

УДК 639.2.053.1

**ОБ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОМЫСЛОВЫХ ОРГАНИЗМОВ****А. А. Елизаров**

Промысловая океанография как прикладная самостоятельная океанологическая дисциплина или важное направление исследований в океанологии возникла вследствие бурного развития рыболовства в большинстве районов Мирового океана и массового освоения этих районов рыбопромысловыми судами различного типа.

Зачастую первыми советскими исследователями новых районов были капитаны рыболовных судов, имена которых мы находим на наших картах (например, банки Демидовская, Копытова в Баренцевом море и др.). Отсутствие привычных береговых ориентиров, а также различные промысловые возможности районов стимулировали использование гидрологических показателей (вначале кромку льда, цвет воды и пр., позднее — температуру воды и течения); изменения плотности скоплений рыбы вынудили искать природные причины концентрации и «распыления» объектов промысла.

При быстром росте рыбопромыслового флота и пополнении его молодыми кадрами было важно не растерять практический опыт капитанов-промысловиков и организовать дальнейшее промысловое освоение морей и океанов на научной основе.

Практические задачи, стоящие перед рыболовным флотом, привели к созданию новой науки, основателем которой в нашей стране по праву считается Н. М. Книпович. Его книга «Гидрология морей и солоноватых вод» (1938), кроме совершенно бесценной педагогической значимости, до настоящего времени не утратила своей актуальности. В этом труде, в частности, были обобщены все довоенные исследования, посвященные распределению промысловых скоплений рыб в зависимости от различных гидрологических факторов. По существу, Н. М. Книпович дал первое решение одной из основных проблем промысловой океанографии, позднее сформулированной Г. К. Ижевским (1961) как океанологические основы распределения и поведения промысловых организмов.

В послевоенные годы интенсивность промысла в морях и океанах резко возросла; в настоящее время промысел практически ведется во всем Мировом океане. Соответственно намного увеличился и размах научных исследований, среди которых важное место отводится промысловой океанографии. В частности, многие научные работы посвящены условиям распределения и концентрации промысловых организмов.

В связи с этим возникла необходимость обобщить результаты подобных исследований, тем более, что многие из них касаются не только чисто практических задач поиска рыбы и расстановки флота, но и имеют цель выявить общие закономерности взаимодействия гидросферы и биосферы.

Предлагаемая статья не претендует на полноту обобщения результатов работ по рассматриваемой проблеме. Она представляет собой лишь попытку показать основные направления исследований и оценить их значимость. Особый интерес вызывают применяемые в настоящее время океанологические методы прогнозирования изменений в распределении и концентрации промысловых организмов.

Исходя из определения рассматриваемой проблемы, все относящиеся к ней исследования можно примерно разделить на два самостоятельных раздела: изучение условий распределения и концентрации (или распыления) промысловых организмов. Под океанологическими условиями распределения мы подразумеваем естественные явления (например, распределение физико-химических характеристик, водных масс и т. п.), вызывающие изменения положения объектов промысла в пространстве. К условиям, обуславливающим концентрацию (или распыление), мы относим различные природные факторы, определяющие изменение плотности скоплений промысловых объектов во времени (в пределах одного и того же района).

Как видно, во всех аспектах рассматриваемой проблемы исключительно важное значение имеет изучение изменчивости абиотических условий, которые прямо или косвенно определяют пространственные и временные изменения в распределении объектов промысла. Можно сказать, что мы рассматриваем одну из наиболее динамичных частей промысловой океанографии.

Сложность подобных исследований заключается в том, что причин, вызывающих изменчивость абиотических условий в море, очень много. Изменения, наблюдаемые нами в морях и океанах, являются результатом воздействия множества первостепенных и второстепенных факторов (периодического и непериодического характера). Именно поэтому, несмотря на довольно строгую периодичность проявления основных сил (приливообразующие силы Луны и Солнца и т. п.), вызывающих изменчивость в гидросфере, в реальных условиях, в море, мы в лучшем случае наблюдаем лишь квазипериодичность.

Отсутствие строгих законов, управляющих изменениями, происходящими в море, заставляет нас во многих случаях классифицировать их по календарным признакам (сутки, месяц, год), которые удобны нам из-за соответствия с важными биологическими ритмами (суточные, сезонные миграции и т. п.). Среди всего объема научной информации по рассматриваемой проблеме промысловой океанографии выделяются работы по многолетним (долгопериодным), ежегодным, сезонным, ежемесячным и суточным изменениям абиотических и биотических условий. Кроме того, многие изменения, ритм и причины которых остались неясны, мы относим к разряду случайных.

Примером долгопериодных изменений гидрологических и биологических условий в море может служить так называемое «потепление Арктики», многочисленные свидетельства которого хорошо известны в литературе. Значительное повышение температуры воды во многих промысловых районах умеренных и высоких широт северного полушария не только явилось причиной распространения к северу некоторых теплолюбивых организмов, но в ряде случаев привело к формированию новых популяций некоторых промысловых видов рыб (Пав-

лов, 1964). По Хансену (Hansen, 1949), пищевые миграции стада исландской трески в воды Западной Гренландии вследствие постепенного повышения запаса тепла в море в тридцатых годах привели к образованию обособленного стада западногренландской трески, которая в настоящее время является важным объектом рыболовства ряда стран. Повышение температуры воды у берегов Западной Гренландии было прямым следствием усиления интенсивности течения Ирмингера.

Другим примером многолетних изменений в распределении рыб может служить пикша Баренцева моря. По М. А. Сониной (1967), в 1953—1964 гг. по сравнению с тридцатыми годами ареал пикши значительно сократился, уменьшилась протяженность ее миграций, изменились сроки подхода и отхода в отдаленные районы моря. Одной из основных причин изменения в распространении и миграциях пикши в 1953—1964 гг. явилось похолодание Баренцева моря, которое произошло из-за уменьшения притока вод атлантического происхождения.

В высоких широтах температура воды является надежным индикатором интенсивности теплых течений. Так, в Баренцевом море — по распределению температуры можно судить о степени продвижения относительно теплых атлантических вод на восток (за Кольский меридиан). Особенно хорошо это видно при изучении межгодовых колебаний природных процессов. Экстремальные годы (по типу режима) определяют существенные изменения в распределении рыбы в пределах одного и того же ареала.

Согласно Константинову (1961), охлаждение в 1955—1956 гг. привело к заметному перемещению трески Баренцева моря к западу. Это явление было отмечено также и зарубежными исследователями (Midtun, 1965; Beverton, Lee, 1965).

В межгодовом аспекте не вызывает сомнений связь между интенсивностью теплых течений и распределением различных промысловых рыб (Новиков, 1966; Федоров, 1962). Однако не только температуру воды следует принимать за индикатор интенсивности циркуляции вод. Показателем циркуляции и «накопления» вод определенного типа могут служить также любые динамические характеристики, в том числе и метеорологические. Так, Родевальд (Rodewald, 1960), анализируя факторы, определяющие уловы морского окуня в северо-западных районах Атлантического океана, ввел понятие о «дополнительном ветре» — среднем отклонении давления от нормы. Ему удалось показать, что благодаря атмосферной циркуляции в районах Лабрадора и Ньюфаундленда в 1957 г. началось, а в 1958 г. достигло максимума «накопление» теплых атлантических вод, благодаря чему в зоне схождения полярных и атлантических вод возникли благоприятные условия, повлекшие за собой повышение концентрации окуня-клювача.

Понятие «дополнительный ветер» использовалось для оценки интенсивности циркуляции и накопления вод и было применено также Вяловым и Яковлевым (1964) при составлении фоновых прогнозов условий промысла для района Новошотландских банок и банки Джорджес. Эти авторы показали, что в 1963—1964 гг. синоптическая ситуация в первую половину зимы определяла не только зимние, но и летние гидрологические условия.

Интересен вопрос о закономерностях летних пищевых миграций рыб в связи с характером года. В холодные годы треска Баренцева моря перемещается преимущественно вдоль прибрежной струи Мурманского течения, причем коэффициент связи (температура воды и суммарное значение уловов в промысле прибрежных районов) достигает $-0,70 \pm 0,09$. В теплые годы треска движется главным образом вдоль

основной струи Мурманского течения. Эта закономерность позволяет прогнозировать промысловое значение ряда районов моря с заблаговременностью в несколько месяцев (Константинов, Мухин, 1964).

Для прогнозирования промыслового значения отдельных районов в межгодовом аспекте можно, по-видимому, использовать соответствие концентрации рыб в период зимовальной миграции температуре воды в начале лета, т. е. в начале пищевой миграции (Елизаров, 1959).

А. Майер (Meuer, 1965) обратил внимание на ежегодные изменения условий промысла, обусловленные чисто механическим воздействием льда на рыболовные суда. В районе юго-восточных берегов Гренландии возможности рыболовства зависят от ледовых условий, на которые, в свою очередь, оказывает влияние ветровой режим. В 1959—1963 гг. преобладали ветры северо-восточной четверти, в результате чего лед прижимало к берегу, а районы промысла были открыты для рыболовных судов. Естественно, что в данном случае при наличии разработанного прогноза барических условий (положение центров давления) и режима ветров можно предсказывать и условия промысла.

Рассматривая результаты исследований многолетних и ежегодных колебаний океанологических условий и соответствующих изменений в распределении и концентрации промысловых рыб, следует обратить внимание на первенствующую роль факторов адвекции. Колебания интенсивности теплых и холодных течений планетарного масштаба, по-видимому, определяют многолетние и ежегодные изменения в распределении важнейших промысловых рыб.

Тема сезонных (или, говоря более общо, внутригодовых) колебаний абиотических и биотических условий в море привлекает пристальное внимание многих специалистов, работающих в области промысловой океанографии. Наибольший теоретический и практический интерес представляют исследования изменчивости и обусловленности сроков начала и окончания нерестовых, пищевых и зимовальных (в высоких широтах) миграций промысловых рыб, причин сезонных изменений плотности скоплений рыб в определенных промысловых районах, а также экстремумов и оптимумов различных океанологических характеристик по отношению к конкретным морским организмам.

Интересно, что очень многие авторы отмечают существенное отличие летних оптимальных для промысла температур от зимних. Так, летом в заливе Святого Лаврентия треска ловилась при температуре от 0 до 6°С, а зимой — от 1 до 3°С, в районе Новошотландских банок — соответственно при 1—8°С и 2—4°С (Ives Jean, 1965). В районе Лабрадора (банка Гамильтон) нерестовая треска скапливалась в апреле—мае при температуре 2,5—3,1°С, а с конца июня была уже у берега, где держалась при температуре от 0,8 до 8,7°С (May, 1965).

В работе о треске Баренцева моря (P. M. Woodhead, A. D. Woodhead, 1965) сказано, что с октября по июнь не было значительных уловов при температуре ниже 1,7°С, а летом очень часто хорошие уловы были при температуре до 0°С.

Аналогичные примеры можно привести по ликше, сельди и другим важным промысловым рыбам (Шестов, 1967; Надеждин, 1950). Общим, по-видимому, является то, что зимой рыба держится в наиболее теплых водах «своего» течения и на больших, чем обычно, глубинах; летом в поисках пищи она заходит на мелководья банок и появляется близ берегов (в этом случае кормовая база выступает как главный фактор распределения объектов промысла).

Кроме того, кормовая база зависит от динамики вод, их физической структуры и содержания в них биогенных элементов.

По А. И. Клименкову и В. К. Зиланову (1967), летом из-за усиления Восточно-Исландского течения задерживается развитие калянуса, и сельдь в поисках пищи активно перемещается, в результате чего она лучше объедается. В теплые годы сельдь пассивна и уловы ее меньше. Зимой с повышением температуры воды подвижность рыбы увеличивается и уловы возрастают.

По А. Н. Пробатову (1950), у западного побережья Южного Сахалина начало нереста сельди в гораздо большей степени зависит от температуры тех вод, где происходит развитие ее половых продуктов, чем от температуры на нерестилищах. Чем выше температура воды в районе, где держится сельдь в преднерестовый период, тем раньше начинается нерест независимо от температуры воды в береговой зоне, где она нерестится.

Ю. П. Завернин (1967), разрабатывая методику прогноза сроков подхода сайры к Курильским островам, использовал так называемые индексы циклоничности (соотношение количества циклонов к северу и югу от района промысла сайры). При этом он предполагал, что чем больше развита циклоничность на севере, тем интенсивней прогрев в районе промысла весной и летом, и поэтому «сайра подходит раньше».

А Эдвардс (Edwards, 1965) считает, что восемь видов важнейших промысловых рыб Новой Англии (треска, мерлуза и др.) имеют тенденцию скапливаться на банках близ берега, когда температура воды здесь достигает таких же значений, как и в период скопления вдали от берега.

Итак, сезонные изменения температуры воды в значительной степени определяют сезонные изменения в распределении и концентрации промысловых рыб. Однако эта связь носит, по-видимому, не только причинно-следственный, но и структурный характер. Температура воды во многих случаях является индикатором определенных физических процессов (прежде всего адвекции, а также стратификации и деструкции вод), влияющих на распределение промысловых организмов.

Например, в так называемом море Ирмингера взрослый морской окунь обходит воды с температурой ниже 3°С (за исключением граничных районов). Однако в районах с температурой воды от 3 до 7,5°С между распределением окуня и температурой воды у дна нет связи. В этих районах взрослые окуни предпочитают держаться у края шельфа (Dietrich, Aurich and Kothaus, 1961). Таким образом, температура воды в данном случае является лишь показателем динамики вод. За пределами теплого течения Ирмингера и внутри его водной массы связи между температурой воды и распределением морского окуня нет.

Известно также, что в районах умеренных и холодных вод стратификация может оказывать положительное влияние на развитие фитопланктона и на первичную продукцию (Сорокин, 1959). Весной, когда степень стратификации возрастает одновременно с повышением температуры воды, а количество биогенных веществ в слое фотосинтеза бывает весьма значительным, высокая вертикальная устойчивость определяет развитие фитопланктона (Мовчан, 1967). В начале зимы, когда верхние слои воды на мелководьях бедны биогенными веществами, рыба отходит на зимовку в более глубокие части шельфа, причем отход начинается еще до существенного понижения температуры воды и обусловлен лишь нарушением стратификации поверхностных вод (Ижевский, Елизаров, 1965).

Цудзита (Tsujiita, 1957) вскрыл механизм летне-зимних миграций промысловых рыб на примере тихоокеанской сардины (*Sardinops sagax*

melanosticta). По его схеме, весенне-летний период существенно отличается от зимнего процессом образования термоклина близ берегов.

В высоких и умеренных широтах резкое увеличение стратификации весной повсеместно создает условия для массового развития фитопланктона и кормовой базы в целом, а чисто внешне мы наблюдаем прямую связь между образованием промысловых скоплений рыб и повышением температуры воды.

В настоящее время в большинстве работ, касающихся сезонных процессов, описываются районы высоких и умеренных широт. Причиной этого является, по-видимому, не только контрастность времен года в этих широтах, но и слабая изученность тропических районов.

В тропиках метеорологические и океанологические условия в течение года более стабильны, чем в высоких широтах, но тем не менее значение сезонных (или внутригодовых) процессов и здесь достаточно велико. Например, зимой в северном полушарии условная линия температурного экватора смещается к югу, приближаясь к линии географического экватора, летом же она смещается к северу на значительное расстояние (до 10° по меридиану). Сезонные изменения положения температурного экватора сказываются на системе циркуляции вод, что находит свое отражение в распределении всех океанологических характеристик.

В тропических районах наиболее важным фактором (таким, как температура воды для высоких и умеренных широт) являются осадки и соответственно материковый сток. В большинстве тропических районов сезонность хорошо проявляется именно в связи с осадками. Например, на о. Куба различаются два ярко выраженных сезона: дождливый — с мая по ноябрь и сухой — с декабря по апрель. Количество выпавших осадков в дождливом сезоне в несколько раз больше, чем в сухом. Интересно, что в прибрежных районах в зависимости от сезона значительно меняется структура вод и их продуктивность (Бессонов, Елизаров, 1971).

Вообще, если температура воды в тропических районах не так явно, как в высоких широтах, отражает ход сезонных процессов, то значение ее как показателя интенсивности адвекции во многих случаях сохраняется. Понижение температуры очень часто обусловлено здесь усилением переноса вод. Мы имеем в виду вызванный поперечной циркуляцией подъем вод по левой периферии постоянных течений в северном полушарии и по правой — в южном.

Результаты исследований в тропических районах Мирового океана особенно хорошо показывают назревшую необходимость замены температуры воды (или какой-либо другой характеристики) как важнейшего показателя динамики вод непосредственными измерениями и расчетами основных параметров циркуляции вод.

По Никамура Хириси (1957) распределение и миграция тунцов тесно связаны с системой морских течений. Каждая такая система представляет собой промысловый участок, а так как в Тихом океане течения имеют преимущественно широтное направление, то промысловые участки представляют собой здесь узкие ленты, идущие с востока на запад. Миграции внутри системы течений зависят не столько от поведения рыбы, сколько от сезонных изменений самой системы. Миграции от системы к системе (март и сентябрь) зависят уже от физиологического состояния самой рыбы.

Т. Левасту (Laevastu, 1965) считает, что течения оказывают влияние на характеристики среды, определяя их простираание и величины вблизи границ ареала данного вида.

По Н. М. Бессонову, А. А. Елизарову и О. Гонсалес (1971), продуктивность вод банки Кампече и соответственно промысловая обстановка в районе банки тесно связаны с флюктуациями Юкатанского течения; увеличение интенсивности Юкатанского течения обуславливает увеличение циклонических вихрей в восточной части банки, усиление стратификации вод и понижение температуры воды у дна. Наибольшие величины первичной продуктивности в районе банки Кампече наблюдаются в периоды усиления интенсивности Юкатанского течения. Промысловая обстановка на банке улучшается через 1—2 месяца после заметного усиления интенсивности Юкатанского течения.

Детальное изучение изменчивости Юкатанского течения, проведенное А. А. Елизаровым и М. Мачадо (1971), показало, что объем вод, поступающих с этим течением в Мексиканский залив, колеблется от 0,47 до 38,96 млн. $m^3/сек$ и что вслед за увеличением притока вод улучшается и промысловая обстановка на банке Кампече (в течение двух-трех месяцев концентрация рыбы увеличивается). Оказалось, что промысловая обстановка зависит также от типа поперечной циркуляции вод в Юкатанском проливе. При определенном типе циркуляции, несмотря на повышенную интенсивность Юкатанского течения, промысловая обстановка ухудшается.

Вообще типизация гидрологических условий (по сезонам или другим промежуткам времени), на наш взгляд, совершенно необходима при отыскании закономерных связей абиотических и биотических факторов. Типизация как метод отыскания главных закономерностей и основ разработки долгосрочных прогнозов уже давно широко применяется в метеорологии. В настоящее время, когда наблюдения над важнейшими океанологическими характеристиками становятся все более массовыми и регулярными, типизация как метод исследования может и должна с успехом применяться при изучении взаимодействия гидросферы и биосферы.

Аналогично приведенным данным по Юкатанскому проливу, Сузуки (Suzuki, 1963) считает, что относительная плотность популяций кальмара к юго-востоку от о. Хокжайдо может определяться посредством установления типа движения Цугарского течения, который выявляется по положению фронтальной зоны.

Есть основания полагать, что в различные сезоны года могут преобладать определенные типы циркуляции вод (Елизаров, Мачадо, 1971). Таким образом, можно говорить если не о периодичности, то, по крайней мере, о квазипериодичности типов циркуляции. В тропических районах разделение года на несколько гидрологических сезонов (по какому-нибудь основному океанологическому показателю) также является типизацией, хотя и более осредненной.

Г. Б. Петрова (1964), исследуя связь между гидрологическими условиями и распределением планктона и сардинеллы в районе Такоради, выделяет четыре гидрологических сезона: два теплых и два холодных. Теплые сезоны характерны массовым развитием фитопланктона и небольшим — зоопланктона. Сардинелла в этом районе дважды в году образует промысловые концентрации у грунта, в основном в холодные сезоны.

Отметим, что в районе Такоради так же, как и в рассмотренном выше районе банки Кампече, период максимума первичной продукции не совпадает со временем максимальных концентраций промысловых рыб. Наибольшие концентрации образуются вслед за периодом максимальных изменений во времени важнейших океанологических характеристик. Следовательно, при прогнозировании плотности скоплений про-

мысловых организмов необходимо учитывать быстроту изменения тех или иных характеристик, используемых в расчетах как аргумент.

Г. К. Ижевский (1961) отмечал наличие полугодового цикла колебания интенсивности постоянных течений и соответствующих изменений биотических условий.

К внутригодовым колебаниям абиотических и биотических условий в море, кроме сезонных, относятся также колебания, обусловленные лунно-солнечными приливными неравенствами.

В некоторых работах подчеркивается значение месячных и полумесячных лунных неравенств. Так, В. Г. Колесников (1967) отмечает, что сроки образования скоплений сельди в Норвежском море приурочены к моментам активизации круговоротов и обусловлены, в частности, полумесячными неравенствами в скорости приливо-отливных течений. Значение времени наступления полнолуния и новолуния при промысле сельди в районе банки Джорджес подчеркивают также А. И. Клименков и В. И. Пахоруков (1964). Но все же необходимо отметить, что вопрос о роли приливных неравенств во внутригодовых циклах колебаний изучен явно недостаточно.

Суточные (вернее, внутрисуточные) изменения распределения промысловых организмов чаще всего связывают либо с колебаниями освещенности, либо с приливными эффектами. По-видимому, колебания освещенности оказывают влияние на вертикальные миграции зоопланктона, за которым следует рыба.

М. Уда (Uda, 1956) подробно исследовал вертикальные перемещения глубоководного рассеивающего слоя (ГРС), или «слоя концентрации макропланктона», легко обнаруживаемого при помощи эхолота. Для ГРС типично опускание на рассвете и подъем в сумерки. Характерно, что к этому времени приурочены и наибольшие скопления рыбы. Скорость опускания ГРС — от 0,6 до 5 м/мин, толщина — от 10 до 150 м.

Н. Х. Блэкстер (Blaxter, 1965) пишет: «Имеются некоторые свидетельства о том, что активность питания у рыб более интенсивна в сумерках и перед восходом солнца».

Вудхед (P. M. J. Woodhead, 1965) связывает вертикальное распределение организмов, обусловленное изменением освещенности, с различным воздействием течения или системы течений. По его мнению, эти изменения могут основательно отразиться на горизонтальном распределении рыб, а их суточные вертикальные перемещения «могут формировать интегральную часть механизма распределения многих донных рыб».

Влияние приливных явлений можно показать на примере какого-либо хорошо освоенного промыслом района. Так, в июле 1962 г. на Джорджес банке наблюдались суточные миграции сельди с севера на юг и обратно (Клименков, Пахоруков, 1964). При южном направлении приливной волны сельдь перемещалась на мелководье, уходя от холодных глубинных вод. За шесть часов температура понижалась на 5,4°. При северном направлении приливной волны сельдь отходила на большие глубины (от 70 до 120 м).

В данном случае ясно видно первенствующее значение фактора циркуляции вод. Характеристики, оказывающие лимитирующее воздействие на распределение промысловых организмов, изменяются в зависимости от характера движения вод. Вообще внутрисуточные приливные и неприливные изменения океанологических условий и соответствующие изменения распределения косяков рыбы наблюдаются во многих частях Мирового океана.

В связи с этим, на наш взгляд, принципиально правильную методику краткосрочного прогнозирования условий распределения промысловых рыб на шельфе Западной Африки применили О. Г. Рябиков и Г. В. Фомин (1969). Заток вод Канарского течения на шельф фиксировался на батитермографическом разрезе вдоль определенной изобаты у края шельфа. Разрез протяженностью 100—120 миль (станции через 10 миль) выполнялся в течение ночи. Скопления рыб прогнозировались на глубинах, на которых выявлялось компенсационное опускание вод. Практика показала правильность принципов, положенных в основу метода, и хорошее соответствие прогнозов реальным условиям.

Из анализа колебаний различных природных циклов чрезвычайно важно выделить основные факторы, обуславливающие изменения в распределении и концентрации промысловых организмов. Следует сказать, что в поисках главных факторов исследователи перебрали почти весь арсенал океанологических, метеорологических и гидробиологических характеристик. Однако чаще всего в качестве главного индикатора изменчивости природных условий используется температура воды; при этом подчеркивается, что на распределение косяков рыбы влияет не только абсолютная температура воды, но и ее градиенты по вертикали и горизонтально, а также темпы ее изменения (Маслов, 1957; Милинский, 1967). Все же наиболее важная роль температуры воды заключается, на наш взгляд, в том, что во многих районах Мирового океана она является индикатором приноса теплых и холодных вод извне (с морскими течениями).

Ослабление или усиление приноса вод извне, чаще всего из района формирования другой водной массы, влечет за собой значительные изменения в структуре вод и распределении других физических и химических характеристик, т. е. общее изменение океанологических условий. В этом случае температура воды (на практике часто используются средние значения температуры на стандартных разрезах) является комплексным динамическим показателем (Ижевский и Елизаров, 1965).

На первый взгляд, температура воды как показатель динамики вод имеет неодинаковое значение в полярных, умеренных и тропических районах. Если в первых двух она является, как уже отмечалось, показателем интенсивности притока вод с теплым (Гольфстрим) или холодным (Лабрадорским) течениями, то во втором она служит главным образом индикатором вертикального обмена (областей подъема или опускания) вод. Однако это различие представляется нам не столь существенным, если мы вспомним, что вертикальные перемещения теснейшим образом связаны с горизонтальными. Например, по Э. И. Черному (1967), «однозначная сопряженность колебаний интенсивности вертикальных потоков и всей системы Аляскинского течения свидетельствует об определяющем значении для развития вертикальных движений динамического состояния основного горизонтального потока».

Вообще мы считаем, что выявление основных закономерностей распределения и концентрации промысловых рыб в зависимости от изменчивости абиотических условий невозможно только при использовании каких-либо отдельных характеристик (даже таких важных, как температура воды, скорость горизонтального течения или скорость подъема вод). Лишь полное (или максимально приближенное) выражение закономерных флюктуаций структур и общей циркуляции вод может быть представлено в качестве океанологической основы распределения и концентрации промысловых организмов.

Купер (Cooper, 1969) считает, что в природе движение воды никогда не бывает строго горизонтальным или вертикальным; мы всегда должны представлять трехмерную картину. В свою очередь серии трехмер-

ных структур, последовательно изменяющиеся во времени, должны дать основу четырехмерным представлениям.

Однако в настоящее время нет ни законченных теоретических работ по трехмерному движению, ни надежных способов графического выражения трех- и четырехмерных структур. Поэтому на данном этапе развития промысловой океанографии и решения проблемы распределения и концентрации промысловых организмов основное внимание должно быть обращено на изучение различных форм горизонтальной и вертикальной циркуляции вод и их изменчивости во времени.

Д. Тейт (1957) считает, что морские течения и перемещения водных масс являются фактором, требующим особого внимания при изучении ресурсов моря и распространения морских организмов.

Наиболее обстоятельно рассмотрено влияние течений на распределение промысловых рыб в статьях японского ученого М. Уда (Uda, 1961; 1962).

М. Уда и М. Ишино (Uda, Jshino, 1958) отмечают районы круговоротов (циклонических и антициклонических), линии конвергенции и дивергенции течений и фронтальные зоны в общем. На основании анализа данных морских исследований и лабораторных опытов они выделяют три типа продуктивных зон: система динамических ядер, топографическая система круговоротов, приостровные участки.

Много интересных материалов дало систематическое изучение Куроисио и Ойяисио. Хорошими индикаторами промысловых районов оказались границы этих течений (Никамура Хироси, 1957). Интересно, что ширина переходных зон между этими течениями (весьма важных в промысловом отношении) зависит от интенсивности и характера движения основных потоков. Если Куроисио к северо-востоку от Японии (между 142 и 150° в. д.) занимает более северное положение, а Ойяисио больше простирается к югу, то переходная зона суживается и соответственно увеличиваются горизонтальные градиенты океанологических характеристик. В случае более южного положения Куроисио отмечается обратный эффект.

Вообще переходные зоны (зоны трансформации) имеют особое значение в промысловом отношении. По многим причинам (повышенная интенсивность образования круговоротов, усиление вертикального обмена, затрудненность диссипации биоэлементов и др.) здесь образуются максимальные концентрации промысловых организмов. В литературе мы находим много подтверждений этому, например, концентрации трески Шпицбергенского шельфа (Beverton, Lee, 1965), пикши Ньюфаундлендской банки (Шестов, 1967), тунцов тропической части Атлантического океана (Жаров, 1966) и даже креветки Берингова моря (Иванов, 1967) и антарктического криля (Богданов, Орадовский, Солянкин, Хвацкий, 1969). Однако механизм образования переходных зон и их динамика в зависимости от интенсивности образующих их течений изучены явно недостаточно. Неизвестны также оптимальные параметры этих зон. Ясно лишь, что здесь, как и во многих других проблемах промысловой океанографии, решение связано с раскрытием закономерностей циркуляции вод и их физической структуры. Конкретно это выражается в необходимости детального расчета основных потоков (Вялов, Филиппов, Коновалов, 1962) и степени стратификации водных масс.

Из всего сказанного следует, что форма и характер циркуляции вод играют главную роль при решении одной из основных проблем океанологии — проблемы распределения и концентрации промысловых организмов.

Динамика вод, по существу, является причинной основой океанологического режима тех или иных райсов Мирового океана. И в тех случаях, когда исследователь, пользуясь широко применяемыми в настоящее время структурными связями, не забывает об этой основе, результаты его работы с течением времени не теряют актуальности. К исследованиям такого рода мы относим, в частности, работы Г. К. Ижевского (1961, 1964) и Уда (Uda, 1961, 1962). Если же структурный анализ производится вслепую и коррелируется «все и вся», без учета качественных особенностей отдельных характеристик и их связи с динамикой вод, результат работы может лишь скрыть от нас реально существующие связи. Ярким, но далеко не единственным примером такого рода является работа Р. Маргалев (Margalef, 1967) о связях между океанологическими характеристиками Карибского моря.

Исследования по проблеме распределения и концентрации промысловых организмов следует вести в тесной связи с работами по другим проблемам промысловой океанографии (биологической продуктивности районов и воспроизводства промысловых организмов). Исследования пойдут успешней, если изучение закономерностей воспроизводства будет опережать изучение распределения (короткопериодные колебания накладываются на долгопериодные, а не наоборот). Однако, как мы видели, исследования практически начинаются с решения частных вопросов распределения, вследствие чего полученные результаты в большинстве случаев также имеют частный характер. Основная причина этого заключается, на наш взгляд, как в нехватке долгопериодных стандартных наблюдений, так и в недопонимании первенствующего значения циркуляционных факторов.

Заключение

Среди многочисленных исследований, выполненных по проблеме океанологических условий распределения (изменчивость в пространстве) и концентрации (изменчивость во времени) объектов промысла выделяются работы по многолетним, внутригодовым (в том числе сезонным) и внутрисуточным изменениям абиотических и биотических условий.

Для высоких и умеренных широт показателем (индикатором) изменчивости абиотических условий является прежде всего температура воды, отражающая в сумме радиационные и динамические процессы. В тропических широтах важными показателями ряда основных физических процессов являются осадки и континентальный сток. Однако во всех случаях при исследовании океанологических условий распределения и концентрации промысловых организмов наиболее важное значение имеет изучение динамики вод, изменчивости гидрологических структур, фронтальных зон и т. п.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бессонов Н. М. и Елизаров А. А. Об изменчивости океанологических условий и продуктивности прикубинских вод в районах массового промысла креветок (на примере бухты Сьенфуэго). Советско-Кубинские рыбохозяйственные исследования. Вып. 3. Изд-во «Пищевая промышленность» (1971).
- Бессонов Н. М., Елизаров А. А. и О. Гонсалес. Основные черты формирования океанологических условий на банке Кампече в связи с распределением и концентрацией промысловых организмов. Советско-Кубинские рыбохозяйственные исследования. Вып. 3. Изд-во «Пищевая промышленность» (1971).
- Богданов М. А., Орадовский С. Г., Солянкин Е. В. и Хвацкий Н. В. О фронтальной зоне в море Скотия. «Океанология». Т. IX. Вып. 6, 1969.

- Вялов Ю. А., Филиппов Е. А. и Э. И. Коновалов. О взаимодействии вод и распределения рыбы в районах Новой Шотландии. Труды БалтНИРО. Вып. IX, 1962.
- Вялов Ю. А. и Яковлев В. М. О связи перемещений рыбы с барическими полями. Труды АтлантНИРО. Вып. XII. Калининград, 1964.
- Елизаров А. А. Ход промысла в зависимости от гидрологических условий на северном склоне Гусиной банки. Труды ПИНРО. Т. 11, 1959.
- Елизаров А. А. и Мачадо И. Об изменчивости Юкатанского течения и типы циркуляции вод в одноименном проливе в связи с концентрацией промысловых организмов на банке Кампече. Советско-Кубинские рыбохозяйственные исследования. Вып. 3. Изд-во «Пищевая промышленность» (1971).
- Жаров В. Л. Зависимость распределения скоплений тунцов от океанологической структуры вод в некоторых районах тропической части Атлантического океана. Труды ВНИРО. Т. LX, 1966.
- Завернин Ю. П. Прогноз сроков подхода сайры к Курильским островам, Известия ТИНРО. Т. 60. Владивосток, 1967.
- Иванов Б. Г. Закономерности распределения северного шримса (*Pandalus borealis* Kt.) в Беринговом море и заливе Аляска. «Океанология». Т. VII. Вып. 5, 1967.
- Ижевский Г. К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. Пищепромиздат, 1961.
- Ижевский Г. К. Системная основа прогнозирования океанологических условий и воспроизводства промысловых рыб. Изд. ВНИРО. М., 1964.
- Клименков А. И. и Зиланов В. К. Гидрологический режим Восточно-Исландского течения и его влияние на поведение и вылов сельди. Материалы сессии Ученого совета ПИНРО (итоги 1965 г.). Мурманск, 1967.
- Клименков А. И. и Пахорук В. И. Гидрологические наблюдения в западной части Атлантического океана. Труды ПИНРО. Вып. XVI, 1964.
- Книпович Н. М. Гидрология морей и солоноватых вод (в применении к промысловому делу). М., Пищепромиздат, 1938.
- Колесников В. Г. Океанологические основы рыбопромысловых прогнозов в Норвежском море. Изд. АтлантНИРО. Калининград, 1967.
- Константинов К. Г. О зависимости между температурой воды и распределением донных рыб. Научно-техн. бюллетень ПИНРО, № 4 (18). Мурманск, 1961.
- Константинов К. Г. Прогнозирование распределения рыбных концентраций в Баренцевом море по температурному фактору. Труды ПИНРО. Т. XX, 1967.
- Константинов К. Г. и Мухин А. И. О некоторых закономерностях летней миграции трески в южной части Баренцева моря. Труды ПИНРО. Т. XVI, 1964.
- Маслов Н. А. Прогноз сырьевой базы и условий тралового промысла. Труды ПИНРО. Т. X, 1957.
- Милинский Г. И. Влияние температуры воды на распределение трески в южной части Баренцева моря. Труды ПИНРО. Т. XX, 1967.
- Мовчан О. А. Распределение и развитие фитопланктона в районе Ньюфаундленда в зависимости от сезонных изменений некоторых абиотических факторов. «Океанология». Т. VII. Вып. 6, 1967.
- Мухин А. И. Зависимость производительности тралового промысла от численности тресковых рыб и температуры воды в южной части Баренцева моря. Труды ПИНРО. Т. XX, 1967.
- Надеждин В. М. Условия концентрации некоторых рыб и дельфинов в Черном море. «Рыбное хозяйство», 1950, № 1.
- Никамура Хироси. Распределение и миграции тунцов (перевод с японского). Сборник материалов о международном рыболовстве. № 7. Токио, 1957.
- Новиков Ю. В. Условия образования промысловых скоплений тихоокеанской сайры. Труды ВНИРО. Т. LX, 1966.
- Павлов М. А. О формировании стада трески в районе Западной Гренландии. «Рыбное хозяйство», 1964, № 6.
- Петрова Г. Б. Связь между гидрологическими условиями, планктоном и сардинеллой (*Sardinella aurita*) в районе Такоради. Труды АтлантНИРО. Вып. XII. Калининград, 1964.
- Пробатов А. Н. Подходы нерестовой сельди к западному побережью Южного Сахалина. «Рыбное хозяйство», 1950, № 2.
- Рябиков О. Г. и Фомин Г. В. О краткосрочном прогнозировании мест скопления рыбы в шельфовых водах Западной Африки. Атлантический океан (рыбопоисковые исследования). Вып. 11. Калининград, 1969.
- Сонина М. А. Распространение и миграции пикши *Melanogrammus aeglefinus* Linne в южной части Баренцева моря. Труды ПИНРО. Вып. XX, 1967.
- Сорокин Ю. И. О влиянии стратификации водных масс на первичную продукцию фотосинтеза в море. Журнал общей биологии. Т. 20, № 6, 1959.
- Тейт Д. Влияние среды на биологию промысловых рыб. Материалы международной конференции по охране запасов рыб. Вып. 1. М., 1957.

- Федоров С. С. Атлантическо-скандинавские сельди и их распределение. Изд-во «Рыбное хозяйство», М., 1962.
- Черный Э. И. Вертикальная циркуляция вод залива Аляска и ее сезонная изменчивость. Известия ТИНРО. Т. 60. Владивосток, 1967.
- Шестов В. П. Экология и промысел пикши на Ньюфаундлендских банках. Труды ПИНРО. Т. XX, 1967.
- Шилов В. Н. и Шабалин В. П. О прогнозировании сроков осенней миграции азоской хамсы. «Рыбное хозяйство», 1968, № 8.
- Beverton R. I. H. and Lee A. I. The influence of hydrographic and other factors on the distribution of cod on the Spitsbergen shelf. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Blaxter I. H. S. Effect of change of light intensity on fish. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Cendrero O. About possible fishing (temperature of water relationship). ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Cooper L. H. N. Extraction of oceanographical time—series from the four—dimensional «liquidum» (or continuum). Progr. Oceanogr. v. 5, Pergamon Press, 1969.
- Dietrich G., Aurich H. and Kothaus A. On the relationship between the distribution of redfish and redfish larvae and the hydrographical conditions in the Irminger Sea. ICNAF Spec. Publ. N 3, 1961.
- Edwards R. L. Relation of temperature to fish abundance and distribution in the southern New England area. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Hansen P. M. Studies on the biology of the cod in Greenland waters. Rapp. Cons. Explor. Mer. vol. 100, 1969.
- Izhevski G. K. and Elizarov A. A. Modern methods of scientific investigations in fishery oceanography. FAO Fish. EPTA Rep. N 1937—II, 1965.
- Ives Jean. Seasonal distribution of cod (G. m. L.) along the Canadian Atlantic coast in relation to water temperature. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Laevastu T. Interpretation of fish distribution in respect to currents in the light of available laboratory and field observations. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Lauzier L. M. and Tibbo S. N. Water temperature and the herring fishery of Magdalen Islands. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Margalef R. Correlaciones entre parámetros oceanográficos del Caribe, Investigacion pesquera, T. 31/1, Barcelona, 1967.
- May A. W. Research vessel catches of cod in the Hamilton Inlet Bank area in relation to depth and temperature. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Meyer A. Relationship between drift—ice, atmosphere circulation and fishing possibilities off southeast Greenland during the first halves of the years 1959—1963. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Middtun L. S. The relation between temperature conditions and fish distributions in the southern Barents Sea. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Rodewald M. Bestandsschwankungen des Rotbarsches vor Südlabrador und die atmosphärische Zirkulation im Nordwest Atlantik, Hansa, N 6, 7, 1960.
- Suzuki Tsuncyoshi. Studies on the relationship between current boundary zones in water to the southeast of Hokkaido and migration of the squid. Mem. Fac. Fish. Hokkaido, v. 11, N 2, 1963.
- Tsujita T. The fisheries oceanography of the East China Sea and Tsushima Strait. The oceanographic structure and the ecological character of the fishing grounds. Bull. Seikai Fish. Res. Lab., vol. 13, 1957.
- Uda M. Researches on the fishing grounds in relation to the scattering layer of supersonic wave. J. Tokyo Univ. Fish., v. 42, N 2, 1956.
- Uda M. Fisheries oceanography in Japan, especially on the principles of fish distribution, concentration, dispersal and fluctuation. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep., v. VIII, 1961.
- Uda M. Subarctic oceanography in relation to whaling and salmon fisheries. Sci. Rep. Whales Res. Inst., N 16, 1962.
- Uda M. and Hirano T. Fishery aspects of oceanographical researches in the Kuroshio waters. Proc. Symp. on the Kuroshio, Tokyo, 1963.
- Uda M. and Ishino M. Enrichment pattern resulting from eddy systems in relation to fishing grounds. J. Tokyo Univ. Fish., v. 44, № 1—2, 1958.
- Woodhead P. M. I. Effects of light upon behaviour and distribution of demersal fishes of the North Atlantic. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Woodhead P. M. I. and Woodhead A. D. Seasonal changes in the physiology of the Barents Sea cod (*Gadus morhua* L.) in relation to its environment. ICNAF Spec. Publ. N 6, 1965.
- Katsumi H. Some problems relating to fluctuation of hydrographic condition in the sea northeast of Japan. Part I. Relation between the patterns of the Kuroshio and the Oyashio. J. Oceanogr. Soc. Japan, V. 25. N 1, 1969.

SUMMARY

Oceanological conditions of the distribution of commercial species imply natural phenomena causing a spatial change in their position. Conditions of concentration of commercial species involve various factors, determining variations in the density of their concentrations in time (in one and the same area).

Of the multiple investigations on the distribution and concentration of commercial organisms, studies on long — term, throughout the year (seasonal, monthly etc.) and daily variations in abiotic and biotic conditions are most important.

For high and temperate latitudes it is first of all water temperature that is an indicator of variations in abiotic conditions, whereas for tropical latitudes it is precipitation and land drainage (in the coastal areas) that are significant.

However, the studies of the dynamics of waters, variations of hydrochemical structures, frontal zones etc., are of utmost importance in all cases, when carrying out oceanological investigations of the distribution and concentration of commercial organisms.