

УДК 639.2.081.7

ФОРМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЫБ И ИХ РЕГИСТРАЦИЯ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

К. И. Юданов (ВНИРО)

Опыт работы с рыбопоисковыми гидроакустическими приборами показывает, что рыбы дают эхозаписи самых разнообразных видов. Очевидно, что характер показаний гидроакустических приборов определяется в первую очередь распределением регистрируемых рыб. От того, какие формы принимает в водном пространстве та или иная концентрация рыб, зависит вид ее эхограммы.

Каждый вид рыб имеет свои особенности распределения и поведения и может изображаться на эхограмме по-разному. В одно время рыбы держатся разреженно на большой площади, в другое время — собираются в стаи или концентрируются в скопления. Распределение рыбы по глубине также меняется в течение года: то рыба держится на большой глубине, то в верхних слоях воды. Наряду с сезонными изменениями происходят регулярные суточные перераспределения рыб. Во время суточных вертикальных миграций разреженная рыба может при подъеме вверх собираться в стаи, а бывает наоборот, когда скопление распадается на мелкие косяки и затем рассеивается.

Если учесть, что каждый вид рыб имеет свои особенности поведения, свой годовой и суточный ритм распределения, то станет понятно, почему так многообразен и изменчив характер записей рыб гидроакустическими приборами в морях и океанах. К этому нужно еще добавить показания разнообразных морских организмов (медузы, планктон и т. д.), которые также претерпевают сезонные и суточные изменения. Естественно, что при таком большом разнообразии показаний и столь сложной картине распределения морских организмов расшифровка записей рыбопоисковых гидроакустических приборов представляет большие трудности.

Проблема расшифровки показаний гидроакустических приборов может быть решена только при достаточной изученности распределения и поведения различных видов рыб в каждом конкретном водоеме, при знании структуры концентраций в разное время суток и года и т. д. Это позволит систематизировать показания приборов, дать классификацию типов записей применительно к разным морям и районам промысла.

Рассмотрим сначала общие типы распределения морских рыб.

Распределение рыб можно систематизировать в пределах видовой группировки, по площади и по глубине.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ В ПРЕДЕЛАХ ВИДОВОЙ ГРУППИРОВКИ

Наблюдения за массовыми промысловыми рыбами с помощью гидроакустических приборов, а также с самолета и из гидростата показывают, что рыбы одного вида могут группироваться по-разному. Структура видовой группировки в значительной степени определяется поведением рыб, их биологическим состоянием.

Каждый вид рыб может иметь следующие формы распределения: а) разреженное; б) стайное; в) в скоплении.

Под разреженным понимается такое распределение, при котором отдельные рыбы держатся друг от друга обособленно и не связаны между собой единством поведения. Разреженное распределение наблюдается у многих массовых рыб сразу же после их нереста, когда рыба обессилена и находится в пассивном состоянии. Разреженно рыба может держаться в период питания, если кормовые организмы распределены на большой площади.

Наиболее характерно разреженное распределение у крупных рыб: взрослой трески, пикши, морского скуня, меч-рыбы, некоторых тунцов и акул. Подводные наблюдения показывают, что в одиночку обычно держатся такие придонные рыбы, как зубатка, скат, бычки (Киселев, 1961, 1962). Значительно реже такое распределение бывает у сельди, хамсы, кильки и других массовых пелагических рыб.

Для обнаружения разреженной рыбы гидроакустические приборы должны обладать высокой чувствительностью, особенно при регистрации отдельных рыб на больших глубинах.

При стайном или косячном распределении рыбы держатся в виде определенных компактных групп, косяков. По мнению Месяцева, косяк рыб «является биологической категорией — элементарной формой стада, состоит из небольшого количества рыб одного вида и одинакового размера и постоянна по своему составу» (Месяцев, 1937). Никольский под стаей подразумевает «группировку взаимно ориентирующихся друг на друга рыб близкого биологического состояния и возраста, объединенных единством поведения» (Никольский, 1961).

Наиболее распространен стайный образ жизни у пелагических рыб, питающихся планктоном. Стайное распределение типично для большого периода жизни различных сельдей, сардины, кильки и других планктоноядных рыб. У придонных рыб стайное распределение встречается редко.

Характерной особенностью стайного распределения является то, что стая обычно состоит из одного и того же вида рыб, близких по размерам и сходного физиологического состояния. В стае рыба собирается во время миграций, а также в период интенсивного откорма. В период нагула размеры стаи в значительной степени зависят от характера распределения и концентрации кормовых организмов. Чем больше величина кормовых полей, тем крупнее стаи. В период миграций величина стай зависит от темпа движения рыбы. Как отмечал Месяцев, при движении стаи рыб принимают обтекаемую форму, причем во время быстрых миграций стаи невелики. Они становятся значительно крупнее в местах отдыха рыб на путях миграций. Значительных размеров достигают стаи во время нерестовых миграций, особенно при подходе к нерестилищам.

Стаи регистрируются гидроакустическими приборами в виде компактных четко очерченных групп, причем подтверждается установленное Шулейкиным положение о том, что величина и плотность стаи зависят от размеров рыб, составляющих стаю (Шулейкин, 1953). Как правило, мелкие рыбы образуют более плотные стаи, чем крупные. Эта законо-

мерность отчетливо проявляется в характере регистрации стай разных пород рыб и, как будет показано далее, может быть использована при расшифровке показаний гидроакустических приборов.

Форма и размер стаи могут сильно изменяться под влиянием различных причин. Наблюдения с самолета показывают, что даже за короткий отрезок времени стая может значительно изменить свою форму; нередко происходит дробление крупных стай на более мелкие и т. д. Заметные изменения претерпевает вид стай во время суточных вертикальных миграций. Как показывают многочисленные эхолотные наблюдения, при вечернем подъеме с глубины стаи, как правило, сильно вытягиваются по вертикали. При кратковременных остановках конфигурация стай может вновь измениться: вертикальные размеры сократятся за счет увеличения горизонтальных. По мере подъема в верхние слои крупные стаи распадаются на более мелкие. На форму стаи влияет даже такой, казалось бы, малосущественный фактор, как рельеф дна. Наблюдения Болстера в Английском канале показали, что стаи сельди имеют четко очерченную форму в тех случаях, когда они расположены над ровным дном. Если стая находится над впадиной или выступом, то края ее более расплывчатые.

Численность рыб, образующих стаю, может также колебаться в больших пределах. Стаи тресковых рыб обычно состоят из нескольких десятков или сотен особей, тогда как стаи сельди из многих тысяч рыб (Месяцев, 1939; Марти, 1948; Радаков, 1961).

Скопление представляет собой объединение стай или разреженной рыбы, образующееся по разным причинам. Нередко стаи настолько близко соприкасаются друг с другом, что происходит их частичное или полное перемешивание. В результате такого смещения стай нарушается единство поведения рыб в скоплении. В этом отношении скопление рыб представляет собой как бы промежуточное звено между разреженным и стайным распределением. Месяцев считал, что скопление представляет собой сборище рыб разных размеров и даже разных пород. Он отмечал, что «скопление является временным и изменчивым по составу образованием и состоит из многочисленных косяков разных рыб и размеров» (Месяцев, 1939). Как показывают эхолотные наблюдения, смешивание стай по краям скопления бывает значительно слабее, чем в средней части концентрации. Именно поэтому в зависимости от того, какое распределение рыб преобладает при формировании скопления, на краях его эхолот всегда регистрирует стаи или разреженную рыбу.

«Образование скоплений строго приурочено к определенным физико-географическим условиям» (Месяцев, 1937). Скопление может быть вызвано резкими изменениями условий среды на путях миграций, например температурными градиентами, завихрениями течений, сосредоточением пищевых организмов в отдельных районах и другими причинами. Скопления наблюдаются в определенных участках моря во время нагула, нереста и зимовки рыб.

Форма и размеры скоплений бывают самые разнообразные. Они зависят от численности рыб и условий обитания в каждом конкретном районе моря. В одних случаях скопление может быть большим и регистрироваться гидроакустическими приборами в виде узкой ленты на протяжении десятков и даже сотен миль. В других случаях площадь скопления бывает весьма ограниченной, при этом оно имеет большую вертикальную протяженность.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБ ПО АКВАТОРИИ МОРЯ

Распределение рыб на морских площадях определяется гидрологическим режимом водоема, физиологическим состоянием рыб, кормовыми ресурсами, запасами рыб в водоеме и т. д. В зависимости от изменения указанных условий картина распределения рыб может сильно меняться. В результате в одни периоды акватория распределения рыб охватывает тысячи миль, а в другое время тот же вид концентрируется на очень небольшом участке моря.

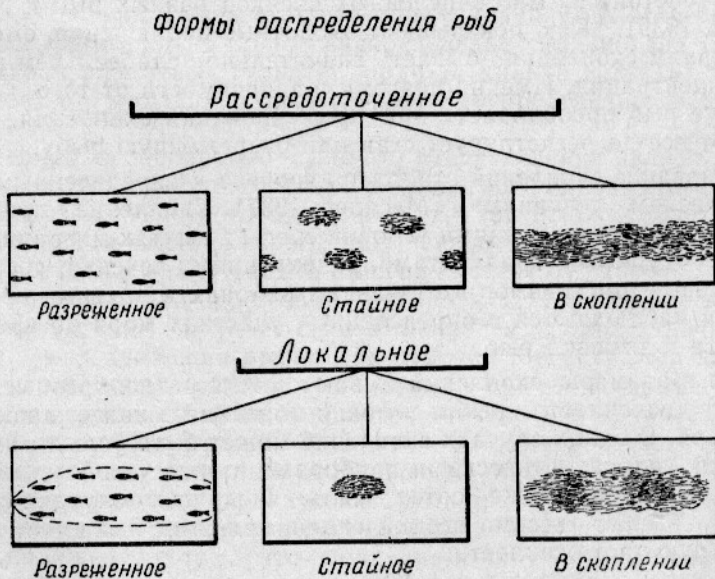
Учитывая указанные особенности, можно выделить два типа распределения рыб по площади моря: а) рассредоточенное; б) локальное.

Под рассредоточенным понимается такое распределение, при котором рыба держится на большой акватории моря. Этот тип распределения особенно характерен в период нагула рыбы. Такое распределение рыбы бывает также и во время нереста при наличии больших нерестовых площадей. Необходимым условием распределения рыбы на значительной площади является, естественно, большая численность стада. Локальное распределение рыбы наблюдается тогда, когда по тем или иным причинам рыба вынуждена концентрироваться на ограниченных участках моря, являющихся наиболее благоприятными для ее обитания.

При рассредоточенном и локальном распределениях могут иметь место все три формы внутривидовых группировок: рыбы могут держаться разреженно, стайно или в скоплении. В результате могут встречаться следующие варианты распределений рыб:

- 1) разреженное, рассредоточенное на большой площади;
- 2) локальное разреженное;
- 3) рассредоточенное стайное;
- 4) локальное стайное;
- 5) рассредоточенные скопления;
- 6) локальные скопления.

Все перечисленные виды распределения рыб схематично изображены на рис. 1.



Разреженное распределение рыбы на большой площади встречается довольно часто в период нагула у таких придонных рыб, как треска, пикша, морской окунь. Площади, занимаемые в таких случаях треской и окунем, например в Баренцевом море, а также у Ньюфаундленда и в других местах, составляют многие тысячи квадратных миль. Иногда такое распределение бывает у пелагических рыб, например у сельди, салаки и др. Так, в Балтийском море бывают периоды, когда при благоприятном распределении кормовых организмов и соответствующем режиме гидрологии салака держится рассеянно на больших площадях моря.

Запись такой разреженной рыбы на ленте самописца эхолота имеет вид отдельных мелких штрихов (рис. 2).

Такая рассеянная на большой площади рыба не представляет большого интереса для промысла. Существенные уловы при таком распределении рыбы можно получить только дрейтерными сетями или ставными ловушками, устанавливаемыми на течении.

Локальное разреженное распределение рыб встречается довольно редко. Такое распределение бывает только при неблагоприятных условиях обитания и при малой численности рыб. Примером локального разреженного распределения рыб может служить распределение трески в Балтийском море в 1959 г., когда из-за неблагоприятного кислородного режима во многих впадинах рыба удерживалась на отдельных небольших участках моря.

Стайное рассредоточенное распределение наиболее типично для пелагических рыб в начальный период нагула. В этот период рыба собирается в мелкие стаи, которые распределяются на большой площади.

Такие стайки отмечаются приборами на ленте самописцев в виде штрихов и знаков, типичное изображение которых представлено на эхграмме (рис. 3).

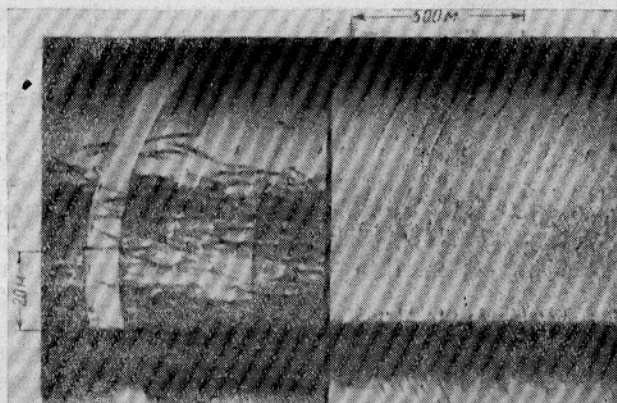


Рис. 2. Запись разреженного распределения балтийской салаки на полном ходу судна (справа) и в дрейфе (слева).

Так регистрируется атлантическая сельдь, каспийская килька, североморская сельдь и многие другие рыбы. При стайном рассредоточенном распределении рыбы особенно хорошие уловы наблюдаются, например, при промысле сельди в Северной Атлантике, лове кильки на электросвет на Каспии и т. д.

Стайное локальное распределение рыбы обычно бывает на путях движения пелагических рыб, в местах резкого перепада глубин (на свалах), в районе стыка теплых и холодных вод, в зонах завихрений течений, вблизи областей цветения планктона. В таких местах стаи

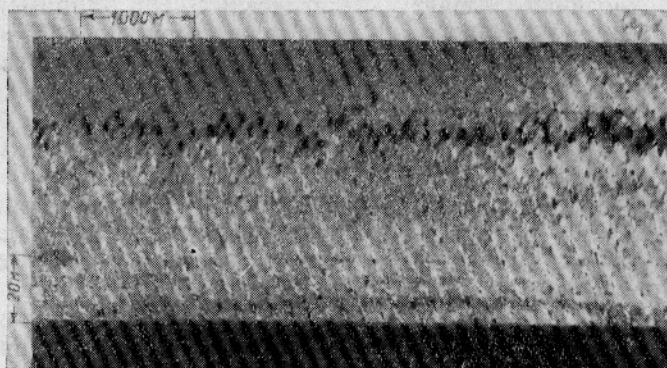


Рис. 3. Запись рассредоточенного распределения мелких стай рыбы.

задерживаются и накапливаются. Так бывает во время кормовых, нерестовых и зимовальных миграций.

Стайное локальное распределение рыб представляет значительный интерес для промысла. Отдельные стаи нередко достигают больших размеров и состоят из десятков и сотен тысяч рыб. Поэтому каждая такая стая является промысловым объектом для тралового или кошелькового лова. Так, например, стаи различных сельдей (североморские, дальневосточные, атлантические) при движении к нерестилищам могут иметь поперечник более 100 м и давать уловы в 50—100 т. Записи таких стай напоминают вид комет (рис. 4).

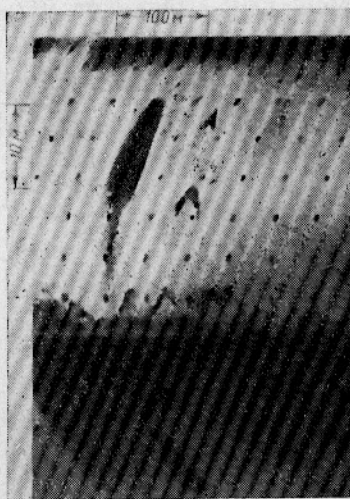


Рис. 4. Запись крупной стаи преднерестовой салаки.

Рассредоточенные скопления наблюдаются довольно часто как у пелагических, так и у придонных рыб. Записи рассредоточенных скоплений на бумаге самописца обычно изображаются в виде длинных полос на определенной глубине (рис. 5). Протяженность полос может достигать десятков и даже сотен миль. Такое распределение бывает, например, у сельди и мерланга в Северном море, у морского окуня у Ньюфаундленда, у салаки в Балтийском море.

Рассредоточенные скопления, как правило, не отличаются большой плотностью. Уловы на таких скоплениях устойчивые, но редко достигают больших размеров.

Рассредоточенные скопления большой мощности бывают очень редко. Это явление имеет место только у рыб с очень большой численностью, когда во время массового хода рыба в огромных количествах подвали-

вадет к местам откорма или на нерест. Так, мощные скопления большой протяженности создает в отдельные годы мурманская сельдь, когда она в огромных количествах подходит к побережью. Такого же рода скопления иногда создает также крупная черноморская ставрида. Огромные



Рис. 5. Запись рассредоточенного скопления балтийской кильки.

скопления образовывала в свое время тихоокеанская сельдь при нерестовых подходах в прибрежную зону. Уловы на таких скоплениях были особенно велики.

Локальные скопления представляют собой мощные концентрации рыб, которые образуются на ограниченных участках моря, в местах

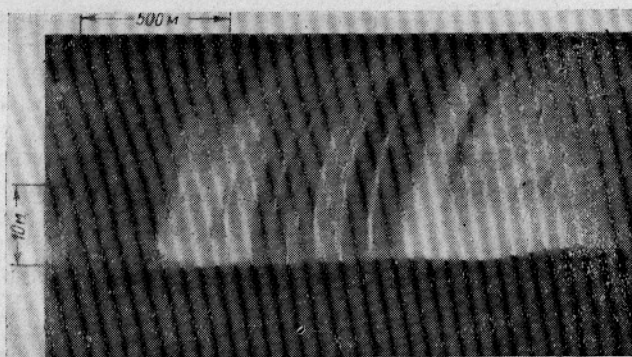


Рис. 6. Запись нерестового скопления североморской сельди.

остановок рыбы во время кормовых, нерестовых и зимовальных миграций. В отличие от стайного локального распределения такие концентрации возникают только при массовых миграциях рыбы. Особенно мощные скопления образуются на нерестилищах и на путях к ним. Так, сельдь по пути к нерестилищам накапливается в местах подъема дна, в пределах шельфа. Наиболее продолжительные остановки рыба делает вблизи нерестилищ на склонах банок и прибрежных мелководий. В местах таких остановок, а также на самих нерестилищах образуются грандиоз-

ные по мощности скопления, состоящие из многих десятков, а иногда и сотен крупных стай. Например, на Доггер-банке в Северном море автор наблюдал очень мощные скопления нерестующей сельди (Юданов, 1960). На эхограммах такие скопления имели вид сплошной завесы от поверхности до дна (рис. 6). Протяженность достигала один километр.

Мощные локальные скопления образует норвежская сельдь на местах зимовки. Большие скопления хамсы возникают на границе вод Керченского пролива и Черного моря. Таких примеров, когда рыба концентрируется на небольших участках моря, можно привести много. Локальные скопления встречаются почти на всех водоемах, где есть массовые промысловые рыбы. Способность рыб создавать плотные устойчивые концентрации очень важна для рыболовства. Именно на таких скоплениях в основном и базируется промысловый флот.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЫБЫ НА ГЛУБИНЕ

Наряду с горизонтальными перемещениями по площади моря рыбы совершают вертикальные перераспределения в толще океана. В зависимости от гидрологических условий, освещенности, перемешивания водных масс, распределения кормовых организмов и т. д. рыбы меняют глубину своего обитания. Глубина распределения рыбы на протяжении жизненного цикла может измениться в больших пределах: в одно время рыбы держатся по всей толще воды, в другое — зона их распределения ограничена определенным диапазоном глубин.

Большое влияние на вертикальные перемещения рыб оказывают температурные условия моря. Неравномерное распределение температуры по глубине, и особенно резкие температурные градиенты, могут сильно ограничивать зону вертикального распределения рыб, способствовать ее концентрации на определенных горизонтах. По этой причине гидроакустические приборы часто регистрируют концентрации рыб в виде слоя на определенных горизонтах.

Благодаря гидроакустической технике удалось собрать обширный материал по вертикальному распределению рыбы в разных водоемах. Установлены особенности вертикальных распределений пелагических и придонных рыб в разное время. Первые же опыты использования гидроакустических приборов (ПИНРО, 1952) позволили выявить значительные вертикальные миграции у трески, пикши, морского окуня, т. е. у рыб, которых обычно относят к группе придонных. Выяснилось, что эти рыбы наряду с пребыванием у грунта много времени находятся в промежуточных слоях воды.

Условия, необходимые для обитания разных видов рыб, могут быть различными. Обычно каждый вид рыб распределяется в определенном диапазоне глубин. Характер вертикального распределения организмов зависит от предельной для каждого вида температуры и освещенности и у разных видов бывает довольно разнообразен. Поэтому в местах, где обитает одновременно несколько видов рыб, нередко наблюдается раздельное их распределение по глубине. Например, в Балтийском море часто наблюдается послойное распределение трески, салаки и кильки. Причем разделение может быть не только по породам, но и по полу, а также по различию в физиологическом состоянии рыб. На рис. 7 дана эхограмма многоярусного распределения рыбы в одном из промысловых районов Балтийского моря.

Как показали контрольные обловы, в верхнем ярусе оказалась салака, а у самого дна — в основном треска. Наблюдения Киселева

и Константинова показывают, что баренцевоморская треска в период ее питания мойвой держится по периферии косяков мойвы, не смешиваясь с ней (Киселев и Константинов, 1960).

Раздельное распределение рыбы особенно отчетливо проявляется во время суточных вертикальных миграций. Во время таких миграций нередко можно наблюдать расслоение промысловых концентраций рыб.

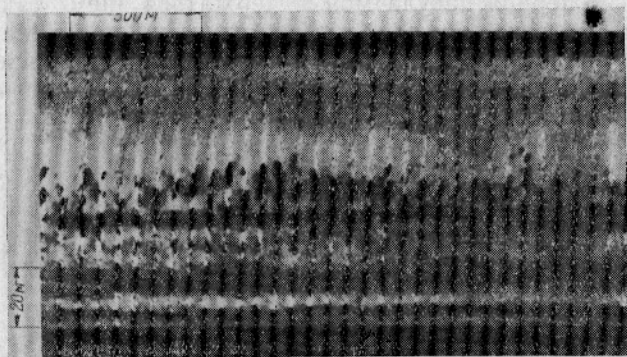


Рис. 7. Запись многослойного распределения рыбы в южной части Балтийского моря.

Так, в районе о-ва Ньюфаундленда при вечернем перемещении рыбы в верхние слои воды от скопления окуни может отделяться светящийся анчоус, который регистрируется также в виде непрерывной наклонной полосы (рис. 8).

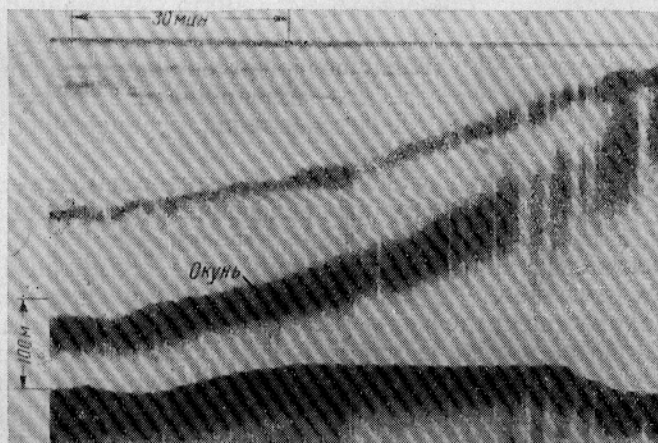


Рис. 8. Запись вечернего подъема морского окуни и светящегося анчоуса в районе Ньюфаундленда.

Послойное разделение концентраций рыб наблюдается и у каспийской кильки во время вечернего подъема и ночью, когда в зависимости от биологического состояния рыбы скопление разделяется на три или четыре слоя (Чугунова и Юданов, 1953).

Замечено также, что крупные особи рыб часто распределяются на больших глубинах по сравнению с мелкой рыбой (Беклемишев, 1956).

Например, на зимовальных концентрациях крупная атлантическая сельдь держится на большей глубине, чем молодь.

Характерная особенность суточных вертикальных миграций — быстрый переход одних форм распределения рыб в другие. Стайное распределение переходит в разреженное, разреженное — в скопление и т. д. Например, днем треска может находиться у дна в виде скопления, а ночью, поднявшись в верхние слои воды, она имеет разреженное распределение. Сельдь в период нагула может держаться днем также в виде скопления, но при вечернем подъеме она группируется в стаи, а затем рассеивается у поверхности. Ночью рыба распределяется в верхних слоях воды равномерно по площади. На рассвете рыбы собираются в стаи.

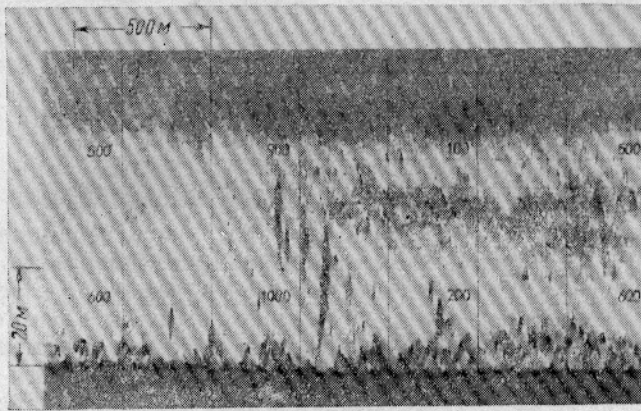


Рис. 9. Запись утреннего опускания североморской сельди.

Утреннее опускание на глубину совершается также стайно. В преднерестовый период сельдь ведет себя несколько иначе: во время вертикальных миграций рыба остается в виде скоплений, перемещения происходят медленно.

Вообще, как показывают эхолотные наблюдения на разных водоемах, наибольшее разнообразие форм распределения рыб наблюдается в период нагула, а наименьшее — во время нереста.

При наличии смешанных концентраций рыб различного характера вертикальных миграций каждого вида и его отдельных рас приводит к разнообразному распределению рыб во время их вертикальных перемещений. Например, сложная картина вертикальных миграций наблюдается в отдельные периоды у североморской сельди (Юданов, 1960). Бывает, что вечером одновременно с медленным перемещением скопления сельди в толще воды идет стайный ее подъем к поверхности. Аналогичное явление происходит и во время утреннего опускания сельди (рис. 9).

Такие смешанные вертикальные миграции сельди получаются в результате того, что в одном районе собираются расы сельди с разным физиологическим состоянием.

Как известно, суточные вертикальные миграции рыб связаны со сменой темного и светлого времени суток. Например, распределение большинства пелагических планктоноядных рыб в толще воды сильно зависит от освещенности (Зуссер, 1958; Мантейфель, 1960; Richardson, 1952 и др.). Рыба, опустившаяся с восходом солнца на глубину, в пасмурную

погоду вновь поднимается в верхние слои. Даже ночью рыба держится неодинаково: при свете луны она рассеивается в большей степени, чем в темные ночи. Изменение освещенности особенно заметно влияет на характер миграции таких придонных рыб, как треска, окунь. Морской окунь у о-ва Ньюфаундленд при ярком солнце прижимается к грунту, а при пасмурной погоде отрывается от дна. Иногда такие перемещения наблюдаются днем в течение нескольких часов и даже в ходе одного траления. Это, несомненно, сказывается на уловах.

Влияние вертикальных миграций рыбы на результаты промысла может быть очень сильным, особенно при траловом лове. Установлено, что даже незначительный отрыв рыбы от грунта существенно отражается на траловом промысле. Подробные наблюдения за вертикальным распределением баренцево-морской трески и пикши, проведенные Константиновым, указывают на большие суточные колебания уловов рыбы весной и осенью (Константинов, 1958). Летом и зимой, т. е. когда стоит полярный день или полярная ночь, вертикальных миграций трески и пикши почти не наблюдается, поэтому и колебания суточных уловов невелики.

Степень освещенности в зависимости от фазы луны оказывает существенное влияние на суточные миграции атлантической сельди (Ганьков, Трусканов, 1958). При этом результаты промысла сельди зависят не только от правильного выбора горизонта лова, но и от времени постановки сетей в период миграций.

ФОРМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕРЫБНЫХ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

Нерыбные организмы, обитающие в морях, такие как планктон, медузы, креветки, кальмары, имеют разные формы распределения. Как показывают гидроакустические наблюдения, нерыбные организмы могут держаться разреженно, стайно и в скоплениях.

Наиболее частым является рассредоточенное распределение морских организмов, которое наблюдается как в прибрежных водах, так в открытом море во все времена года и регистрируется в виде слоя толщиной от нескольких до 100 м и больше. Протяженность скоплений может достигать сотен миль. Такие скопления принято называть рассеивающими слоями.

Рассредоточенные скопления мелких морских организмов обычно регистрируются при высокой чувствительности приборов; причем записи имеют более туманный характер, чем при регистрации рассеянных рыбных скоплений. При снижении чувствительности эти записи пропадают.

Рассеивающие слои исследовались на многих морях (Беклемишев, 1956; Macnup, Harsey, 1955 и др.). Их классифицируют как мелко-водные и глубоководные. Глубоководные рассеивающие слои встречаются обычно над глубинами более 500 м. Даже в таком бедном жизнью море, как Саргассово, мы наблюдали рассеивающие слои, состоящие из скоплений планктона, креветок, кальмаров, различных глубоководных рыбок, которые регистрировались приборами в виде сплошных полос толщиной до 100 м.

Рассеивающие слои имеют резко выраженные суточные вертикальные миграции. Днем они могут распределяться на глубинах до 600 м, а к вечеру перемещаются в верхние слои воды. Как правило, слои опускаются быстрее, чем поднимаются. В начале миграций слой поднимается медленно, потом быстрее, а перед достижением верхнего положения темп подъема снова замедляется. Причем характерно, что во время

вертикальных миграций часто наблюдается разделение одной концентрации на несколько слоев (рис. 10).

Это указывает на различный видовой состав таких скоплений. Иногда несколько слоев наблюдаются даже днем.

При отсутствии надлежащего опыта гидроакустические показания таких рассеивающих слоев могут быть легко приняты за рыбные. Гидроакустические приборы могут отмечать придонную растительность, показания которой похожи на запись рыбы. Так, записи водорослей на ленте самописца несколько напоминают показания разреженной рыбы. Записи губки также похожи на показания придонной рыбы.



Рис. 10. Запись утреннего опускания морских организмов в Саргассовом море.

ВОЗМОЖНОСТИ ВИДОВОЙ РАСШИФРОВКИ ПОКАЗАНИЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В настоящее время накоплены обширные материалы гидроакустических наблюдений за распределением и перемещением рыб в разных водоемах, за вертикальными миграциями рыб, за их реакцией на звук, свет, орудия лова. Все это позволяет в ряде случаев выявить видовые особенности регистрации рыб гидроакустическими приборами, расшифровать их показания.

Наиболее просто с расшифровкой показаний обстоит тогда, когда интересующий нас вид рыбы держится обособленно от других и известен район и глубина его распределения. Так, например, в Балтийском море достаточно хорошо изучены промысловые районы, в которых в определенное время держится только салака или треска. Такие промысловые районы известны рыбакам практически в каждом водоеме, где давно ведется промысел. Вопрос расшифровки показаний рыбы в таких районах просто отпадает.

Если же в одном промысловом районе находятся разные рыбы, то для расшифровки показаний требуется знание особенностей распределения видов рыб, обитающих в данном районе. Например, мойва или сельдь могут держаться стайно, а треска — разреженно, причем в показаниях тресковых концентраций часто бывают видны записи одиночных рыб. Записи отдельных рыб трески можно разглядеть даже при стайном распределении трески; этим, в частности, отличается изображение стай крупной трески от мелкой, которая образует плотные стаи значительно больших размеров. Указанная особенность регистрации трески позво-

ляет безошибочно отличать ее на эхограмме от записей других видов рыб.

В случаях, когда разные виды рыб имеют примерно одинаковое распределение, при расшифровке рыбных показаний требуется особенно внимательное изучение структуры записей. В качестве примера можно рассмотреть запись стай мерланга в Северном море (рис. 11).

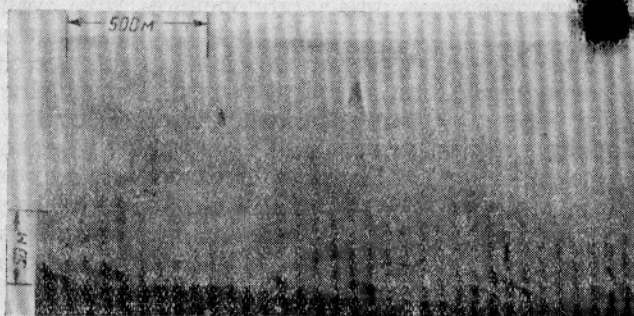


Рис. 11. Запись стай мерланга в Северном море.

На первый взгляд эта запись напоминает запись сельди. Однако при внимательном рассмотрении эхограммы обнаруживается существенная разница: в отличие от сельди записи стай мерланга имеют нечеткие, расплывчатые очертания. Также заметно отличаются сельдевые записи от килечных. Килька на ленте самописца обычно отмечается в виде мелких четких стаяк, значительно меньших, чем стаи сельди (рис. 12).

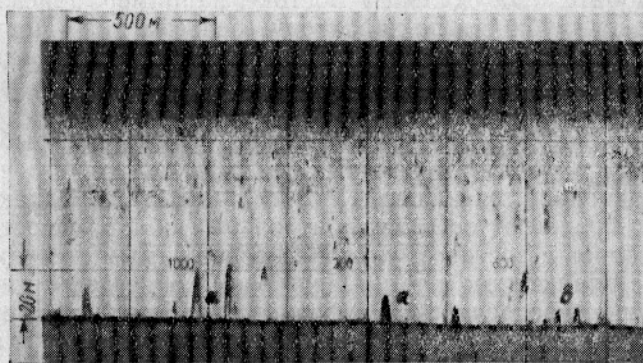


Рис. 12. Запись стай сельди и кильки в Северном море:
а — сельдь; б — килька.

Некоторая разница есть между африканской ставридой и сардиной. В отличие от ставриды записи стай сардины имеют более правильную форму, более четкие границы.

По-разному могут регистрироваться и скопления различных рыб. По наблюдениям Петрова в районе Северо-Западной Африки ставрида в отличие от сардины образует большие скопления (несколько миль в поперечнике). Также легко отличить записи скоплений караса от сардины и ставриды: они имеют «рыхлый» характер, малую интенсивность. Или, например, в Северной Атлантике летние скопления пикши имеют заметно меньшую плотность и большую протяженность, чем сельдь.

Значительные трудности представляет расшифровка смешанных скоплений, состоящих из нескольких видов рыб. В отдельных случаях при расшифровке смешанных скоплений может с успехом использоваться реакция рыбы на звук или свет. В Северном и Норвежском морях бывают периоды, когда сельдь держится в поверхностных слоях воды вместе с разными формами планктона, медузами и другими морскими организмами. Для того чтобы убедиться, что приборы регистрируют сельдь, включается двигатель при застопоренном ходе судна. В момент пуска двигателя сельдь делает резкий бросок вниз, тогда как горизонт записи планктона и медуз не меняется. Ночью удобным способом расшифровки показаний является подводное электроосвещение. Различная реакция на свет у разных рыб позволяет иногда установить природу записей. В Норвежском море, когда в верхних слоях воды, кроме сельди, может регистрироваться путассу, молодь разных рыб и другие организмы, наличие крупной сельди в показаниях определяется по ее отрицательной реакции на свет. С включением электролампы крупная сельдь моментально опускается на глубину. Путассу, молодь сельди и других рыб, наоборот, привлекается светом.

Иногда при выявлении видового состава скоплений может помочь знание характера суточных вертикальных миграций разных видов рыб. Учитываются и такие факторы, как температура воды, глубина и т. д. В районе о-ва Ньюфаундленд о видовом составе регистрируемых гидроакустическими приборами скоплений (окунь или треска) судят по тому, на какой глубине (изобате) отмечается запись. Знание характера грунтов также помогает в расшифровке показаний. В районах промысла дальневосточного окуня при наличии записи рыбы на скалистом грунте можно безошибочно определить породу рыбы. Часто, когда рыба прижата к грунту и не регистрируется приборами, поиск ее ведется только по изобате. На Дальнем Востоке, например, поиск палтуса ведется только по глубине и по характеру рельефа дна (Новиков, 1962).

Наличие сложного рельефа дна, изобилующего скалами и каньонами, указывает на возможность скоплений палтуса в обследуемом районе.

Для выяснения природы неизвестных показаний рыбопоисковых приборов используются различные средства подводного наблюдения: гидростат, подводное телевидение, фотографирование. Однако основным способом по-прежнему остается контрольный облов; сопоставление показаний приборов с составом уловов, с содержимым желудков пойманной рыбы, с планктоном и т. д. При этом обязательно нужно иметь в виду влияние распределения и физиологического состояния рыбы на ее поведение по отношению к разным орудиям лова (Асланова, 1958; Мантейфель, 1958 и др.). Практика тралового лова показывает, что при регистрации стайной рыбы часто бывает несоответствие между интенсивностью показаний гидроакустических приборов и величиной уловов и, наоборот, уловы хорошо согласуются с показаниями при разреженном распределении рыбы. Объясняется это тем, что стаи активно реагируют на приближение трала, а потому скорее, чем разреженная рыба, уходят от него. То же самое можно сказать в отношении разреженных скоплений трески, пикши, морского окуня и других рыб (Киселев, 1962). Особенно хорошо поддаются облову тралом малоподвижные зимовальные и нерестовые скопления, а также только что отнерестовавшая рыба (Ганьков, 1956; Радаков, 1960, 1962). По мере созревания половых продуктов рыба становится более подвижной и чуткой по отношению к активным орудиям лова. При дрейфтерном лове наблюдается обратная картина. Соотношение показаний с уловами чаще всего наблюдается

при стайном распределении рыбы, тогда как при мощных, но неподвижных концентрациях рыбы показания могут не совпадать с уловами.

Как следует из изложенного, решение проблемы видовой расшифровки показаний гидроакустических приборов связано с выяснением целого комплекса биологических зависимостей между рыбой и средой. В частности, нужно знать, в какой степени гидробиологические факторы среды (температура, соленость, корм и т. д.) и биологическое состояние рыбы влияют на общее распределение концентраций, характер точных вертикальных миграций и т. д., и все это применительно к каждому виду рыб, обитающих в водоеме, на протяжении всего их жизненного цикла.

Понятно, что возможности видовой расшифровки показаний во многом зависят от степени изученности водоема. В этом отношении большую пользу оказывают всевозможные наставления и пособия по поиску и расшифровке показаний гидроакустических приборов (Марти, 1948; Данилевский, 1958; Бирюков и Юданов, 1960 и др.).

Дальнейшее совершенствование методики видовой расшифровки показаний должно идти по пути накопления наблюдений по распределению и структуре различных концентраций, по выявлению новых биологических закономерностей, связанных с влиянием среды на характер распределения рыбы, а также по пути разработки физических методов непосредственного определения видового состава рыб, регистрируемых гидроакустическим способом.

ВЫВОДЫ

1. В целях некоторой систематизации показаний гидроакустических приборов сделана попытка дать общую классификацию форм распределения основных промысловых рыб. Классификация составлена, исходя из особенностей распределения рыб по акватории моря и глубине, с учетом их поведения внутри видовых групп. Применительно к каждой форме распределения приведены эхограммы типичных записей рыбных концентраций.

2. На основании анализа особенностей распределения и поведения рыб показаны возможности видовой расшифровки обнаруживаемых рыбных концентраций по характеру их записей на эхограммах гидроакустических рыбопоисковых приборов. Даны конкретные примеры видовой расшифровки эхограмм на разных морях.

ЛИТЕРАТУРА

Асланова Н. Е. Изучение поведения рыбы в зоне действия орудий лова. Труды ВНИРО. Т. 36, 1958.

Беклемишев К. Е. Звукорассеивающие слои в море и вопрос о вертикальном распределении зоопланктона и рыб. «Успехи современной биологии», 1956, № 1, 41.

Бирюков Н. П., Юданов К. И. Поиск сельди в Северном море. Калининград, 1960.

Ганьков А. А., Киселев О. Н. Эхолотная разведка трески при донном траловом промысле в Баренцевом море. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.

Ганьков А. А. Опыт применения гидроакустических приборов при прицельном лове сельди разноглубинным тралом. «Рыбное хозяйство», 1956, № 6.

Ганьков А. А., Трусканов М. Д. Применение гидроакустических приборов при прицельном лове разноглубинным тралом. Мурманск, 1958.

Губенко Ю. Т. Современные методы разведки рыб. Петропавловск-Камчатский. Промразведка, 1962.

Данилевский Н. Н. Методика судовой разведки пелагических рыб в Черном море. Труды ВНИРО. Т. 36, 1958.

Данилевский Н. Н. Наставление по разведке хамсы и ставриды в Черном море. ВНИРО, 1958.

Дружинин А. Д. Разведка сельди в водах Сахалина. Владивосток, 1957.

Емельянов Н. Я., Юдович Ю. Б. Гидроакустическая разведка рыбы на Дальнем Востоке. Владивосток, ТИНРО, 1958.

- Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции пелагических рыб. Труды ВНИРО. Т. 36, 1958.
- Киселев О. Н. Подводные наблюдения за поведением рыб в 22-м рейсе э/с «Тунец». Научно-технический бюллетень ПИНРО. № 19, 1962.
- Киселев О. Н., Константинов К. Г. О вертикальном распределении трески и пикши в Баренцевом море. «Вопросы ихтиологии», Вып. 14, 1960.
- Киселев О. Н., Соловьев Б. С. Результаты наблюдений за поведением рыб из глубоководного гидростата. «Вопросы ихтиологии». Т. 1. Вып. 4, 1961.
- Константинов К. Г. Суточные вертикальные миграции трески и пикши. Труды ВНИРО. Т. 36, 1958.
- Лишев М. Н., Николаев И. И., Юданов К. И. Разведка салаки. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1956.
- Ловецкая А. А., Чугунова Н. И. Наставление по эхолотной разведке кильки и сельди на Каспийском море. М., 1956.
- Лукьянова В. С., Стась И. И. Сравнительная динамика морских животных. ДАН СССР. Т. 22, № 7, 1939.
- Мантейфель Б. П., Лишев М. Н., Радаков Д. В., Юданов К. И. Наблюдения за поведением салаки при лове ее тралом в Рижском заливе. Труды ВНИРО. Т. 36, 1958.
- Мантейфель Б. П. Вертикальные миграции морских организмов. Труды ИМЖа. Изд-во АН СССР, Вып. 13, 1960.
- Марти Ю. Ю. Промысловая разведка рыбы. Пищепромиздат, 1948.
- Месяцев И. И. О структуре косяков трески. «50 рейсов экспедиционного судна Персей». Пищепромиздат, 1939.
- Месяцев И. И. Строение косяков стадных рыб. Изв. АН СССР. «Математические и естественные науки», 1937, № 3.
- Наставление по разведке океанической сельди. Мурманск. ПИНРО, 1960.
- Наставление по поиску донных рыб в Баренцевом море. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1959.
- Никольский Г. В. Экология рыб. Изд-во «Высшая школа», 1961.
- Новиков Н. П. Краткое наставление по разведке палтусов в Беринговом море. Владивосток, 1962.
- Позднов Р. Н., Анисимов И. С. Разведка и наводка судов на косяки сельди в водах Камчатки. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1960.
- Полонский А. С. Поведение сельди зимой. «Рыбное хозяйство», 1961, № 2.
- Просвиоров Е. С., Рябиков О. Г. Об особенностях поведения западноафриканской сардины в районе Такаради. «Рыбное хозяйство», 1961, № 1.
- Пятерикин Н. К. Опыт поиска концентраций сельди и выбор места выметки дрейфтерного порядка в Северной Атлантике. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство», 1960.
- Радаков Д. В. Наблюдения за сельдью в экспедиции на научно-исследовательской подводной лодке «Северянка». Бюллетень океанографической комиссии, № 6, 1960.
- Радаков Д. В. Об особенностях оборонительного поведения стай некоторых пелагических рыб. Труды ИМЖа. Вып. 39, 1961.
- Радаков Д. В. Место подводных наблюдений в ихтиологических исследованиях. Труды океанографической комиссии. Т. 14, 1962.
- Чугунова Н. И., Юданов К. И. Опыт поиска рыбы эхолотом на Каспийском море. «Рыбное хозяйство», 1953, № 12.
- Шулейкин В. В. Физика моря. Изд-во АН СССР, 1953.
- Шулейкин В. В., Лукьянова В. С., Стась И. И. Гидродинамические качества рыб и дельфинов. Известия АН СССР. Серия географическая и геофизическая, № 4, 1937.
- Юданов К. И. Поиск сельди эхолотом в Северном море. «Рыбное хозяйство», 1960, № 7.
- Gushing D. H. The interpretation of echo traces. Fish Invest. 21, № 3, 1957.
- Devold F. «G. O. Sars» s tokt under sildens intigvintern 1951/52. Fishk Gang, XI, 1952.
- Macnup S. and Harsey J. Sound scattering observations of scatterers in the ocean. Deep-Sea Res., 3 № 1, 1955.
- Moore H. B. Physical factors affecting the distribution of Euphausiids in the North Atlantic. Bull. Mar. Sci., Gulf and Caribbean, 1, № 4, 1952.
- Richardson J. R. Some reactions of pelagic fish to light. Min. Agricult. Fish. Invest. Ser. 2, v. XVII, № 1, 1952.
- Schärfe J. Echolotungen über das Verhalten eines Heringsschwarmes gegenüber einen Gundscheppnetz Die Fischwirtschaft, № 2, 1956.
- Schaefer E. A. and Powell D. E. Correlation of midwater traw catches with echo recordings from the Northeastern Pacific. Mod. Fish Gear of World, 1959.
- Uda Michitaka Researches on the fisheries grounds in relation to the scattering layer of supersonic wave. J. Tokyo univ. Fish., 42 № 2, 1956.