

На правах рукописи



Глеза Иван Леонидович

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ
И БИОПРОДУКТИВНОСТИ ВОД КАНАРСКОГО АРХЕЛИПЕГА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность 25.00.28 – океанология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Калининград – 2007

Работа выполнена в Российском государственном университете имени Иммануила
Канта (РГУ им. И. Канта) и Атлантическом научно-исследовательском
институте рыбного
хозяйства и океанографии (АтлантНИРО)

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор
Гриценко Владимир Алексеевич

Научный консультант: доктор географических наук, профессор
Чернышков Павел Петрович

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Малинин Валерий Николаевич
кандидат физико-математических наук, старший
научный сотрудник
Голенко Николай Николаевич

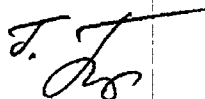
Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

Защита состоится « 04 » мая 2007 г. в 15 ч. на заседании диссертационного
совета Д 212.084.02 при Российском государственном университете имени Имма-
нуила Канта по адресу: 236040, Калининград, ул. Университетская, 2, ауд. 206; e-mail:
ecogeography@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Российского госу-
дарственного университета имени Иммануила Канта

Автореферат разослан « 03 » апреля 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук, доцент



Г.М. Баринава

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Акватория Атлантического океана, прилегающая к северо-западному побережью Африки, характеризуется исключительно высокой биологической продуктивностью вод, вследствие чего формируется высокая численность массовых пелагических рыб (ставриды, сардинеллы, скумбрия, сардина). Это связано с явлением апвеллинга - подъема в фотический слой океана промежуточных вод, богатых биогенными элементами. В океанологической литературе эта акватория именуется Канарским апвеллингом, а по используемому Всемирной организацией по сельскому хозяйству и продовольствию (ФАО) региональному делению акватории Мирового океана - Центрально-Восточной Атлантикой (ЦВА) рисунок 1.

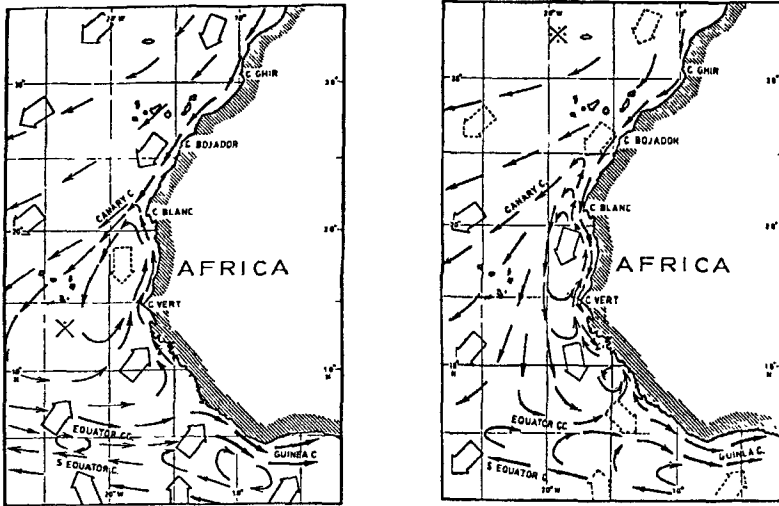


Рисунок 1 - Циркуляция вод на поверхности океана у северо-западного побережья Африки в летний (а) и зимний (б) периоды. Большими прозрачными стрелками указано направление преобладающих ветров; пунктирные стрелки указывают ветра слабых и изменчивых направлений; крест с четырьмя точками указывает на районы отсутствия сильных ветров устойчивого направления (по Mittellstaedt, 1983).

Исторически ЦВА - район крупномасштабного международного, в том числе и отечественного промысла массовых пелагических рыб. По оценкам ФАО (2003), в районе имеется значительный недоиспользуемый ресурс этих объектов, однако для расширения российского промысла в этом районе, что вытекает из планов развития отечественного океанического рыболовства, требуются углубленные знания закономерностей сезонных и межгодовых изменений биологической и промысловой продуктивности вод.

Промыслово-океанологические исследования последних десятилетий показали наличие связей между гидрометеорологическими и океанологическими характеристиками Канарского апвеллинга и различными параметрами, характеризующими биологическую и промысловую продуктивность вод ЦВА (Промыслово-океанологические исследования АтлантНИРО..., 2002). В последние годы многие авторы изучали особенности Канарского апвеллинга. Среди наиболее важных можно выделить работы Костяного (2000) давшего подробное описание структуры Канарского апвеллинга, Сироты (2003) рассмотревшего взаимосвязи апвеллинга и атмосферой, и Чернышкова (2006) давшего подробное описание региональных особенностей района.

Появление в последние годы новых видов и источников данных об океане, таких, например, как результаты вертикального зондирования толщи воды, материалы спутниковых измерений характеристик поверхности океана привело к стремительному росту объемов получаемой и накапливаемой океанологической информации. Традиционные методы океанологических исследований уже не позволяют в полной мере получать желаемые результаты, что обуславливает необходимость использования более эффективных способов хранения, картирования и углубленного анализа пространственно распределенных данных. Весьма перспективным в этом плане представляется применение быстро развивающихся в последние годы геоинформационных технологий. Опыт использования этого подхода в промыслово-океанологических исследованиях (Valavanis, 2003) показал, что на его основе возможно получение новых результатов и обобщений. Исходя из этих предпосылок, необходимость внедрения геоинформационных технологий для более глубокого изучения закономерностей сезонной и межгодовой изменчивости термохалинной структуры и динамики вод Канарского апвеллинга, а также их влияния на продуктивность вод этого района является весьма актуальной.

Цель работы: исследование термохалинной структуры вод и факторов, влияющих на активность Канарского апвеллинга и особенностей биопродуктивности вод с использованием геоинформационных технологий.

Исходя из цели, решались следующие **задачи:**

- Систематизирование научных данных, характеризующих функционирование пелагической экосистемы Канарского апвеллинга и создание в программной среде ArcGIS 3.2 геоинформационной системы (ГИС) этого района.
- Изучение влияния рельефа дна в районе шельфа северо-западной Африки на пространственную структуру апвеллинга, особенности сезонного хода и межгодовую динамику основных водных масс.
- Выделение и анализ основных факторов, оказывающих влияние на формирование центров апвеллинга и гидрологическую структуру вод.
- Анализ воздействия гидрологической и гидрохимической структуры вод на формирование биопродуктивности вод исследуемого района.

Материалы и методы. В основу работы положены научные материалы, полученные в 16 морских научно-исследовательских экспедициях, выполненных АтлантНИРО в исключительные экономические зоны Королевства Марокко и Исламской республики Мавритании в 1994-2006 гг., данные дистанционного зондирования поверхности Земли (измерения высоты уровенной поверхности и температура поверхности океана), а также расчетные параметры динамики атмосферы.

Предварительная обработка материалов выполнялась традиционными методами промыслово-океанологических исследований. Для решения задач, поставленных в диссертационной работе, широко использовались методы, пространственного и геостатистического анализа, составляющие основу геоинформационных технологий.

Научная новизна. Впервые для решения задач по анализу особенностей формирования апвеллинговых зон, их влиянию на термохалинную структуру вод и формирование биологической продуктивности, целенаправленно использованы геоинформационные технологии. Разработана модель повторяемости явления апвеллинга, результаты расчетов по которой показали высокую степень корреляции с натурными данными. Впервые подробно изучены особенности влияния

форм рельефа дна в районе материкового склона на распределение постоянных центров апвеллинга в частности наибольшее воздействие оказывает экспозиция отдельных участков материкового склона имеющая противоположенное направление по отношению к экмановскому переносу. Констатировано, что глубина залегания наиболее деятельного апвеллингового потока совпадает с глубинами центральных водных масс, это определяет гидрологические и гидрохимические характеристики центров апвеллинга. На основе совместного анализа результатов тралово-акустических съемок и термахалинной структуры, определена зависимость между положением верхней и нижней границей апвеллингового потока, положением фронтальной зоны между центральными водными массами северного и южного происхождения, объемами апвеллинговых вод и распределением массовых пелагических рыб.

Положения, выносимые на защиту:

- Особенности форм рельефа дна, материкового склона и ширины шельфа оказывают влияние как на гидрологическую и гидрохимическую структуру апвеллинговых вод, так и на пространственное распределение их центров в зависимости от интенсивности экмановского переноса. В районе шельфа Марокко и Мавритании выделено 7 подрайонов, отличающихся по преобладающему направлению и крутизне материкового склона, а также по наличию разломов и их протяженности.

- Глубина залегания наиболее активного апвеллингового потока совпадает с глубинным диапазоном центральных водных масс, что в свою очередь порождает зависимость гидрологических и гидрохимических параметров апвеллинговых вод в зоне действия каждой из водных масс, отчетливо разделяющихся по границе фронтальной зоны между центральными водными массами.

- На распределение массовых пелагических рыб в районе ЦВА в большинстве случаев оказывает влияние как положение фронтальной зоны, так и соотношение каждой из центральных водных масс. Наиболее плотные скопления тяготеют к периферии верхней и нижней границе апвеллингового потока в зависимости от особенностей поведения того или иного промыслового объекта.

- Положение центральной области фронтальной зоны между южной и северной центральными водными массами на глубинах 100 – 200 м не имеет значительных сезонных колебаний, изменяется только положение верхней и нижней части выше 100 м и глубже 200 м; в летний период они расположены на расстоянии менее 200 км друг от друга, в зимний период это расстояние увеличивается

ется до 400 – 500 км, а также происходит значительное увеличение концентрации южной центральной водной массы в районе материкового шельфа Мавритании.

Практическая значимость работы. Результаты работы активно используются при разработке промысловых прогнозов и рекомендаций по расстановке добывающего флота. Выделение закономерностей влияния термохалинной структуры вод на распределение промысловых объектов позволяет более эффективно планировать тралово-акустические съемки по определению массовых пелагических рыб, экспедиции по изучению биомассы и распределению промысловых видов рыб в район ЦВА. Полученный материал используется при создании моделей пелагические экосистемы Канарского апвеллинга.

Результаты моделирования условий формирования постоянных центров апвеллинга могут быть использованы для прогнозирования биогеохимических условий в исследуемом районе.

Личный вклад автора состоит в – разработке геоинформационной системы по району Центрально-Восточной Атлантики, создании модели расчета повторяемости явления апвеллинга. Дополнительные программы анализа в среде ГИС также разработаны автором. Им лично выполнены все расчеты и картографирование результатов.

Апробация работы. Отдельные части и работа в целом докладывались и обсуждались на коллоквиумах лаборатории промысловой океанологии и Методическом совете по океанологическим исследованиям АтлантНИРО, на семинарах кафедры географии океана, факультета географии и геоэкологии Российского государственного университета им. И. Канта, на Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н. М. Книповича (Мурманск, 2002); XII Конференции по промысловой океанологии, (Калининград, 2002); IV Всероссийской конференции «Физические проблемы экологии» (Москва, 2004); Научно-практической конференция по повышению эффективности рыбохозяйственных исследований (Москва, 2004).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 4 статьи, одна из которых в рецензируемом журнале по перечню ВАК.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и библиографического списка использованной литературы. Текст изложен на 135 страницах, содержит 7 таблиц, 56 рисунка. Список литературы содержит 103 наименования, из которых 62 - на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы, формулируются цель и задачи исследования.

В **первой главе** на основе обзора литературных данных представлены географическая и промыслово-океанологическая характеристики района Канарского апвеллинга. Дано описание четырех климатических зон, в пределах которых располагается исследуемый район, показаны особенности атмосферной циркуляции в ЦВА, рассматриваются характеристики водных масс и структуры вод исследуемого района, приводится описание горизонтальной циркуляции и прибрежного апвеллинга. Кроме того, дана краткая характеристика продуктивности вод и популяций основных пелагических видов рыб района ЦВА.

Центрально-Восточная Атлантика (ЦВА) 34-й район по классификации ФАО (FAO), который располагается от Гибралтарского пролива до устья р. Конго между параллелями 36° с.ш. и 6° ю.ш. В районе расположены 24 прибрежных государства с их 200-мильными экономическими зонами. В открытой части океана расположены архипелаги вулканического происхождения: Азорские, Мадейра, Канарские, Зеленого Мыса. Небольшие многочисленные прибрежные острова встречаются южнее м. Зеленого в местах впадения рек с развитой дельтой. Исследуемый в настоящей работе район ЦВА расположен в границах 0-45°с.ш. и 5 -45°з.д.

Во **второй главе** рассматриваются материалы и методы, используемые в работе.

Основой исследования послужили данные 16 экспедиций выполненных Атлантическим научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (АталитНИРО) в район шельфа Марокко и Мавритании, с 1994 по 2005 г. в различные сезоны года, около 1800 комплексных океанологических станций, результаты тралово-акустических съемок. Также использованы данные из "World Ocean Database 1998" (Levitus et al., 1998), было выбрано около 20000 станций по исследуемому району за период с 1956 по 1988 г. Данные по *климатическим значениям температуры и солености* на стандартных горизонтах в

районе ЦВА взяты из Атласа Мирового океана ("World Ocean Atlas 1998"). Атлас подготовлен в Ocean Climate Laboratory / National Oceanographic Data Center / National Oceanic and Atmospheric Administration / U.S. Department of Commerce (OCL/NODC/NOAA) (Antonov et al., 1998; Boyer et al., 1998). Аномалии уровня океана по результатам альтиметрического зондирования спутника TOPEX/POSEIDON получены с использованием материалов и программного обеспечения Интегрированной базы данных спутниковой альтиметрии Геофизического центра РАН (Лебедев, Медведев, 2000). Данные температуры поверхности океана взяты из (NOAA/NASA AVHRR Oceans Pathfinder Sea Surface Temperature Data Set) (Vazquez et al., 1996). В качестве топографической основы использованы данные GEBCO DIGITAL ATLAS (2003), пересчитанные в триангуляционную модель рельефа (IOC, IHO, and BODC, 2003). В качестве программной основы для создания ГИС, использованы программные продукты компании ESRI (Environment System Research Institute)

Для анализа использовались стандартные методы промыслово-океанологических исследований, а также некоторые пространственные методы ГИС-анализа и статистические методы кластерного анализа (Ефимов и др., 1995; Яковлев, Альтман, 1980; Сирота, Андрианов, 2002; Kidson et al., 2002; Mimmack et al., 2001; Fraga et al., 1985; Philip, Watson, 1982; Погосян, Павловская, 1977).

Важный элемент работы это адаптация общепринятых наземных (terrestrial) ГИС к высоко-динамической среде Мирового океана. Для создания ГИС по району ЦВА разработаны дополнительные приложения, позволяющие учитывать трехмерность среды, экологические взаимосвязи между объектами промысла и окружающей средой. Одним из главных элементов разработанной системы является база разнодисциплинарных геоданных, структура которой пополнена элементами для обработки данных дистанционного зондирования земли и ретроспективных материалов.

При разработке модели распределения основных промысловых объектов использовались структура и принцип моделирования предложенные (Huettnann, Diamond, 2001) адаптированные к использованию с материалами тралово-акустических съемок. В результате получены расчетные карты распределения пелагических видов рыб для каждого месяца. В качестве критерия оценки использовались материалы тралений за период с 1970 по 2006 г., сопоставленные с расчетными районами они дали максимальный коэффициент совпадения 66% для круглой сардинеллы и минимальный 38% для европейской ставриды.

В третьей главе представлены результаты исследования межгодовой изменчивости экосистемы Канарского апвеллинга и факторов, влияющих на продуктивность вод, а также флуктуации биомассы пелагических рыб на основе результатов комплексных съемок АтлантНИРО в 1994–2005 гг.

Характер взаимодействия центральных водных масс североатлантического (САЦВ) и южноатлантического (ЮАЦВ) происхождений в районе шельфа Марокко и Мавритании, пространственное положение границы между ними и свойства образующейся в зоне смешения воды определяют продуктивность в районе южного шельфа Марокко и в прибрежной зоне Мавритании (Llinas et al., 1985).

Положения фронта между САЦВ и ЮАЦВ были получены при помощи расчета процентного содержания каждой из двух промежуточных водных масс по методу (Fraga et. al., 1985) для каждого измерения в пределах от 50 до 300 м. Выделение фронта проведено по точкам с 50% содержанием каждой из водных масс. Данный метод позволил с высокой степенью точности выделить сезонные различия в формировании фронтальной зоны.

Полученные результаты позволили констатировать, что верхняя граница фронта отклоняется на север в летне-осенний период, так как происходит значительное ослабление преобладающих в этом подрайоне ветров, практически исчезает прибрежная ветвь Канарского течения и значительно усиливается ответвление от экваториального течения, движущееся вдоль берега на участке от м. Зеленый до м. Кап-Блан. По сравнению с результатами (Barton, 1982), где выделение фронта между центральными водными массами проводилось по изохалине 36.0‰ и изотерме 26.5°, определена форма фронтальной зоны и глубина ее залегания.

Рассчитаны повторяемости среднемесячных положений градиентных зон в полях температуры поверхности океана. Результаты расчетов характеризуют интенсивность апвеллинга и его повторяемость, а также позволяют определить центры выхода холодных вод на поверхность. Для определения сезонности выполнен кластерный анализ индекса апвеллинга, представляющий собой разность ТПО в прибрежной и мористой части района. Так как температура апвеллинговых вод слабо подвержена сезонным колебаниям (Сирота, 2003), то значение градиента в холодное время года может не давать четкой картины о положении центров апвеллинга. Для каждого подрайона формируется своя степень повторяемости градиента, так как они имеют различные амплитуды колебания ТПО.

По результатам океанографических съемок определены верхняя и нижняя границы апвеллингового потока для каждого сезона. Сравнение положений нижней границы за каждый сезон с особенностями рельефа позволило сделать вывод о том, что нижняя граница апвеллингового потока по всей своей протяженности повторяет формы шельфа и материкового склона, располагаясь на расстоянии 50-150 м от дна. Верхняя граница в свою очередь подвержена влиянию особенностей шельфа, в основном это формы рельефа, препятствующие движению апвеллинговых потоков. Средний объем апвеллинговых вод в летний сезон 1994-2005 гг. составляет примерно 81,3 тыс.км³, в зимний – примерно 147,6 тыс.км.³

Анализ геоморфологических особенностей шельфовой зоны и материкового склона в районе Марокко и Мавритании, позволил выделить особенности влияния подводного рельефа и приземного ветра на формирование основных районов апвеллинга и их внутригодовой изменчивости.

На основе морфологического анализа форм рельефа построена схема направления 16 основных потоков на шельфе Северо-Западной Африки, которые и формируют главные направления, определяющие особенности поднятия глубинных вод на поверхность. Что позволяет судить об основных путях продвижения апвеллинговых вод по материковому склону. Основные пути потоков вдоль материкового склона рассчитаны по материалам атласа GEBCO (General bathymetric chart of the ocean) (ИОС, ИНО, BODC, 2003). Для выделения самих потоков и расчета их интенсивности использовался метод пространственного ГИС-анализа (Greenlee, 1987; Tarboton et. al., 1991; Jenson et. al., 1988).

В районе Канарского апвеллинга выделяется 7 подрайонов отличающихся по ширине потока, длине преодолеваемого пути, скорости подъема, которые совпадают по своему разделению с постоянными очагами апвеллинга, рассматриваемыми в предыдущем разделе.

Используя метод Джонсона (Jhonsan, 1985), проведено моделирование повторяемости формирования центров апвеллинга на поверхности (с добавлением дополнительных условий: скорость и направление приземного ветра, морфологические особенности шельфа и материкового склона, характеристики геострофических течений). В результате расчетов по модифицированной модели выделены районы формирования апвеллинговых вод на материковом склоне. Также учтены факторы, влияющие на дальнейшее продвижение апвеллинговых потоков на шельф: формы шельфа, подповерхностные течения и потоки, обу-

словенные особенностями материкового склона. При расчетах не учитываются особенности мезо-масштабные формы рельефа и близость островов, что может увеличить погрешность при расчете формирования апвеллингового потока. Все расчеты выполнялись с пространственным осреднением $1^\circ \times 1^\circ$.

По материалам съемок, выполненных в 1994-2005 гг., рассчитаны положения верхней и нижней границы апвеллинговых вод путем выделения вдоль склоновых потоков по разрезам. Полученные результаты позволили определить верхние и нижние границы апвеллингового потока, а также средние значения гидрохимических характеристик апвеллинговых вод. Описаны особенности распределений гидрохимических характеристик апвеллингового потока и степень их влияния на формирование гидрохимической структуры изучаемого района.

При более детальном изучении гидрохимических характеристик установлено, что верхняя граница фронта между центральными водными массами северного и южного происхождения отклоняется на север в летне-осенний период, так как происходит значительное ослабление преобладающих в этом подрайоне ветров и изменение их направления с северного на северо-западное, а в некоторые годы и на западное. В результате усиливается Канарское компенсационное противотечение, за счет чего происходит значительное увеличение доли ЮАЦВ в апвеллинговых водах (до 91% в самой южной точке у м. Зеленый при среднем значении 60%).

Вследствие компенсационного противотечения подповерхностная граница между центральными водными массами продвигается на север почти до 24°с.ш. при своем среднем положении в районе 21°с.ш. По результатам анализа форм трехмерного фронта, наблюдавшихся за период с декабря по январь, выявлено активное воздействие компенсационного противотечения, имеющего максимальное значение в тот же период. Именно в этот период значительно усиливается поверхностная ветвь прибрежной части Канарского течения, чему способствует благоприятное направление ветра, приводящая к усилению компенсационного противотечения. Согласно Tomczak (1973), Huges and Barton (1974), этот поток проникает на север до 26°с.ш.

Внутригодовая изменчивость пространственного распределения рыбных скоплений оценена на основании данных по тралово-акустическим съемкам (Рисунок 2), проведенным в различные сезоны в период с 1994 по 2005 г. С использованием метода зональных гистограмм получены среднегодовые диапазоны

гидрологических и гидрохимических характеристик в районах обитания основных промысловых видов. Проведенные анализ позволил выделить определенные параметры, оказывающие наибольшее воздействие на поведение и миграции массовых пелагических видов рыб. В частности, основным фактор, оказывающий влияние на распределение круглой сардинеллы это фронтальная зона между центральными водными массами, а также температура апвеллинговых вод от 17.5° С до 19° С, у европейской сардины это диапазон температур в среднем от 16° С до 18° С и солености от 35.55‰ до 36.4‰.

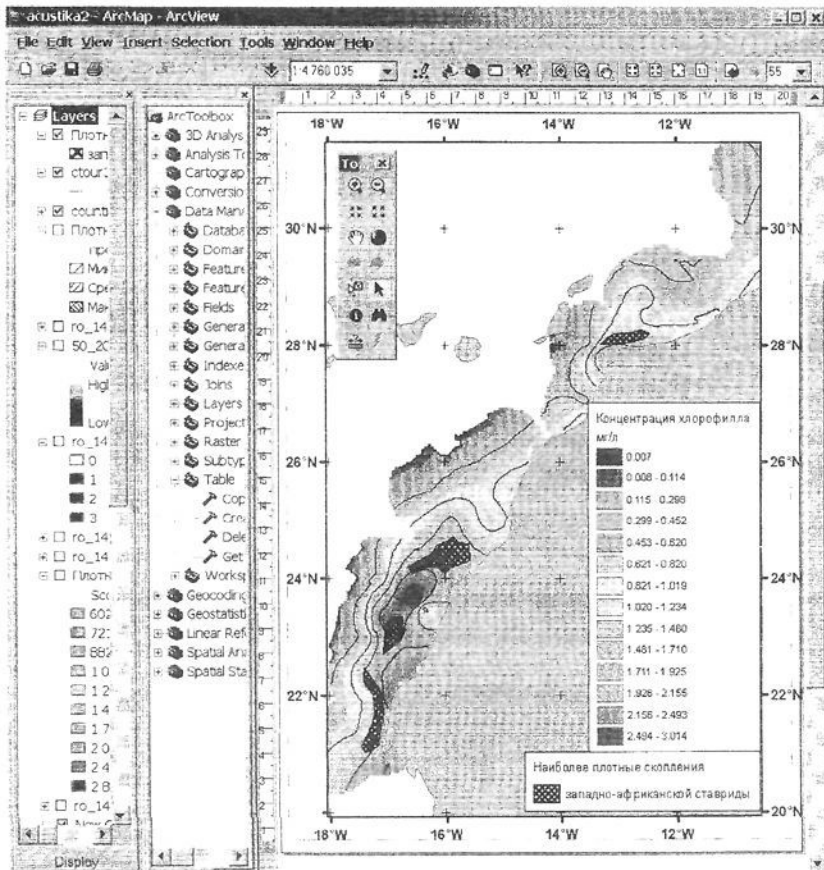


Рисунок 2 – Распределение концентрации хлорофилла «а» и наиболее плотных скоплений западноафриканской ставриды в районе Канарского апвеллинга (по результатам тралово-акустической съемки, июнь – август 2004 г).

Прогнозирование районов скопления промысловых объектов на основании данных дистанционного зондирования произведено с использованием методов пространственного анализа, разработанного на примере метода естественного моделирования и адаптированного для ГИС. Принцип работы данного метода был ранее опубликован (Huetmann, Diamond, 2001), что позволило получить дополнительные результаты, такие как гидрологические и гидрохимические характеристики наиболее благоприятных районов обитания для промысловых видов, необходимые для дальнейшего моделирования районов скопления промысловых объектов.

В четвертой главе рассматривается межгодовая динамика процессов апвеллинга и их влияние на биомассу, и распределение пелагических видов рыб.

В качестве основного параметра, использовались величины объема глубинных вод в районе шельфа и материкового склона, полученные в результате обработки гидрологических съемок исследуемого района, проведенных в период с 1994 по 2005 г.

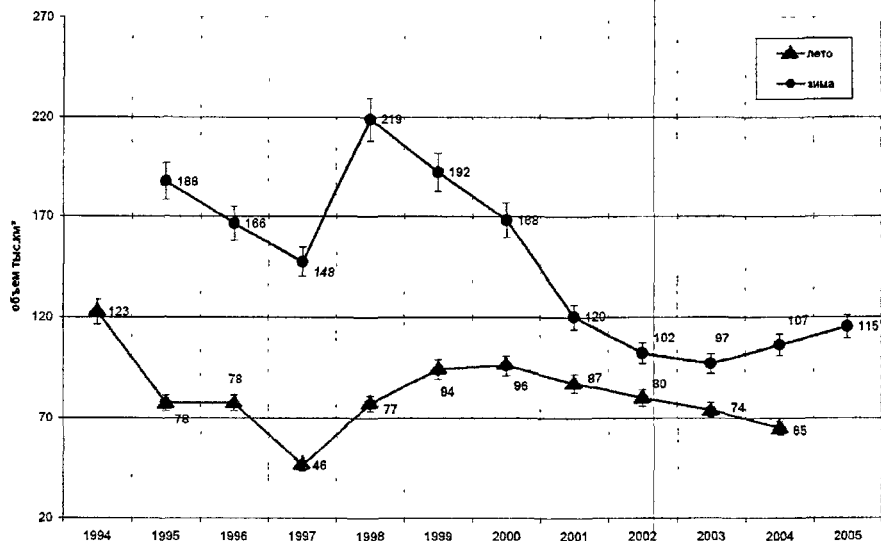


Рисунок 3 - Годовая динамика объема апвеллинговой водной массы в районе Марокко и Мавритании по результатам гидрологических съемок «АтлантНИРО» 1994 – 2005 гг.

В результате удалось выделить аномальные годы с максимальными и минимальными объемами апвеллинговых вод. Среднее значение объема составляет: для летнего сезона - 81,4 тыс.км³, для зимы - 147,6 тыс.км³. При анализе расчетных данных, полученных новым методом, и материалов, рассчитанных по методике индекса апвеллинга, наблюдаются некоторые различия, получаемые из-за принципиально разных методов расчета.

С использованием данных по широтным и меридиональным переносам в атмосфере за период с 1968 по 2001 г. были получены скорости и направления ветра для каждого месяца. По этим материалам рассчитаны преобладающие направления переноса, по которым впоследствии получены аномалии скоростей ветра, выделены следующие периоды:

- 1970 – 1977 гг. наблюдается значительное преобладание положительных аномалий, занимающих практически всю площадь в пределах шельфовой зоны;
- 1979 – 1985 гг. и 1990 – 1993 гг. преобладают скорости близкие к норме, имея максимальные площади распространения;
- 1993 – 2001 гг. имеют преобладающие по площади отрицательные аномалии скоростей ветра.

Район с 11° с.ш. по 20° с.ш., в течение всех рассматриваемых лет характеризуется преобладанием отрицательных аномалий скорости ветра, район 25° - 35° с.ш. положительными аномалиями в зимний сезон и отрицательными в летний сезон.

В течение всего периода наблюдался убывающий тренд положительных аномалий. Сопоставив данные результаты со сглаженными значениями аномалий температуры поверхности (АТПО) для периода с 1950 по 2003 г., получили зависимость между температурой воды на поверхности и скоростью преобладающих направлений ветра.

Основные результаты работы:

1. С использованием методов пространственного и геостатистического анализа выделены 7 подрайонов материкового склона и шельфовой зоны района ЦВА, отличающихся по общему направлению, крутизне склонов, наличию разломов и их протяженности. Определено, что каждый из участков оказывает непосредственное влияние на формирование постоянных и сезонных центров апвеллинга. Центры выхода апвеллинговых вод классифицированы на два вида: 1) с температурой 15-18° С, соленостью 36.10-36.65‰, кислородом 4-6 мл/л., фосфатами 0.1-0.7 мкг.ат/л.; 2) с температурой около 20° С, соленостью 35,60-

36,0‰ , кислородом 0,1-3,3 мл/л. , фосфатами 0,9-1,7 мкг.ат/л. Получены характеристики сезонного хода апвеллинга, объем потока летом 81,4 тыс.км³ и зимой 147,6 тыс.км³, глубина залегания центральной части апвеллингового потока в пределах от 30 до 300 м.

2. Анализ количественных оценок наиболее деятельной части апвеллингового потока полученного при помощи методов объемного ГИС анализа позволяет утверждать, что глубина его залегания располагается в пределах от 30 до 300 м, что совпадает с глубинным диапазоном центральных водных масс. Следовательно, постоянные центры апвеллинга, сформированные в районе каждой из этих водных масс, должны обладать определенными гидрологическими и гидрохимическими характеристиками, что подтверждается результатами натурных наблюдений. Значительно отличаются постоянные центры апвеллинга в районе 20-21° с.ш., где располагается фронтальная зона между северной и южной центральными водными массами. Однако в экспедиционных материалах наблюдается незначительное отклонение характеристик апвеллинговых вод, чему способствуют как морфологические особенности материкового склона, шельфа северо-западного побережья Африки, так и преобладающие направление пассатного переноса.

3. В рамках разработанной ГИС построена модель расчета повторяемости ветрового апвеллинга на шельфе Марокко и Мавритании, с помощью которой возможно определение значения повторяемости выхода глубинных вод на поверхность только по данным дистанционного зондирования. Внутригодовые характеристики повторяемости апвеллинга были сопоставлены с фактическими результатами средние годового термического индекса, в результате чего получены коэффициенты корреляции между этими значениями около 0,8, что указывает на высокую степень влияния учитываемых в модели характеристик (рельеф, преобладающее направление и сила ветра, геострофические течения) на формирование центров действия апвеллинга.

4. Выделены особенности сезонной и межгодовой изменчивости фронтальной зоны между центральными водными массами. Верхняя граница фронта сильно отклоняется на север в летне-осенний период, так как происходит значительное ослабление преобладающих в этом подрайоне ветров, при этом практически исчезает прибрежная ветвь Канарского течения и значительно усиливается подповерхностное противотечение.

5. Описаны особенности распределения массовых пелагических рыб в зависимости от термохалинной структуры и гидрохимических характеристик вод в

сезонном и межгодовом плане. На расположение областей концентрации основных промысловых объектов района ЦВА в большинстве случаев оказывает влияние как положение фронтальной зоны, так и соотношение каждой из центральных водных масс. Наиболее плотные скопления тяготеют к периферии верхней и нижней границе апвеллингового потока в зависимости от особенностей поведения того или иного промыслового объекта.

Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования биомассы и зон максимальных концентраций промысловых видов рыб района Канарского апвеллинга с использованием только ретроспективных материалов и оперативно получаемых данных спутникового зондирования поверхности океана.

Список публикаций по теме диссертации

1. Глеза, И.Л. Использование геоинформационных систем для анализа промыслово-океанологических условий в районе Центрально-Восточной Атлантики. / И.Л. Глеза //Тез. докл. Всерос. конф. молодых ученых, посвященной 140-летию со дня рождения Н. М. Книповича, Мурманск 23-25 апр. 2002 г. – 2002. – С.54 – 56.
2. Межгодовые изменения пелагической экосистемы ЦВА под влиянием океанологических факторов в 1994-2001 годах. / П.П. Чернышков П.А. Букатиц, А.М. Сирота, И.Л. Глеза //Тез. докл. XII Конференции по промысловой океанологии, Светлогорск 2002 г. 9 – 14 сен. Калининград. – 2002. – С. 261-262.
3. Chernyshkov, P.P. Comparison of the pelagic ecosystems interannual variability in the Canary and Benguela upwelling systems. / P.P. Chernyshkov, A.M. Sirota, G.N. Andrianov, I.L. Gleza //OCEANS: Ocean Biogeochemistry and Ecosystems Analysis – Inter. Op. Sci Conf, January 2003, Paris, France – 2003. – p. 135-139.
4. Глеза, И.Л. Применение ГИС для анализа и прогноза промысловых условий в Центрально-Восточной Атлантике / И.Л. Глеза //Тез. докл. IV Всерос. науч. конф. «Физические проблемы экологии (экологическая физика)» Москва, 21-24 июня, 2003 г. М., – 2003. – С. 61-63.
5. Глеза, И.Л. Сезонные и межгодовые изменения океанографических характеристик района Марокко и Мавритании в период с 1994 по 2001 год. / И.Л. Глеза //Ученые записки Русского географического общества – Калининград, 2003. – Т.2. – с. 34.
6. Глеза, И.Л. Опыт внедрения ГИС в промыслово-океанографические исследования / И.Л. Глеза //Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в

2002-2003 годах. Том 2. Условия среды и промышленное использование биоресурсов. сб. науч. тр. / АтлантНИРО – Калининград. – 2004г. – С. 45- 48.

7. Глеза, И.Л. Применение ГИС для анализа и прогноза промышленных условий в центрально восточной Атлантике / И.Л. Глеза //Тез Док. IX Всерос. конф. по проблемам рыбопромышленного прогнозирования. Мурманск, 10-14 апреля, 2004г. – 2004. – С. 54.

8. Глеза, И.Л. Использование геоинформационных технологий для анализа океанологических условий и особенностей распределения пелагических видов рыб в районе ЦВА / И.Л. Глеза //Тез. докл. Научно-практ. конф. Москва 24-25 ноября 2004 г., – М., – 2004. – С. 75-76.

9. Глеза, И.Л. Диагноз и прогноз состояния промышленных биоресурсов в океанических районах на основе геоинформационных технологий / И.Л. Глеза, П.П. Чернышков //Рыбное хозяйство. – 2006. – №6 – с. 51-55 (Работа опубликована в издании, входящем в перечень ВАК).

Заказ 154 Подписано в печать 27.03.07 Формат 60x84 1/16
Объем 1,8 Тираж 100 Бесплатно
Адрес: 236000, г. Калининград, Дм. Донского, 5,
ОНТИ АтлантНИРО