

**ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
И ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПРОМЫСЛОВЫХ
РАЙОНАХ АТЛАНТИЧЕСКОГО И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНОВ В 2004-2005 гг.**

**И.А. Полищук, А.Б. Бендик, , И.К. Сигаев, А.М. Сирота, Е.Н. Тимохин, Г.А. Чернега,
П.П. Чернышков, В.Н. Шнар, В.Н. Яковлев**

Введение

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО) проводит комплексные промыслово-океанологические исследования в исключительных экономических зонах иностранных государств, открытых и конвенционных районах Атлантического и юго-восточной части Тихого океанов, а также в Балтийском море. Гидрометеорологические и океанологические условия в исследуемых районах существенно влияют на межгодовые изменения биомассы и распределения объектов промысла, что обуславливает необходимость их постоянного мониторинга.

Материалы и методы исследования

Для мониторинга и выявления особенностей развития гидрометеорологических и океанологических процессов использованы следующие данные и материалы:

- среднемесячные поля атмосферного давления на уровне моря в узлах регулярной сетки $5^{\circ} \times 10^{\circ}$;
- скорость вращения Земли;
- результирующий перенос воздушных масс в экваториальной стратосфере;
- числа Вольфа;
- индекс Южного колебания (ENSO);
- среднемесячные поля температуры поверхности океана (ТПО) и ее аномалий (АТПО) с пространственным разрешением $1 \times 1^{\circ}$;
- среднемесячные значения температуры воздуха на антарктических станциях;
- материалы океанологических наблюдений на глубоководных гидрологических станциях, полученные в ходе выполнения экспедиций в 2004-2005 г. в районы Северо-восточной (СВА) и Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА).

Использованы классические методы анализа временных рядов и полей, применяемые в гидрометеорологических и океанологических исследованиях.

Основные результаты

Космо-геофизический фон

2004-2005 годы характеризовались следующими космо-геофизическими особенностями (рис. 1). Ускорение скорости вращения Земли, начавшееся с 70-х годов (в конце 80-х – начале 90-х гг отмечалось кратковременное замедление) сохранялось до 2004 г., при четко выраженной внутригодовой изменчивости с максимумами летом (основной) и зимой и минимумами весной и осенью (рис. 1а). С 2004 г. начался режим замедления вращения Земли. Солнечная активность находилась на ветви спада векового цикла и вблизи минимума 11-летнего (рис. 1б). Поток радиоизлучения Солнца — также вблизи минимальных значений 11-летнего цикла.

В течение всего периода наблюдалась восточная фаза квазидвухлетнего цикла (КДЦ) результирующего переноса воздушных масс в стратосфере над экватором с максимальным переносом в августе 2005 г. (рис. 1в).

Северная Атлантика

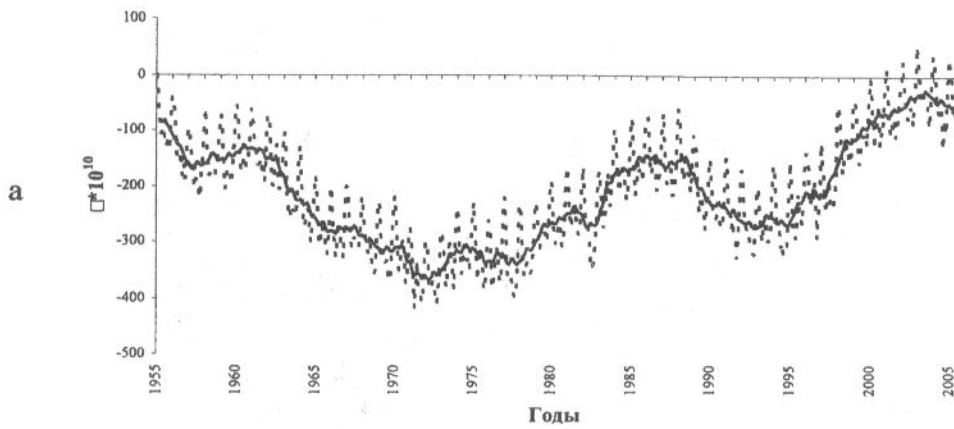
Северо-Западная Атлантика (СЗА)

В течение 2005 г. на шельфе Северо-Западной Атлантики (рис. 2) и прилегающей части открытого океана, как и в 2004 г. сохранялись положительные аномалии ТПО. В потоке Лабрадорского течения от 55 до 49°с.ш. (точки 1, 4, 6) положительные аномалии отмечались в течение октября-ноября 2005 г. Немного ниже нормы ТПО были в январе или феврале. Наибольшее превышение средних многолетних значений ТПО пришлось на весенне-летний период 2005 г., когда аномалии достигали 2,0-2,9°С. Мористее этого потока в Лабрадорском море (точка 2) также господствовали положительные аномалии с максимальными значениями в мае 2,8-3,1°С.

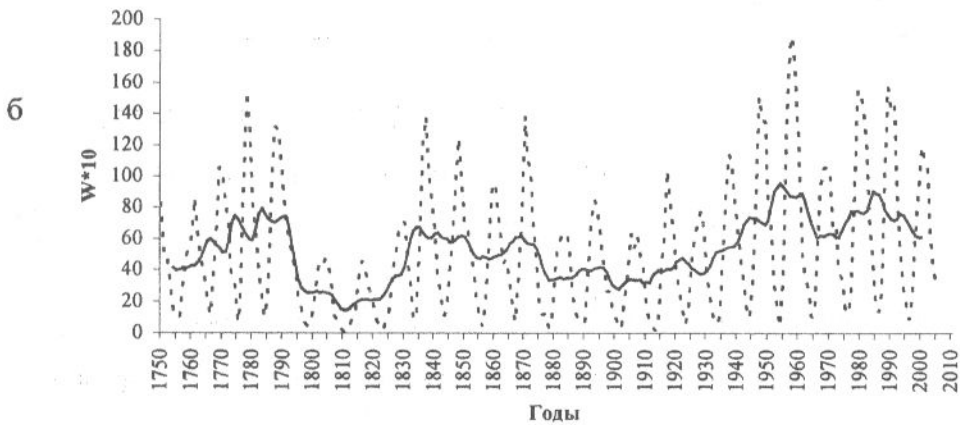
В ветви Северо-Атлантического течения, проходящей к северу от б. Флемиш-Кап (точки 3, 5), в январе-апреле 2005 г. ТПО была ниже нормы на 0,3-2,6°С, а с мая началось повышение температуры, которое продолжалось до конца года. На восточном склоне и шельфе Большой банки (точки 8, 9) в течение 2005 г. также преобладали положительные аномалии ТПО, которые большей частью превышали значения 2004 г. В восточной части шельфа Новой Шотландии (точка 10) в зимне-весенний период значения ТПО были близки к норме, а летом и осенью превышали ее на 0,9-1,3°С.

Анализ текущих температур показал, что на мелководных участках нереста серебристого хека оптимальные условия (ТПО>10°С) сформировались в конце июня перед началом массового нереста. На материковом склоне во все месяцы 2005 г. (точка 11) ТПО превышала среднемноголетний уровень. За пределами шельфа Новой Шотландии, в Склоновых водах и у фронта Гольфстрима (точки 12, 13) также преобладали положительные аномалии ТПО.

Средние месячные значения скорости вращения Земли
в относительных единицах
(спл. линия - скользящие 13-месячные)



Среднегодовые значения чисел Вольфа
(спл. линия - скользящие 11-летние)



Результирующий перенос массы воздуха
в экваториальной стратосфере

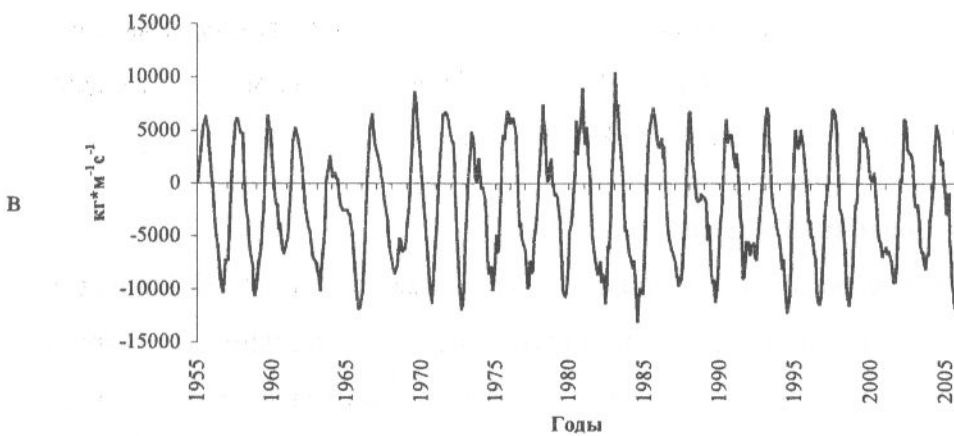


Рис. 1. Изменчивость некоторых космо-геофизических факторов
в течение последних десятилетий.

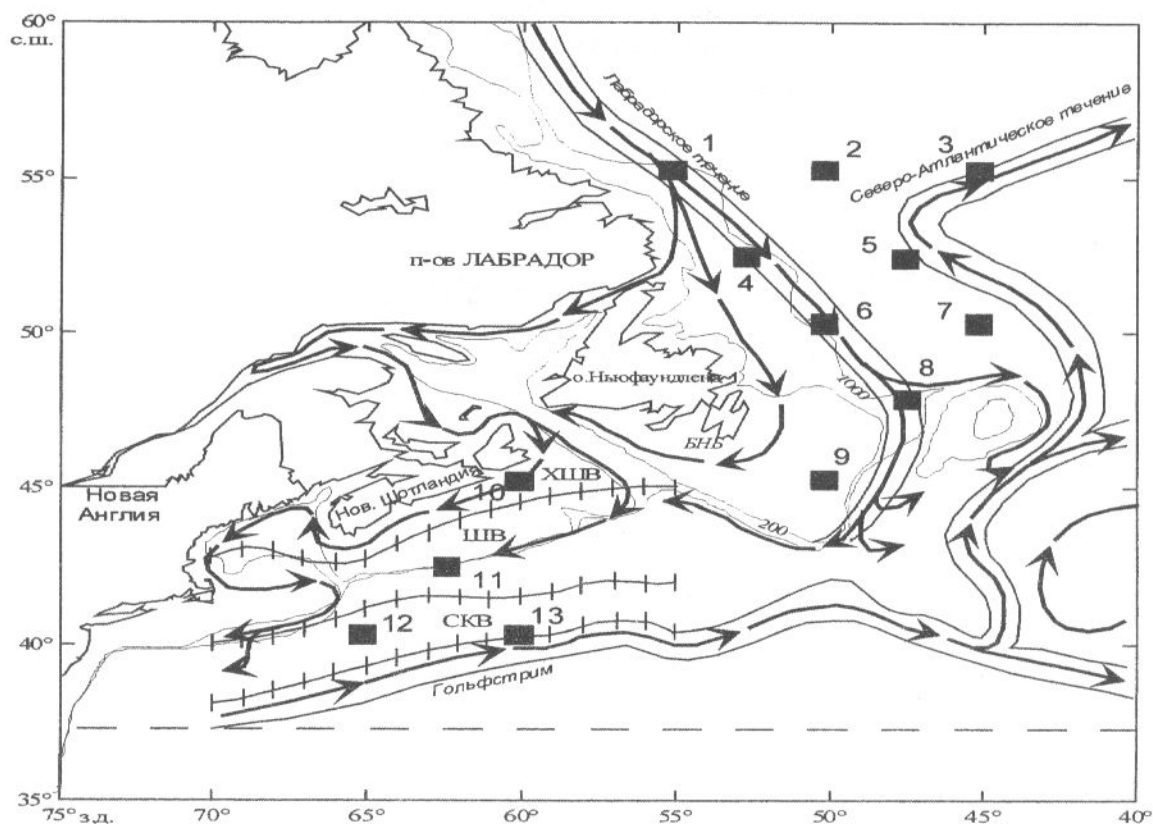


Рис. 2. Схема мониторинга океанологических условий
в Северо-Западной Атлантике

Анализ колебаний гидрологических фронтов в 2004-2005 гг. указывает на то, что в районах Новой Англии и Новой Шотландии граница Холодных шельфовых вод продолжает оставаться южнее среднемноголетней позиции, как и в предыдущий год, указывая на повышенную адвекцию холодных вод на шельф. Граница Склоновых вод и северный край фронта Гольфстрима в этих районах в течение 2004-2005 гг. испытывали незначительные смещения. Существенные колебания всех трех границ отмечались на участке квазистационарного меандра (55-58°з.д.). Абсолютная величина смещения на этом участке в отдельные месяцы достигала 88-117 миль.

Северо-Восточная Атлантика (СВА)

Комплексная океанологическая съемка района возвышенности Рокколл за пределами 200-мильной экономической зоны иностранных государств, проведенная в марте-апреле 2005 г., показала, что теплозапас слоя 400-600 м, как и в предыдущие два-три года, остается высоким (рис. 3). Гидрометеорологические условия здесь складывались под влиянием обширной области атмосферной депрессии. Активная циклоническая деятельность обусловила преобладание сильных ветров западного направления. Перенос

вод с запада на восток был устойчив, что не способствовало миграции путассу из ИЭЗ Великобритании в открытую часть океана.

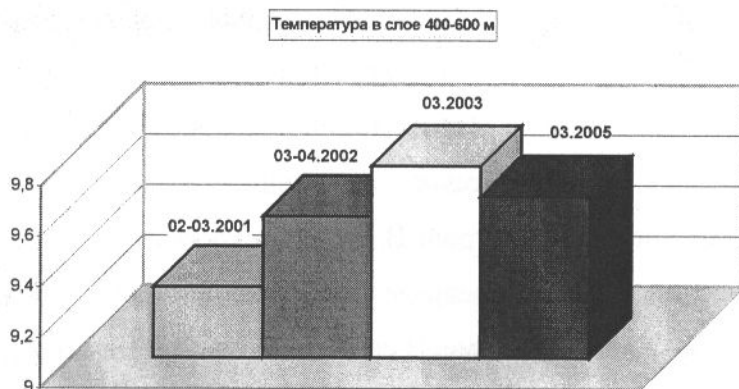


Рис. 3. Температура воды в слое 400-600 м на участке 55-57°с.ш., 17-18°з.д. в районе поднятия Роколл по данным гидрологических съемок в весенние сезоны 2001-2005 гг.

Ретроспективный анализ температурного и динамического режимов района возвышенности Роколл показывает, что 2005 г. имеет большое сходство с 2002 г.

Формирование промысловых скоплений в районе Срединно-Атлантического хребта в значительной степени определяет положение субполярного фронта. В мае-июле 2005 г. фронт был смещен в северном направлении по сравнению с его положением в 2003-2004 гг. (рис. 4).

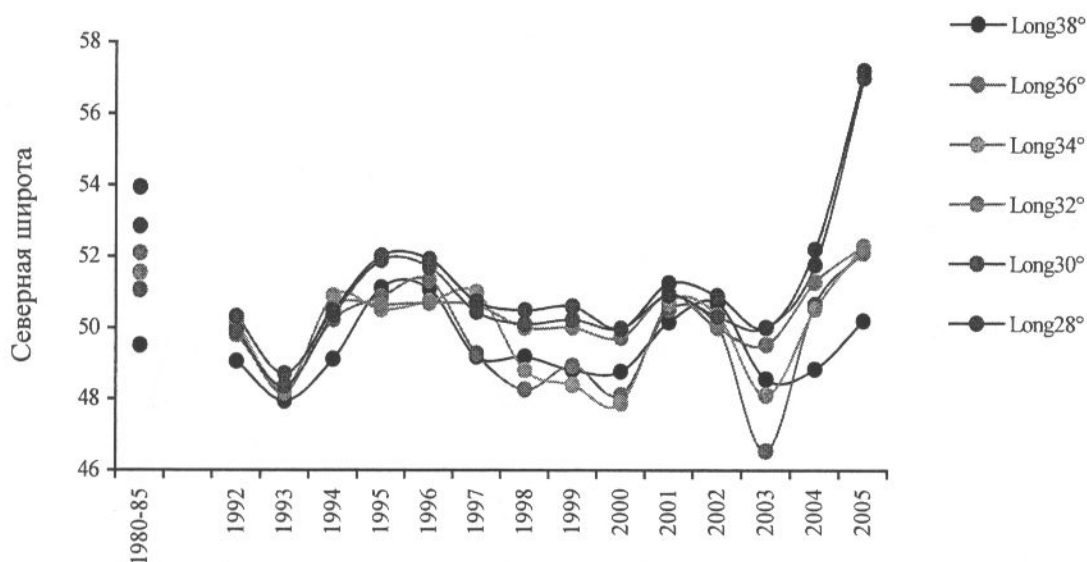


Рис. 4. Положение субполярного фронта на различных меридианах (в мае) в районе САХ

Таким образом, тенденция в изменчивости условий среды является благоприятной для процессов формирования промысловых скоплений рыб в районе Срединно-Атлантического хребта.

Центрально-Восточная Атлантика (ЦВА)

Район Марокко. Северо-восточный пассат над побережьем Северо-Западной Африки был ослаблен на протяжении почти всего 2004 г. с наибольшими пиками ослабления в июне и октябре (рис. 5а). Аномалии интенсивности пассата значительно превышали свое среднее квадратическое отклонение. Лишь в конце года (декабрь) наблюдалось усиление пассатных ветров. В 2005 г. скорость северо-восточного пассата была аномально высокой в январе-феврале и ноябре, аномально низкой – в марте; в остальные месяцы года – близка к норме. В соответствии с изменчивостью интенсивности этого ветра варьировала и температура поверхностных вод: наблюдались холодные зимы с декабря 2004 г. по февраль 2005 г. и с октября по декабрь 2005 г., когда аномалии ТПО были ниже -1°C (рис. 5б). В остальные сезоны ТПО была близка к норме ($\pm 0,3^{\circ}$).

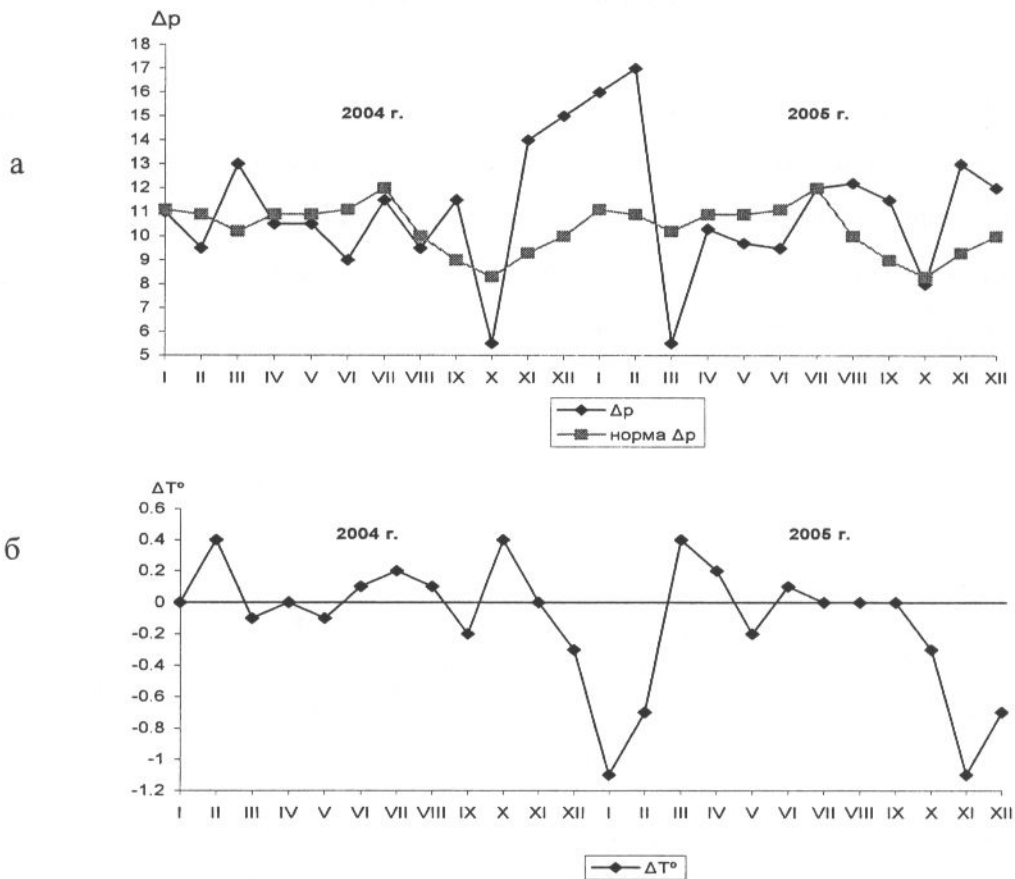


Рис. 5. Временная изменчивость индекса скорости северо-восточного пассата (а) и отклонений ТПО в прибрежной зоне Марокканской Сахары от среднемесячных значений (б)

Район Мавритании. В пределах экономической зоны Мавритании в холодный период 2004 г. (февраль-май) термический фон был близок к норме или незначительно выше ее. В теплом полугодии (июль-декабрь) наблюдался рост положительных отклонений ТПО от нормы в районах распространения ветвей Межпассатного

противотечения. Сенегало-Мавританский фронт (СМФ) в течение теплого сезона стабильно удерживался около мыса Кап-Блан, причем северная граница его (изотерма 24°C) в теплые месяцы (август-октябрь) располагалась в зоне Марокко на 22°с.ш. Начиная с ноября СМФ стал быстро отступать на юг. В целом за год ослабление пассата и адвекция тропических вод на север привели к формированию в зоне Мавритании положительных отклонений ТПО в пределах $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$. К концу 2004 г. ТПО была близка к норме.

Скорость северо-восточного пассата в этом районе в зимний сезон 2005 г. была выше нормы, отклонения ТПО оказались отрицательными, в январе и феврале они составили $0,2-0,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 6). В марте 2005 г. началось потепление шельфовых вод. В апреле-августе положительные аномалии ТПО находились в пределах $1-2,7^{\circ}\text{C}$; к октябрю они уменьшились до $0,8^{\circ}\text{C}$ и вновь выросли к концу года. Анализ данных показал, что причиной такого значительного потепления в 2005 г. является раннее и более быстрое, чем обычно, перемещение теплых вод северной ветви Межпассатного противотечения и связанного с ними Сенегало-Мавританского фронта (СМФ) (рис. 7).

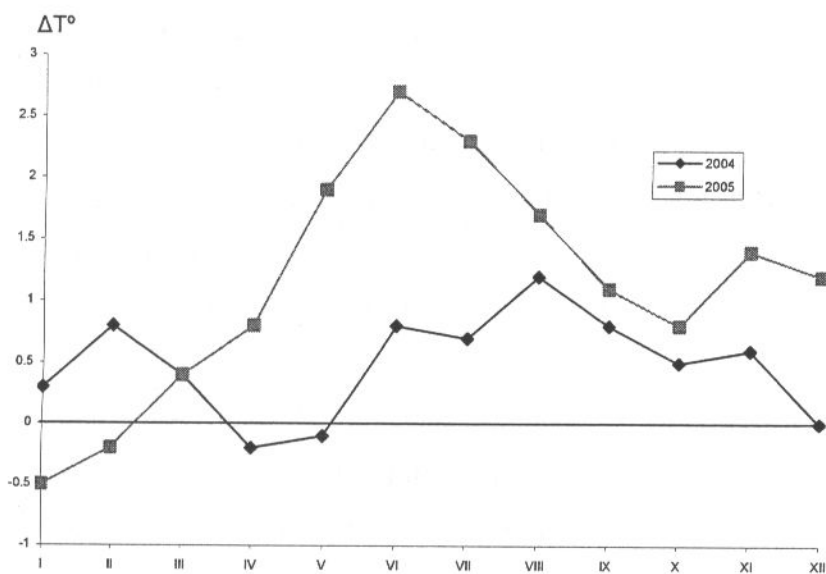


Рис. 6. Внутригодовая изменчивость аномалий ТПО в Мавритании в 2004 и 2005 гг.

В последние годы в промысловых районах ЦВА наметилась тенденция к понижению температуры поверхностных вод за счет усиления северо-восточного пассата, которая будет продолжаться в ближайшее десятилетие.

Южная Атлантика

Юго-Восточная Атлантика (ЮВА)

Ангола. В январе-феврале 2004 г. пониженная скорость юго-восточного пассата не способствовала развитию интенсивного прибрежного апвеллинга. По всему району наблюдались положительные отклонения ТПО от нормы в пределах $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$.

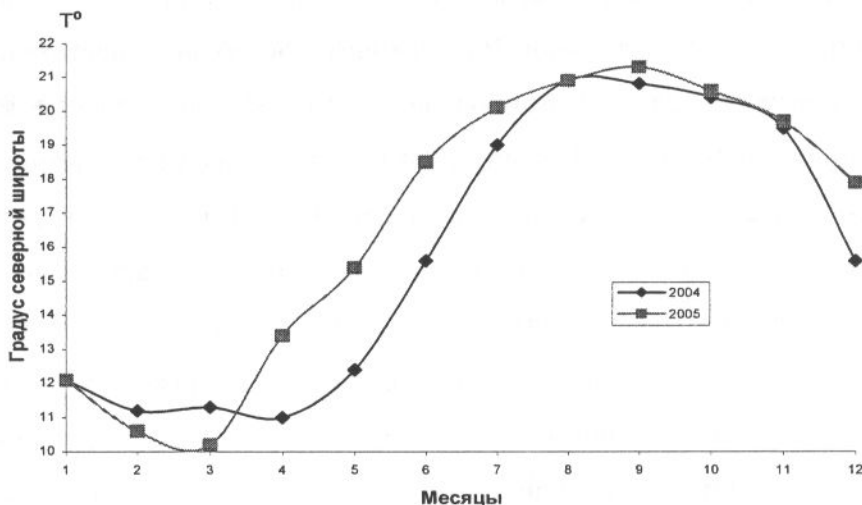


Рис. 7. Перемещения Сенегало-Мавританского фронта в 2004 и 2005 гг.

Смещение области Южноатлантического антициклона в марте-мае к северо-востоку привело к усилению юго-восточного пассата и стабильному интенсивному апвеллингу. Отклонения ТПО стали отрицательными и значительными – до -3°C . В июне-июле за счет снижения скорости юго-восточного пассата интенсивность апвеллинга уменьшилась и ТПО незначительно отклонялась от своих средних многолетних значений. Такая же ситуация сохранилась до конца 2004 г. с преобладанием положительных аномалий ТПО.

Летний сезон (январь-март) 2005 г. был чрезвычайно теплым. Аномалии ТПО шельфовых вод в течение всего периода превышали климатическую норму на $1-2^{\circ}\text{C}$. Рост атмосферного давления в области Южноатлантического антициклона и расширение его акватории к северо-востоку в осенне-зимний сезон (апрель-август) способствовало формированию интенсивного апвеллинга. Отрицательные аномалии ТПО на шельфе в этот период составляли от 1 до $2,5^{\circ}\text{C}$. Понижение атмосферного давления в области Южноатлантического антициклона в весенний сезон привело к понижению скорости юго-восточного пассата и ослаблению прибрежного апвеллинга. Положительные отклонения ТПО в эти месяцы составили $0,5-1,4^{\circ}\text{C}$.

Намибия. Устойчивый и интенсивный юго-восточный пассат в январе-мае 2004 г. способствовал активному прибрежному апвеллингу и формированию отрицательных отклонений ТПО в пределах $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$. В июне, в связи с перестройкой над районом поля атмосферного давления, ТПО начала повышаться, и с июля по декабрь из-за ослабления интенсивности юго-восточного пассата и апвеллинга сформировались положительные аномалии ТПО в пределах $0,5-1,0^{\circ}\text{C}$.

В отличие от зоны Анголы в районе Намибии во все сезоны 2005 г. сохранялись пониженная скорость юго-восточного пассата и ослабленная интенсивность прибрежного апвеллинга. Наибольшие отрицательные аномалии ТПО (до -1°C) зафиксированы осенью на севере района; наибольшие положительные – зимой. В ближайшие годы в Намибии увеличится повторяемость антициклональной погоды в холодное время года, что приведет к ослаблению прибрежного апвеллинга и формированию положительных аномалий температуры.



Рис. 8. Межгодовая изменчивость аномалий ТПО в прибрежной части района Бенгельского апвеллинга в 2000-2005 гг.

Юго-Западная Атлантика (ЮЗА)

В районе аргентинского шельфа интенсивность атмосферных зональных переносов за последние 35 лет изменялась незначительно. Наибольшие колебания циркуляции отмечены с середины 80-х до середины 90-х годов. В этот период наблюдалось усиление преобладающих в районе южных переносов воздуха. В районе пролива Дрейка зональная циркуляция усиливалась с начала 70-х до конца 80-х годов, затем до настоящего времени ослабевала. Преобладающие в районе северные переносы воздуха усиливались за последнее 30-летие, с 2000 г. – ослабевают.

В 2004 г. (рис. 9) выявлена усиленная адвекция промежуточных антарктических вод по пониженной ($2,5^{\circ}\text{C}$) температуре воды, достигающей горизонта 220 м на $58^{\circ}30'\text{з.д.}$, повышенной солености 34,35-34,45‰ в слое 400-1000 м и расходу течения 5,7 Св. Вероятно, усиление западных переносов в пр. Дрейка в августе и южных меридиональных переносов в августе-сентябре, как в пр. Дрейка, так и на 46°ю.ш. (рис. 10), привели к интенсификации северной ветви АЦТ и Фолклендского течения.

В результате ослабления к концу 2004 г. зональных переносов в пр. Дрейка и усиления с октября 2004 г. меридиональных переносов с севера в районе 46°ю.ш. расход Фолклендского течения значительно снизился (4,2 Св) и оно утратило ярко выраженный струйный характер, что было отмечено в 2005 г. (рис. 11). В поверхностных слоях

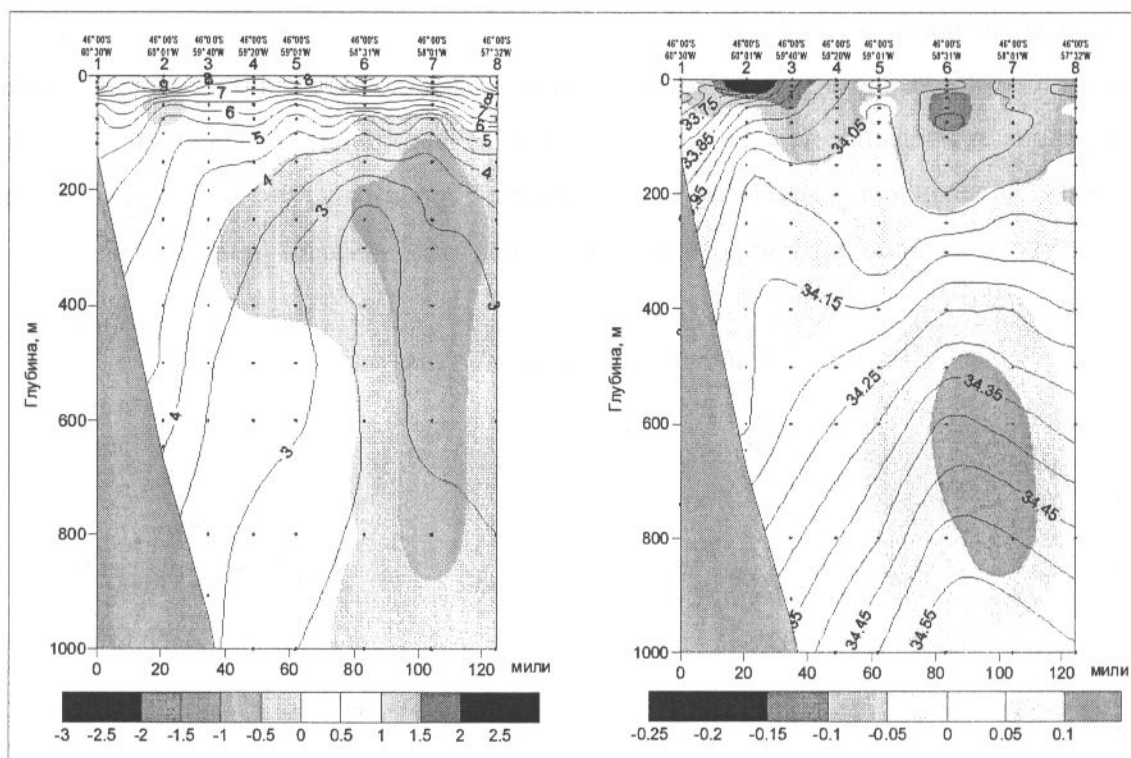


Рис. 9. Распределение температуры ($^{\circ}\text{C}$), солёности (‰) и их отклонений от среднемноголетних значений на стандартном разрезе по 46° ю.ш., выполненном 19.XI.2004 г.

над материковым склоном, в результате выноса шельфовых вод, наблюдались значительные положительные отклонения температуры воды от нормы (до $2,5^{\circ}\text{C}$). В то же время значительные отрицательные отклонения температуры воды на крайней станции разреза ($57^{\circ}30'\text{з.д.}$) в поверхностном слое – до 3°C – свидетельствуют об ослаблении интенсивности Бразильского течения в районе 46° ю.ш.

В 2005 г. интенсивность зональных переносов с запада в районе аргентинского шельфа в первую половину года была усилена, во вторую – ослаблена. Меридиональные переносы с юга были усилены по сравнению с прошлым годом и климатической нормой. Это отразилось на температуре поверхностного слоя океана. В районе шельфа на 46° ю.ш. отрицательные отклонения ТПО отмечались в марте-мае (до -1°C) и в октябре-ноябре ($-0,3^{\circ}\text{C}$). За пределами материкового склона отрицательные аномалии, за исключением января-февраля, отмечались в течение всего года и достигали величин $-1,7^{\circ}\text{C}$ (апрель). На севере аргентинского шельфа в районе 42° с.ш., отрицательная аномалия в значениях ТПО отмечалась в феврале-апреле и в ноябре. В остальное время была значительная положительная аномалия до $1,5\text{-}3,0^{\circ}\text{C}$. Это указывает на обострение градиентной зоны на границе раздела Фолклендского и Бразильского течений.

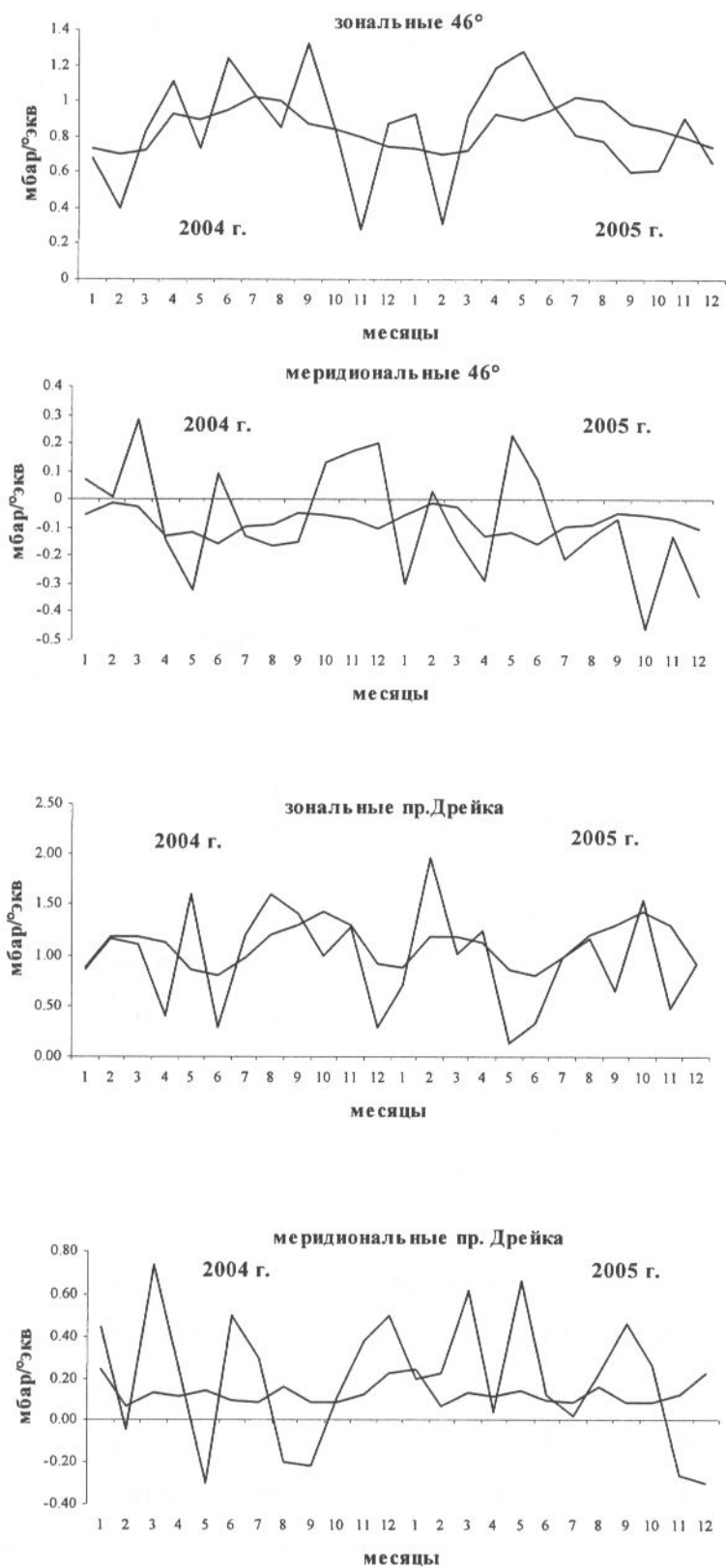


Рис. 10. Изменчивость зональных и меридиональных атмосферных переносов в районах 46°ю.ш. и пр. Дрейка в 2004-2005 гг. по сравнению со среднегодовыми условиями

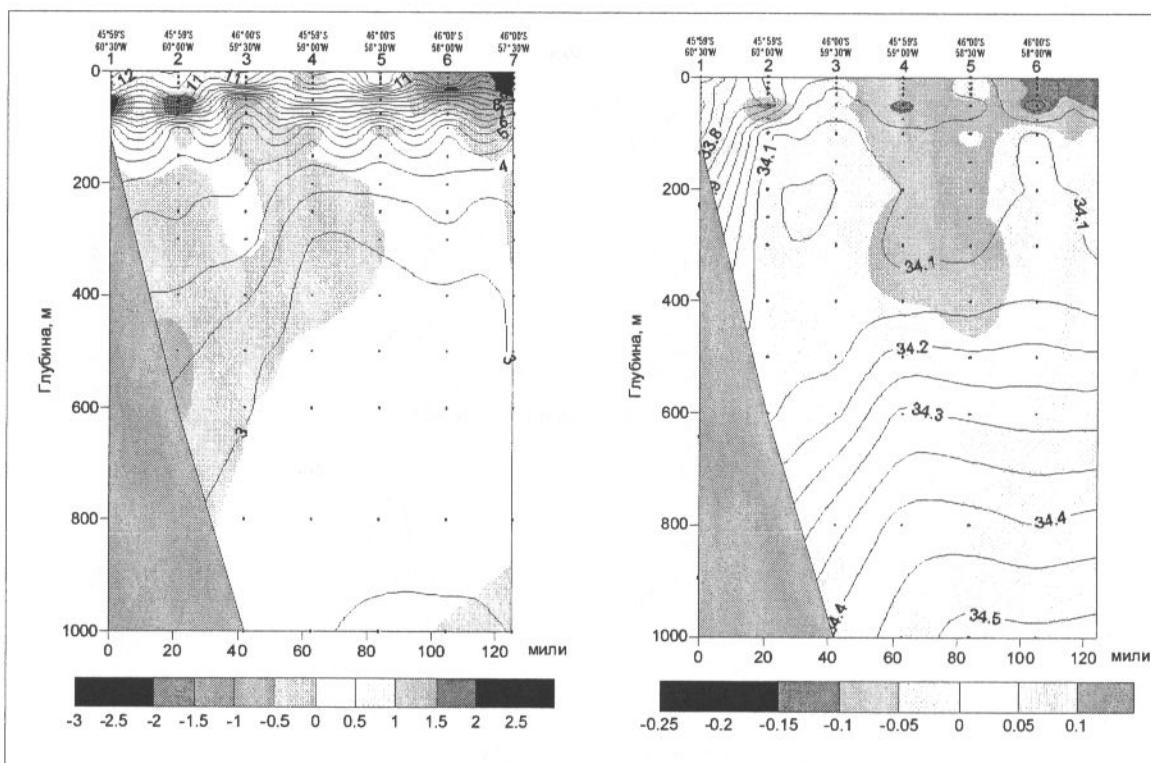


Рис. 11. Распределение температуры ($^{\circ}\text{C}$), солёности (‰) и их отклонений от среднемноголетних значений на стандартном разрезе по 46° ю.ш., выполненном 06.III.2005 г.

Антарктическая часть Атлантики (АЧА)

В изменчивости зональных атмосферных процессов в АЧА за последние десятилетия XX века прослеживаются три основные тенденции: в 70-е годы они плавно усиливались, с 80-х до середины 90-х годов – практически не изменялись и резко усилились (за исключением Южных Шетландских о-вов) в конце столетия. Заметно увеличились в это время и их колебания от года к году. В начале XXI столетия наметилась тенденция ослабления зональной циркуляции.

В системе меридиональной циркуляции происходили следующие изменения. Над Южными Шетландскими о-вами переносы с юга усиливались в 70-е годы, ослабевали в последующее десятилетие и сменились на переносы с севера в 90-е годы. В районах Южных Оркнейских о-вов и о. Южная Георгия преобладали переносы воздушных масс с юга (за исключением 70-х годов). При этом генеральная тенденция их усиления нарушалась в 90-х годах во время ослабления зональной циркуляции (рис. 12).

Ослабление в начале текущего десятилетия меридиональных переносов с юга в районах о. Южная Георгия и Южных Оркнейских о-вов и усиление переносов с севера – в районе Южных Шетландских о-вов – привело к повышению среднесезонных значений температуры воздуха в районе.

В 2005 г. в районе о. Южная Георгия в первую половину года интенсивность зональных переносов с запада превышала норму, переносы с юга были ослаблены,

отмечались положительные аномалии ТПО (до 1.0°C). Во вторую половину года перенос с запада ослабел, усилились южные ветры и аномалии ТПО к концу года достигли $-0,6^{\circ}\text{C}$.

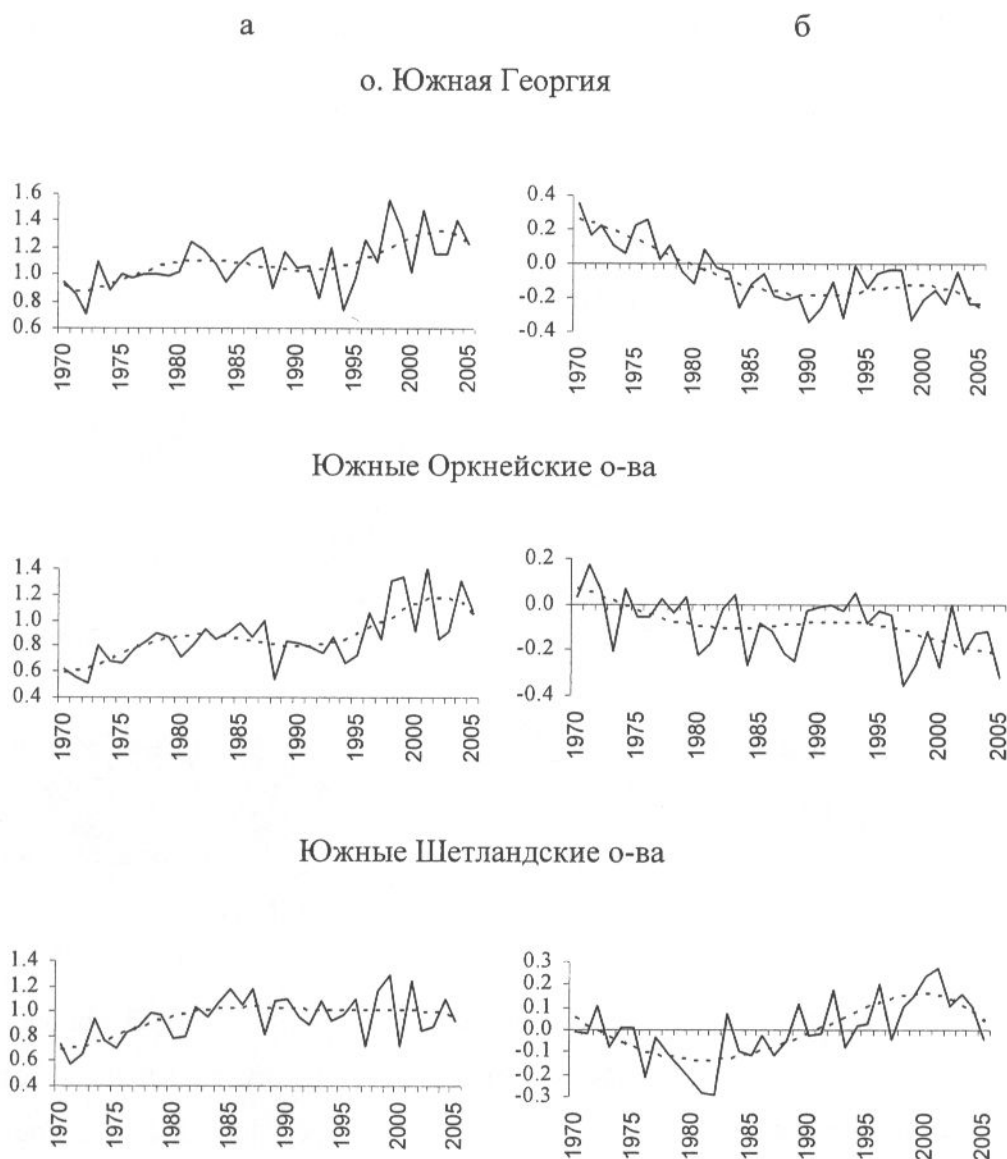


Рис. 12. Межгодовая изменчивость зональных (а) и меридиональных (б) атмосферных переносов в АЧА (мбар/ $^{\circ}$ эquiv)

Юго-Восточная часть Тихого океана

В 2004 г. сохранялась тенденция смещения Южно-тихоокеанского антициклона к югу, юго-востоку и постепенное его ослабевание. Также наблюдалось снижение активности юго-восточного пассата за пределами 200-мильных зон в начале (март) и в конце года (декабрь). Усиление пассата в апреле-мае ослабило вторжение вод Перуано-Чилийского противотечения в первой половине года к северу от 15° ю.ш. Здесь наблюдались незначительные положительные отклонения ТПО от нормы в пределах $0,5^{\circ}\text{C}$. Более высокие положительные отклонения ТПО (до 1°C и выше) наблюдались к

западу от 90°з.д., между 28-45°ю.ш., что могло свидетельствовать о поступлении тропических вод с северо-запада в район 30°ю.ш.. Во второй половине года апвеллинг был хорошо выражен на севере перуанской и в чилийской зонах, о чем свидетельствовали отрицательные отклонения ТПО (до 1-1,5°C) в прибрежной зоне к северу от 20°ю.ш. (рис. 13-14).

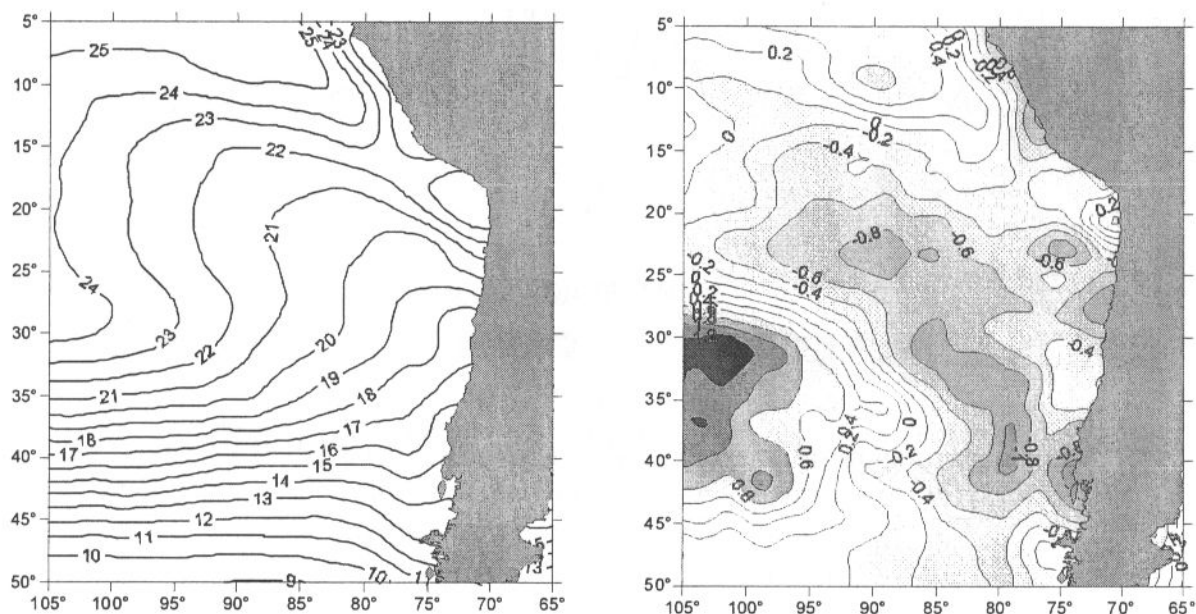


Рис. 13. Распределение температуры поверхности океана и ее аномалий в первом полугодии 2004 г. в районе ЮВТО

В начале 2005 г. ситуация поменялась на противоположную. В прибрежной зоне между 15-20°ю.ш. (Северный подрайон) сформировались положительные отклонения ТПО до 1°C и выше (рис. 15-16). Полоса положительных отклонений ТПО протянулась с северо-запада на юго-восток в связи с подтоком теплых вод Перуано-Чилийского противотечения. В Южном подрайоне на 35°ю.ш. также отмечались положительные отклонения ТПО 0,5-0,8°C. К западу от 85° между 35-40°ю.ш. отрицательные отклонения ТПО достигли 1,5°C. Апвеллинг имел место к северу от 15°ю.ш., о чем свидетельствовали отрицательные отклонения ТПО 0,2-0,4°C.

Потепление в ЮВТО отражают также рост положительных значений многомерного индекса Эль-Ниньо, являющегося комбинацией шести важнейших гидрометеорологических характеристик (приводное давление, составляющие ветра, ТПО, температура воздуха, облачность) и рост отрицательных значений барико-климатического индекса Южного колебания, отражающего нормализованную разницу приводного атмосферного давления между пунктами Дарвин (Австралия) и Таити. Замедление угловой скорости вращения Земли и переход в восточную (отрицательную) фазу переноса

воздушных масс в экваториальной стратосфере также являются индикаторами ослабления меридиональных процессов в ЮВТО (пассат).

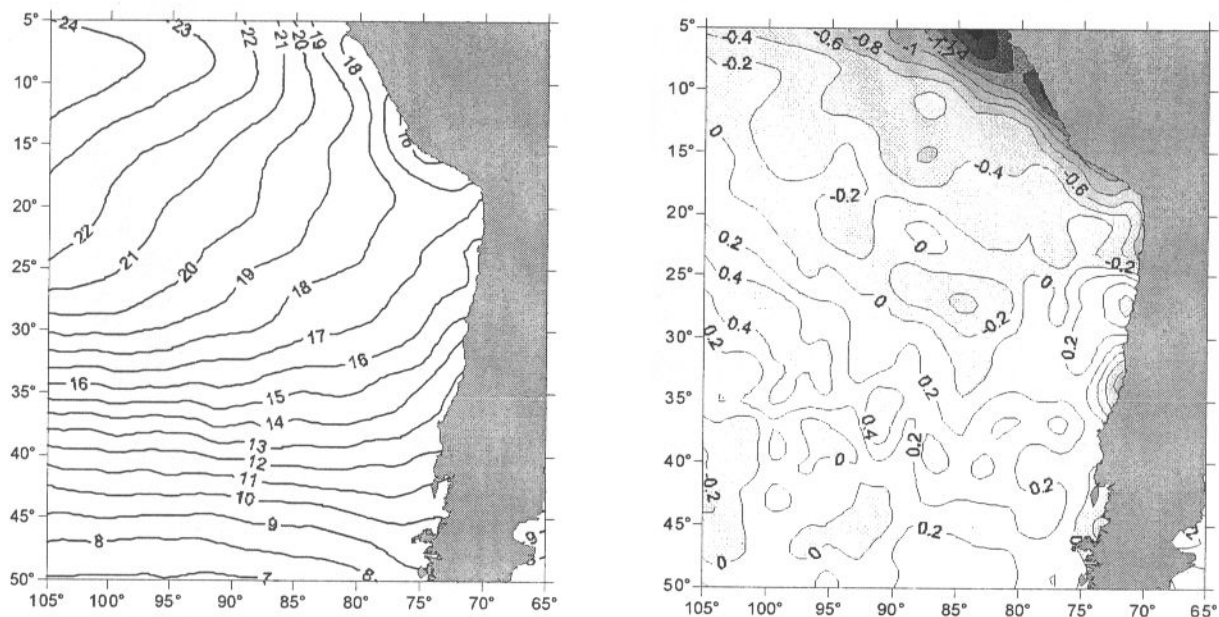


Рис. 14. Распределение температуры поверхности океана и ее аномалий во втором полугодии 2004 г. в районе ЮВТО

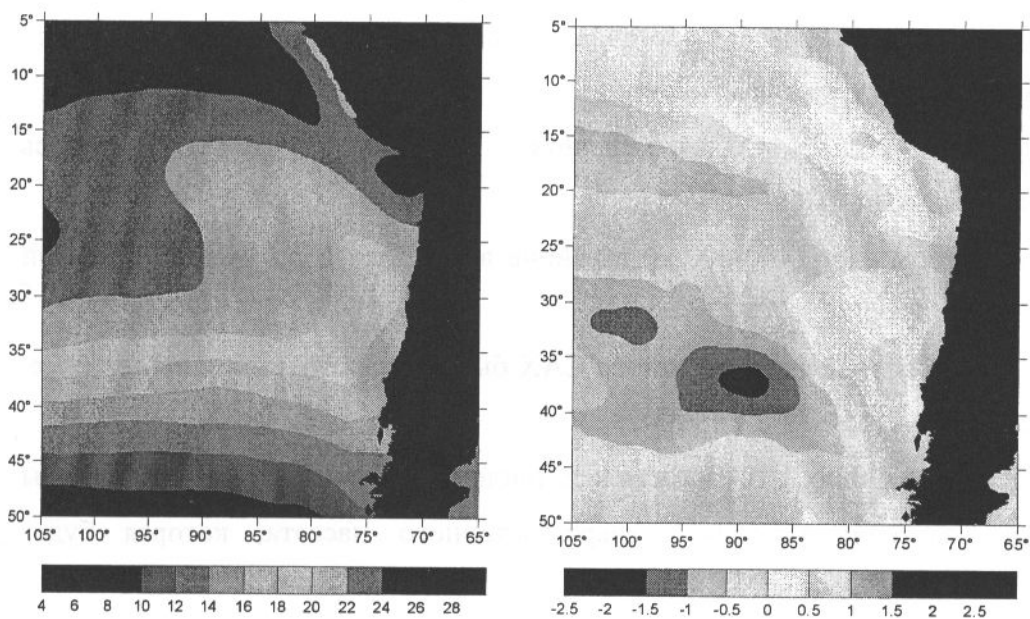


Рис. 15. Распределение температуры поверхности океана и ее аномалий в первом полугодии 2005 г. в районе ЮВТО

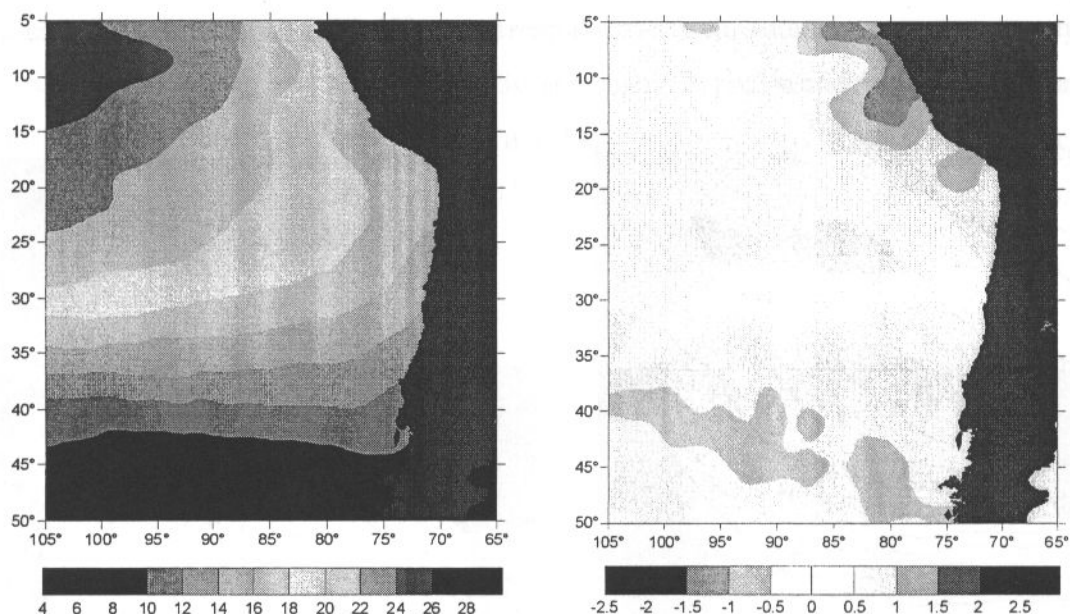


Рис. 16. Распределение температуры поверхности океана и ее аномалий во втором полугодии 2005 г. в районе ЮВТО

Выводы

1. В 2004 г. начался режим замедления скорости вращения Земли. В течение рассматриваемого периода наблюдалась восточная фаза КДЦ результирующего переноса воздушных масс в стратосфере над экватором.

2. Шельфовые воды Северо-Западной Атлантики характеризовались положительными аномалиями ТПО.

3. В промежуточном слое (400-600 м) в районе возв. Роколл сохранился высокий теплозапас вод.

4. В 2005 г. Субполярный фронт в районе САХ был расположен намного севернее, чем в предыдущие годы.

5. В промысловых районах ЦВА наметилась тенденция к понижению температуры поверхностных вод за счет усиления северо-восточного пассата, которая будет продолжаться в ближайшее десятилетие.

6. В районе ЮВА в 2004-2005 гг. отмечались периоды как аномально низких значений ТПО и высокой интенсивности апвеллинга, так и аномально высоких значений ТПО на фоне ослабления прибрежного апвеллинга.

7. В районе ЮЗА в течение рассматриваемого периода была высокая повторяемость периодов усиления Фолклендского течения и отрицательных аномалий температуры воды.

8. Ослабление в начале текущего десятилетия меридиональных переносов с юга в районах о.Ю. Георгия и Южных Оркнейских о-вов и усиление переносов с севера – в районе Южных Шетландских о-вов – привели к повышению среднесезонных значений температуры воздуха в районе.

9. Тенденция к ослаблению интенсивности динамических процессов в океане и атмосфере в ЮВТО, проявившаяся еще в 2002-2003 гг., сохранялась в 2004-2005 гг. Период затянувшегося режима ослабленной атмосферной и океанической циркуляции (2002-2005 гг.) в течение последних месяцев 2005 г. плавно переходил в фазу неустойчивости с некоторым усилением циркуляции и небольшого роста давления в Южно-Тихоокеанском антициклоне (ЮТА).