

Том LXIV	<i>Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)</i>	1968
Том XXVIII	<i>Труды Азово-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (АзчерНИРО)</i>	

УДК 639.2.053.1 (267)

### **ВЛИЯНИЕ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ РАЙОНОВ В ВОДАХ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К АВСТРАЛИИ**

**В. В. Натаров и В. Н. Пашкин**  
ТИНРО

В работе рассматриваются результаты начатых исследований распределения австралийской сардины (*Sardinops neopilchardus*) и некоторых других промысловых объектов вод Западной и Южной Австралии в зависимости от гидрологических условий на основе экологических исследований, опубликованных в австралийской печати, и материалов наблюдений комплексной экспедиции на СРТР «Орлик».

Сведения о распределении и биологии промысловых рыб, в частности сардины, неоднократно публиковались в австралийской научной литературе (Blackburn, 1950, 1951; Roughley, 1961). Однако данные австралийских ученых базируются преимущественно на существующем прибрежном промысле, который лимитируется размещением внутренних рынков сбыта. При этом следует учесть, что промысел, а следовательно, и рыбохозяйственные исследования ведутся в основном в многочисленных заливах во время подхода сардины к берегам Австралии (Blackburn, 1950). Сведений о морском периоде жизни сардины, а также об определяющих его абиотических условиях сравнительно мало и они не дают полной картины. Эти сведения получены частично на научно-исследовательских и промысловых судах Австралии, частично путем визуальных наблюдений с самолетов за распределением и поведением поверхностных косяков сардины и австралийского лосося (Roughley, 1961), то же можно сказать о материалах по распределению других промысловых рыб: барракуды, южного голубого тунца, берикса и др. (Measures of abundance of pelagic fish, 1952).

По данным Рафли (Roughley, 1961), в некоторые годы на ограниченной акватории у побережья юго-западной Австралии в осенне-зимний период южного полушария в прибрежной зоне наблюдалось от 10 000 до 60 000 косяков пелагических рыб. В литературе отмечается возможность значительного колебания количества косяков в различные годы. К сожалению, не рассматриваются причины, обуславливающие колебания численности промысловых рыб, в частности океанографические характеристики, определяющие условия формирования и распределения скоплений во времени и пространстве.

В настоящее время, когда началось широкое промышленное использование рыбных запасов всей восточной части Индийского океана промысловыми флотами ряда стран, можно конкретизировать наши знания о распределении зон повышенной биологической продуктивности в приавстралийских водах по сезонам года. Основными задачами работ экспедиции на СРТР «Орлик» было исследование всего комплекса океанологических и биологических условий, которые влияют на образование промысловых скоплений сардины и других промысловых рыб в водах, прилегающих к Южной и Западной Австралии, а также выяснение возможности расширения отечественного промышленного рыболовства в этих районах Мирового океана.

Анализ и обобщение собранных экспедицией материалов позволяет установить ряд общих закономерностей абиотической среды, определяющих распространение и условия обитания сардины. Но прежде чем перейти к описанию полей гидрологических характеристик и закономерностей их распределения, необходимо остановиться на основных климатологических факторах, формирующих атмосферную циркуляцию над Австралией, как одном из важнейших условий, обуславливающих динамику вод этого района.

Весь материк Австралии находится в тропической и субтропической зонах южного полушария. Несмотря на незначительные размеры, его влияние в общем теплообороте прилегающей части океана очень велико, что в первую очередь сказывается на формировании поля атмосферного давления. Субтропический пояс высокого давления летом разрывается над Австралией. Формируется барическая ложбина, ориентированная в меридиональном направлении и связывающая квазистационарный циклон, стабилизирующийся между 100 и 130° в. д. в системе антарктической ложбины давления, с экваториальной депрессией (Ю. А. Иванов, Б. А. Тареев, 1959). Таким образом, летом преобладает меридиональный тип переноса воздушных масс. Ветры южной половины горизонта, возникающие вдоль восточной периферии южноиндийского антициклона, охватывают почти весь материк Австралии и отличаются значительным постоянством силы и направления. По среднемесячным данным, преобладают южные и юго-восточные ветры силой 4—5 баллов и повторяемостью до 80%.

Зимой вследствие охлаждения материка субтропический пояс высокого давления над Австралией смыкается. Полярный климатический атмосферный фронт продвигается к северу почти вплотную к южным берегам континента (Б. П. Алисов, 1950). В силу этого преобладает зональный перенос, а значительно развитый циклогенез на фронте оказывает доминирующее влияние на формирование погоды Австралии. Основные пути циклонов проходят над акваторией Большого Австралийского залива, захватывая и юго-восточную оконечность Австралии. В заливе преобладают ветры западного и юго-западного направления и значительной силы, а над Западной Австралией — ветры слабые и неустойчивые по направлению. Динамика воздушных масс внутри субтропического пояса высокого давления характеризуется зональным переносом локальных антициклональных областей и разделяющих их депрессий.

Шельф Западной Австралии сравнительно узок (не шире 60 миль). Береговая полоса вытянута меридионально и очень слабо изрезана. Все это должно способствовать свободному водообмену вод шельфа и открытого океана.

Летом воды, входящие в систему западноавстралийского течения, стекают на материковый шельф Западной Австралии южнее залива

Шарк. Поэтому, а также в силу других динамических причин, в частности эффекта подъема вод на правом фланге течений южного полушария и влияния берегов, над шельфом формируется компенсационное течение, направленное с севера на юг, вдоль западного побережья Австралии (рис. 1, *a*). Зона смешения прибрежных и океанических вод располагается вдоль материкового склона в районе 200-метровой изобаты. Горизонтальные градиенты океанологических характеристик в

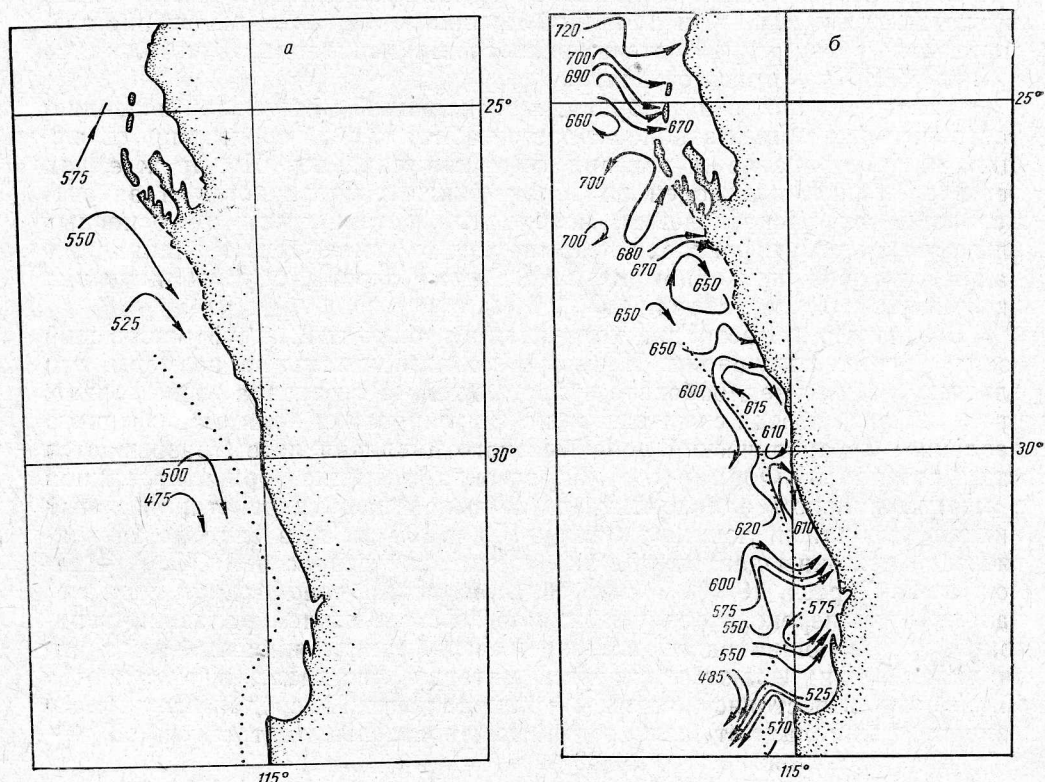


Рис. 1. Динамическая карта течений на шельфе Западной Австралии:  
*a* — летом; *б* — зимой в южном полушарии.

этой зоне относительно велики. Температурный градиент может достигать  $0,2^\circ$  на 1 милю. Таким образом, прибрежные водные массы Западной Австралии в это время года (примерно с октября по февраль) довольно хорошо изолированы от вод открытого океана (см. рис. 3, *a*).

Основным фактором, определяющим распределение температуры и солености в поверхностных слоях прибрежных вод, является климат, в силу чего распределение этих характеристик носит зональный характер. Однако нужно иметь в виду, что общая зональность поля гидрологических характеристик значительно усложняется локальными динамическими процессами. Температура воды в общем понижается с  $24^\circ\text{C}$  на траверсе залива Шарк до  $21^\circ\text{C}$  на  $30^\circ$  ю. ш. Характерна полная изотермия на шельфе до глубин 75—100 м. Естественно, что одного ветрового перемешивания недостаточно для обеспечения изотермии в таком слое. Надо иметь в виду, что положение стационарирующих круговоротов на шельфе в это время года почти не изучено, хотя их существование и не вызывает сомнения.

Соленость довольно равномерно повышается с севера на юг с 35,4 до 35,8‰. Гидрохимические характеристики распределены однообразно по всему шельфу, содержание растворенного кислорода увеличивается с 4,2 мл/л в районе залива Шарк до 5 мл/л на 30° ю. ш. Содержание фосфатов везде остается в пределах 10 мг/л в слое от поверхности до дна. Общая картина распределения фосфатов несколько нарушается в районах шельфа, ограниченных параллелями 27—28° ю. ш. и 30—31°

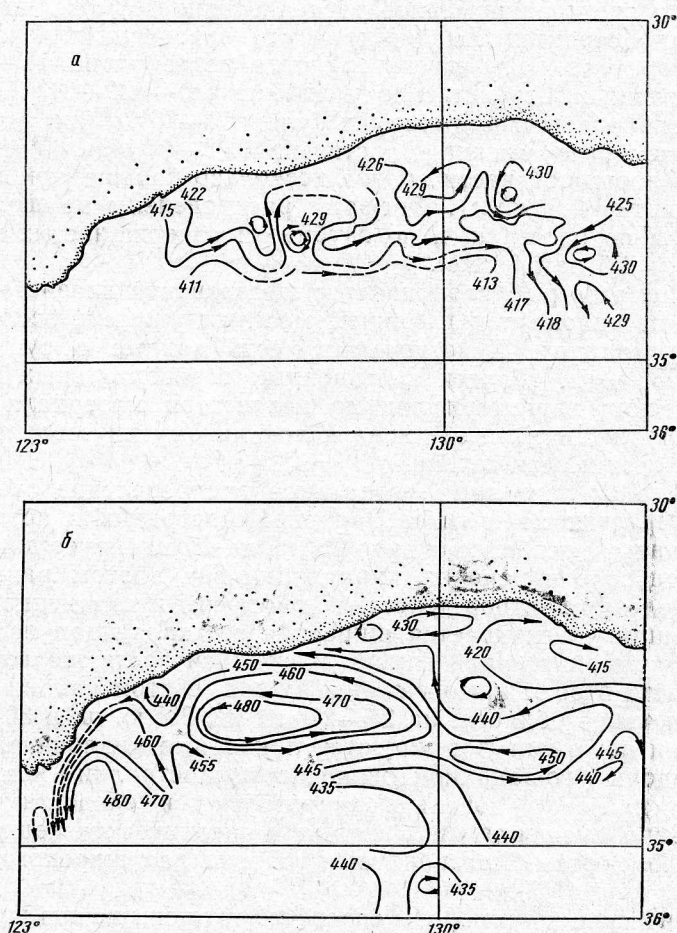


Рис. 2. Динамическая карта течений Большого Австралийского залива:  
а — летом; б — зимой в южном полушарии.

ю. ш., что, видимо, связано с существующими здесь стационарными круговоротами. Недостаток материалов наблюдений не позволяет сделать конкретные выводы.

Распределение основных гидрологических характеристик по акватории Большого Австралийского залива определяется климатическими условиями и сезонным изменением циркуляции вод залива. Циркуляция вод, так же как и географическое положение зоны субтропической конвергенции, обуславливается состоянием барического поля и, в частности, положением и развитием квазистационарных циклонов антарктической ложбины давления (Б. П. Алисов, 1950; Ю. А. Иванов и Б. А. Тареев, 1959).

Летом, когда зона субтропической конвергенции располагается примерно вдоль параллели  $40^\circ$  ю. ш., воды шельфа охвачены общей циклонической системой циркуляции вод залива с центром, располагающимся южнее свала глубин, т. е. в открытой части залива (рис. 2,а). Генеральное направление переноса вод, покрывающих шельф залива, с запада на восток — юго-восток. Таким образом, летняя циркуляция обеспечивает свободное перемешивание вод открытой части залива и его шельфа и очень равномерное распределение термохалинных и гидрохимических характеристик по всей его акватории в поверхностных слоях. Температура воды на поверхности везде равна  $18-19^\circ\text{C}$ , а в вершине залива, непосредственно у побережья —  $20-21^\circ\text{C}$ . Слой термоклина располагается на глубинах более  $50-75$  м (см. рис 4,а). Соленость повсеместно высока и достигает  $35,8-35,9\%$ . Растворенного кислорода в восточной части залива несколько больше, чем в западной ( $5,7$  мл/л против  $4,3$  мл/л). Фосфаты распределены на шельфе очень равномерно и по площади, и по глубине и содержание их колеблется в пределах от  $4,5$  до  $5,5$  мг/л.

Циркуляция вод обуславливает существование квазистационарных вихрей в этом районе под влиянием местных условий, особенно в западной части залива. Действительно, есть данные о существовании в районе  $125^\circ$  в. д. области повышенных горизонтальных градиентов океанологических характеристик, но недостаток материала не позволяет судить, относится ли эта зона к локальному круговороту, или это просто зона сходимости течений.

В отличие от лета зимой зональное распределение океанологических характеристик на шельфе Западной Австралии в поверхностных слоях нарушается, особенно южнее  $25^\circ$  ю. ш. Доминирует динамический фактор вследствие изменения циркуляции вод в этом районе. Ввиду перераспределения центров действия атмосферы и изменения атмосферной циркуляции увеличивается широтная составляющая переноса вод. В отдельных районах свала глубин и внешней части шельфа формируются области вторжения океанических вод. В этом районе были установлены три такие области: на  $25-27^\circ$  ю. ш.,  $29^\circ$  ю. ш. и  $30-32^\circ$  ю. ш. Между этими потоками формируются локальные циклонические круговороты, а вдоль юго-западной оконечности Австралии — компенсационное течение на юг с довольно значительными скоростями до  $15-16$  см/сек. Зона смещения прибрежных и океанических вод отсутствует с февраля, создаются благоприятные условия для широкого водообмена с океаном (рис. 1,б).

Циклонические круговороты способствуют повышению продуктивности этих участков шельфа за счет глубоко проникающего турбулентного перемешивания. Подъем вод в центре такого вихря обуславливает повышение содержания фосфатов в поверхностных слоях на  $2-3$  мг/л, обеспечивая в то же время снабжение кислородом придонных слоев воды вследствие опускания вод на периферии. Это тем более важно, что океанические воды сравнительно бедны фосфатами, а циклонические вихри, возможно, сохраняются в этих районах шельфа круглый год; меняется лишь их интенсивность и площадь.

Все океанологические характеристики распределяются в зависимости от расположения этих круговоротов, которые зимой занимают участки с координатами  $27,5-28^\circ$  ю. ш.,  $29,5-31^\circ$  ю. ш. и  $32-33^\circ$  ю. ш. (рис. 3,б). Таким образом, и зимой, несмотря на общее уменьшение силы ветра и ветрового перемешивания, сохраняется изотермический слой мощностью  $75-100$  м исключительно за счет интенсификации вихреобразования. Ход изотерм в поверхностных слоях также определяет

ся циркуляцией вод на шельфе. На широте залива Шарк температура воды зимой может падать до  $20^{\circ}\text{C}$ , у мыса Натуралист — до  $15^{\circ}\text{C}$ . Содержание растворенного кислорода несколько увеличено по сравнению с летом вследствие общего понижения температуры воды.

Следовательно, общее понижение температуры, развитый циклогенез, свободный водообмен с океаном и вынос на шельф поверхностных вод создают благоприятные условия для концентрации пелагических рыб в определенных районах шельфа.

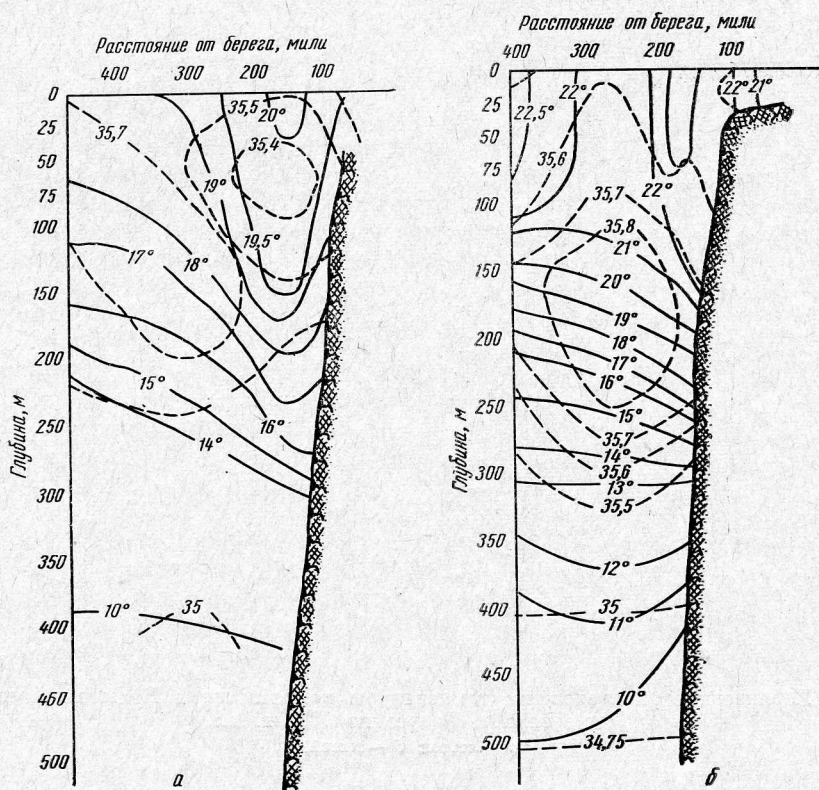


Рис. 3. Характерное распределение температуры и солёности на шельфе Западной Австралии. Разрез  $30^{\circ}$  ю. ш.:  
*а* — весной; *б* — осенью в южном полушарии.

Зимой гидрологическая обстановка в Большом Австралийском заливе усложняется. Зона субтропической конвергенции в это время почти вплотную придвигается к юго-западной оконечности Австралии, общее ее направление в пределах залива — с северо-запада на юго-восток. Соответственно изменяется и общая система циркуляции вод залива. Вдоль свала глубин с апреля — марта по сентябрь формируются два смыкающихся антициклональных круговорота, обуславливающих интенсивное перемешивание вод на свале (рис. 2,б). Поскольку они вытянуты вдоль свала глубин, то опускающиеся в их системе массы воды образуют над глубинами 200—250 м пояс теплых вод от поверхности до дна, простирающийся вдоль свала всего залива примерно от  $128$  до  $131^{\circ}$  в. д. Ширина этого теплого пояса изменяется от 80 миль на западе залива до 20 миль на востоке (рис. 4,б); температура воды в нем  $17$ — $18^{\circ}\text{C}$  от поверхности до глубины 150 м.

Интенсивность и географическое положение теплого пояса вод, по всей вероятности, тесно связано с развитием австралийского антициклона и положением полярного атмосферного фронта. К вершине залива, так же как и на юг от теплого пояса, температура воды в деятельном слое понижается и вблизи южных берегов Австралии может даже быть 13—14° С. Горизонтальные скорости течений в системе антициклональ-

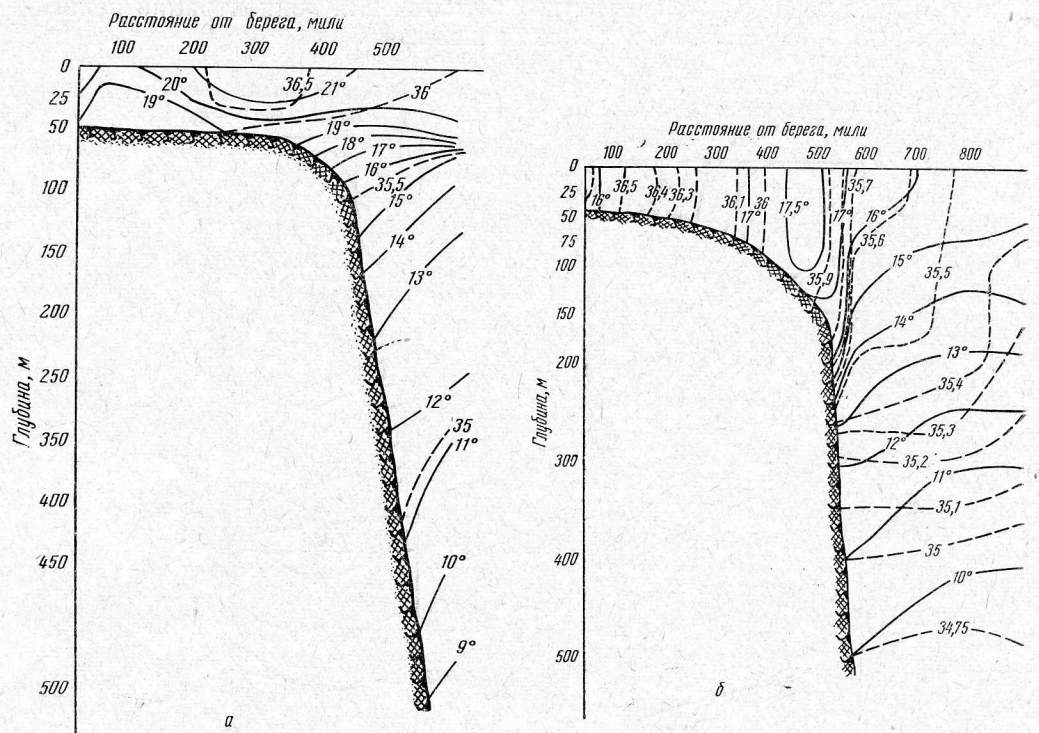


Рис. 4. Характерное распределение температуры и солености в Большом Австралийском заливе. Разрез по 130° в. д.:  
а — летом; б — зимой.

ных круговоротов относительно велики (до 17,5 см/сек). Таким образом, пояс теплых вод отделяет с юга прибрежную водную массу вершины залива. Здесь концентрируются в это время года большие скопления косяков сардины.

Как уже говорилось выше, воды эти сравнительно холодные и очень соленые (до 36,8‰). Так как они занимают мелководные участки шельфа, то перемешивание распространяется до дна и только в наиболее глубоководных частях граница изотермического слоя проходит на глубине 50—75 м. Вся эта водная масса очень однородна по своим гидрохимическим свойствам и ее распределение обуславливается формирующимся здесь значительным циклоническим круговоротом с пониженными скоростями течения (до 0,2 см/сек). В виде стокового течения эти холодные очень соленые воды распространяются на юг вблизи побережья полуострова Эйр и опускаются на свале до значительных глубин, конвергируя с течением открытой части залива, направленным на север непосредственно у берегов.

Наличие теплого пояса вод и опускающихся в его системе значительных масс воды, а также больших горизонтальных градиентов температуры и солености непосредственно у берегов Южной Австралии

вследствие опреснения зимой и термического воздействия прилегающей суши способствует концентрации косяков в узкой полосе вдоль берегов Южной Австралии.

Исходя из литературных данных (Roughley, 1961; Measures abund. pelag. fish, 1952) и из собственных наблюдений, мы выделили район у юго-западного побережья Австралии между Олбани и скалами Решерш, представляющих практический интерес. Западнее  $125^{\circ}$  в. д. весь год сохраняется область повышенных горизонтальных градиентов. Можно предполагать, что здесь существуют локальные циклонические круговороты, а также области сходимости одной из ветвей антициклонального круговорота залива и течения, идущего вдоль побережья Австралии из Индийского океана, являющегося, вероятно, частью западноавстралийского течения.

Эти циклонические круговороты способствуют обогащению вод биогенными элементами, а зона сходимости создает благоприятные условия для концентрации пелагических рыб. Однако ввиду сложного рельефа дна, многочисленных скал, больших скоростей малоисследованных течений и главное отсутствия навигационного обеспечения судов в этом районе работать в настоящее время невозможно.

Помимо абиотических факторов, не менее важным условием формирования значительных скоплений промысловых объектов является распределение и концентрация планктона. В значительной степени состояние кормовой базы обуславливается динамическим состоянием водных масс. Существование более или менее устойчивых горизонтальных потоков, циклогенез на их периферии и области схождения и расхождения течений обеспечивают формирование зон повышенной или пониженной биологической продуктивности. Динамика вод влияет на распределение планктона следующим образом, во-первых, в областях подъема глубинных вод поверхностные слои снабжаются биогенными элементами, а опускающаяся поверхностная вода насыщается кислородом глубинные слои на тех горизонтах, куда не достигает ветровое перемешивание. Во-вторых, перенос планктона течениями способствует его концентрации в локальных областях круговоротов и в зонах сходимости. Поэтому всегда важно знать положение устойчивых динамических образований и их сезонную изменчивость.

Результаты сборов планктона сетью Джеди у берегов Австралии хорошо согласуются с общей схемой течений этого района. Вдоль побережья Западной Австралии существуют четыре области повышенной концентрации планктона: между параллелями  $24-25^{\circ}$  ю. ш.,  $27-28^{\circ}$ ,  $29-30,5^{\circ}$  и  $32-33^{\circ}$  ю. ш., из которых три последние точно соответствуют положению циклонических круговоротов вод на шельфе.

Первый район расположен у северо-западного побережья и занимает обособленное положение. Здесь концентрация планктона в циклонических круговоротах обуславливается замкнутой системой течений и развивающимся подъемом вод. Сырой вес планктона в этих областях колеблется от 0,6 до  $1 \text{ мг/м}^3$ . Области относительно повышенной биологической продуктивности разделяются здесь участками свала, где биомасса планктона не превышает  $0,2 \text{ мг/м}^3$ , что связано с выходами относительно обедненных океанических вод. Район компенсационного течения вдоль юго-западного побережья Австралии также беден планктоном ( $0,06-0,1 \text{ мг/м}^3$ ), так как довольно сильное течение выносит планктон из этого района в океан. Третий и четвертый циклонические круговороты занимают наибольшие площади и стационарируются в этих районах в течение всего года. Первые два, видимо, представляют собой зимние сезонные образования. Роль зоны смешения в распределении планктона



летом южного полушария изучена слабо ввиду отсутствия достаточного количества материала по распределению планктона.

Довольно четко прослеживается связь между структурой течений и распределением планктона и в Большом Австралийском заливе. Наибольшая биомасса планктона наблюдается в сфере действия антициклонических круговоротов на свале глубин. Опускающиеся водные массы в центре этих круговоротов способствуют концентрации планктонных организмов в районе опускания в нижних слоях. Видимо, этим обстоятельством, а также повышенным содержанием кислорода в глубинных слоях вследствие вентиляции, кроме чисто биологических причин, и объясняются формирование в районе нижней части шельфа и свала глубин скоплений придонных рыб.

Наибольшая биомасса планктона наблюдалась в вершине залива и его восточной части. Вся северная часть залива охвачена циклоническим круговоротом со скоростями 0,2—1 см/сек (рис. 4,б). Вызванное этим вертикальное перемешивание тоже происходит очень медленно, поэтому планктона здесь сравнительно немного (как правило, не больше 0,4 мг/м<sup>3</sup>). Но это — наибольшее количество планктона, встреченное в центре залива, и занимает оно обширную область циклонического круговорота. К периферии круговорота содержание планктона значительно падает.

Резко увеличивается количество планктона в восточной части залива, что объясняется наличием течения со скоростью до 17,5 см/сек. Биомасса планктона увеличивается до 0,7 г/м<sup>3</sup> в зоне конвергенции этого течения с водами открытой части залива.

Макропланктон, в частности эуфаузииды, не облавливается сеткой Джели, поэтому общая биомасса планктона гораздо выше указанной, но общие принципы распределения полей планктона несомненно верны.

Ареалом распространения австралийской сардины считаются все воды, омывающие Австралию с юга вплоть до тропика Козерога в радиусе 100—150 миль от побережья материка. Однако внутри общего ареала сардина концентрируется неравномерно, локализуясь в определенных районах. Австралийские ученые выделяют три стада сардины, различающиеся некоторыми биологическими особенностями, а также местом обитания, сроками и путями миграции.

У берегов Западной и Южной Австралии наиболее крупные скопления сардины наблюдаются с мая по сентябрь, т. е. в холодное время года. На шельфе Западной Австралии сардина обитает в районах указанных выше циклонических круговоротов на 29—30°30' ю. ш. и 32—33° ю. ш. Севернее залива Шарк (25° ю. ш.) сардина или вовсе не встречается, или встречается эпизодически — в отдельные годы.

Сардина образует типичные косяки и совершает правильные суточные вертикальные миграции, т. е. ночью поднимается в верхние слои и рассредоточивается. Область распространения западноавстралийской сардины за многолетний период находится в очень тесной зависимости от многолетней изменчивости гидрологических и климатических характеристик. В теплое время года косяки сардины в основном концентрируются в районе 29—30°30' ю. ш. У западного побережья Австралии часто встречаются поверхностные косяки мелкой сардины и ставриды.

Скопления берикса и других придонных рыб летом держатся вдоль зоны смещения вод со стороны больших глубин. Зимой они скапливаются в районе 24—25°30' ю. ш. Однако незначительные запасы этих рыб, а также плохие грунты делают промысел их у берегов Западной Австралии малоперспективным.

Вдоль юго-западного побережья Австралии в мае — июне австра-

лийцы с самолета неоднократно фиксировали многочисленные поверхностные косяки сардины и австралийского лосося (Roughley, 1961). Однако планомерных исследований в этом районе не проводилось вследствие трудных условий плавания.

В Большом Австралийском заливе зимой косяки сардины распределяются на огромной площади всей центральной части залива между 127 и 132° в. д. в пределах 30—40-мильной полосы, вытянутой с востока на запад севернее теплого пояса вод. Общая площадь распространения косяков превышает 45 000 миль<sup>2</sup> и обусловливается положением циклонального круговорота. Косяки сардины между изобатами 30—75 м распределялись в общем равномерно. Однако наиболее плотные скопления встречались в районе между меридианами 130—131° в. д. По мере приближения к границам ареала распространения плотность косяков постепенно уменьшалась. Суммарная протяженность косяков на 1 милю в зоне максимума достигала 600—1000 м непрерывных записей. Рыба постоянно держится в пелагиали (4—8 м над грунтом), образуя плотные, характерные для этого вида, косяки. Толщина косяков колебалась от 5 до 7 м.

Летом в зоне залива формируется равномерное поле океанологических характеристик, и крупных скоплений сардины не образуется; пути ее миграций неизвестны. Можно предполагать наличие летних скоплений в зоне субтропической конвергенции к югу от Австралии, куда она мигрирует в теплый период года южного полушария. Формирование крупных скоплений придонных рыб на свале Южной Австралии совпадает с началом формирования зимней системы циркуляции вод залива.

Выше уже говорилось, что в результате возникновения антициклонического круговорота в марте—апреле придонные горизонты снабжаются кислородом за счет опускающихся в его центре водных масс. Косяки берикса с начала марта концентрируются в зоне влияния круговорота на глубинах 150—200 м. В начале формирования этой циркуляции, видимо, и начинается нереститься берикс, так как в этот период икра не выносится из локальной области круговоротов, относительно обогащенной кислородом и благоприятной для ее развития.

Летом берикс рассредоточивается на большой акватории залива в более мелких его частях, не образуя значительных скоплений, поскольку летняя циркуляция вод не обеспечивает формирования локальных кормовых полей и зон повышения горизонтальных гидрологических характеристик. Исключение представляет, по-видимому, район 125° в. д., к сожалению, слабо изученный. Общие закономерности формирования скоплений берикса и других промысловых придонных рыб (джакаса и др.), видимо, аналогичны. Очень часто их скопления встречаются вместе. Однако промысловое их значение гораздо меньше.

Колебания численности промысловых рыб, а также изменение ареала их распространения по сезонам в зависимости от изменения конкретных гидрологических условий года также не изучены. В литературе (Blackburn, 1950) отмечается возможность колебаний численности рыб в различные годы, например в 1942/43 и 1948/49. Наши исследования, в частности, показали, что зимой 1965 г. в Индийском океане, в том числе и в районе Австралии, сложился аномальный климатический режим. Субтропический пояс высокого давления был необычно обострен. В центре австралийского антициклона давление в июне было более 1025 мб, а среднее многолетнее — 1022 мб. Средние пути циклонов оказались, естественно, значительно сдвинутыми к югу, что привело к изменению ветрового и температурного режима над Австра-

лией, а также к сильной засухе. Все это отразилось на распределении промысловых скоплений пелагических рыб.

Аномально развитый широтный перенос обусловил преобладание над Западной Австралией сильных ветров юго-западной четверти с частыми штормами. Результатом этого, по-видимому, явилось значительное ослабление скоростей западноавстралийского течения, а также наличие и в этот сезон теплого западноавстралийского противотечения, отмеченного нами на разрезе 23° ю. ш. Все это привело к аномальному распределению океанологических характеристик воды в районах зимнего обитания сардины. Температурная аномалия в водах Западной Австралии достигала в некоторых районах, особенно в системах замкнутых циркулирующих вод на шельфе, +4° С. Естественным следствием явилось отсутствие скоплений сардины в традиционных районах. Очень разреженные скопления наблюдались только в районе наиболее устойчивого циклонического образования (между 29—30°30' ю. ш.).

Над Большим Австралийским заливом циркуляция атмосферы также была аномальна развита. Повторяемость ветров по направлению обуславливалась особенностями траекторий циклонов этого года, которые, как правило, выходили к юго-западной оконечности Австралии и дальше двигались на юго-восток, т. е. оказались значительно сдвинутыми к югу. Южных и юго-западных ветров, достигающих довольно высокой повторяемости, вообще не наблюдалось. В западной части залива преобладали ветры западного и северного направлений, в восточной же части явно преобладали северные ветры. Сила ветра превышала многолетнюю в среднем на 2 балла. Ветры силой 7 баллов и выше достигали 28%. Несмотря на штормовую погоду, значительного волнения в районах обитания сардины не наблюдалось, так как преобладали береговые ветры, которые ввиду незначительного разгона не развивали крупной волны. Вообще ветровой режим залива гораздо менее отличался от среднего многолетнего, чем ветровой режим над Западной Австралией. Соответственно и температурные аномалии воды были несколько меньше, чем в районе Западной Австралии, и в местах обитания сардины не превышали, как правило, +2° С.

Поскольку широтный перенос воздушных масс, типичный для холодного времени года, сохранился в обостренном виде, то система циркуляции вод залива вряд ли могла значительно отличаться от средней многолетней, во всяком случае крупные циркуляционные образования над шельфом и свалом характерны для этого сезона. Возможны только незначительные отклонения в их географическом положении и средних скоростях течений.

Аномальным было распределение солености в вершине залива. Так как не было дождей в центральных и южных районах Австралии, воды залива вблизи берегов не опреснялись. Соленость в поверхностном слое доходила здесь до 36,8‰, что, конечно, не способствовало концентрации косяков сардины в локальных областях. Однако можно считать, что все обнаруженные в этом году скопления обитали в своих традиционных районах. Распределение и места концентрации косяков придонных промысловых рыб также незначительно отличались от многолетних.

### Выводы

1. К основным климатическим факторам, формирующим динамику вод, прилегающих к Австралии, а значит, и распределение полей океанологических характеристик, относятся: 1) положение материка Авст-

ралии в тропической и субтропической зонах, 2) сезонный разрыв (летом) субтропического пояса высокого давления и, как следствие этого, преобладание меридионального переноса воздушных масс летом и зонального зимой, когда пояс высокого давления смыкается.

2. Основные особенности сезонного распределения полей океанологических характеристик следующие.

**Для летнего сезона** характерно формирование на шельфе Западной Австралии зоны смещения океанических и прибрежных вод. Для этого шельфа характерны также постоянные циклонические круговороты, способствующие обогащению поверхностных слоев биогенными элементами. В Большом Австралийском заливе равномерное поле океанологических характеристик формируется под влиянием особенностей общей циклонической циркуляции вод с центром в открытой его части.

**Для зимнего сезона** характерно вторжение океанических вод на шельф Западной Австралии. Для этого сезона, так же как и для летнего, характерны циклонические круговороты.

В Большом Австралийском заливе формируются циклонические и антициклонические круговороты вод, охватывающие всю северную часть залива.

3. Сезонная изменчивость динамики вод влияет на следующие факторы.

**Для летнего сезона.** На шельфе Западной Австралии скопления сардины образуются в районах циклонических круговоротов вод; скопления придонных рыб — в зоне смещения.

В Большом Австралийском заливе устойчивых скоплений не образуется. Не наблюдалось устойчивых скоплений и на свале глубин.

**Для зимнего сезона.** На шельфе Западной Австралии основные скопления сардины также образуются в зонах циклонических круговоротов вод. В Большом Австралийском заливе промысловые концентрации сардины ограничены зоной циклонического круговорота, занимающего северную часть залива. Распределение промысловых скоплений придонных рыб, в частности берикса, определяется формированием здесь сезонных антициклонических круговоротов, обуславливающих вентиляцию придонных слоев кислородом и, как следствие, повышенную кормность глубинных вод и обеспечение максимальной сохранности икры ввиду благоприятных условий среды в период нереста.

4. Есть основания предполагать, что численность и ареал обитания как пелагических, так и придонных рыб изменяются в зависимости от многолетней изменчивости условий среды в этих районах.

#### ЛИТЕРАТУРА

Алисов Б. П. Климатические области зарубежных стран. Географиз. М., 1950.

Иванов Ю. А., Тареев Б. А. К вопросу о структуре зоны антарктической дивергенции. Известия АН СССР. Серия географическая, № 6, 1959.

Blackburn M. Studies on the age, growth and life history of the pilchards, *Sardinops neopilchardus* (Steindachner) in Southern and Western Australia. Aust. J. of Marine and Freshwater Res. Vol. 1., N 2, December, 1950.

Blackburn M. Races and populations of the Australian pilchard *Sardinops neopilchardus* (Steindachner). Aust. J. Marine and Freshwater Res. Vol. 2, N 2, 1951.

Roughley T. C. Fish and fisheries. Melbourne, 1961.  
Measurements of abundance of pelagic fish. Bull. Comm. Sci. Ind. Res. Aust. N 251, Melbourne, 1952.