

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЫБНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОМЫСЛОВО-АКУСТИЧЕСКИХ СЪЕМОК

Д-р техн. наук К.И.Юданов – ВНИРО

Изменчивость – характерная особенность большинства промысловых рыб: они непрерывно мигрируют в районы нагула, нереста, зимовки, уходят из них, а также перемещаются внутри этих районов и в местах скапливания. Знание закономерностей изменчивости распределения и поведения рыб важно при планировании съемок, прогнозировании состояния ресурсов и промысловой обстановки.

Различают долго-, средне- и кратковременную изменчивость распределения рыб. Долговременная (межсезонная или межгодовая) изменчивость связана с неустойчивостью крупномасштабных климатических явлений и характеризуется прежде всего изменениями путей миграции и акватории популяций. Средневременная (в рамках промыслового сезона) изменчивость распределения и поведения рыб в местах скапливания определяется нестабильностью атмосферных процессов, их влиянием на биологический цикл рыб, что часто приводит к отклонению от обычных сроков и темпов образования, развития и распада концентраций во время нагула, нереста или зимовки. Кратковременная изменчивость зависит от погодных условий. В пределах синоптического цикла (обычно 5–10 сут, летом может быть и больше) из-за перемены облачности и волнения моря возможны концентрация или, наоборот, рассеяние, изменение глубины обитания рыб.

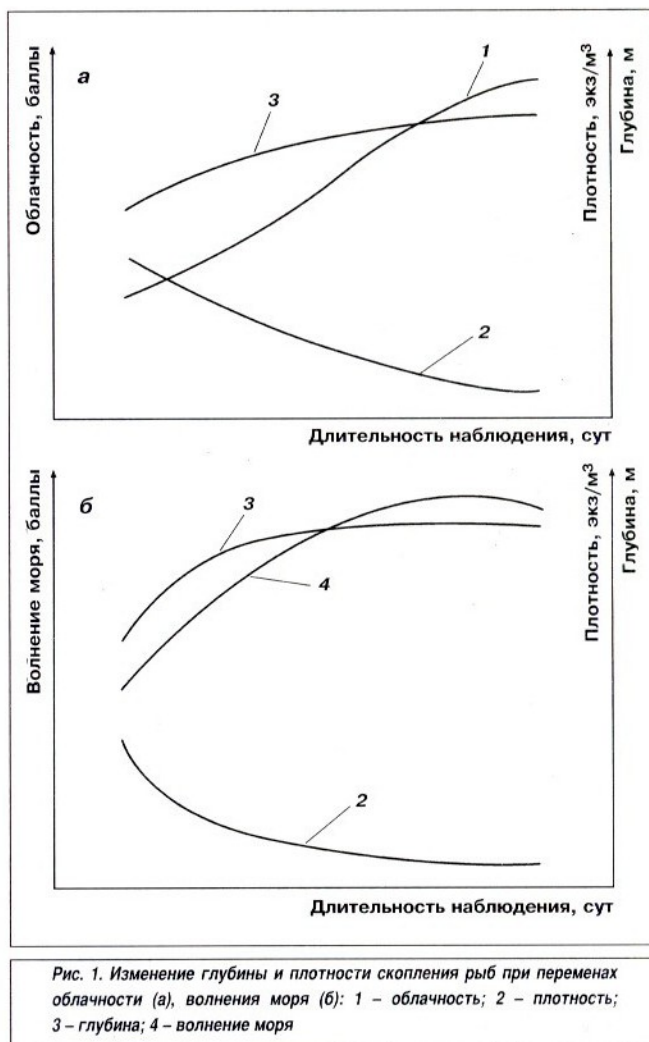
Изменчивость рыб изучают с помощью съемок. Наиболее эффективными с точки зрения продолжительности, трудоемкости и затрат на обследование рыбных популяций являются промыслово-акустические съемки (К.И.Юданов, 1995). Неоспоримое преимущество их – очень быстрое регулярное обследование больших акваторий.

Проводя частые промыслово-акустические съемки (иногда дважды в сутки), можно весьма результативно установить кратковременную ди-

намику перераспределения рыбных скоплений при перемене синоптических условий. Так, съемки при увеличении облачности или волнения моря позволяют наблюдать и фиксировать на графиках динамику опускания рыб на глубину и уменьшения плотности их концентраций вплоть до полного рассеяния в толще воды (рис. 1). Съемки выполняют в пределах промыслового района. Для четкой регистрации рыбы в штормовую погоду необходимо использовать высокочастотный эхолот.

Сезонную изменчивость распределения рыб определяют по регулярным съемкам промысловой обстановки в периоды нагула, нереста и зимовки. Съемки следует выполнять один раз в синоптический период (примерно через 7 сут) при сравнительно спокойном состоянии моря не только в пределах территории работы добывающего флота, но и на периферийных участках, чтобы проследить направление миграций рыб, их подход в район и уход из него.

Динамика сезонного распределения концентраций хорошо видна по графику изменения биомассы в районе промысла за определенные промежутки времени. График такой зависимо-



сти может быть построен по данным регулярных промыслово-акустических съемок; величину биомассы устанавливают по улову добывающих судов и корректируют с учетом результатов гидроакустических наблюдений (К.И.Юданов и др., 1988). На рис. 2 график изменения биомассы дан в идеализированной форме для большей наглядности. Как видно из рисунка, сначала биомасса быстро увеличивается за счет возрастающего подхода рыбы в район ловли. Далее подход рыбы постепенно уменьшается, следова-

*См. статью автора в нашем журнале № 5 за 1995 г.

тельно, замедляется накопление биомассы, а по достижении максимума биомасса снижается — рыба уходит. Начальный и конечный участки кривой изображены схематично (штриховая линия), так как добыча флотом при малых скоплениях рыбы не ведется.

Кривая на рис. 2 дает представление об уровне биомассы рыбы W в промысловом районе, начале массового подхода рыбы, продолжительности существования и изменчивости скоплений. Период существования концентраций Δt — это интервал времени, за который величина W варьирует не больше чем на 50 % от максимальной. Чем уже кривая, тем меньше период существования концентраций, интенсивнее подход и уход рыбы.

Темп изменения биомассы T_W оценивается по росту или убыли концентраций в единицу времени. Как следует из графика, средние темпы роста и убыли биомассы рассчитываются по соотношениям

$$T_W = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)$$

$$T_W = (W_3 - W_4) / (t_4 - t_3)$$

Величина T_W (в т/сут) в какой-то мере характеризует динамику движения популяций: высокий темп соответствует интенсивному перемещению рыбы, а при спаде миграции темп изменения биомассы становится все меньше.

С точки зрения особенностей формирования и распада концентраций в промысловом районе важное значение имеют изменения средней объемной плотности скопления $\bar{\rho}_V$, общей площади S и степени неравномерности распределения рыб. При массовом подходе рыбы, когда начинается интенсивный промысел, происходит увеличение $\bar{\rho}_V$ и S . По мере подхода рыбы собираются в плотные скопления и распределяются сравнительно равномерно на значительной площади. При снижении биомассы в результате ухода рыбы из района $\bar{\rho}_V$ и S заметно уменьшаются. Одновременно изменяется структура скоплений: сокращаются их горизонтальные и вертикальные размеры, увеличивается пространственная неравномерность распределения рыб.

Таким образом, сезонную изменчивость концентраций можно характеризовать значениями T_W и Δt , изменением величин W , $\bar{\rho}_V$ и S , а также степенью неравномерности распределения рыб. Величины W , $\bar{\rho}_V$ и S определяют по стандартной методике (К.И.Юданов и др., 1984). О степени неравномерности распределения судят по значению пространственной структурной функции, которая описывается формулой

$B = [\rho(x + l_n) - \rho(x)]^2$, где $\rho(x)$ и $\rho(x + l_n)$ — соответственно объемная плотность скопления в точках x и $x + l_n$; l_n — длина интервала измерения плотности ρ .

В процессе регулярных промыслово-акустических съемок следует постоянно определять

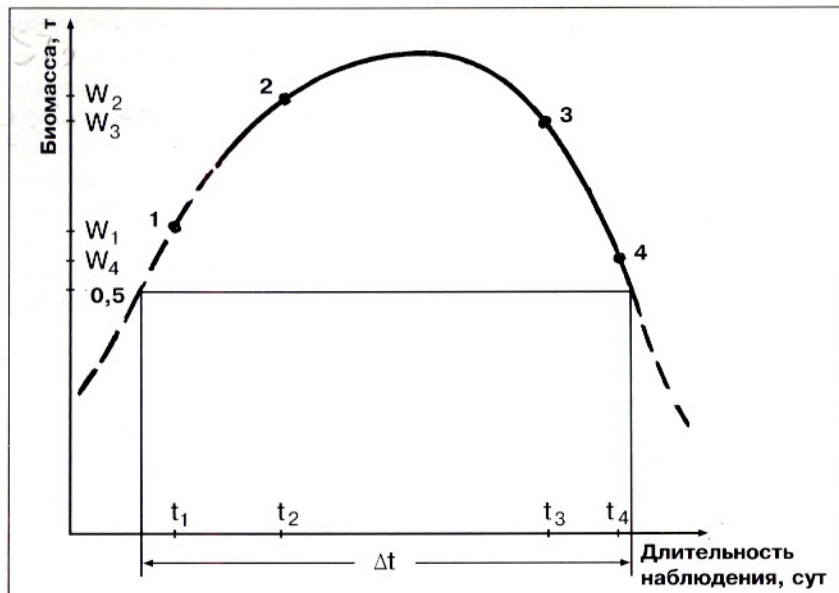


Рис. 2. Изменение биомассы рыбы в промысловом районе

значения W , $\bar{\rho}_V$, S и строить графики их изменения во времени (рис. 3). При некоторых условиях происходит резкое изменение указанных величин, что предвещает распад скоплений. Именно поэтому очень важно знать критические пределы W , $\bar{\rho}_V$, S и B , когда состояние скопления рыб определенного вида становится неустойчивым. Это поможет заблаговременно перебазировать добывающий флот в другой промысловый район.

Не менее важно знать долговременные зависимости значений $\bar{\rho}_V$ и S от уровня запаса рыб. Известно, что при угнетенном состоянии запаса заметно уменьшаются акватория популяции и плотность распределения рыб. Ежегодные измерения максимальных значений W , $\bar{\rho}_V$, S в периоды нагула, нереста и зимовки позволят получить графики их варьирования для различных стадий жизни рыб в разные годы, а также определить критические значения $\bar{\rho}_V$ и S , при которых убыль биомассы становится ниже допустимой.

Установление закономерностей изменчивости концентраций дает возможность правильно выбирать благоприятное время для проведения учетных съемок, когда большая часть промысловых ресурсов скапливается в определенном районе. Съемки для оценки состояния запасов, также как и сезонные съемки, следует начинать после то-

го, как заканчивается резкий рост биомассы и намечается ее плавное накопление вплоть до максимума (на рис. 2 это участок кривой после точки 2). Если кривая крутая, что соответствует высокому темпу изменения T_W и малому периоду Δt , то съемку лучше всего приурочивать к моменту, совпадающему с максимумом кривой. Если же Δt достаточно велик, то съемку целесообразно выполнять в середине этого периода, по окончании массового хода рыбы. Время начала съемки удобно контролировать и по величине роста $\bar{\rho}_V$ и S (рис. 3).

Из вышеизложенного становится очевидным, что наблюдение за распределением популяции с помощью промыслово-акустических съемок надо выполнять параллельно с оценкой и контролем состояния ресурсов и промысловой обстановки, используя одни и те же промысловые и гидроакустические данные обследуемых скоплений.

Для того чтобы результаты промыслово-акустических съемок наиболее полно отражали изменчивость рыбных концентраций и могли

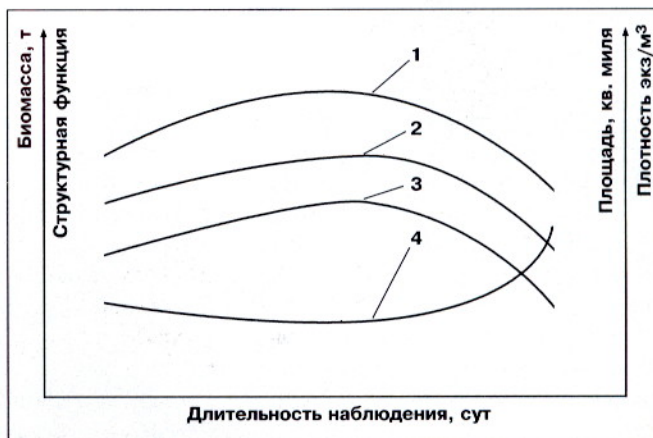


Рис. 3. Изменение уровня биомассы (1), площади (2), плотности концентрации (3) и структурной функции (4)

быть основой для прогнозирования, они должны увязываться с характеристиками среды. Ведь численность и биомасса промысловых ресурсов, а также величины T_w , Δt , $\bar{p}_v$ и S в сильной степени зависят от океанографических условий. Съемки биоресурсов и промысловой обстановки должны быть комплексными и включать помимо промыслово-акустических океанографические обследования полей гидрологических параметров и планктона, а также биологические пробы по данным контрольных обловов.

На поведение, распределение и численность рыбы в разные периоды жизненного цикла влияют горизонтальные и вертикальные поля температуры, солености, концентрации кислорода и другие гидрологические характеристики. Сбор и обработка указанных характеристик в процессе комплексных съемок позволяют построить графические зависимости их значений от времени. Сопоставление этих зависимостей с графиками изменения T_w , Δt , $\bar{p}_v$ и S даст возможность изучать динамику приоритетных факторов среды, влияющих на распределение скоплений рыбы.

Комплексные съемки обычно занимают много времени. Особенно длительны сезонные съемки в период нагула, когда приходится обследовать большие площади. Продолжительные комплексные исследования могут вносить значительные погрешности в получаемую информацию. Из-за временной изменчивости изучаемых параметров при построении планшетов их распределения точки измерений оказываются

смещенными относительно их фактического расположения в пространстве.

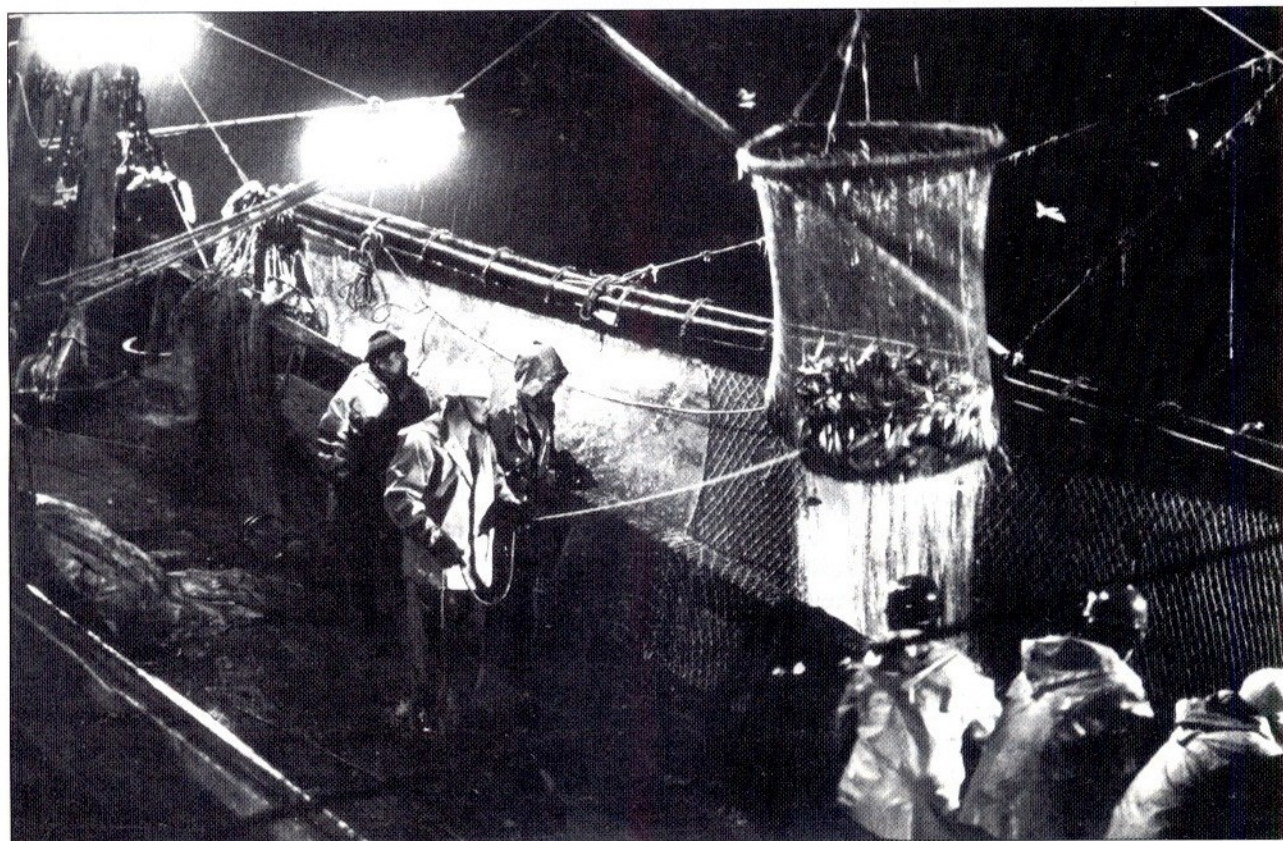
Смещение положения точек измерений на планшете из-за асинхронности наблюдений будет $\Delta l = l(v_n/v_c) = l/K_a = tv_n$, где l – суммарная протяженность галсов до точки измерений, мили; v_n и v_c – скорости процесса изменчивости изучаемого параметра и движения судна соответственно уз, $v_n/v_c = K_a$ – коэффициент асинхронности; t – продолжительность съемки до точки измерений, ч.

Коэффициент K_a служит количественной мерой асинхронности измеряемого поля (Бензман В.Ю., 1985). При малой скорости изменчивости исследуемого процесса, когда $v_n \ll v_c$ и значение K_a близко к нулю, измеряемое поле можно считать квазисинхронным. Если $K_a \gg 0$, то установленные при съемке численные характеристики поля получаются смещенными. В результате ход изолиний не будет адекватен реальному распределению изучаемого параметра; при одинаковом направлении векторов v_n и v_c планшеты окажутся растянутыми, а при встречном направлении – сжатыми.

Из приведенного выше соотношения следует, что искажение картины пространственного распределения изучаемого параметра возрастает с увеличением временной изменчивости этого параметра и продолжительности съемки. При выполнении комплексных съемок обширных акваторий искажения планшетов распределения сильно варьирующих во времени параметров могут быть очень большими.

Как отмечалось выше, предлагаемые нами промыслово-акустические съемки занимают мало времени и из-за отсутствия асинхронности позволяют получать практически неискаженные планшеты распределения рыбных скоплений. Иначе дело обстоит с океанографическими исследованиями, которые обычно длятся 10–20 сут. Уменьшение срока проведения таких обследований, а значит, снижение искажений из-за асинхронности измерений возможно за счет рационального сокращения числа разрезов и станций, а также количества контрольных проб характеристик воды и планктона на разных горизонтах. Принципы таких сокращений без ущерба для решения основных задач съемок должны быть разработаны специалистами-океанологами.

Однако, радикально решить этот вопрос, на наш взгляд, можно не только путем максимального допустимого сокращения объема океанографической части комплексных съемок, но и организации сбора достаточно подробной гидрологической и биологической информации от наблюдателей с промысловых судов. Такой вариант в совокупности с промыслово-акустическими съемками и океанографическими измерениями на НИС (штабное судно) является наилучшим с точки зрения выполнения эффективных комплексных исследований состояния запасов, изменчивости рыбных скоплений, и характеристик среды, динамики и взаимосвязей, необходимых для прогнозирования ресурсов и промысловой обстановки.



Промысел "ночной жемчужины" – сайры. Фото В.Сачека