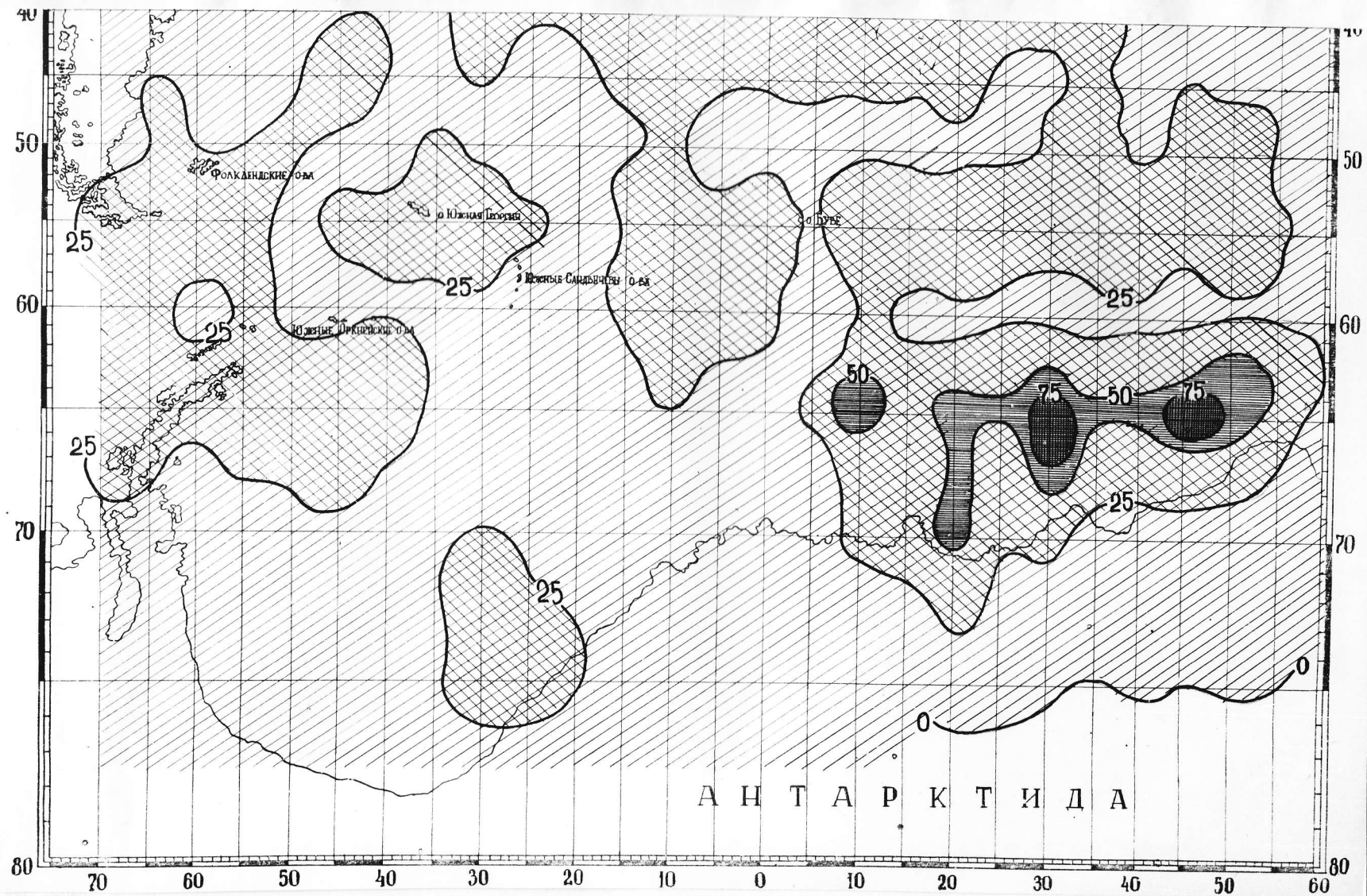


Рис. 2.1. Распределение центров циклонов в летний сезон (1968-1972 гг).

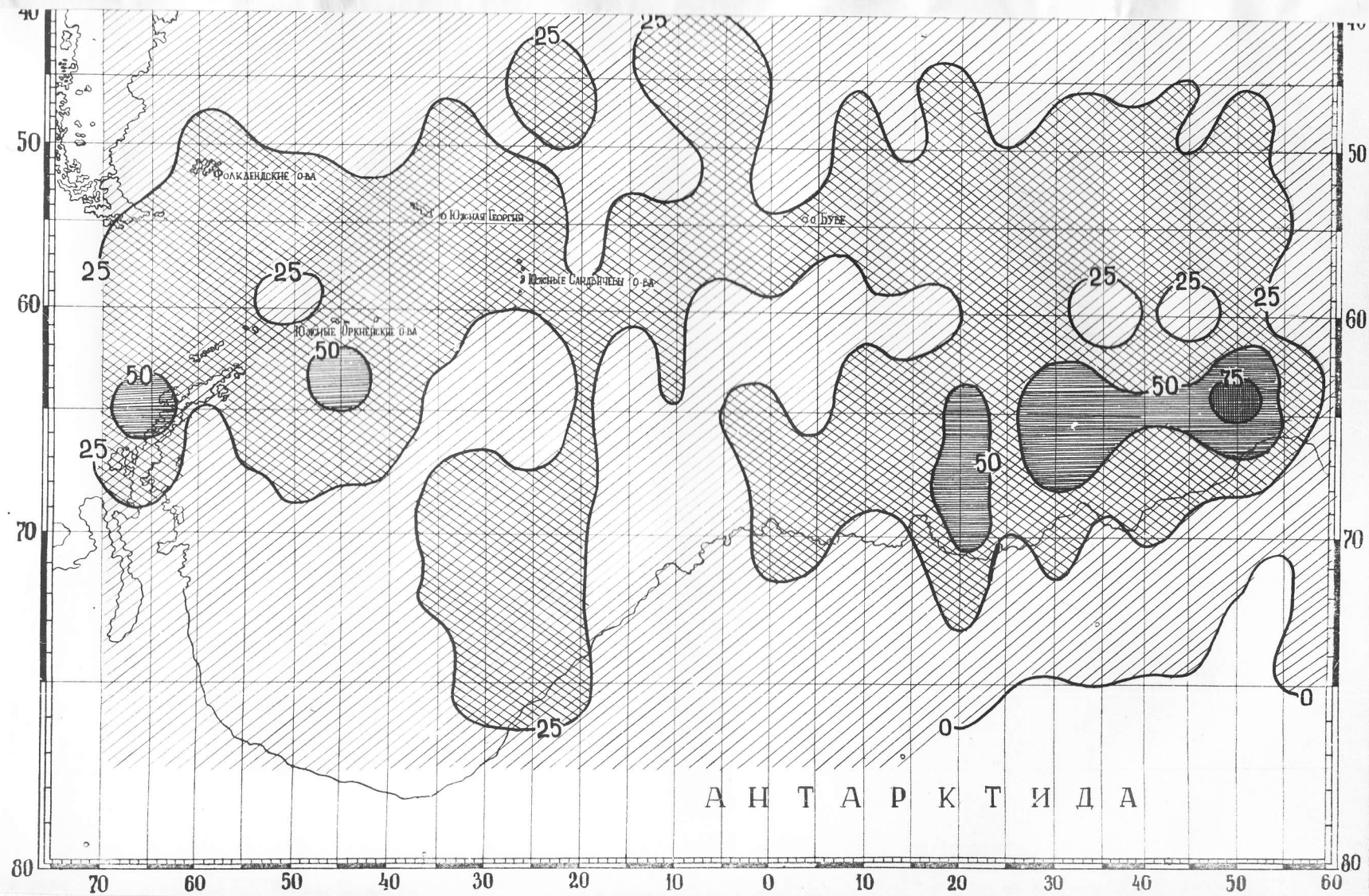


Рис. 2.2. Распределение центров циклонов в переходные сезоны (1968-1972 гг.).

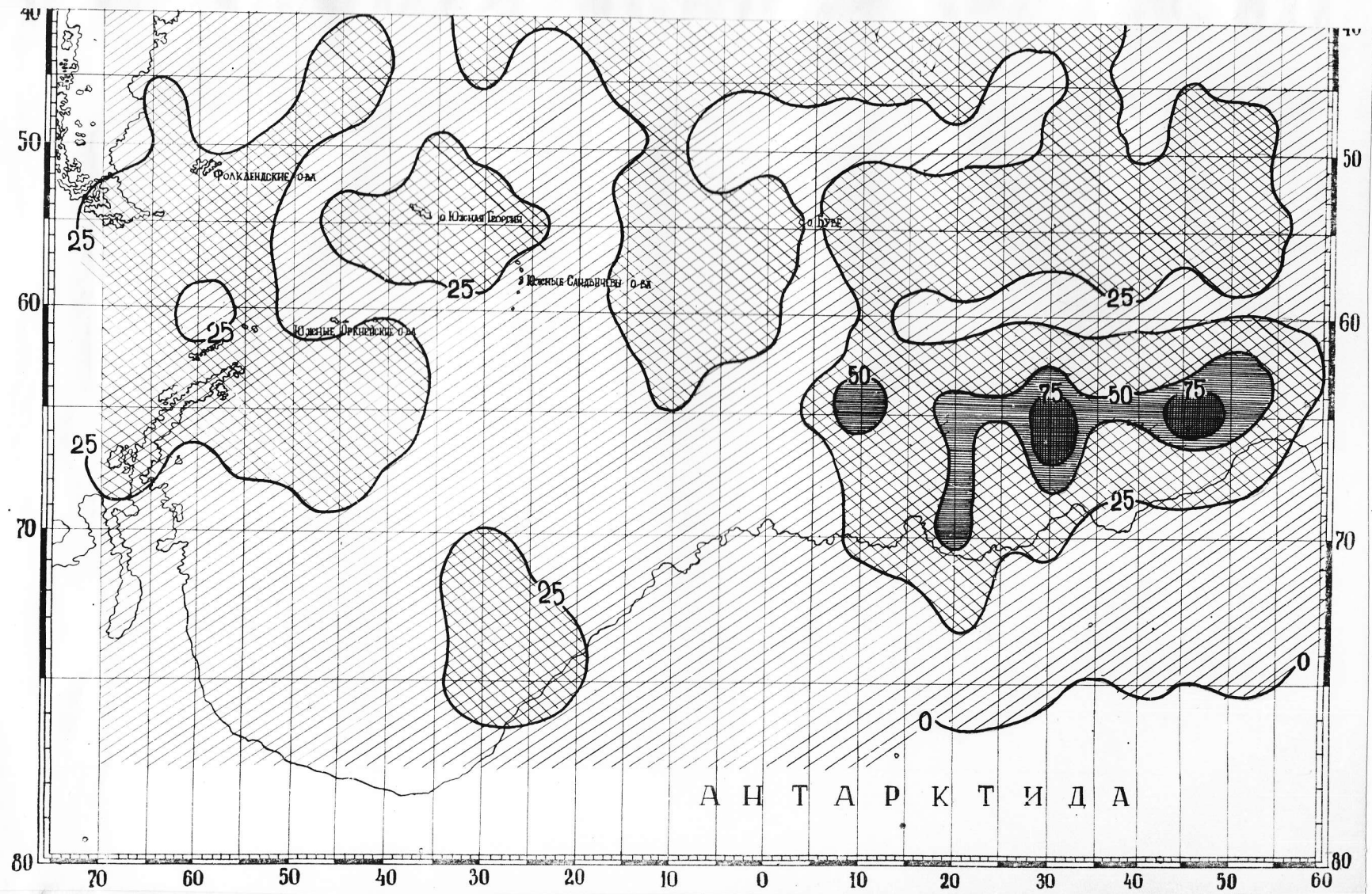


Рис. 2.3. Распределение центров циклонов в зимний сезон (1968-1972 гг.).

вдоль берегов Антарктиды, часто повторяя его очертания. В августе от берега принцессы Астрид меридиональной полосой незначительной повторяемости циклонов отделяется небольшая область высокой повторяемости, проявляющаяся на сезонной карте (рис. 2.3.)

В переходные периоды область также, в основном, вытянута в широтном направлении, однако, в отличие от зимней картины она не представляет собой единого целого, а расчленяется на две-три области значительной концентрации центров циклонов, наиболее постоянной из которых является область, меридионально расположенная над морем Рисер-Ларсена, очевидная на рис. 2.2.

Годового хода интенсивности области постоянной высокой повторяемости анализом карт по каждому месяцу не выявлено. В целом, область благоприятна для центральных частей циклонов во все сезоны. Самые высокие из максимальных значений повторяемости циклонических центров отмечены в июне, октябре и январе, самые низкие - в апреле, сентябре и декабре.

При анализе распределения центров циклонов по месяцам в области постоянной высокой повторяемости установлено два наиболее предпочтительных района стационарирования депрессий (один над морем Рисер-Ларсена, другой - над морем Космонавтов), центральные координаты которых сведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2.

Местоположение районов максимальной повторяемости циклонических центров

Район	Координаты	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Море Рисер-Ларсена	в.д.	25	30	22	-	-	30	30	20	-	-	29	-
	ю.ш.	65	66	66	-	-	66	66	65	-	-	66	-
Море Космонавтов	в.д.	-	-	50	-	50	-	45	49	-	49	-	-
	ю.ш.	-	-	65	-	65	-	66	65	-	65	-	-

Таблица показывает, во-первых, что наиболее часто (в январе, феврале, мае, июне, октябре и ноябре) в области постоянной высокой повторяемости центров циклонов формируется один наиболее

предпочтительный район стационарирования циклонов, в марте, июле и августе - два района, остальные три месяца (апрель, сентябрь и декабрь) предпочтительны для стационарирования циклонов в меньшей степени.

На рис. 2.1.-2.3. очевидно существование над исследуемой акваторией ещё нескольких областей высокой повторяемости циклонических центров. Однако все они незначительны по площади, отличаются меньшей активностью и носят сезонный характер.

Наибольшая из них - область высокой повторяемости над морем Скотия (рис. 2.1.), отражающая район частного циклогенеза в зоне антарктического фронта. В летний сезон область отличается наибольшей активностью (максимальное количество циклонов зафиксировано здесь в январе). В переходные периоды эта область, уменьшаясь по площади и интенсивности, смещается в сторону Антарктиды и располагается южнее Южных Оркнейских островов (рис. 2.2.). Существование сезонного центра низкого давления над морем Скотия согласуется с данными Н.Г. Давыдовой, Д.И. Стехновского и Г.М. Таубера [8].

Другая область высокой повторяемости циклонических центров фиксируется над проливом Дрейка, что с учетом небольших региональных различий подтверждает выводы, полученные исследователями ранее [6, 27, 28 и др.]. Существование этой области географически обусловлено: Южная Америка и Антарктический полуостров являются орографическим препятствием для смещающихся на восток циклонических вихрей, что приводит к изменению их траекторий и сгущению последних над проливом. При этом прослеживается замедление циклонов, а иногда и их стационарирование [28, 29]. Область отмечается на картах каждого месяца, но наибольшего развития достигает в летние и переходные месяцы (особенно в мае и октябре).

Летом обнаружена ещё одна область высокой повторяемости центров циклонов, расположенная у Берега Принцессы Марты, что согласуется с выводами Г.М. Таубера [7] и Н.Г. Давыдовой [17] о наличии климатической циклонической области близ нулевого меридиана. Эта область наиболее обширна и интенсивна в декабре, когда она простирается от 67° ю.ш. до острова Буве. Существование её подтверждается отдельными месячными картами в переходные периоды.

Менее отчетливо по сравнению с другими предпочтительными районами концентрации циклонических центров проявляется на сезонных картах область над морем Уэдделла. Причём, летом море Уэдделла вообще не благоприятно для центральных частей циклонов, а большее время занято антициклонами [9].

Анализ карт распределения центров циклонов за каждый месяц показывает, что зимой и в пререходные сезоны в восточной части моря Уэдделла практически постоянно сохраняется область высоких значений, которая особенно интенсивна в октябре. Важно заметить, что хотя циклоны здесь более редкие, чем в области постоянно высокой концентрации циклонических центров над морями Рисер-Ларсена и Космонавтов, они наиболее глубокие и мало-подвижные. Это дает основание считать восточную часть моря Уэдделла вторым основным районом стационарирования депрессий.

Таким образом, анализ карт распределения циклонических центров подтвердил основные выводы, полученные исследователями ранее, о существовании предпочтительных областей стационарирования циклонов. Наиболее репрезентативный из всех предшествовавших исследований ряд исходных данных позволил уточнить географическую локализацию и степень активности каждой области. К самым предпочтительным областям стационарирования относятся, прежде всего, перманентная и наиболее активная область, расположенная над морями Риссер-Ларсена и Космонавтов, а также область, носящая сезонный характер, в восточной части моря Уэдделла, где стабилизируются самые глубокие депрессии. Менее значительна сезонная область близ Берега Принцессы Марты у нулевого меридиана.

Некоторая несогласованность наших данных с данными других исследователей по интенсивности и положению основных областей стационарирования может быть объяснена различием в объеме использованного материала и методах его обобщения.

Отмеченные нами при анализе карт распределения циклонических центров по месяцам другие области высокой концентрации центров циклонов (над проливом Дрейка, м. Скотия, близ островов Гоф, Принс Эдуард, Фолклендских о-вов и др.) являются, вероятно, следствием либо местного циклогенеза, либо концентрации троекторий циклонов. Однако, тот факт, что при анализе матери-

ала мы неоднократно отмечали стационарирование и заполнение циклонов в открытом океане, возможно, заставляет более внимательно исследовать эти области.

Основные статистические характеристики параметров циклонов для трех приблизительно равновеликих секторов исследуемого района приведены в табл. 2.3. Границы секторов выбраны не случайно. На средних месячных картах распределения центров циклонов они совпадают с меридионально ориентированными полосами пониженной повторяемости центров, между которыми располагаются области высокой повторяемости. В соответствии с географической локализацией назовем районы: от 70° до 25° з.д. - западный, от 24° з.д. до 15° в.д. - центральный и от 14° до 60° в.д. - восточный.

Самое низкое среднее давление в центре циклонов отмечается в восточном районе: (986,1 мб), самое высокое - в центральном (989,5 мб), причём, как в одном, так и в другом секторе, эти величины остаются практически неизменными во все сезоны в отличие от западного района, где сезонные изменения давления составляют примерно 3 мб. Среднее квадратическое отклонение, характеризующее рассеяние давления в центре циклонов, во всех трех секторах почти одинаково и изменяется в отдельные сезоны от $\pm 9,5$ до $\pm 12,5$ мб. Отрицательный коэффициент асимметрии распределения давления над всей исследуемой областью указывает на то, что преобладающие значения давления в центре циклонов больше, чем средние.

Как видно из таблицы 2.3., в среднем циклоны в западном секторе занимают наиболее южное положение (около 53° ю.ш.), что географически обусловлено. В восточном секторе они, в среднем, располагаются на 1° , а в центральном - на 2° севернее. Самые низкие величины среднего квадратического отклонения широты в восточном секторе ($\pm 8,1^{\circ}$) свидетельствует в пользу её большей консервативности здесь по сравнению с другими секторами. Этот сектор характеризуется правой скошенностью распределения широты. В западном и центральном секторах распределения широты имеют положительную асимметрию (за исключением переходных сезонов в западном секторе).

Средняя долгота циклонов в западном районе составляет $46,5^{\circ}$ з.д. (распределение долгот отличается здесь большим рассеянием, чем в других секторах), в центральном - $4,1^{\circ}$ з.д.

Основные статистические характеристики параме
части Атлантик

Район	Статисти- ческая характе- ристика	Д а в л е н и е			Ш и р о т а	
		лето	зима	переходные сезоны	лето	зима
запад- ный (70°- 25°з.д.)	математи- ческое ожидание и его ошибка	988,2±0,4	987,4±0,6	985,6±0,6	58,3±0,4	59,2±0,5
	среднее квадрати- ческое от- клонение	9,52	12,48	11,57	9,32	9,87
	асимметрия	-0,32	-0,37	-0,15	0,05	0,0
	эксцесс	2,84	2,76	2,76	2,20	2,03
цент- раль- ный (24°з.д. -15°в.д.)	математи- ческое ожидание и его ошибка	989,1±0,5	990,5±0,6	989,0±0,6	57,6±0,5	56,7±0,5
	среднее квадрати- ческое от- клонение	9,84	11,13	10,71	9,17	9,72
	асимметрия	-0,75	-0,38	-0,16	0,10	0,14
	эксцесс	2,83	3,00	2,75	2,21	2,06
восточ- ный (14°- 60°в.д.)	математи- ческое ожидание и его ошибка	986,7±0,5	986,0±0,6	985,8±0,5	57,2±0,4	57,9±0,4
	среднее квадрати- ческое от- клонение	9,75	12,31	10,64	7,96	8,58
	асимметрия	-0,06	-0,28	-0,20	-0,20	-0,35
	эксцесс	2,97	2,98	3,02	1,97	2,02

* Примечание: " - " - западная долгота; " + " - восточная

Таблица 2.3.

Трогов циклонов в антарктической

и

Переходные сезоны	Д о л г о т а*			Д и а м е т р		
	лето	зима	переходные сезоны	лето	зима	переходные сезоны
$59,3 \pm 0,5$	$-46,6 \pm 0,6$	$-47,2 \pm 0,7$	$-45,8 \pm 0,6$	$6,1 \pm 0,1$	$6,4 \pm 0,1$	$6,4 \pm 0,1$
9,59	13,09	13,58	13,22	2,60	2,92	2,83
-0,02	-0,08	-0,02	-0,12	1,60	1,57	1,58
2,12	1,81	1,76	1,81	6,74	6,16	6,02
$57,0 \pm 0,5$	$-4,3 \pm 0,6$	$-3,4 \pm 0,7$	$-4,7 \pm 0,6$	$6,2 \pm 0,1$	$6,2 \pm 0,1$	$6,0 \pm 0,1$
9,10	11,61	11,72	11,79	2,36	2,27	2,18
0,14	-0,02	-0,06	0,05	1,50	1,49	1,48
2,11	1,78	1,76	1,77	6,09	6,06	6,32
$57,5 \pm 0,4$	$36,0 \pm 0,6$	$36,2 \pm 0,6$	$36,5 \pm 0,6$	$6,1 \pm 0,1$	$5,9 \pm 0,1$	$6,3 \pm 0,1$
8,04	12,11	12,43	12,41	2,84	2,26	2,53
-0,20	0,17	0,11	0,08	1,72	1,46	1,46
1,90	1,87	1,84	1,82	7,30	6,21	6,07

ая долгота.

Распределение долготы циклонов над этими секторами имеет правую скошенность (за исключением переходных периодов в центральном). Средняя долгота циклонов в восточном секторе колеблется около 36° в.д. Чаще всего здесь отмечаются значения меньше, чем средние.

Размеры циклонов во всех трех секторах практически одинаковы: диаметр циклонов по меридиану составляет в среднем 6° . Положительный коэффициент асимметрии указывает на то, что преобладающие размеры циклонов меньше, чем средние.

Положительные величины эксцесса характеризуют распределения всех параметров циклонов исследуемого района как островершинные.

Результаты статистики, как формальных математических операций, не сделали категорических выводов в пользу ни одной из ранее указанных точек зрения по вопросу о существовании предпочтительных областей концентрации циклонических центров и подтвердили наши предыдущие качественные выводы о том, что формирование определенных центров тяжести происходит на фоне большой мозаичной картины.

По данным Тальярда [24], циклогенез летом наиболее часто происходит в зоне $45-50^{\circ}$ ю.ш., а зимой и в переходные сезоны в зоне $40-45^{\circ}$ ю.ш.

Различают две основные группы траекторий циклонов: кольцевую и меридиональную. Перемещаясь по кольцевым траекториям, циклоны образуют отдельные участки низкого давления.

Анализируя карты траекторий циклонов, построенных по спутниковым данным, Э.Н. Лысаков [26] установил, что трудно сгруппировать отдельно траектории в умеренных и высоких широтах, как это считалось ранее [17]. Пути движения циклонов практически равномерно распределяются в обширной зоне. Наибольшее число циклонов проходит в широтной зоне $52-62^{\circ}$ ю.ш. [26].

Меридиональные группы траекторий объединяются в несколько географически локализованных ветвей [4], по которым происходит поступление циклонов из умеренных широт к антарктическому побережью в район морей Уэдделла, Космонавтов и Рисер-Ларсена.

Наиболее активные циклоны, встречая на своем пути блокирующие гребни, проникают на континент. Чаще всего в исследуемом

районе циклоны пересекают антарктическое побережье над морем Уэдделла.

Скорости движения циклонов зимой несколько выше, чем летом. В среднем в зоне между 40 и 60° ю.ш. 67% всех скоростей находится в пределах от 20 до 40 узлов. Вдоль 60-70° ю.ш., где появляется циркумполярная ложбина, 26% систем движутся со скоростями менее 10 узлов [9]. Максимальные скорости циклонов наблюдаются в западных районах Индийского океана.

2.2. Типизация атмосферных процессов над Антарктической частью Атлантики.

В практике исследований атмосферных процессов широко распространены приемы синоптического обобщения материалов, одним из которых является типизация атмосферных процессов. Типизация предполагает осреднение наблюдавшихся в данном районе за исследуемый период всех синоптических ситуаций по группам, включающим случаи, характеризующиеся каким-либо одним и тем же признаком (или группой признаков), выбранным в качестве ведущего. Такой подход позволяет выявить наиболее характерные особенности составных частей системы атмосферной циркуляции в целом. Подобное расчленение единого на части и изучение этих взаимоисключающих частей находится в соответствии с требованиями диалектического метода исследования, обеспечивающего наиболее глубокое проникновение в сущность явления.

Проведение типизации синоптических ситуаций в антарктических районах научно-исследовательских работ АтланТИРО (70° з.д.-60° в.д.) вызвано необходимостью расширения существующих знаний об атмосферных процессах этого региона, в значительной степени влияющих на формирование в океане зон биологической продуктивности.

Выявление основных особенностей реальных синоптических процессов (использование в этих целях космической информации), сопоставление их с данными промышленной статистики, разработка элементов промышленных прогнозов в целом будут способствовать улучшению гидрометеорологического обеспечения океанического

рыболовства, что отвечает одной из многих задач, поставленных XXVI съездом КПСС.

2.2.1. В последнее время выполнен целый ряд крупных исследований по типизации атмосферных процессов над Антарктикой. Их результаты иногда бывают трудно сопоставимы, что отчасти объясняется различными подходами к выбору ведущего признака типизации. Последний зависит от цели типизации и, естественно, не может быть универсальным. Однако, несравнимые результаты могут быть получены даже тогда, когда принципы типизации остаются неизменными, но различны её временные и пространственные масштабы.

Первую работу по типизации атмосферных процессов над Антарктикой выполнил Х. Лэмб [13]. По характеру барического поля, располагающегося непосредственно над Антарктидой, частично учитывая характер погоды (ветер) на побережье, он выделил четыре типа-схемы циркуляции:

- 1) наличие антициклона с циклонической циркуляцией наверху (при этом на периферии антициклона наблюдаются сильные ветра);
- 2) холодная депрессия над Антарктидой (с относительно слабыми ветрами у побережья);
- 3) чередование циклонических и антициклонических образований с циклоническим вихрем наверху;
- 4) смещение циклонов на восток вдоль берегов Антарктиды.

Использование результатов Лэмба ограничивается районом исследования.

Более детальную типизацию предложили Э. Вовинкель и Ц. Остхьвизен [30]. Эту работу они выполнили на основании материалов четырехлетних наблюдений в теплый период (1949-1953 гг) для атлантического и индийского секторов Южного океана (от 70° з.д. до 170° в.д.). Вся территория была разбита на четыре равновеликих участка:

- А) море Уэдделла (70° з.д.- 10° з.д.);
- В) участок к югу от Южной Африки (10° з.д.- 50° в.д.);
- С) район о.Хёрд (50° в.д.- 110° в.д.);
- Д) участок южнее Австралии (110° в.д.- 170° в.д.).

Для каждого участка было составлено по девять типовых схем

приземного барического поля, характеризующих зональный и меридиональный перенос воздуха в этих районах. Для всех 36 типов синоптических процессов были получены данные о повторяемости облачности, осадков, тумана, ветра и построены карты распределения температуры воды и воздуха. Возможность учесть комплекс характеристик погоды при осуществлении того или иного типа-шаблона, безусловно, является положительным моментом данной типизации. Однако то, что типизация представляет собой отдельные, не связанные между собой схемы циркуляции для ограниченных районов в значительной степени затрудняет её использование.

Типизация синоптических процессов Г.М. Таубера [3] выполнена также, как и предыдущая, для теплого времени года в атлантическом и индийском секторах Южного океана. Отличие же заключается в том, что она является единой для всего океанического района от 70° в.д. до 120° в.д. В основу типизации был взят принцип географического положения основных барических образований, обуславливающих господствующий перенос воздуха у земли. По данным ежедневных синоптических карт за три года (1949-1952 гг) были выделены два типа, характеризующих зональную и меридиональную циркуляцию. Причем, первый из них включал два подтипа, а второй - пять. Каждый подтип синоптического процесса был получен в результате осреднения давления в центре циклонов и антициклонов. Заслуживают внимание данные о повторяемости, продолжительности и преобладании типов. Так, Г.М. Таубер приходит к выводу, что летом в Антарктике преобладает меридиональный тип циркуляции, продолжительность процессов этого типа составляет 3,6 суток, а зонального 3 суток. Основным недостатком типизации Г.М. Таубера является ограничение её использования рамками антарктического лета.

В связи с этим представляет собой интерес типизация синоптических процессов, выполненная П.Д. Астапенко [4, 31] по данным наблюдений за 1958 г с привлечением карт барической топографии и прежде всего карт АТ₇₀₀ для всего Южного океана. Используя тот же принципиальный подход к типизации атмосферных процессов, что и Г.М. Таубер, П.Д. Астапенко выделил десять вариантов синоптических процессов (шесть для меридиональной формы циркуляции и четыре - для зональной, три из которых допускают её нарушение в каком-либо из океанов).

Учитывая три главных признака: положение и интенсивность антициклона над Антарктидой, интенсивность и глубину проникновения циклонов на антарктический континент и активность циклонической деятельности в Южном океане, П.Д. Астапенко предложил двадцать типичных синоптических ситуаций, которые наблюдались за весь период 1958 г. Их анализ позволил установить, что меридиональная форма преобладает зимой и остается значительной в другие сезоны, а также и то, что она может возникать вследствие не только развития субтропических гребней океанических антициклонов с севера на юг, но и сильного развития гребней антарктического антициклона с юга на север. По сравнению с другими типизациями, типизация П.Д. Астапенко является наиболее полной. Тем не менее её выполнение по данным только одного года не позволяет без корректировки использовать эту типизацию для последующих целей.

Типизация Н.Г. Давыдовой [32] выполнена по материалам наблюдений за три года (1956-1958). В её основу положена направленность процесса при сохранении знака барического поля на пространстве естественного синоптического района, каковыми приняты океаны южного полушария. Типизация выполнена применительно к задачам расчета типовых схем ветровых волн. Для Атлантического океана выявлено 6 типов, один из которых подразделяется на два подтипа, для Индийского - 5 типов, построены соответствующие им карты среднего давления и полей ветра. Средняя продолжительность каждого типа составляет 2-3 дня, а повторяемость меридиональных типов процессов в целом за год более, чем в два раза превышает повторяемость зональных процессов.

Трудности в использовании типовых схем, полученных Н.Г. Давыдовой, связаны в основном с тем, что типизация проведена обособленно для каждого из океанов.

А.В. Кузнецов и А.В. Диповка [33] приняли тот же принцип классификации атмосферных процессов, что и Г.М. Таубер и П.Д. Астапенко. На основании обобщения данных трехлетних наблюдений (1963-1965 гг) за теплое время года они выделили три типа процессов, один из которых подразделяется на два подтипа. Средняя продолжительность типов 4-4,5 суток, максимальная 10-14 суток. Типизация выполнена применительно к восточной части

Индийского и западной части Тихого океанов, в чем мы видим одну из причин ограничения использования её результатов.

В основе региональной типизации, проведенной Л.А. Ждановым [34] по материалам четырех лет (1957-59, 1962), лежит эволюция струйных течений.

Получены шесть типов элементарных синоптических процессов (четыре меридиональных и два зональных), наблюдавшихся в Восточной Антарктиде и Индийском секторе Южного океана. Средняя продолжительность типов составляет около 3 дней. Типовые карты приземного поля давления элементарных синоптических процессов хорошо согласуются с картами, построенными Н.Г. Давыдовой.

Воспользоваться результатами типизации Л.А. Жданова не представляется возможным, главным образом, ввиду отсутствия на научно-поисковых судах аэрологических наблюдений, а также ограниченности района исследований.

И.Г. Почупайло [35] провел типизацию барических полей для локального района Южной Атлантики - моря Скотия. В качестве ведущего признака была избрана пространственная ориентация зоны максимальных барических градиентов. По материалам ежедневных синоптических карт за три года (1970-1972 гг) были выделены семь типов и три подтипа барических полей. Определены повторяемость типов и их устойчивость в отдельные сезоны и в среднем за год. Типизация выполнена применительно к океанологическим расчетам основных характеристик динамики вод моря Скотия.

В целях разработки макроциркуляционного метода долгосрочных метеорологических прогнозов по Антарктике, Л.А. Дыдиной с соавторами [36] проведена типизация атмосферных процессов, основой которой явилось выделение элементарного синоптического процесса (ЭСП), характеризующегося относительной устойчивостью в направленности основных переносов воздушных масс при сохранении географического распределения полей давления на больших пространствах полушария. На материале ежедневных синоптических карт (за 0 и 12 ч по Гринвичу) и карт АТ₅₀₀ (за 0 ч по Гринвичу) за 1965-1969 гг было выделено 516 ЭСП. Наиболее часто продолжительность ЭСП составляет 3-4 суток (75,5%); ЭСП продолжительностью 2 суток встречаются в 11%, а 5-6 дней - 13,5%. Все выделенные ЭСП были обобщены в три формы атмосферной цир-

куляции: зональную Z и две меридиональные M_a и M_b . Необходимость выделения двух форм меридиональной циркуляции объясняется авторами тем, что в процессе развития длинных волн в атмосфере, которые формируют меридиональный воздухообмен на полушарии, географическая локализация высотных гребней и ложбин может быть противоположна по фазе. Принципиальное отличие этой классификации синоптических процессов от предыдущих заключается в том, что рассматривается единый синоптический процесс для всего полушария.

В связи с этими формами атмосферной циркуляции Г.Б. Савицкий [37] для теплого периода года выделяет типы синоптических процессов: четыре типа при зональной форме Z , шесть типов при меридиональной форме M_a и три типа при меридиональной форме M_b . В результате подсчета повторяемости типов выявлено семь основных и шесть дополнительных типов синоптических процессов в Антарктике, подсчитаны их устойчивость и преемственность. Эта типизация, проведенная в целом для всего полушария, наилучшим образом позволяет учитывать сопряженность процессов между всеми секторами Южного океана. Однако её использование ограничивается пределами антарктического лета (с октября по май).

Обзор исследований по типизации атмосферных процессов над Антарктикой показал, что в большинстве случаев авторы проводили типизацию по признаку географического расположения основных центров действия атмосферы, определяющих и направление основных переносов воздуха в механизме циркуляции, и условия развития и перемещения циклонических серий. Нам представляется возможным использовать такой подход при указанной конкретной постановке задачи - задачи типизации синоптических условий в целях последующего определения тех или иных промысловых ситуаций в районе от 70° в.д. до 60° в.д. для любого времени года. Главная трудность при сопоставлении результатов исследований отдельных авторов заключалась в выборе ими различных масштабов исследования, дающих различную детализацию процессов. По масштабу исследований ни одна из перечисленных типизаций не отвечает полностью нашим требованиям.

2.2.2. Исходным материалом для типизации атмосферных процессов в районе от 70° з.д. до 60° в.д. послужили ежедневные синоптические карты, составленные в Гидрометцентре СССР за один срок наблюдения с 1968 по 1972 г.

В основу типизации положен принцип географического расположения основных барических систем.

В результате типизации выделено семь типов синоптических процессов, относящиеся к двум основным формам циркуляции: зональной и меридиональной. При зональном типе атмосферных процессов преобладает зональный перенос воздушных масс, их междуширотный обмен очень ограничен. При меридиональных типах циркуляции происходит нарушение западно-восточного переноса, интенсивный обмен воздуха между субтропическими и полярными широтами, усиление циклонической деятельности и более частое стационарирование циклонов близ Антарктического побережья. В передней части циклонов происходит поступление теплого воздуха в более высокие широты, в тыловых - отток холодного воздуха на север.

В результате исследования выделено два зональных типа атмосферных процессов: высокоширотной и среднеширотной зональности и пять меридиональных типов, отличающихся между собой географической локализацией барических гребней и ложбин.

Тип I - зональный (рис. 2.4.). Данный тип характеризуется развитием глубоких и подвижных циклонических образований на антарктическом фронте, который ориентирован почти широтно. Циклоны смещаются с запада на восток в узкой полосе от 60° до 75° в.ш., иногда проникая на континент. В их тылу происходят кратковременные и слабые затоки антарктического воздуха; также слабы и кратковременны затоки теплого воздуха в передних частях циклона, т.е. при этом типе зональной циркуляции междуширотный обмен воздуха ограничивается узкой полосой субполярных циклонов. Между поясом циклонов и устойчивой полосой высокого давления в субтропиках создается зона со значительными барическими градиентами, обеспечивающими интенсивный западно-восточный перенос в умеренных широтах. Это так называемая высокоширотная зональность.

Чаще всего процессы типа I встречаются в марте и декабре, реже всего - в мае и июне. Наиболее часто тип I переходит в

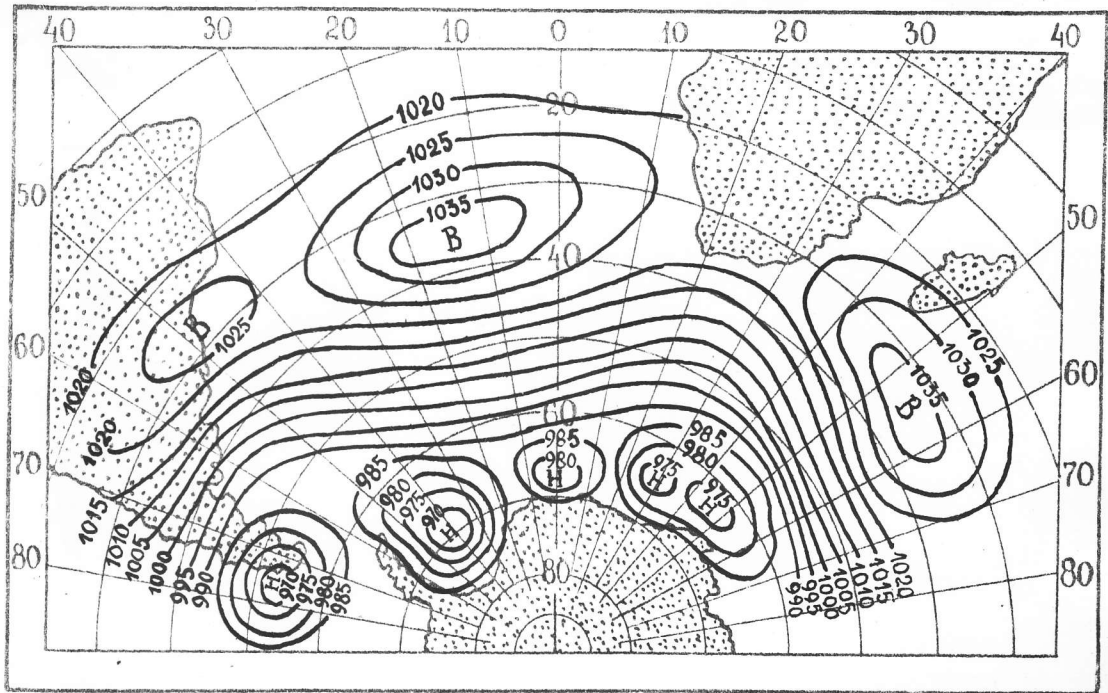


Рис.2.4 Первый тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

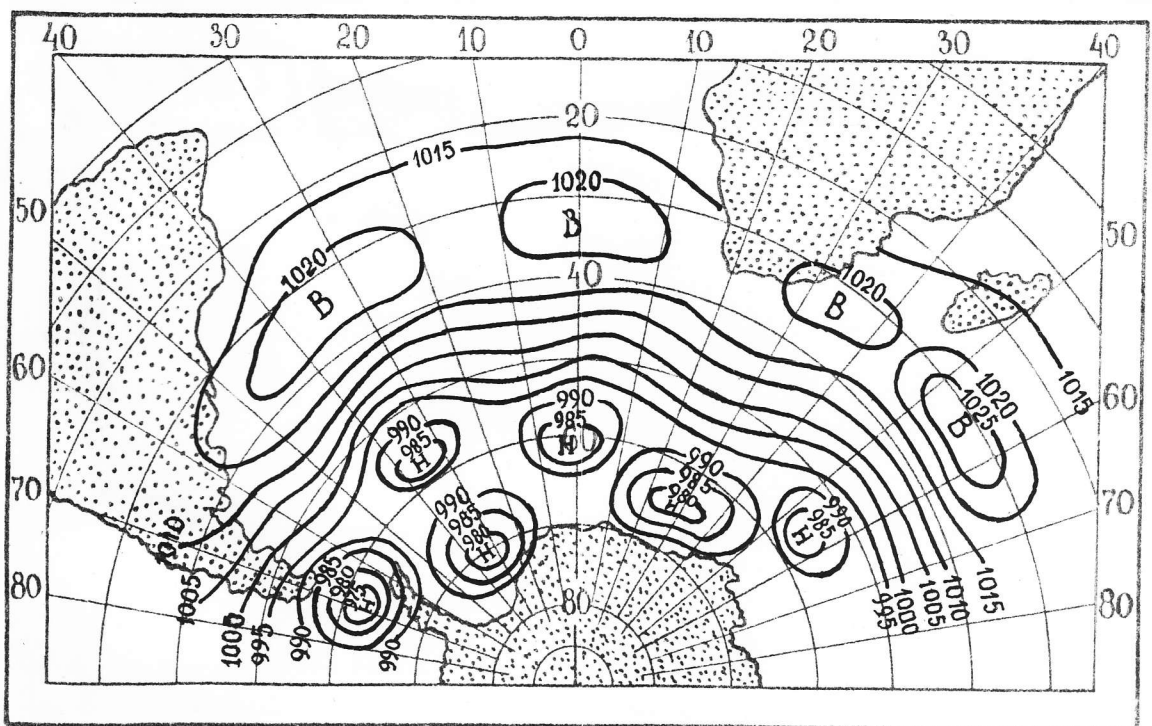


Рис.2.5 Второй тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

тип 2, наиболее редко - в типы 3, 5 и 6.

Т и п 2 - з о н а л ь н ы й (рис. 2.5.). Также, как и тип 1, характеризуется западно-восточным переносом в умеренных широтах и циклонической деятельностью на антарктическом фронте. Главное отличие от типа 1 заключается в том, что в умеренных широтах наблюдаются небольшие циклоны, быстро перемещающиеся от пролива Дрейка на восток. Таким образом, зона циклонической деятельности расширяется и смещается к северу до 50° ю.ш. В связи с чем зональную циркуляцию этого типа назовем среднеширотной.

Циклоны антарктического фронта почти такие же глубокие, как и при типе 1, но менее подвижные. Субтропическая полоса высокого давления менее устойчива, чем при типе 1, смещена к северу и в её области формируется большее число менее интенсивных ядер высокого давления.

Чаще всего процессы типа 2 наблюдаются в январе, реже всего - в июне. Наиболее часто этот тип переходит в типы 3 и 7, наиболее редко в тип 1.

Т и п 3 - м е р и д и о н а л ь н ы й (рис. 2.6.). Этот тип процессов является переходным от зонального к меридиональному и характеризуется нарушением непрерывности субтропического пояса высокого давления в районе островов Тристан-да-Кунья и Мадагаскар и активизацией здесь циклонической деятельности. На антарктическом фронте сохраняется активная циклоническая деятельность; глубокие циклоны быстро двигаются на восток близ побережья Антарктиды.

Этот тип процессов чаще всего повторяется в октябре, реже всего - в декабре. Наиболее часто он переходит в тип 2, наиболее редко - в тип 1.

Т и п 4 - м е р и д и о н а л ь н ы й (рис. 2.7.). Этот тип процессов характеризуется маловозмущенной зональной циркуляцией в Атлантическом океане и развитием меридиональных переносов воздуха в западной части Индийского океана в связи с распространением на эту область гребня субтропического максимума. При этом часто отмечается стационарирование циклонов над морями Рисер-Дарсена и Космонавтов. В тылу циклонической системы, вытянутой в сторону Южной Африки осуществляется интенсивный заток антарктического воздуха, который в связи с большими

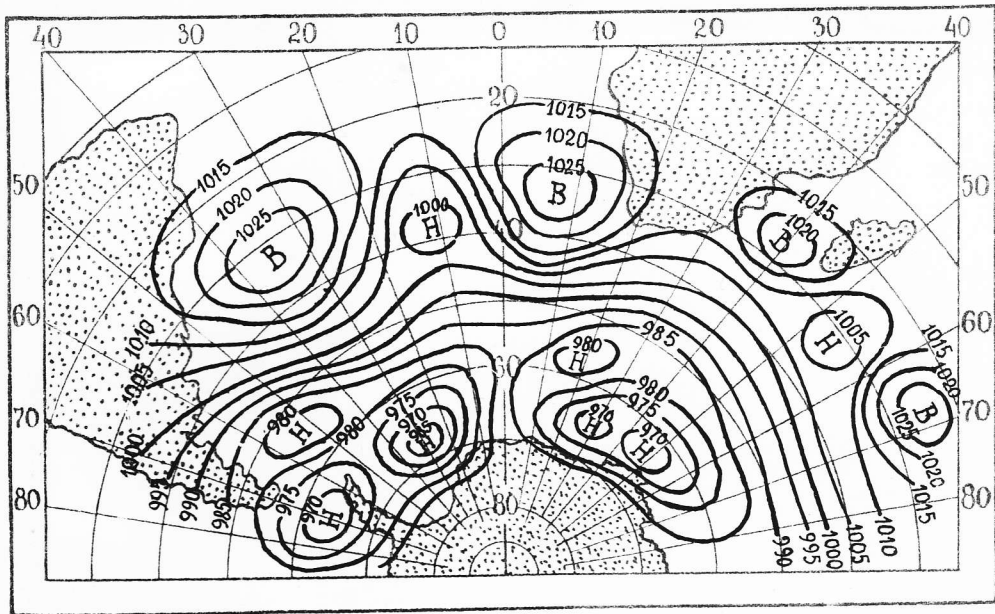


Рис.2.6 Третий тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

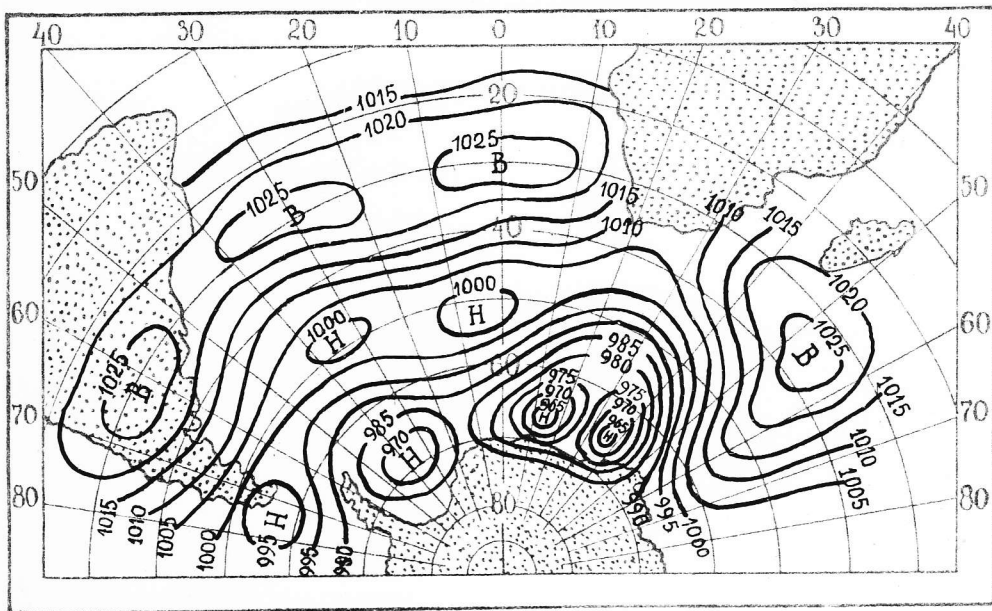


Рис.2.7 Четвертый тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

барическими градиентами в этой области, сопровождается сильными юго-западными ветрами. По западной периферии гребня субтропического максимума происходит вынос теплого воздуха умеренных широт. Поступление последнего на более холодную подстилающую поверхность приводит к образованию тумана и ухудшению вследствие этого видимости в данном районе.

Процессы этого типа наиболее часто встречаются в июне, наиболее редко - в сентябре и переходят чаще всего в тип 6, никогда не переходят в тип I.

Тип 5 - меридиональный (рис. 2.8.). Характеризуется маловозмущенной зональной циркуляцией над западной частью Индийского океана и развитием меридиональных потоков воздуха в центральных районах Атлантического океана, в результате распространения на них отрога субтропического антициклона. Распространение антарктического воздуха при этом типе процессов происходит к северо-востоку в умеренные и даже субтропические широты восточного района Атлантического океана. Приток теплого воздуха осуществляется по западной периферии гребня через море Скотия к восточным районам моря Уэдделла.

При этом типе процессов особенно часто происходит стационарирование циклонов над проливом Дрейка.

Чаще всего тип 5 наблюдается в июле, реже всего - в январе и октябре. Наиболее часто он переходит в тип 6, наиболее редко - в тип I.

Тип 6 - меридиональный (рис. 2.9.). Нарушение зональности воздушных течений при этом типе резко выражено в западной части Атлантики, куда до южных районов моря Уэдделла распространяется гребень Южно-Атлантического антициклона, и в меньшей степени в западных районах Индийского океана. К северу от берегов Антарктиды на Южную Африку направлена многоцентровая циклоническая область, в тылу которой происходит интенсивный заток антарктического воздуха на центральные районы Атлантического океана. Приток теплого воздуха к высоким широтам происходит при этом типе процессов в двух районах: в западных частях Атлантического и Индийского океанов.

При этом типе процессов стационарирование циклонов наиболее часто происходит у нулевого меридиана и 30° в.д.

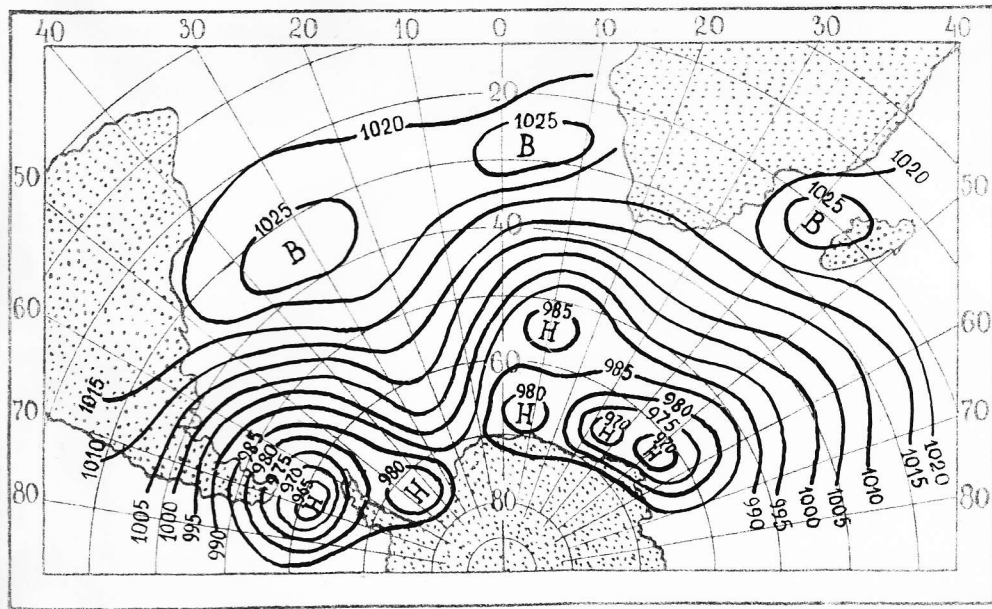


рис.2.8 Пятый тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

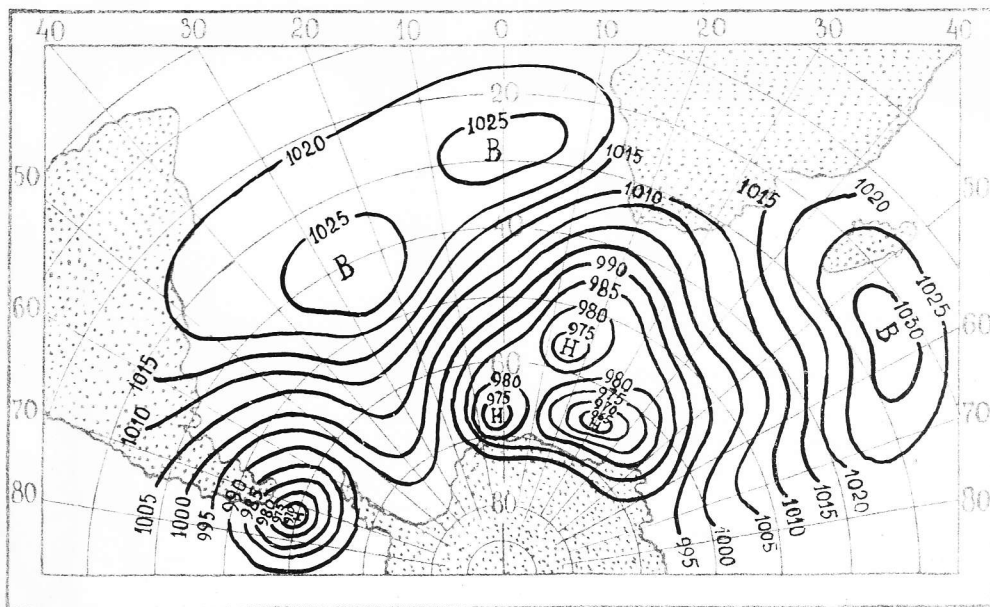


рис.2.9 Шестой тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

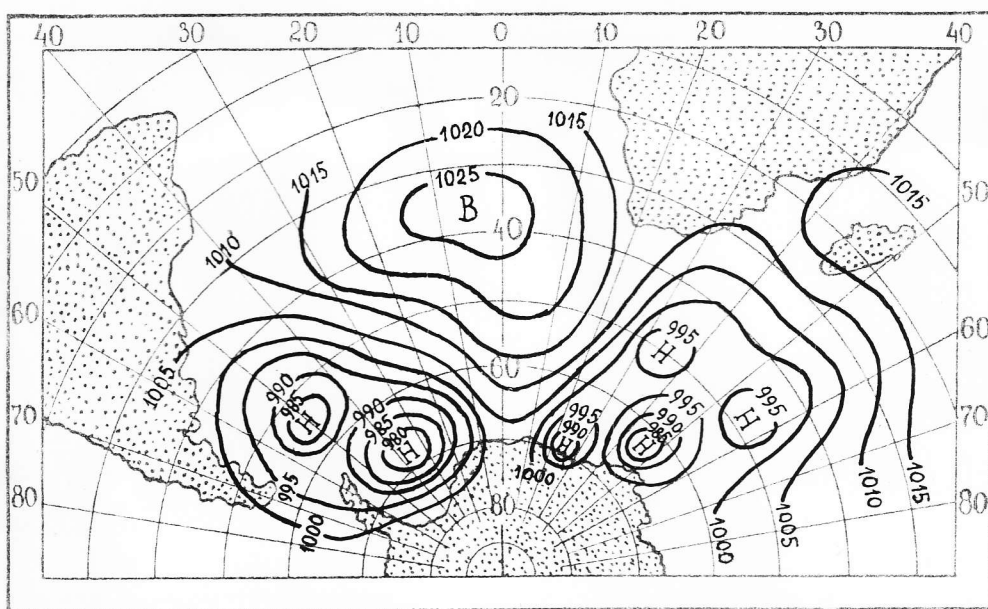


Рис. 2.10 Седьмой тип синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

Этот тип процессов наблюдается чаще всего в июне и сентябре, реже всего - в январе. Наиболее часто он переходит в тип 7, наиболее редко - в тип 1.

Тип 7 - меридиональный (рис. 2.10.). Отличается от типа 6 смещением отрога субтропического антициклона к востоку, а также смещением на западные районы Индийского океана ложбины, направленной к северу. При таком расположении основных барических систем вторжение антарктических воздушных масс происходит вдоль границы двух океанов, а вынос теплого воздуха из субтропических широт в Антарктику, к району Берега Принцессы Марты - через Южные Оркнейские острова.

При таком типе процессов циклоны чаще всего стационарируют над морем Уэдделла.

Процессы этого типа встречаются наиболее часто в апреле, наиболее редко - в декабре. Чаще всего тип 7 переходит в тип 2, реже всего - в тип 1.

2.2.3. Подсчет повторяемости различных типов синоптических процессов представляет значительный интерес, так как дает возможность выявить некоторые особенности циркуляции атмосферы в исследуемом районе и выяснить характер её сезонных изменений. Как видно из рис. 2.11, достаточно четкий годовой ход повторяемости наблюдается у 1-го, 3-го и 7-го типов.

Процессы типа 1 в течение всего года имеют самую низкую повторяемость (в среднем за год менее 4%). Также невелика повторяемость процессов 4-го типа (около 9% в год). Чаще всего в Антарктической части Атлантики преобладают процессы 7-го типа. Их повторяемость в среднем за год превышает 20% (рис. 2.12). В феврале, апреле, мае, сентябре, октябре повторяемость процессов этого типа выше, чем других. В ноябре наиболее часто наблюдаются процессы седьмого и второго типов. Повторяемость 2-го типа является преобладающей в январе и марте. В июле над всеми другими процессами преобладают процессы 2-го и 6-го типов. Повторяемость типа 6 выше других в июне. Процессы 5-го типа преобладают в Антарктической части Атлантики в августе и декабре.

На рис. 2.13. представлена повторяемость основных форм атмосферной циркуляции. Очевидно, что зональная форма цирку-

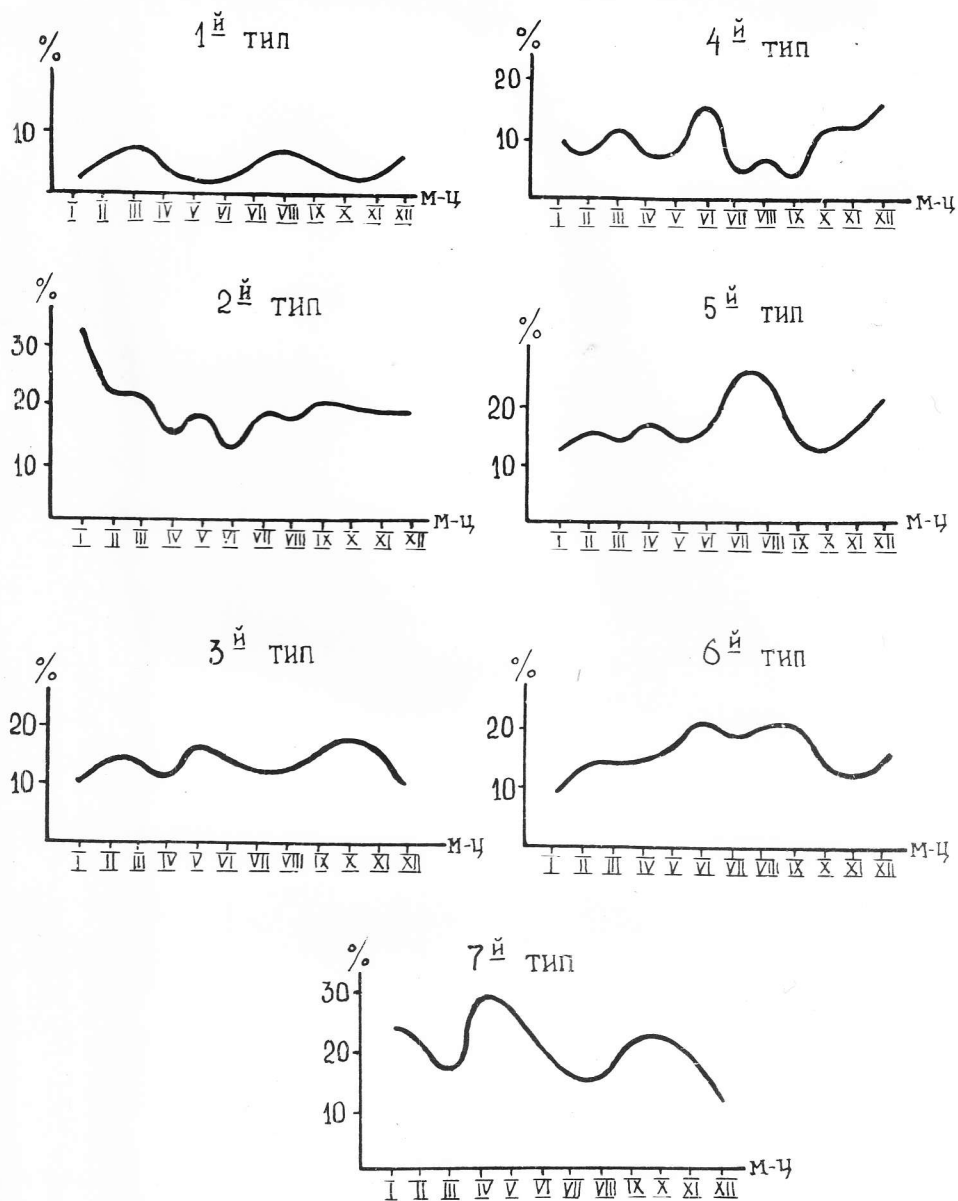


Рис. 2.11 Годовой ход повторяемости (в %) типов синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

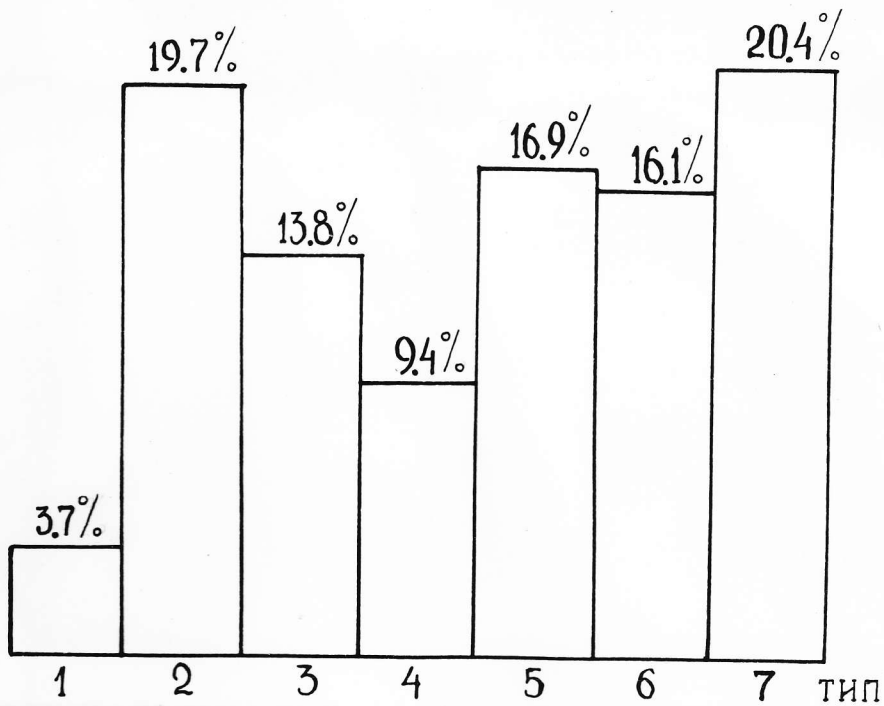


Рис. 2.12 Удельный вес (в %) за год различных типов синоптических процессов в антарктической части Атлантики.

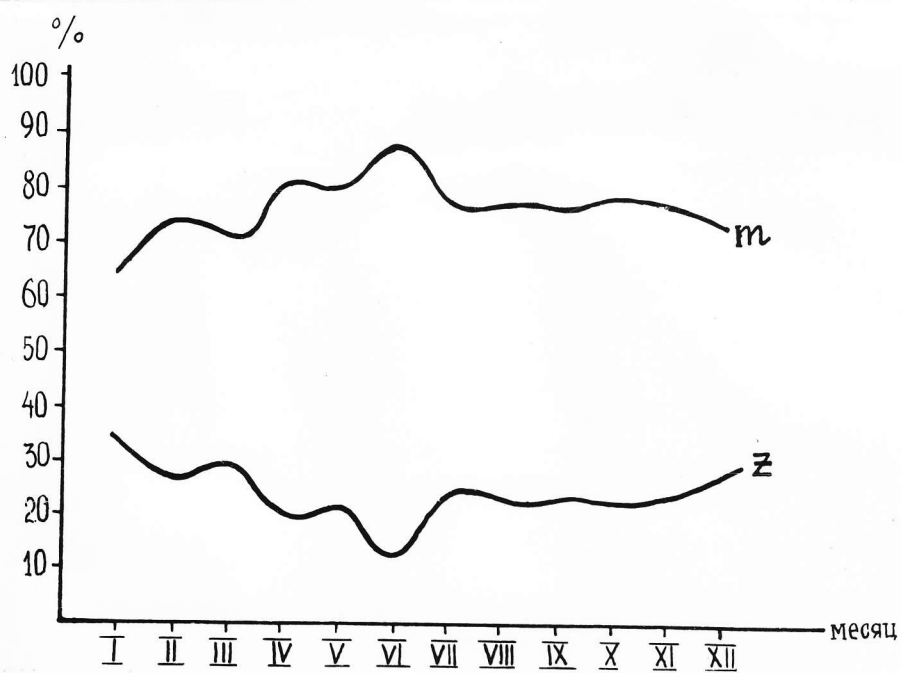


Рис. 2.13 Годовой ход повторяемости (в %) форм атмосферной циркуляции в антарктической части Атлантики.

m - меридиональная

z - зональная

Таблица 2.4

Число дней с различными типами атмосферных процессов в Антарктической части Атлантики, осредненное за пять лет.

Ме- сяц:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред- няя за год
1	0,6	1,2	2,2	1,0	0,4	0,2	1,4	1,8	0,8	0,6	1,0	2,2	1,1
2	9,8	6,2	6,8	4,6	6,0	3,2	5,4	5,4	6,2	6,2	5,8	6,0	6,0
3	3,4	4,0	4,4	3,4	5,2	4,0	3,4	3,6	4,6	5,6	5,2	3,0	4,1
4	3,2	2,0	3,8	1,8	2,4	4,8	1,2	2,2	0,8	3,6	3,7	4,6	2,8
5	3,8	4,6	4,2	5,2	4,4	4,6	7,2	7,6	4,6	3,8	4,8	6,4	5,1
6	2,8	4,0	4,4	4,6	5,0	6,4	5,4	6,2	6,4	4,2	3,7	5,0	4,8
7	7,4	6,4	5,2	9,4	7,6	5,8	4,6	4,2	6,6	6,8	5,8	3,8	6,1

Таблица 2.5

Продолжительность различных типов атмосферных процессов в Антарктической части Атлантики в сутках, осредненная за пять лет

Ме- сяц:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред- няя за год
1	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,7	0,5	0,8	0,4	0,6	0,6	0,5
2	1,9	1,7	1,9	1,2	1,4	0,9	1,4	1,3	1,1	1,3	2,4	1,8	1,5
3	1,2	1,2	1,5	1,7	1,4	1,5	0,9	1,0	1,3	2,0	1,3	1,2	1,4
4	1,0	1,2	1,9	1,0	1,8	1,4	1,0	1,3	0,6	1,1	1,3	1,3	1,1
5	1,2	1,3	1,4	2,4	1,9	1,3	2,0	1,9	1,5	1,3	1,5	2,2	1,6
6	0,8	1,9	1,6	1,7	1,6	1,9	1,8	1,6	1,3	1,4	1,0	1,4	1,6
7	1,5	1,6	1,9	1,7	1,6	2,2	1,3	1,6	1,4	1,7	1,4	1,5	1,6

ляции ни в один из сезонов года не является преобладающей. Меридиональная форма циркуляции наблюдается, как правило, более, чем в 2-3 раза чаще, чем зональная.

Число дней с различными типами процессов по месяцам и за год, а также их продолжительность представлены соответственно в табл. 2.4. и 2.5. Наименее устойчив во времени I-й тип процессов (средняя продолжительность составляет 0,55 суток). Устойчивость остальных типов приблизительно одинакова (в среднем I, I - 1,6 суток). Максимальная непрерывная продолжительность большинства типов процессов составляет 3-5 дней, а в некоторых случаях достигает 7 (пятый тип в мае, августе и декабре; шестой тип в мае) - 9 (седьмой тип в июне) дней.

Преемственность типов процессов характеризуется данными, сведенными в табл. 2.6. Обращает на себя внимание тот факт, что все типы реже всего переходят в тип I.

Таблица 2.6.

Преемственность типов атмосферных процессов в Антарктической части Атлантики (в % от исходного типа)

	I	2	3	4	5	6	7
I	-	34	8	17	8	8	25
2	8	-	22	14	21	11	24
3	4	29	-	15	19	12	21
4	0	24	11	-	11	33	21
5	3	14	18	6	-	32	27
6	4	17	12	14	25	-	28
7	5	31	20	9	17	18	-

Данные повторяемости, продолжительности и преемственности типов свидетельствуют о большой изменчивости атмосферных процессов в исследуемом районе, а следовательно об определенных трудностях их прогнозирования.

3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНЫХ ЗОН В ЮВТО ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ ОБЛАЧНОСТИ

3.1. Постановка задачи исследования

Источником океанологической информации могут служить как ИК, так и ТВ спутниковые снимки. Возможности использования этих данных в ЮВТО рассматривались применительно к условиям региона. Как известно, район ЮВТО расположен в двух климатических зонах. Северная часть района до 25° ю.ш. (Перуанский подрайон), находится в пассатной области. К югу от 25° ю.ш. в Чилийском подрайоне, наблюдается циклоническая деятельность, наиболее активная в районе $40-50^{\circ}$ ю.ш. Было установлено, что в обоих подрайонах маскирующее влияние облачности не позволяет применять существующие методы дешифрирования ИК снимков для регулярного оперативного получения океанологической информации. Наименьшее количество облачности и, следовательно, наилучшие условия для использования ИК снимков наблюдаются в Перуанском подрайоне с ноября по март, в Чилийском подрайоне в мае-августе, но и в эти периоды возможно лишь эпизодическое получение информации. В то же время было определено, что условия Перуанского подрайона благоприятствует отображению в поле облачности термических неоднородностей поверхности океана, что позволяет использовать спутниковые ТВ снимки для идентификации таких важных в поисковом и промысловом отношении явлений, как океанологические фронты.

Целью данной работы являлась разработка методики, которая позволяла бы идентифицировать фронтальные зоны в Перуанском подрайоне ЮВТО на спутниковых снимках облачности. Использовались спутниковые снимки, полученные в оперативном режиме на судах РТМА "Бахчисарай" и РТМС "Русское поле", а также информация, представленная ГосНИЦ ИПром, в период с 1978 по 1981 гг. Снимки анализировались совместно с материалами гидрологических и метеорологических наблюдений, проведенных судами Запробпромразведки и литературными источниками.

3.2. Метеорологические условия Перуанского подрайона.

Исследуемый район (0-25° ю.ш., побережье Америки - 90° з.д.) расположен в зоне действия пассата, устойчивость и интенсивность которого определяются степенью развития квазистационарного Южнотихоокеанского максимума атмосферного давления. Скорость ветра, по данным Атласа [38] имеет хорошо выраженный сезонный ход. В период с декабря по июнь, в связи с ослаблением максимума давления, скорость ветра в районе не превышает 3-4 м/с. Начиная с июля происходит обострение барических градиентов, что приводит к интенсификации пассатной циркуляции и увеличению скорости ветра. Максимум приходится на август-ноябрь, когда скорость ветра достигает 7-9 м/с.

Общую картину, которую дает Атлас, уточняют результаты анализа судовых метеонаблюдений и факсимильных синоптических карт. Согласно этим данным, обострение градиентов давления и увеличение скорости ветра может начинаться в мае. Возрастанию скорости ветра, помимо обострения барических градиентов, способствует также смещение центра Южнотихоокеанского максимума к северу.

На севере района преобладают ветры восточного и юго-восточного направления. Их повторяемость составляет 60-80%. В южной части наблюдается преобладание юго-восточных и южных ветров, повторяемость которых составляет 40-70%. Устойчивость направления в течение года изменяется незначительно.

Согласно данным Атласа, амплитуда годового хода температуры воздуха в районе составляет 6°С. Максимальные значения наблюдаются в марте-апреле, минимальные - в августе-сентябре. Относительная влажность воздуха в течение года находится в пределах 75-85%.

Информацию Атласа о значениях разности температуры воды и воздуха ($T_{\text{в}} - T_{\text{а}}$) вряд ли можно считать репрезентативной из-за осреднения данных по пятиградусным квадратам. Анализ судовых данных показал, что эта величина подвержена существенным колебаниям, что связано с значительной изменчивостью гидрологических характеристик района.

3.3. Гидрологические условия Перуанского подрайона.

Гидрологический режим открытой части региона определяется взаимодействием трех основных потоков: Перуанского прибрежного и Перуанского океанического течений и Перуанского противотечения.

Перуанское прибрежное течение представляет собой поток холодных вод, идущий вдоль побережья в северном направлении. В районе 5° ю.ш. оно отклоняется к западу, отрываясь от побережья.

Перуанское противотечение образуется при смещении вод южного пассатного противотечения и течения Кромвелла. В теплый период оно прослеживается на поверхности в виде потока теплых вод, направленного на юг и достигающего $15-20^{\circ}$ ю.ш. В холодный сезон это течение прослеживается на поверхности только до $10-11^{\circ}$ ю.ш., далее к югу оно следует под поверхность.

Перуанское противотечение разделяет поток холодных вод, идущих на север, на Перуанское прибрежное и Перуанское океаническое течение. В холодный период подобного разделения не происходит и воды прибрежного и океанического течений отличаются лишь по своим термическим характеристикам. Различие обусловлено тем, что в формировании вод прибрежного течения играют роль холодные воды апвеллинга.

Таким образом, в районе существуют следующие фронтальные зоны, соответствующие границам основных потоков:

Западная граница прибрежного течения, разделяющая холодные прибрежные воды от теплых вод противотечения (зона 1) и менее холодных вод океанического течения; или зона 3.

Восточная граница океанического течения, разделяющего его воды и теплые воды противотечения, или зона 2.

Западная граница океанического течения, или зона 4.

Эти фронтальные зоны, за исключением последней, которая иногда бывает полностью размытой, существуют на протяжении всего года. Их положение подвержено значительной изменчивости, поэтому оптимальным средством контроля является спутниковая информация.

3.4. Процессы образования облачных индикаторов термических неоднородностей.

Рассмотрим теоретические аспекты возникновения облачности, несущей информацию о термической структуре поверхности океана.

Вопрос образования облачных индикаторов может быть разделен на две задачи. Первая - изучение условий, при которых происходит или тормозится развитие различных форм облачности. Вторая - анализ причин, порождающих эти условия.

Сформулируем условия, благоприятные или неблагоприятные для процесса облакогенеза.

1. Кучевая облачность. По данным многих авторов [39, 40, 41, 44], кучевые облака образуются при наличии положительных значений разности $T_B - T_A$. Протекающие в этом случае процессы тепло- и влагообмена приводят к такому распределению температуры, влажности и скорости ветра по вертикали, при котором приподнятый слой атмосферы оказывается неустойчиво стратифицированным. В том случае, когда происходит прогрев воздушной массы на значительной акватории, создаются условия для возникновения упорядоченной конвекции по типу Бенара или по типу Фаллера-Кэйлора. В результате образуются поля конвективных облаков в виде ячеек или валов правильной геометрической формы. В случае локального прогрева происходит образование отдельных облачных групп или гряд кучевой облачности.

2. Слоистая облачность. Для образования слоистых облаков необходимы следующие условия [42, 43]:

а) Наличие так называемого формирующего слоя атмосферы, ограниченного сверху задерживающим слоем (слоем инверсии или изотермии), расположенным выше уровня конденсации.

б) Наличие более холодной, чем приподнятый слой, подстилающей поверхности, т.е. отрицательное значение $T_B - T_A$.

в) Существование турбулентного перемешивания в формирующем слое.

Процесс облакогенеза происходит следующим образом. В результате излучения и турбулентного теплообмена приподнятый слой воздуха охлаждается. Турбулентность в формирующем слое, обус-

ловленная главным образом сдвигом ветра, способствует переносу охлажденных частиц к уровню конденсации, где образуется облачность. Задерживающий слой препятствует диффузии водяного пара в верхние слои, обуславливая тем самым сохранение образовавшихся под ним облаков и определяя их форму.

3. Слоисто-кучевая облачность. Условия, приводящие к появлению слоисто-кучевых облаков, могут быть двух типов. В первом случае облачность образуется при развитии конвективных движений под задерживающим слоем. Инверсия или изотермия препятствует обмену с вышележащими слоями и приводит к растеканию образовавшейся облачности и образованию закрытых облачных ячеек [43] . Во втором случае, при радиационном охлаждении верхней кромки слоистых облаков может возникнуть местная конвекция, которая придает слоистой облачности вид слоисто-кучевых облаков [44] .

4. Туман. Образование тумана связано с достижением приводным слоем воздуха состояния насыщения. Если насыщение достигается путем потери тепла, то образуется туман адвекции, если путем притока влаги - туман испарения. Адвективные туманы образуются при натекании теплого воздуха на холодную подстилающую поверхность и его охлаждении до точки росы при малой интенсивности турбулентности в приводном слое. Туманы испарения возникают в случае адвекции холодного воздуха на теплую подстилающую поверхность и интенсивном турбулентном перемешивании, когда происходит испарение с теплой поверхности воды и охлаждение поднимающегося прогретого воздуха в процессе его перемешивания при конвективных и турбулентных движениях [39, 43] .

5. Безоблачные пространства. Возникновению всех типов облачности препятствует наличие задерживающих слоев, расположенных ниже уровня конденсации и нисходящие движения воздуха. В условиях отрицательных значений разности $T_B - T_a$ облачность слоистых форм не образуется при недостаточно развитой турбулентности в формирующем слое, значительных дефицитах точки росы. Образование тумана адвекции не происходит при интенсивном турбулентном перемешивании в приводном слое и больших значениях дефицита точки росы. Образованию тумана испарения препятствует

малая величина разности $T_B - T_a$ [39, 41, 44] .

Рассмотрим теперь причины, создающие условия возникновения облачности или препятствующие облакогенезу.

Океан и атмосфера представляют собой единую термодинамическую систему, в которой происходит обмен теплом и влагой между её составными частями. В результате обмена изменяются характеристики как океана, так и атмосферы, однако, благодаря тому, что атмосфера менее консервативна, её параметры под воздействием океана изменяются в более значительной степени. Таким образом, процессы тепло- и влагообмена между океаном и атмосферой приводят к изменению профилей температуры, влажности, скорости и направления ветра в атмосфере.

Интенсивность и направленность процессов трансформации воздушных масс при их движении над морем определяются, главным образом, значениями разности $T_B - T_a$ и профилем скорости ветра. Если океан теплее воздуха, в приводном слое благодаря прогреву образуется неустойчивая стратификация. Возникающая конвекция, а так же динамическая турбулентность, обусловленная сдвигом ветра, способствует быстрой трансформации воздушной массы. В случае отрицательных значений $T_B - T_a$, приводящих к устойчивой стратификации приводного слоя, охлаждение воздуха идет в основном за счет динамической турбулентности. Трансформация в этом случае протекает медленнее.

При нахождении воздушной массы над термически однородной поверхностью океана сравнительно быстро устанавливается термодинамическое равновесие, которое характеризуется возникновением специфических условий и, как следствие, появлением облачности определенного типа. При переходе воздушной массы на иную подстилающую поверхность скачкообразное изменение условий на нижней границе приводит к иному равновесию и к возникновению другого вида облачности. Граница различных видов облачности будет являться индикатором термической неоднородности на поверхности океана.

Поясним сказанное на примере.

При натекании холодного воздуха на теплую подстилающую поверхность прогрев приводного слоя при отсутствии причин, препятствующих облакогенезу, обуславливает возникновение тумана испаре-

ния, кучевой или слоисто-кучевой облачности. Если по мере продвижения над морем эта воздушная масса натечет на холодную поверхность, то создадутся условия для образования тумана адвекции слоистой или слоисто-кучевой облачности. Облачным индикатором границы раздела различных водных масс, т.е. фронтальной зоны, будет являться граница раздела различных облачных систем или облачного или безоблачного пространства.

Сложность и многообразие процессов трансформации и облакогенеза требуют дифференцированного подхода к вопросу образования облачных индикаторов. Конкретный вид индикаторов и степень адекватности отображения или термических неоднородностей определяются региональными факторами. Исходя из общих соображений, можно определить, что наиболее благоприятные для образования облачных индикаторов условия - устойчивое по направлению поле ветра и значительные величины $T_B - T_a$ - в полном объеме выполняются в Перуанском подрайоне ЮВТО.

3.5. Облачные индикаторы фронтальных зон Перуанского подрайона.

По результатам дешифрирования спутниковых снимков определены тестовые структуры представляющие собой облачные индикаторы каждой фронтальной зоны (рис. 3.1-3.3). Названия облачных индикаторов приведены в соответствии с терминологией работы Б.И. Соколова [45]. В ряде случаев пришлось несколько дополнить данную там классификацию облачных индикаторов.

По структуре имеются существенные различия индикаторов в теплый (декабрь-май) и холодный (июнь-ноябрь) сезон. В пределах каждого сезона вид облачных индикаторов не претерпевает заметных изменений, поэтому представилось целесообразным привести индикаторы для теплого и холодного периодов.

Рассмотрим механизм образования облачных индикаторов фронтальных зон Перуанского подрайона.

В теплый период, за счет сезонного прогрева вод Перуанского течения, разность температуры воды и воздуха сравнительно невелика. При прохождении воздушной массы, выносимой пассатом с материка, над холодными водами прибрежного течения, она охлаждается, однако из-за значительного дефицита точки росы образо-

вание облачности не происходит, или происходит образование облаков слоистых форм в тех регионах, где охлаждение наиболее интенсивно. Продвигаясь дальше, воздушная масса оказывается над теплыми водами Перуанского противотечения и менее холодными водами океанического течения. В первом случае наблюдается более интенсивный прогрев, следствием чего является образование гряда кучевой облачности над границей, разделяющей теплые и холодные воды, и поля кучевой облачности над теплыми водами противотечения. Во втором случае, прогрев также приводит к образованию конвективных облаков, однако, вследствие менее интенсивной конвекции и наличия пассатной инверсии эта облачность выглядит, как слоисто-кучевая. Трансформированная при прохождении над теплыми водами противотечения воздушная масса при натекании на холодные воды океанического течения охлаждается, что сопровождается развитием слоисто-кучевых облаков.

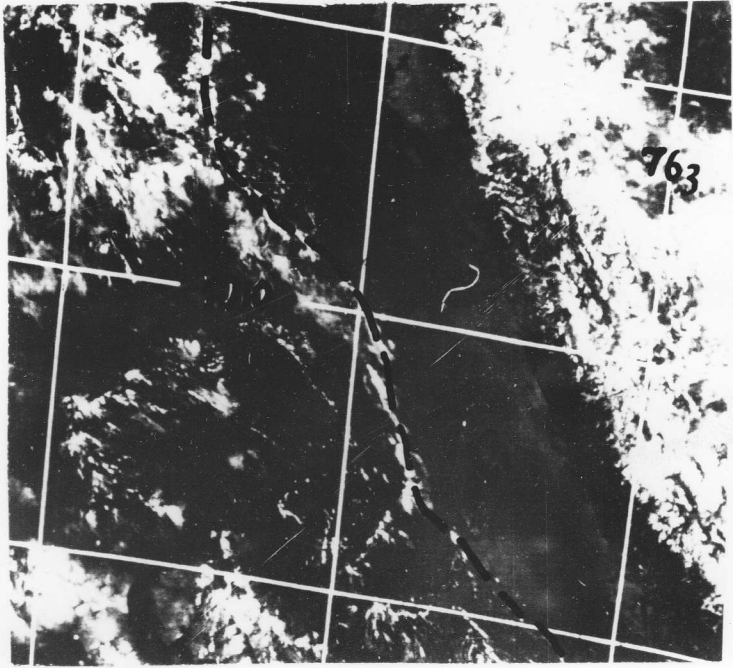
Таким образом, в теплый период индикатором фронтальной зоны 1 является гряда кучевых облаков (рис. 3.1.а), фронтальной зоны 2 - структурная граница слоисто-кучевой и кучевой облачности (рис. 3.2.а); индикаторами фронтальной зоны 3 служит структурная граница слоистой и слоисто-кучевой облачности (рис. 3.3.а), или граница слоисто-кучевых облаков (рис. 3.3.б). В холодный период наблюдаются более значительные разности температуры между водой и воздухом. В результате интенсивного охлаждения воздушных масс над холодными водами Перуанского течения формируется поле плотной слоистой облачности. Над более теплыми водами в результате прогрева образуются кучевые облака.

В этот период индикатором зоны 1 и зоны 3 служит граница, разделяющая слоисто-кучевую и кучевую облачность (рис. 3.1.б и 3.3.в). Подобная же граница (рис. 3.2.б) является индикатором фронтальной зоны 2.

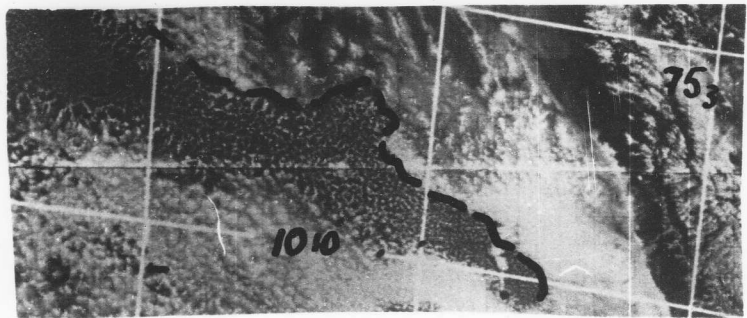
Что касается фронтальной зоны 4, она в поле облачности отображается эпизодически.

3.6. Методика океанологического дешифрирования спутниковых снимков Перуанского подрайона.

Идентификация океанологических фронтов региона на спутниковых снимках облачности состоит в отыскании на снимках тестовых структур, перечисленных выше. Эта работа должна производит-

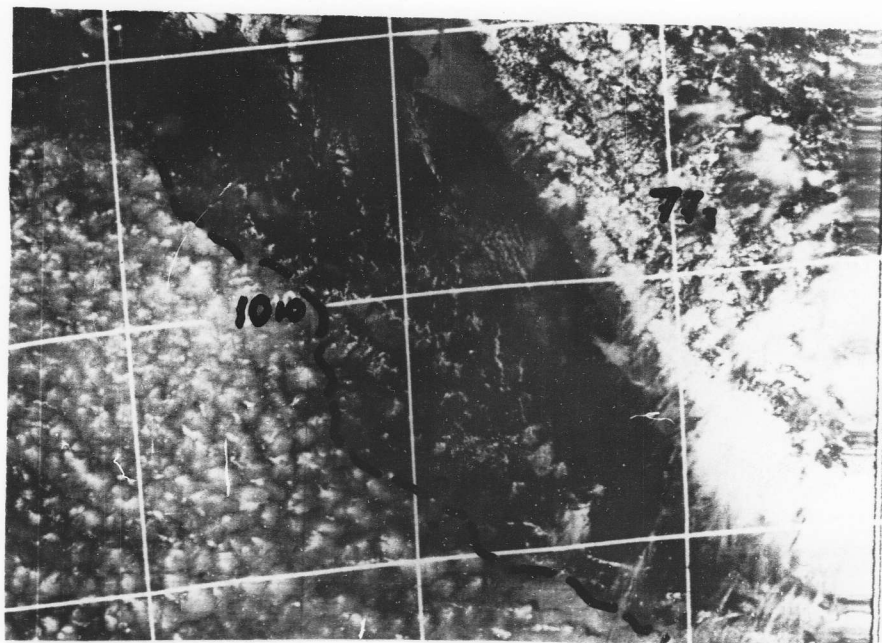


А

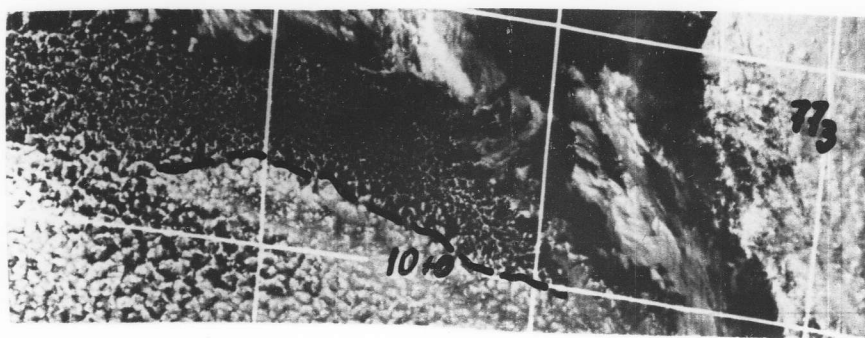


Б

Рис. 3. I. Облачные индикаторы фронтальной зоны I в теплый (А) и холодный (Б) периоды

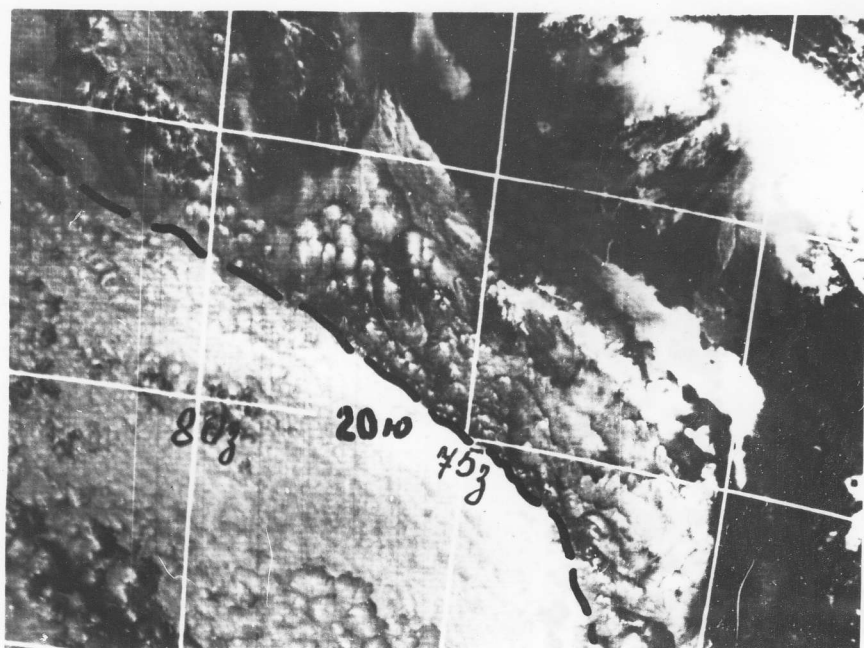


А

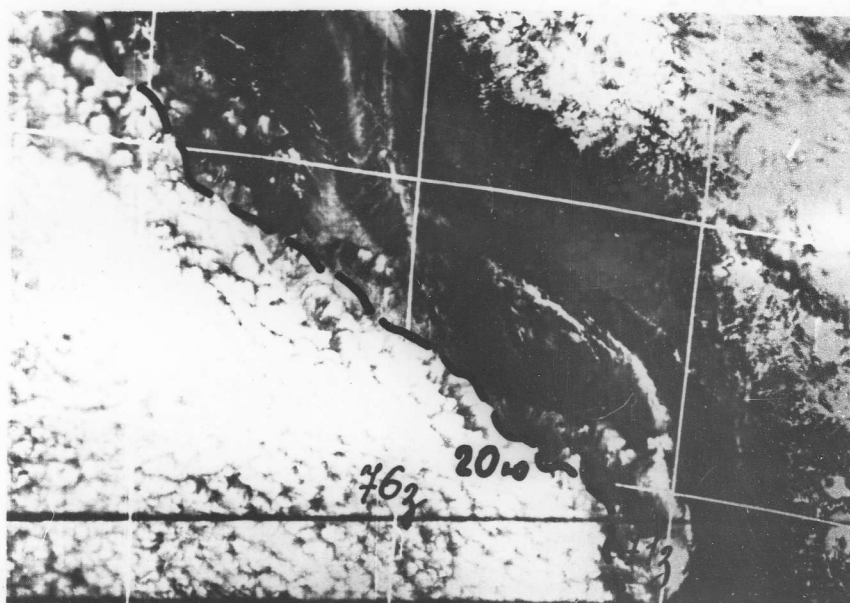


Б

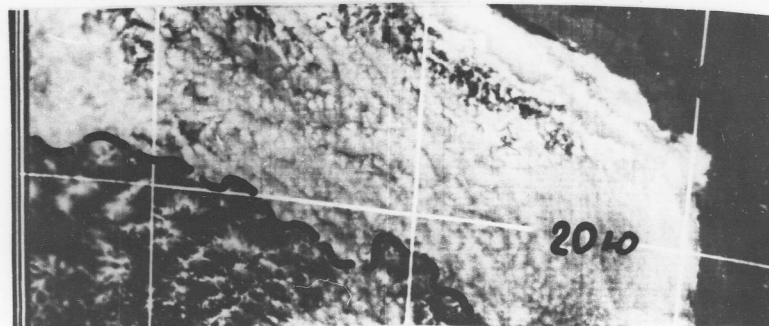
Рис. 3. 2. Облачные индикаторы фронтальной зоны 2 в теплый (А) и холодный (Б) периоды



А



Б



В

Рис. 3. 3. Облачные индикаторы фронтальной зоны 3
в теплый (А, Б) и холодный (В) периоды

ся в соответствии с данными о географической локализации объектов дешифрирования и с сезоном, в котором проводятся исследования. При этом следует также использовать известные общие принципы дешифрирования океанологических объектов (устойчивость и т.п.). После обнаружения на снимке тестовых структур и отождествления океанологических фронтов информация переносится на карту одним из существующих способов.

Данная методика опробована на практике при дешифрировании снимков региона. Так, в марте 1981 г обработка спутниковой информации (СИ) на борту РТМС "Русское поле" позволила по облачным индикаторам установить, что основные океанологические фронты располагаются в пределах экономической зоны Перу и, следовательно, в этот период нельзя ожидать появления рыбных скоплений за пределами зоны. Впоследствии, в июне 1981 г дешифрирование СИ на борту судна с использованием данной методики дало возможность контролировать затоки холодных вод из зон и ориентировать добывающие суда на районы, в которых располагались рыбные скопления. Кроме этого, при помощи данной методики проведен ряд работ по дешифрированию снимков прибрежных районов с целью определения положений фронтальной зоны I в летний период южного полушария. Дешифрирование показало, что в этот период океанологический фронт целиком расположен в пределах экономической зоны. Эти работы выполнялись по просьбе управления "Запрыбпромразведка" в связи с планируемыми промысловыми работами в пределах экономической зоны Перу.

3.7. Создание пункта приема спутниковой информации на борту РТМС "Русское поле"

В период с февраля по июнь 1981 года на борту РТМС "Русское поле" функционировал пункт приема и обработки СИ. Целью организации судового пункта являлся оперативный прием и дешифрирование СИ по району ЮВТО, а также обеспечение поисковых и промысловых работ в регионе гидрометеорологическими данными, полученными в результате дешифрирования.

Аппаратура пункта приема была размещена в носовой части судна, в помещении гидроакустической лаборатории; антенна была установлена на переднем портале.

Аппаратурный состав пункта приема:

- 1 - антенна типа четырехзаходная спираль
- 2 - антенный усилитель
- 3 - блок питания антенного усилителя
- 4 - радиоприемное устройство Р-313М2
- 5 - блок питания радиоприемного устройства
- 6 - регистратор (фототелеграфный аппарат Ф2ПБ "Паллада")
- 7 - осциллограф СИ-19Б
- 8 - генератор сигналов ГЗ-36А

Отличием пункта приема СИ, созданного на "Русском поле" от организованных ранее, являлось то, что впервые аппаратура устанавливалась на судне типа "Суператлантик", что потребовало выбора нового места установки антенны. Впервые в судовых условиях использовался регистратор "Паллада" с записью изображений на форматную фотобумагу "Унибром" и фототехническую пленку "ФТ-20". Фотообработка принятых изображений проводилась вручную, в двухрастворном проявителе, в вертикальных коветях. Одной из причин использования фотопленки явилось то, что при шаге подачи 0,2 мм/об принятое изображение с ИСЗ НОАА-6 является зеркальным, т.е. перевернуто относительно истинного.

Основным достоинством данного судового пункта приема СИ являлось наличие отдельного помещения, в котором была установлена аппаратура как для приема информации с ИСЗ, так и для её дешифрирования, а также наличие хорошо оборудованной фотолаборатории. К недостаткам можно отнести отсутствие в составе приемной аппаратуры полосового ВЧ фильтра для ослабления воздействия судовых радиосредств и не совсем удачный выбор места установки антенны. Ввиду этого не удавалось получать информацию по Чилийскому и Перуанскому подрайонам одновременно.

Для успешного осуществления приема СИ на судах типа РТМС необходимо ввести в антенно-фидерный тракт приемного устройства полосовой ВЧ фильтр, предусмотреть возможность дистанционной подстройки антенного усилителя и включить в состав комплекта приемно-регистрирующей аппаратуры магнитофон для записи и последующего воспроизведения сигнала.

В настоящее время работы по приему и дешифрированию снимков осложняются в связи с организацией пунктов приема СИ

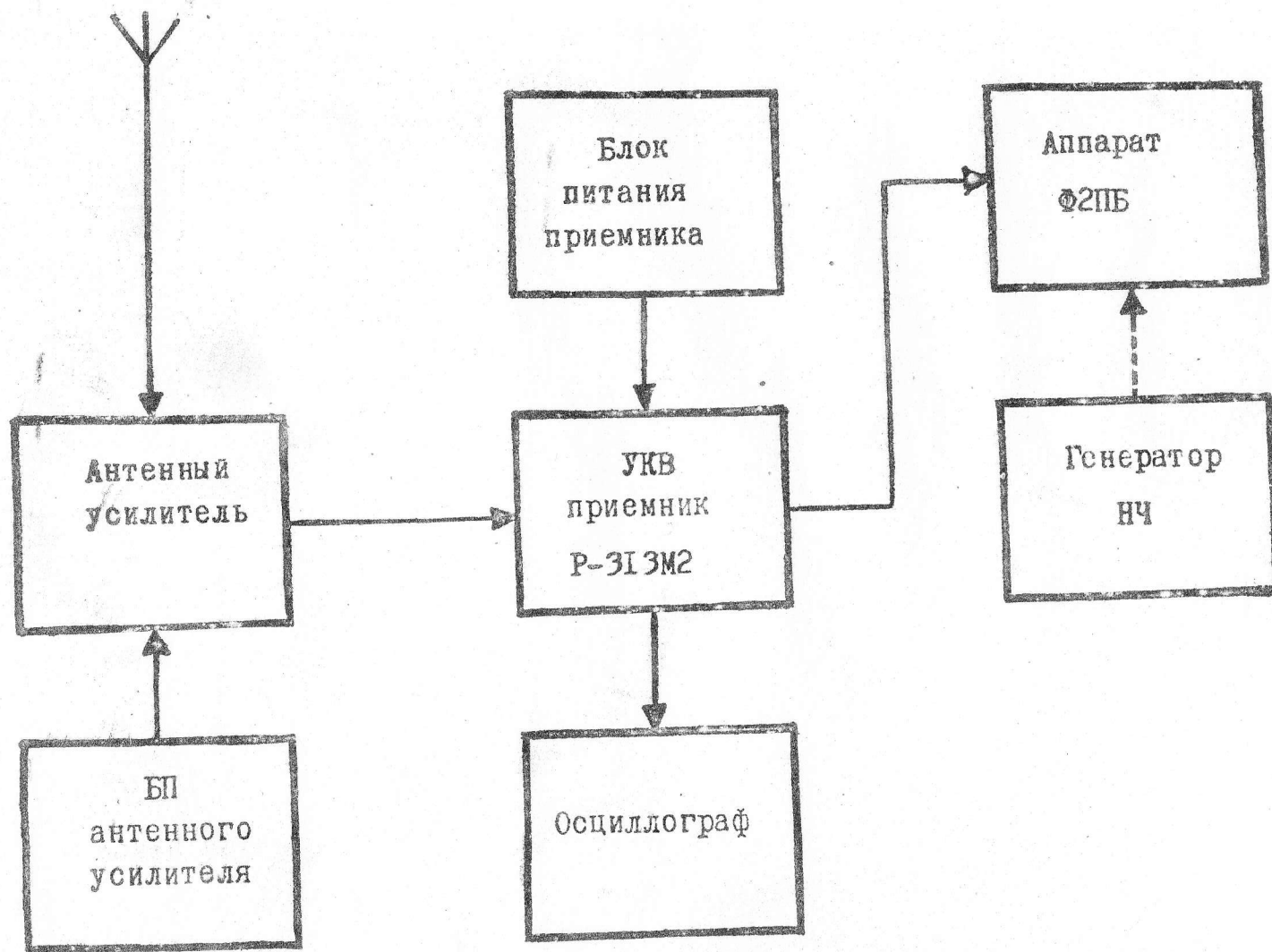


Рис. 3.4. Структурная схема судового пункта приема спутниковой информации на РТМС "Русское поле".

на период лишь одного рейса научно-поискового судна и связанными с этим техническими затруднениями. Для расширения возможностей комплексного использования СИ в научном обеспечении промысла необходимо организовывать стационарные пункты приема СИ, что в частности, приведет к упрощению их обслуживания и сократит обслуживающий персонал.

4. РАЗРАБОТКА МАКЕТА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСЗ

4.1. Необходимость создания специализированного устройства обработки изображений для судового пункта приема спутниковой информации обусловлена следующим.

Для повышения информативности дешифрируемых снимков полезно, как уже было показано, применить известные методы обработки изображений [46] - выделение изолиний равной плотности, увеличение динамического диапазона отображаемого на снимке путем разбиения всего заданного диапазона на ряд поддиапазонов и отдельного их отображения (метод амплитудных разрезов), выделение контурной структуры, которое может быть осуществлено достаточно простыми методами фильтрации видеосигнала. Ранее были проведены эксперименты по такой фильтрации, которые показали возможность её использования [47].

Указанная обработка должна проводиться оперативно на судовом пункте и независимо от типа регистрирующего аппарата. Исходя из этого целесообразно, как уже отмечалось [48] всю обработку сигнала изображения проводить с помощью отдельного специализированного блока, сигнал с которого непосредственно может быть использован для записи на разные регистраторы.

Кроме реализации указанных процедур обработки, которые образуют основные каналы в блоке обработки, в схеме его должна быть предусмотрена возможность подключения дополнительных каналов - экспериментальных схем для исследования новых процедур обработки.

Помимо обработки видеосигнала в специализированном блоке необходимо иметь схемы выделения синхросигнала ИСЗ систем "Метеор" и "Тайрос-Н" для обеспечения работы самого блока с одной стороны, и управления работой регистраторов, в частности, выбора необходимого для регистрации в данный момент изображения - инфракрасного (ИК) или телевизионного (ТВ) канала, в тех случаях, когда соответствующая возможность не предусмотрена в самом регистрирующем аппарате.

В блоке обработки целесообразно разместить также схему преобразования сигнала ИК канала изображения ИСЗ "Тайрос-Н", который передается с отличным от ТВ канала уровнем и требует поэтому для записи соответствующих переделок в схеме регистратора.

Таким образом, перечисленные функции определяют требования к построению специализированного блока обработки сигнала ИСЗ.

4.2. Функциональная схема блока обработки отвечающая перечисленным выше требованиям представлена на рис. 4.1. На ней обозначены следующие узлы:

- I - радиоприемное устройство
- 2 - демодулятор амплитудно-модулированного (АМ) сигнала
- 3 - схемы обработки изображения
- 4 - коммутатор каналов обработки
- 5 - сумматор сигналов выбранных каналов обработки
- 6 - модулятор АМ
- 7 - генератор несущей частоты
- 8 - схемы выделения синхросигналов ИСЗ
- 9 - схема преобразования уровня сигнала ИК канала "Тайрос-Н"
- Ю - источник стабилизированного питания
- II - регистраторы

Устройства точного детектирования, коммутации каналов обработки, суммирования и модуляции несущей - обеспечивают выделение низкочастотного информационного сигнала для последующей обработки в заданных каналах, получение нужной комбинации процедур обработки и затем получение вновь амплитудно-модулированного сигнала для подачи его на вход регистратора. Эти узлы являются основными в схеме блока наряду со схемами обработки.

Собственно схемы обработки изображения включают в себя основные и дополнительные каналы в которых реализуются заданные процедуры обработки.

Дополнительные устройства - схемы выделения синхросигна-

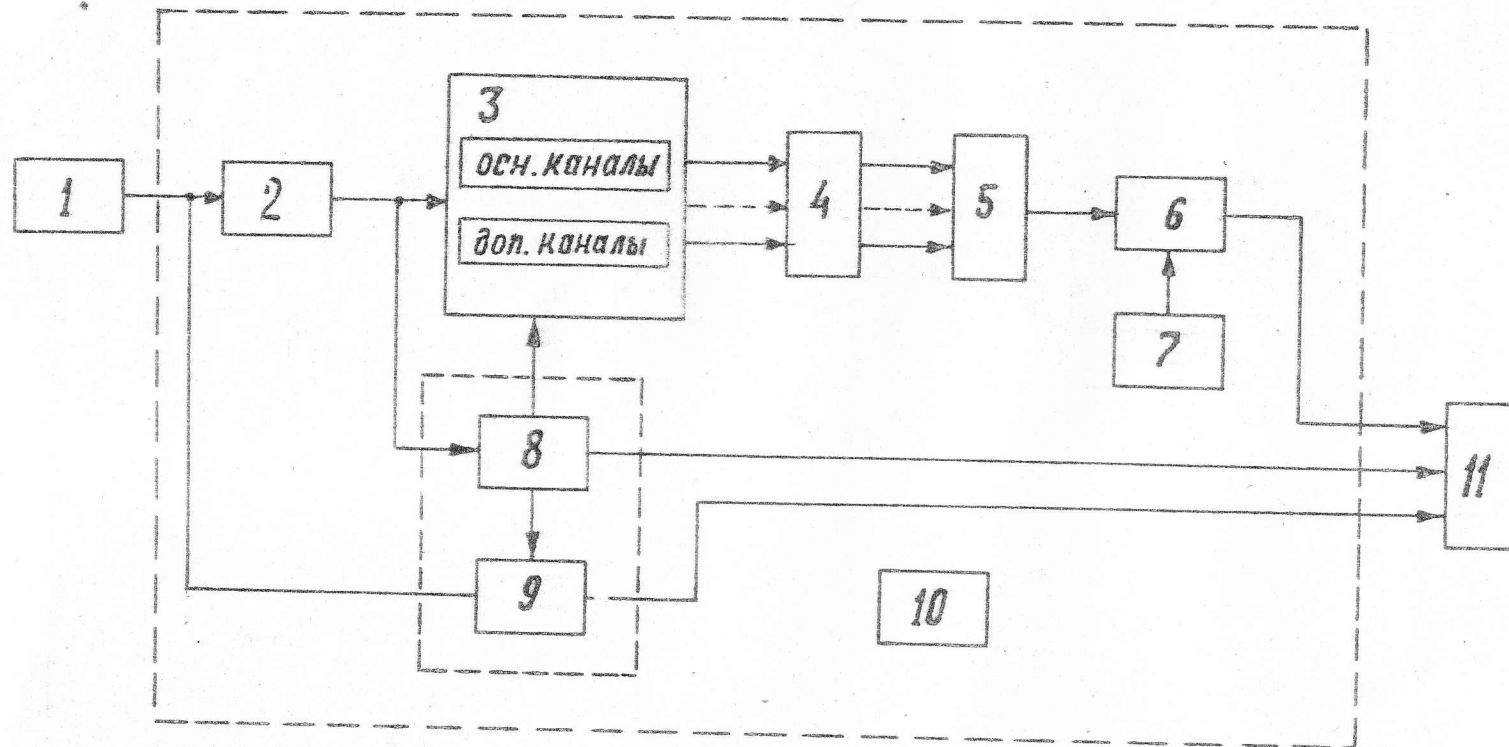


рис.4.1 Схема блока обработки сигнала ИСЗ

лов для ИСЗ различных типов, схема преобразования уровня сигнала для ИК канала ИСЗ "Тайрос-Н" обеспечивает работу блока обработки и регистратора.

4.3. Проведена разработка, а также макетирование отдельных узлов функциональной схемы блока обработки.

Разработаны электрические схемы, смонтированы и собраны на печатные платы устройства выделения синхросигналов для приема с ИСЗ "Метеор", "Тайрос-Н" (каналы А и В). Функциональная схема устройств включает в себя следующие последовательно соединенные узлы:

- 1 - фильтр на частоту основной гармоники синхросигнала, на вход которого подается низкочастотный информационный сигнал
- 2 - эмиттерный повторитель
- 3 - интегратор
- 4 - усилитель-ограничитель, с выхода которого снимается прямоугольный импульс привязанный по времени к началу строки передаваемого изображения.

Сигнал с выхода этой схемы может быть использован для индикации принимаемого сигнала ИСЗ, синхронизации работы устройств обработки и регистратора, выделения нужного для записи канала ИСЗ "Тайрос-Н" при регистрации одного из изображений (ИК или ТВ, при скорости вращения барабана регистратора 240 об/мин).

Разработана, смонтирована и собрана схема приведения динамического диапазона сигнала ИК канала ИСЗ "Тайрос-Н" к уровню ТВ канала (на рис. 4.1 - схема преобразования уровня сигнала ИК канала), которая содержит ограничитель сигнала по минимуму и усилитель сигнала ИК изображения.

Из схем входящих в основные каналы обработки ранее были рассчитаны и смонтированы экспериментальные фильтры для высокочастотной фильтрации видеосигнала позволяющей выделить контурную структуру изображения [47]. Там же приведены примеры обработки с использованием этих фильтров.

Разработана и смонтирована схема устройства амплитудной модуляции.

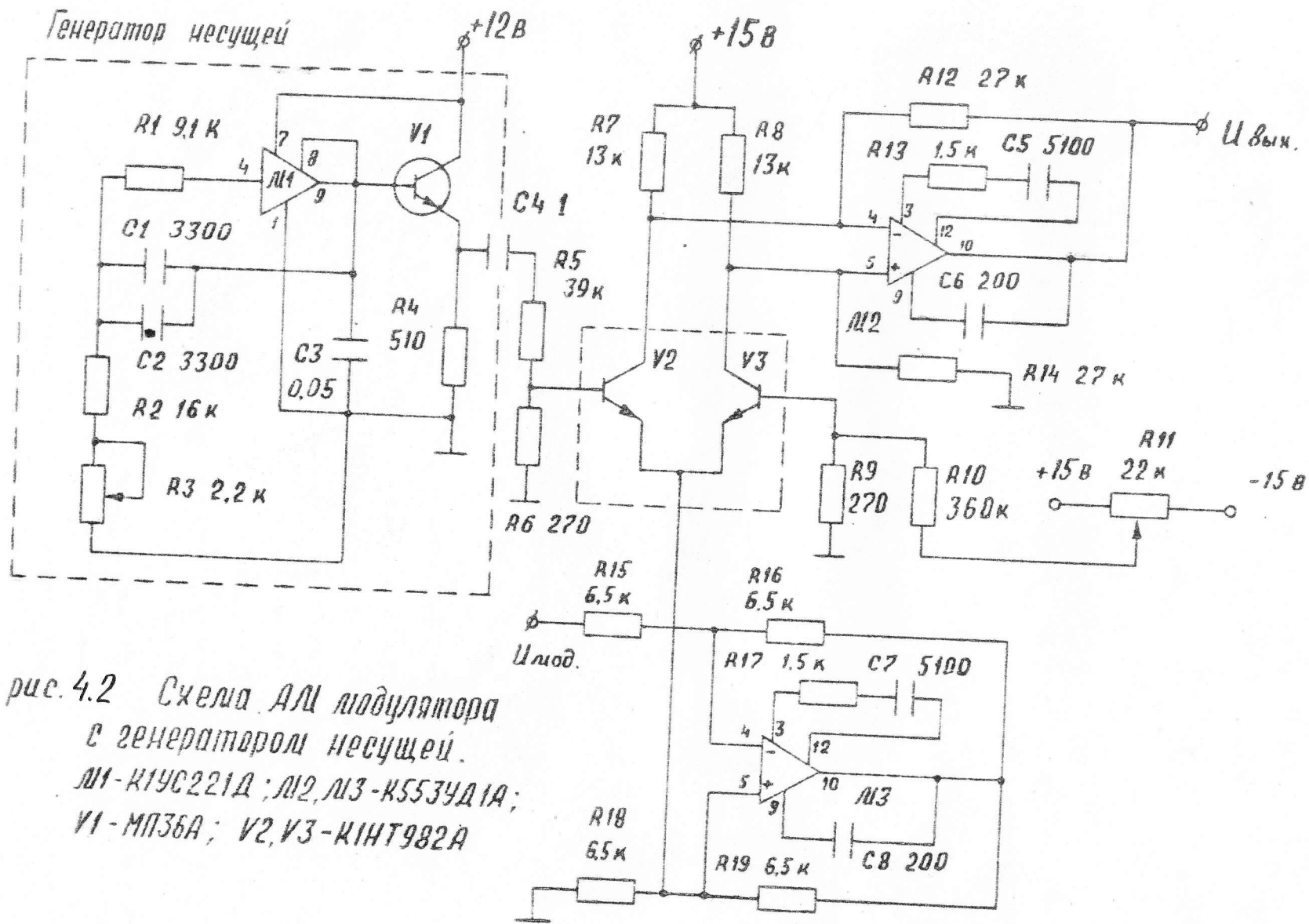


рис. 4.2 Схема АМ модулятора с генератором несущей.
 А1 - К1УС221Д; А2, А3 - К553УД1А;
 V1 - МП36А; V2, V3 - К1НТ982А

Модулятор собран по схеме аналогового перемножителя [49]. Частота несущей составляет 2400 Гц. Перемножитель двухквadrантный на основе переменной крутизны. Электрическая схема его с генератором несущей приведена на рис. 4.2.

Схема демодуляции АМ сигнала поступающего с радиоприемного устройства может быть выполнена так же на схеме перемножителя, для чего на "модулирующий" вход подается АМ сигнал, а на вход несущей подается немодулированное напряжение несущей, которое может быть получено путем ограничения АМ сигнала. Сигнал с выхода перемножителя подается на фильтр нижних частот с которого снимается модулирующий информационный сигнал.

Таким образом разработаны и смонтированы узлы блока обработки сигнала ИСЗ для использования на судовом пункте приема СИ. Необходимо в дальнейшем собрать рабочий образец блока для установки на судовом пункте и провести эксперименты по использованию его при оперативном приеме СИ.

5. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИЕМА СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

5.1. Результаты опытной эксплуатации станции приема спутниковой информации *УАА-2N*.

Опыт организации судовых пунктов приема спутниковой информации в АтлантНИРО показывает, что основной трудностью (технического плана) создания пункта является отсутствие серийно выпускаемого регистратора. Регистраторы, которые применялись для записи спутниковой информации, "Нева", "Паллада" не полностью удовлетворяют такому требованию, как обеспечение регистрации информации с нескольких типов метеорологических спутников Земли (МСЗ). Выполнение этого требования по нашему мнению важно, так как информация с различных систем МСЗ (Тайрос- , Метеор-2) качественно различна, различно так же время пролета над освещенной поверхностью Земли.

Приемник-регистратор *УСХ-2N*, используемый в станции приема спутниковой информации *УАА-2N* фирмы *JRC* (Япония), обладает определенными преимуществами перед отечественными регистраторами, но и он не удовлетворяет требованию обеспечения регистрации с нескольких типов МСЗ.

С целью определения возможности использования станции *УАА-2N* на судах рыбной промышленности в АтлантНИРО проводились эксплуатационные испытания станции *УАА-2N* по программе изложенной в Приложении I . По результатам испытаний составлен акт (исх. 14/3650 от 21 октября 1981 г), представленный в МРХ СССР, ВНИРО.

Результаты испытаний и анализ возможностей аппаратуры приведены в Приложении 2. Кратко полученные результаты можно сформулировать следующим образом.

Станция *УАА-2N* предназначена для получения изображения передаваемого с МСЗ в реальном масштабе времени по двум радиочастотным каналам. Станция принимает ИК и ТВ информацию с МСЗ

серии "Тайрос-Н" в режиме АРТ (в отечественной терминологии режим НП). Информация с одного из каналов ИК или ТВ непосредственно записывается на регистраторе, параллельно информация с обоих каналов записывается на магнитофон, и может быть в дальнейшем воспроизведена на регистраторе. Станция состоит из:

- приемника регистратора *УСХ-2N*;
- магнитофонной стереофонической приставки *TC-R6* фирмы "Сони" (Япония);
- процессора *NRH-55A*;
- направленной управляемой антенны *УАЗ-1*;
- ненаправленной антенны *НАУ-7*;
- полосового фильтра *NBTS-2*;
- трансформатора питания *NBA-3510 [50-53]*.

Дополнительно в состав станции входит аппаратура для приема информации о параметрах орбит МСЗ:

- радиоприемник *NRD-72*;
- приставка для буквопечатания *NMB-101*;
- телетайп *32RD* (США). [54, 55].

В станции *УАН-2N* предусмотрено нанесение координатной сетки с использованием процессора *NRH-55A*, отклонение в нанесении координат не превышает 8 миль, При использовании достоверных данных о прогнозе орбиты МСЗ и отсутствии субъективных ошибок оператора. При работе в реальных условиях отсутствие ежедневных прогнозов орбиты МСЗ, несвоевременный запуск процессора *NRH-55A* оператором увеличивает ошибку до 35 миль. Точность нанесения координат определялась по координатам характерных участков суши видимых на изображении (Приложение 3).

Запись изображения в регистраторе осуществляется на специальную "сухую серебрянную" бумагу типа 7772 фирмы ЭМ(США) с "термическим" способом проявления, что очень удобно в судовых условиях. Готовое к анализу изображение получается через 2 минуты после выхода МСЗ из зоны радиовидимости. Волоконно-оптическая система приемника-регистратора позволяет осуществлять запись изображения и на отечественные фотоматериалы, фототехническую пленку ФТ-20 и фотобумагу типа "фототелеграфная БС", но в этом случае регистратор должен находиться в затемненном

помещении. При использовании фотоматериала, который требует проявления в химических растворах преимущества приемника-регистратора *УСХ-2N* в значительной мере теряются.

Большинство операций в станции *УАА-2N* автоматизировано и она может обслуживаться оператором прошедшим специальный инструктаж.

Основным недостатком следует считать невозможность без модернизации принимать информацию с ИСЗ системы "Метеор". А также ненаправленная антенна *NAV-7* не обеспечивает достаточную зону радиовидимости, а установка системы из двух антенн *NAV-7* и *УАЗ-1* на судне затруднена. Возможно возникнут затруднения с обеспечением станции импортной фотобумагой. Менее существенные недостатки изложены в Приложении 4.

5.2. Выводы.

Станцию приема спутниковой информации *УАА-2N* можно рекомендовать к установке на суда научно-поискового флота рыбной промышленности при условии её модернизации для обеспечения приема информации с ИСЗ системы "Метеор".

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работ, проделанных в 1981 г, проанализированы синоптические условия и проведена типизация атмосферных процессов в Атлантическом секторе Антарктики. Этим положена основа разработки методов использования результатов синоптического дешифрирования космической информации для повышения эффективности поисковых работ в Антарктике.

Создана предварительная методика дешифрирования океанологических фронтов в Перуанском подрайоне ЮВТО по облачным индикаторам. Результаты дешифрирования снимков подтверждают вывод о целесообразности регулярного использования оперативной спутниковой информации для обеспечения рыболовства в этом регионе.

Для оперативного получения спутниковой информации и выдачи рекомендаций добывающему флоту при опробывании элементов методики дешифрирования фронтальных зон в ЮВТО действовал судовой пункт приема на РТМС "Русское поле". Осуществлялся прием спутниковой информации в Атлантической части Антарктики на НПС "Эврика".

Результатом работ по совершенствованию технических средств приема и обработки спутниковой информации в 1981 году явилось создание узлов макета по предварительной обработке сигналов с ИСЗ и на основе проведения испытаний выдача рекомендации о закупке импортной станции приема спутниковой информации JAA-2N фирмы JRC (Япония) при условии её модернизации для обеспечения приема информации с ИСЗ системы "Метеор".

Изготовление макета для использования на судовом пункте приема СИ даст возможность увеличить информативность изображения, свести к минимуму потери информации при фотообработке.

Л и т е р а т у р а

1. Атлас Антарктики. - М. - Л.: Главное управление геодезии и картографии, 1966, ч. I, с. 79, 82, 85, 86, 88, 89.
2. Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны. - Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны СССР, 1977, с. 90-113.
3. Таубер Г.М. Антарктика. Основные черты климата и погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1956, ч. I, 147 с. - Библиогр.: 148 названий.
4. Астапенко П.Д. Атмосферные процессы в высоких широтах Южного полушария. - М.: Изд-во АН СССР, 1960, 282 с. - Библиогр.: 155 названий.
5. Кричак О.Г. Особенности атмосферной циркуляции над Антарктидой и её связь с циркуляцией Южного полушария. - В кн.: Некоторые проблемы метеорологии. - М.: Из-во АН СССР, 1960, № I, с. 28-71. - Библиогр.: 14 названий.
6. Стежневский Д.И. Барическое поле земного шара. Основные характеристики и некоторые вопросы атмосферной циркуляции. - Л.: Гидрометеиздат, 1962, 148 с.
7. Таубер Г.М. Океанические центры действия атмосферы в Южном полушарии. - М.: Изд-во Наука, 1964, 40 с. - Библиограф.: 32. названия.
8. Давыдова Н.Г., Стежневский Д.И., Таубер Г.М. Барическое поле и климатические центры действия атмосферы. - В кн.: Атлас Антарктики. - Л., 1969, ч. II, с. 335-341.
9. Метеорология Южного полушария. / Под ред. Ч.У. Ньютона; Пер. с англ.; Под ред. С.П. Хромова. - Л.: Гидрометеиздат, 1976, 206 с. - Библиогр. 561 название.
10. Кричак О.Г. Особенности атмосферной циркуляции над Антарктидой и Южным полушарием. - Тр. / Сов. антаркт. экспедиции, 1960а, т. 9, с 50-62.
11. Кооль Л.В. Барическое поле пассатной зоны и его трансформа-

- ции с высотой. - Океанология, 1965, т. У, вып. 5, с. 806-818. - Библиогр.: 12 названий.
12. Абрамов Р.В. О субтропических максимумах над Атлантическим океаном в системе общей циркуляции атмосферы. - Тр. / Ленинград гидрометеорол. ин-та, 1970, вып. 41, с. 3-17. - Библиогр.: 55 названий.
13. *Lamb, H.H. On the General Circulation of the atmosphere in Middle Latitudes. Southern and Northern Hemispheres Compared - Bull of the Meteor. Soc., 1948, vol 29, No*
14. Жданов Л.А. К характеристике синоптических процессов Южного полушария в летнем сезоне 1955/56 г. Климат Антарктики. - М.: Географгиз, 1959.
15. *Covert A. Antarctic atmospheric circulation Compendium of Meteorology (T.F. Malone Ed) Boston: Amer. Meteor. Soc., 1951, p 917-941*
16. Таубер Г.М. Некоторые черты атмосферной циркуляции Южного и Северного полушарий. Тр./Гос. океанограф. ин-та, 1962, вып. 67, с. 33-60. - Библиогр.: 34 названия.
17. Давыдова Н.Г. К вопросу о распределении и основных путях движения циклонов и антициклонов в Южном полушарии. - Тр. /Гос. океанограф. ин-та, 1964, вып. 72, с. 46-56. - Библиограф.: 9 названий.
18. Таубер Г.М. Некоторые особенности атмосферных процессов в Антарктике. Климат Антарктики. - М.: Географгиз, 1959.
19. *Lamb, H.H., Britten G.P. General atmospheric circulation and weather variations in the Antarctic - Geograph. J., 1955, 121 p 334-349*
20. *Taljevard P.S., van Loon H. Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the winter and spring 1957 - Notes, 1962, 11, p3-20*

21. Taljaard, J.J. van Zoon H. *Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during summer 1957-1958.* Notes, 1963, p 37-50
22. Taljaard, J.J. *Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during autumn 1958.* - Notes, 1964, 13
23. Taljaard, J.J. *Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the period June to December 1958.* - Notes, 1965, 14, p. 73-84
24. Taljaard, J.J. *Development, distribution and movement of cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the 1964-65 season.* - *J. Appl. Meteor.*, 1967, 6, p 973-987.
25. Лысаков Э.П. Некоторые особенности атмосферной циркуляции над Антарктикой в 1971 г. - Тр. /Сов. антаркт. экспедиции, 1974, т. 62, с. 120-145. - Библиогр.: 24 названия.
26. Лысаков Э.П. Траектории циклонов и повторяемость барических образований в Южном полушарии (по данным спутниковой информации). - Тр. /Сов. антаркт. экспедиции, 1974 а, т. 62, с. 146-160. - Библиогр.: 16 названий.
27. Буйницкий В.Х., Дмитраш И.А., Купцова Л.Н. Новые данные о циркуляции морских вод и льдов в южнополярной области Мирового океана. - В кн.: Спутниковая океанология. - Л., 1980, вып. 2, с. 3-18. - Библиогр.: 15 названий.
28. Луценко Э.И., Лысаков Э.П. Летние атмосферные процессы над проливом Дрейка и примыкающим к нему районам Южного океана (по спутниковым данным). - Тр. /Арктич. и антарктич. НИИ, 1976, т. 344, с. 14-23. - Библиогр.: 5 названий.
29. Абрамов Р.В., Дымова Р.Ф. Летние атмосферные процессы и погодные условия в Южной субполярной Атлантике. - В кн.: Исследования открытой части Атлантического океана. - М., 1978, с. 150-162. - Библиогр.:

12 названий.

30. *Barwinckel. F., Osthuizen C. Weather types and weather elements over the Antarctic ocean during the whaling season. - Notos, 1953, 2, N5.*
31. Астапенко П.Д. Об основных формах атмосферной циркуляции в Антарктике. - Информ. бюл. Сов. Антарктич. экспедиции, 1960 а, № 14, с. 14-18. - Библиогр.: 3 названия.
32. Давыдова Н.Г. Типы атмосферных процессов и соответствующие им поля ветра в океанических районах Южного полушария. - Метеорол. исследования, 1966, № 4, с. 5-42, - Библиогр.: 9 названий.
33. Кузнецов А.В., Липовка А.В. Синоптические процессы и погодные условия антарктических вод в навигационный период. - Тр. /Сов. антарктич. экспедиции, 1968, т. 38, с. 152-172. - Библиогр.: 10 названий.
34. Жданов Л.А. Атмосферные процессы над Восточной Антарктидой. - Метеорол. исследования, 1970, № 18, с. 34-70. - Библиогр.: 127 названий.
35. Почупайло И.Г. Типы барических полей над районом моря Скоша. - Тр. /Атлантич. и ин-т рыбного хозяйства и океанографии, 1976, вып. 67, с. 17-20. - Библиогр.: 6 названий.
36. Дыдина Л.А., Рабцевич С.В., Рыжаков Л.Ю., Савицкий Г.Б. Формы атмосферной циркуляции в Южном полушарии. - Тр. /Арктич. и Антарктич. и.-и. ин-т, 1976, т. 330, с. 5-16. - Библиогр.: 23 названия.
37. Савицкий Г.Б. Типы синоптических процессов в Антарктике в связи с формами атмосферной циркуляции Южного полушария. - Тр. /Арктич. и Антарктич. и.-и. Ин-т, 1976, т. 330, с. 30-49. - Библиогр.: 13 названий.
38. Атлас Океанов. Тихий океан. Главн. упр. навигации и океанографии МО СССР, 1974, 301 с.
39. Ролль Г.У. Физика атмосферных процессов над морем. Л., ГМ., 1968, 398 с.

40. Malkus J. S. Trade cumulus cloud groups: Some observations suggesting a mechanism of their origin *Tellus*, 9, 1957
41. Риль Г. Тропическая метеорология. М., "Иностранная литература". 1963, 366 с.
42. Абрамович К.Г., Хргиан А.Х. Организация исследования условий возникновения облачности нижнего яруса. Тр. ЦИП, вып. 80, Л., ГМ., 1959, с. 3-9.
43. Абрамович К.Г. Об условиях образования облачности нижнего яруса. Тр. ЦИП, вып. 80, Л., ГМ., 1959, с. 10-41.
44. Матвеев Л.Т. О причинах образования облаков. Метеорология и гидрология. 8, 1978, с. 25-32.
45. Спутниковая океанология. Л., 1980, вып. 2, 120 с.
46. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. М., "Советское радио", 1979, 312 с.
47. Разработка методики использования космической информации в рыбохозяйственных исследованиях (промежуточный отчет). 77031927, АтлантНИРО, Яковлев В.Н., Бобков А.М., Емельянов И.В., Семенищев С.Г., Калининград, 1979, 42 с.
48. Разработка методов использования космической информации в рыбохозяйственных исследованиях (промежуточный отчет) 77031927, АтлантНИРО, Яковлев В.Н., Бобков А.М., Калининград, 1980, 78 с.
49. Алексеенко А.Г. и др. Применение прецизионных аналоговых ИС. М., "Советское радио", 1980, 224 с.
50. Model TFX-2N/JAA-2N Weather Satellite Receiver Instruction Manual.
51. Model NDN-55A/JAA-2N Image Processor For Weather Satellite Receiver, Instruction Manual, 1980-8
52. Instruction Manual for Model JAF-1/JAA-2N Motor-driven cross-yagi antenna, 1980-9
53. Model TC-R8. Sony stereo tape deck.
54. Instruction Manual for Model NRD-72. All wave receiver. Japan Radio Co, Ltd.
55. Instruction Manual for Model: NMB-101 FS Demodulator.

Приложение I

Программа испытаний аппаратуры
приема спутниковой информации
УАА-2N (фирмы *УРС*, Япония)

Целью испытаний являлось изучение станции *УАА-2N* на соответствие её требованиям к судовому пункту приема, создаваемым на судах МРХ в целях оперативного использования спутниковой информации для решения рыбохозяйственных задач. В этих целях проводились следующие исследования:

1. Определение эксплуатационных характеристик аппаратуры *УАА-2N*, в том числе:

- зоны радиовидимости, обеспечиваемой входящими в комплект антеннами *УАЗ-1* и *NAV-7*;
- диаграммы направленности ненаправленной антенны *NAV-7*;
- точность нанесения координат, обеспечиваемая процессором *NDH-55A*.

2. Возможность эксплуатации станции не радиоспециалистом (океанологом), а именно:

- надежность аппаратуры;
- трудоемкость работы на станции *УАА-2N*.

3. Возможность использования в регистраторе отечественных фотоматериалов.

4. Пригодность аппаратуры к работе в судовых условиях.

5. Требования к модернизации аппаратуры для приема информации с ИСЗ системы "Метеор-2", СССР.

6. Сравнение станции *УАА-2N* с отечественными аналогами.

7. Недостатки аппаратуры *УАА-2N*.

Приложение 2

Результаты испытаний и анализа
возможностей аппаратуры *УАН-2N*

I. Эксплуатационные характеристики.

- Антенная система станции *УАН-2N*, состоящая из направленной управляемой антенны *УАЗ-1* и ненаправленной антенны *NAV-7*, при нахождении пункта приема на широте 55° , обеспечивает прием МСЗ типа "Тайрос-Н", летящего по центральной орбите, в течении 15 минут. Получаемые при этом изображения Земли охватывают участок по широте от 30° до 80° . Зона радиовидимости, созданного пункта приема, имеет диаметр порядка 6000 км и охватывает площадь $3 \cdot 10^7 \text{ км}^2$.

- Минимальный угол места на МСЗ, при котором возможен уверенный прием его сигналов на ненаправленную антенну *NAV-7*, равен 20° . При использовании на судне только ненаправленной антенны *NAV-7* (применение направленной управляемой антенны *УАЗ-1* на судне требует решения ряда вопросов) с учетом бортовой качки до 20° обеспечивается минимальный угол места на МСЗ равный 40° , что дает возможность уверенно принимать две соседние орбиты близкие к центральной в течении 4 минут (для широты 55°). Это позволит иметь информацию о районах протяженностью 1500 км. В случае приема сигнала МСЗ с центральной орбиты длительность уверенного приема составит 6 минут, а протяженность района увеличится до 2200 км. При спокойном море минимальный угол места на МСЗ, обеспечиваемый антенной *NAV-7*, практически не будет отличаться (при отсутствии влияния надстроек судна на диаграмму направленности) от угла, определенного на береговом пункте приема, а именно 20° . При этом возможен прием трех соседних орбит, охватывающих район площадью $25 \cdot 10^3 \text{ км}^2$ на широте 55° (время приема с центральной орбиты 11 минут).

- Точность нанесения координатной сетки процессором *NDH-55A*, полученная на практике при приеме МСЗ *NOAA-6*, составляет по долготе $\pm 1,4$ мм в начале и $\pm 2,3$ мм в конце снимка соответственно, а по широте - $\pm 5,9$ мм и $\pm 5,7$ мм. Неточ-

ность нанесения сетки по широте определяется в основном вводом в процессор недостоверных данных о временных параметрах орбиты МСЗ и неточным временем запуска процессора (в октябре получена телеграмма с подкорректированными параметрами орбиты МСЗ *NOAA-6*).

2. Станция *УАА-2N* проста в эксплуатации и может быть использована не радиоспециалистом.

- В течении периода испытаний выхода из строя основных узлов станции не было отмечено, но зафиксирована нестабильность работы отдельных блоков.

- В основном агрегате станции *УАА-2N*, приемнике-регистраторе *УСХ-2N*, автоматизированны большинство операций, чем сведена до минимума сложность обращения с аппаратурой *УАА-2N*.

3. В приемнике-регистраторе *УСХ-2N* может использоваться для записи изображений отечественная рулонная фотобумага типа "фототелеграфная БС" (Использование отдельных листов фотобумаги или фототехнической пленки ведет к недоиспользованию площади используемых фотоматериалов). При использовании обычных фотоматериалов вместо "сухой серебряной" фирмы ЗМ, США теряются некоторые преимущества станции *УАА-2N* перед отечественными аналогичными аппаратами, а именно:

- появляется необходимость наличия затемненного помещения;
- требуется дополнительная трудоемкая операция по проявлению снимка в химрастворах;
- ухудшается оперативность получения информации с МСЗ.

4. Приемный комплекс *УАА-2N* по своей конструкции и устройству наиболее подходит под требования, предъявляемые к судовому пункту приема МСЗ. Аппаратура *УАА-2N* может устанавливаться на судах МРХ в том виде, в котором она разработана с учетом следующих рекомендаций:

- Помещение, где расположен приемник-регистратор *УСХ-2N*, обязательно должно быть оборудовано кондиционерной установкой.
- Предусмотреть наличие холодильника для хранения фотобумаги (экспонированной и неэкспонированной).
- Антенную систему отнести как можно дальше от судовых надстроек и передающих антенн.
- В целях упрощения использования направленной антенны

установить, как самую простую меру, рядом с пультом управления антенной репитор курса судна.

5. Прием информации с советских метеорологических спутников Земли серии "Метеор-2" станцией *УАА-2N* возможен после модернизации отдельных блоков приемника-регистратора *УСХ-2N*, а именно:

- Расширить число приемных радиоканалов минимум до 4-х (дополнительно включить каналы на 137,3 МГц и 137,15 МГц).
- Устройство обработки видеосигнала СКК-224 дополнить фильтром на частоту 256 Гц для выделения синхроимпульсов МСЗ серии "Метеор-2".
- Предусмотреть работу задающего генератора разверток СКК-206 при приеме МСЗ серии "Метеор-2" с периодом в два раза большим, чем при приеме МСЗ типа "Тайрос-Н".
- Согласовать уровень сигналов с МСЗ "Метеор-2", поступающий в устройство обработки видеосигнала СКК-224 для получения уровня в I В.

Процессор *NDH-55A* в том виде как он поставляется не может обеспечить нанесение координатной сетки на снимки, получаемых с МСЗ типа "Метеор-2".

6. Аппаратура *УАА-2N* обладает значительными преимуществами по сравнению с отечественными аналогичными аппаратами записи "Нева", "Паллада" и приема "КАПСИ", "Уран" сигналов метеорологических спутников, а именно:

- малые габариты и вес;
- простота эксплуатации;
- имеется возможность получения копий за счет магнитофонной приставки *ТС-Р6*;
- электронное оперативное нанесение координатной сетки на снимки;
- устранено искривление снимка из-за воздействия эффекта Доплера;
- подходящий к судовым условиям способ проявки фотоматериала (термический);
- высокая оперативность получения готового к дешифрованию снимка (не более 2-х мин).

Приложение 3

Условия проведения анализа

Определение зоны радиовидимости и диаграммы направленности производились при приеме МСЗ *NOAA-6*. Направленная антенна была установлена на расстоянии 1 м от одноэтажного, а по высоте располагалась на 0,5 м ниже крыши. Направленная антенна была размещена на высоте 2,5 метра. Её диаграмма направленности другими инородными телами практически не искажалась. Пункт приема находился в месте удаленном от источников активных помех с координатами 55° с.ш. и $20,5^{\circ}$ в.д. Квазидиаграмма направленности антенны *NAV-7* определялась по уровню приема сигнала МСЗ.

Точность нанесения координат процессором определялась при принятии данных на параметры орбиты МСЗ как точных. Анализ проведен по серии снимков с *NOAA-6* с центральных орбит.

Возможность эксплуатации аппаратуры *УАА-2N* не специалистом (океанологом) рассматривалась под углом зрения отсутствия знаний оператора в области радиотехники.

Оценка надежности станции производилась ежедневно включением во все режимы. Условия среды, где была размещена станция (сухое закрытое помещение), удовлетворяли предъявляемым требованиям места установки.

Требования к модернизации аппаратуры для приема МСЗ типа "Метеор-2" были выдвинуты после изучения принципиальных схем аппаратуры и экспериментов по приему МСЗ "Метеор-5" (частота 137,3 МГц, скорость развертки 120 строк/мин, шаг развертки 0,265 мм/об., высота полета 900 км).

Возможность использования в регистраторе отечественных фотоматериалов проверялась на фотопленке ФТ-20 чувствительностью 1,5 единицы. Проявка происходила в двухрастворном проявителе.

Возможность использования станции в судовых условиях и сравнительный анализ с советскими аналогами оценивались исходя из параметров станции *УАА-2N* и её работы, а также требований к судовой аппаратуре и опыта эксплуатации станции приема МСЗ на судне.

Недостатки станции *УАА-2N* были выявлены в процессе её эксплуатации и при изучении её возможностей по техописанию.

Приложение 4

Недостатки аппаратуры *УАА-2N*.

За период эксплуатационных испытаний аппаратуры с июля по сентябрь 1981 г были отмечены следующие временные отказы:

- ненадежная работа схемы устранения кривизны снимка из-за воздействия эффекта Доплера - в течении всего периода;
- самопроизвольный сброс процессором введенного времени - 5 раз;
- отказ процессора запускаться - 2 раза;
- скачкообразное изменение показаний электронных часов - 4 раза;
- отказ схемы автоматического установления уровня сигнала при записи изображения с магнитофона - 3 раза;
- непостоянство зажигания лампочки „power-on“ в приемнике-регистраторе *УСХ-2N* - в течении всего периода;
- отсутствие показаний индикатора о силе сигнала - 5 раз.

Помимо отдельных отказов аппаратуры *УАА-2N*, которые перечислены выше и подлежат учету при рассмотрении вопроса повышения надежности станции, отметим следующие слабые стороны аппаратуры:

- необходимо применение специальной фотобумаги (фирма 3М, США) типа 7772;
- отсутствие стабилизации сетевого напряжения, которая необходима при работе в судовых условиях;
- при размещении на судне мала реальная в условиях качки зона радиовидимости при имеющейся антенной системе;
- при использовании регистратора более суток наблюдается корабление фотоматериала и, соответственно, плохое проявление на отрезке длиной до 1,2 м (причина до конца не выяснена);
- не осуществляется коррекция сигнала, учитывающая полутонную характеристику фотоматериала;
- ощутимая на глаз неравномерность расположения строк;
- отсутствует режим автоматического включения приемника-регистратора *УСХ-2N* на запись (операции „POWER-ON“ и „START“ легко поддаются автоматизации).

- практически незаметно свечение индикатора „DEVE“ в приемнике-регистраторе;

- узкий диапазон возможностей процессора.