

3. Мамаев, О.И. Физическая океанография / О.И. Мамаев. – М: Изд. ВНИРО, 2000. – 364 с.
4. Ремесло, А.В. Структура и динамика вод Юго-Западной Атлантики и их влияние на распределение и промысел гидробионтов: автореф. дис... канд. геогр. наук / Ремесло Александр Васильевич. – Калининград, 1998 – 24 с.
5. Полищук, И.А. Влияние океанологических условий на промысловые ресурсы кальмаров и криля в Юго-Западной и Антарктической частях Атлантического океана / И.А. Полищук. – Рыбное хоз-во. – 2006. – №3. – С. 54-55.
6. AVISO Altimetry Newsletter, No 8, Jason-1. Science Plan, October. – 2001. –148 p.
7. Variabilidad de la corriente de Malvinas / P.P. Fedulov, A.V. Remeslo, S.N. Burykin, I.A.Polishchuk // Frente Maritimo / Comission Tecnica Mixta del Frente Maritimo. V.6, Sec.A. – 1990. – P. 121-127 (ISSN 1015-3233).

УДК 597-152.6.001.24(261.77)

Н.М.Тимошенко, П.А. Винницкий

ПЛАНИРОВАНИЕ, РЕЗУЛЬТАТЫ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЁТА ПОПОЛНЕНИЯ ПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ ЦЕНТРАЛЬНО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ

Введение

Состояние запасов пелагических рыб над шельфами Марокко и Мавритании контролируется посредством гидроакустических учётных съёмок и математических имитаций, последние обычно используют данные этих съёмок в качестве индексов. Реализация когортных методов может быть усовершенствована введением нескольких рядов индексов, включая индексы пополнения, а использование результатов для прогноза возможно только при наличии данных о пополнении. В Центрально-Восточной Атлантике (ЦВА) степень омоложения запасов такова, что прогнозируемый на два года вперед вылов на три четверти формируют поколения, численность которых не может быть оценена без специально проведенных мероприятий. Таковыми могут быть либо оценки на основе зависимости пополнения от каких-то хорошо изученных условий, либо прямые оценки. Поиск упомянутых зависимостей возможен на базе качественных оценок численностей, которые не могут быть осуществлены без индексов пополнения. Таким образом, наличие таких индексов является условием прогресса управления промыслом в данном регионе. Между тем, несмотря на очевидную полезность, съёмки пополнения в низких широтах не осуществляются. Одна из причин – отсутствие удовлетворительных данных о дислокации объекта. Вторая – растянутость нереста. Нередко он круглогодичен, и неясно, имеется ли вообще какой-то период, показательный с точки зрения присутствия очередной генерации с характерной для нее численностью. В ЦВА решение упрощалось наличием многолетней базы данных, позволяющей как выявлять участки стабильной концентрации молоди, так и выделять пиковые периоды нереста. Кроме того, изначально делалась ставка на учёт годовиков, хотя сохранялась и надежда на эффективный учёт 0-группы.

Материал и методика

Для инструментальной оценки численности распределенного в пространстве объекта требуется определенное количество выборок. Оно минимизируется посредством такого подбора сезона и плана съемки, при которых достигаются наилучшие статистические характеристики искомым индексом. Описываемую съёмку предстояло организовать по схеме, допускающей дальнейшее её совершенствование с точки зрения наиболее полного соответствия заданным целям. Первой из них являлось получение репрезентативного индекса, т.е. пробы должны браться в местах действительного сосредоточения молоди и в достаточном количестве. Вторая цель – возможность оценки точности индекса. Это требует применения рандомизации и, следовательно, полностью основанного на случайных выборках подхода к назначению мест их взятия.

Составление плана съемки требовало разделения выбранной акватории на зоны с приблизительно одинаковой плотностью заселения их рекрутами разных видов. В каждой такой зоне следовало назначить определенное количество траловых станций сообразно принципу случайности сбора информации. Это означает прямую зависимость между их количеством и показателем плотности встречаемости, поскольку дисперсии в таких случаях пропорциональны средним величинам. Режим тралений должен соответствовать этому же принципу, т.е. наиболее интенсивно, но также случайным образом должны обследоваться наиболее населенные слои воды в такое время суток, когда траления наиболее результативны. Исследование последнего обстоятельства потребовало специальных экспедиционных работ. Они выполнялись в мае 1999 г. в местах обычного сосредоточения годовиков ставриды *Trachurus spp.*, сардины *Sardina pilchardus Walbaum* и скумбрии *Scomber japonicus Houuttuyn* в марокканских водах между мысами Сафи и Кап-Блан. Были выполнены три суточные станции, в ходе которых при каждом тралении облавливался только один из горизонтов водного столба. Выявлена приемлемость для учетных работ в регионе сетного трала 30/300 с ячейей 10 мм в нижней части мешка.

Весь ареал съёмки был разбит на прямоугольники со стороной 5 минут по широте и долготе. Обследовались те из них, которые выбрались генератором случайных чисел в количестве, в каждом из выделенных плотностных стратов пропорционально среднемноголетней встречаемости в них изучаемых объектов.

Расчет индексов на выполненных съемках осуществляли по формулам:

$$\bar{x}_H = \frac{1}{G_H} \sum_{i=1}^{N_H} g_i^H x_i^H; \quad D^2(x_H) = \frac{1}{G_H^2} \sum_{i=1}^{N_H} (g_i^H)^2 (x_i^H - \bar{x}_H)^2;$$

$$D^2(\bar{x}_H) = \frac{1}{N_H} D^2(x_H); \quad \bar{x}_{st} = \sum_{H=1}^L \frac{V_H \bar{x}_H}{N};$$

$$D^2(\bar{x}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{H=1}^L V_H^2 D^2(\bar{x}_H); \quad N = \sum_{H=1}^L V_H$$

где x_i^H – количество рыб, пойманных в i -м тралении в страте H ;

g_i^H – объем воды в исследованном диапазоне глубин в i -м квадрате;

G_H – сумма объемов воды в исследованных диапазонах глубин в квадратах страта H ;

L – количество выделенных стратов;
 V_H – исследованный объем страта H ;
 N_H – количество тралений в страте;
 N – сумма исследованных объемов стратов;
 \bar{x}_H – индекс численности для данного страта;
 $D^2(x_H)$ – дисперсия величины вылова за траление в страте;
 $D^2(\bar{x}_H)$ – дисперсия индекса численности в страте;
 \bar{x}_{st} – индекс численности для всей съемки, оценка среднего вылова за траление по группе стратов;
 $D^2(\bar{x}_{st})$ – дисперсия индекса численности по группе стратов.

Схема расчета является адаптацией схемы площадной съемки [6] к объемной съемке. Величина $D^2(x_H)$ – смысловой аналог значения «variance between individual hauls» в площадной съемке. Аналогом «variance x » является $D^2(\bar{x}_H)$. Аналогом «variance stratified mean» является $D^2(\bar{x}_{st})$. Количество рыб в улове i -го траления нормировалось по протраленному объему воды, который определяли умножением площади устья трала на пройденное расстояние. Объем обследованной массы воды в 5-минутном квадрате находили по его средней глубине в мелководной части съемки и по глубине 95 м в остальной ее части. Объем каждого выделенного страта составил сумму объемов входящих в него квадратов.

Выбор вариантов организации съёмки делали на основе данных о встречаемости изучаемых объектов в промысловых и исследовательских уловах за 1965 – 2003 гг. Дислокацию пополюющих возрастных групп изучали посредством сопоставления карт распределения их встречаемости в уловах на месячной основе. Предстояло выделить периоды с приблизительно одинаковым из года в год распределением каждого вида молоди, после чего подобрать те месяцы, в течение которых такое распределение наиболее равномерно. Далее следовало найти общий для исследуемых рыб период, в котором данные условия наиболее стабильны из года в год.

Для исследования вариантов сокращения сети станций использовали несколько подходов:

1. Из обобщения исключались результаты тралений в выбранных случайным образом точках состоявшихся съёмок. Было выбрано по 50 вариантов совокупностей номеров квадратов тралений для сокращения съемки сначала на 5, затем 10, 20 и 40 тралений, после чего результаты пересчитывались уже без выбранных траловых станций.
2. Аналогичным образом моделировали последствия исключения из обследования квадратов в наименее населенных стратах.
3. Рассматривались возможные последствия исключения траловых станций методом их случайного выбора из квадратов тралений, расположенных в наиболее однородно населенных стратах.
4. Выполнялась послесъёмочная стратификация.
5. Делались бутстреп-оценки индексов [2].
6. Рассматривался возможный эффект перераспределения количества тралений между стратами.

Результаты

Выбор времени суток и горизонтов лова

Результаты тралений на суточных станциях позволили ответить на основные методические вопросы: в какие часы объекты наиболее доступны, когда уловы меньше различаются по величине и какие горизонты следует облавливать. Ночные уловы оказались в среднем почти вдвое выше дневных. Коэффициенты вариации ночных уловов не поднимались выше 2,0; в то время как дневные не опускались ниже 2,25. Подавляющая часть молоди ночью обитала в горизонтах до 70 м, дневное же обследование требовало тралений на глубинах более 100 м часто на плохих грунтах. Выяснилось, что днём крупная рыба успешнее избегает облова, чем мелкая. Было принято решение о проведении съемок в темное время с ведением верхней подборы трала по глубинам 5, 35 и 65 м. В прибрежной части акватории траление по трём горизонтам увеличивало бы вероятность поимки особей, распределенных в дважды перекрываемых тралом слоях, поэтому над глубинами менее 95 и 60 м облавливали соответственно два и один горизонт. Их выбор осуществлен генерацией случайных чисел среди совокупности возможных значений глубины ведения трала. Последняя назначалась с учётом весовых множителей, значения которых для метровых диапазонов выбраны по найденной в ходе суточных станций эмпирической зависимости $y = 1530 - 17,7x$, где y – количество повторов метрового диапазона глубины x .

Выбор сезона

Съемки направлены на многолетнее отслеживание изменений величин пополнения. Оценка абсолютной его величины не является конечной целью. Численность может быть выражена в индексах. Важно, чтобы из года в год эти индексы одинаково соотносились с реальной численностью. Это требует одинаковой доступности в разные годы. Добиться приближения к этому можно выявлением сезона, в который в разные годы распределение изучаемого объекта повторяется. Это повторение включает в себя как границы встречаемости, так и распределение плотности встречаемости. Начало сезона можно увязывать с определенной гидрологической ситуацией, но лучше всего найти его календарные пределы. В данном случае удалось найти такие пределы. По многолетним данным выявили, что флюктуации температур в слоях обитания изучаемых объектов минимальны в ноябре – январе. Привлечение базы биологических и промысловых данных позволило выявить, что и распределение молоди промысловых рыб наиболее стабильно именно в этот период. Оцениваемые объекты (нулевая и первая возрастные группы) при этом были сосредоточены в сравнительно стабильных скоплениях, дислокация которых незначительно менялась от года к году, но их взаимное удаление в течение года менялось существенно. В последние месяцы года совпадение таких дислокаций оказалось наиболее полным. В выбранный период молодь распределена на акватории наиболее однородно, а обследуемый полигон полностью покрывает пространство обитания. Размеры и возраст большинства учитываемых особей также приемлемы для оценки. К этому времени длина происходящей от зимнего нереста основной части пополнения сардины уже превышает 12 см, и даже в случае значительных масштабов летнего икрометания молодь в основном доступна для облова тралом с шагом сети 10 мм. Средняя селективная длина ставриды при такой ячее 8 см, и большинство молоди этого вида также может облавливаться, достигая такого размера за время после окончания активного нереста в мае.

Оценка пополнения в более ранние сроки дает возможность сделать прогноз с большей заблаговременностью. Однако, проводя учет раньше указанного срока, можно упустить часть молодежи исследуемых видов из-за селективности сети. Отсутствует и уверенность в стабильности межгодовых изменений смертности в период между нерестом и проведенной вскоре после него съемкой. С другой стороны, улавливаемость при учетных работах должна быть высокой и по возможности из года в год постоянной. Еще до наступления половой зрелости рыба объединяется в группы со всеми признаками стайного поведения и по мере роста все успешнее уклоняется от облова. Распределение скоплений по мере роста рыб также начинает зависеть от всё большего числа факторов. По этим причинам выбранный сезон представляется оптимальным для оценок годовиков и сравнительно приемлемым для оценок 0-группы.

Одной из причин проведения съёмок в конце года было стремление ориентироваться преимущественно на учёт годовиков. Изучение накопленных за несколько десятилетий материалов показало, что пространственно-временные расхождения нереста четырех основных видов относительно невелики, но они существуют и способны, наряду с небольшими расхождениями сроков съёмок, оказать ощутимое воздействие на величину индекса [5]. Основной нерест скумбрии, сардины и ставриды происходит зимой, и только к зиме следующего года численность очередной когорты можно считать относительно сформировавшейся. Пришлось учитывать и продолжительность светового дня.

Расстановка станций

Была определена область над шельфом и свалом, в пределах которой когда-либо наблюдались поимки пополняющих возрастных групп, дополненная некоторыми сходными по гидрологическим условиям участками. В большинстве случаев съемки малоподвижных объектов делаются по стандартной сети станций. При этом станции размещаются лишь в районах с заведомо гарантированным присутствием объекта. Наиболее населенные участки нуждаются в более подробном обследовании. Это может означать повторные траления на таких участках несколькими судами или при недостатке времени «отдание приоритета станциям с предполагаемой высокой плотностью... вместо таковых из зон с предполагаемой низкой плотностью» [4]. В соответствии с этим подходом, опираясь на иерархию выделенных стратов по среднемноголетней встречаемости объектов, сформировали план первой съемки в ЦВА. Было установлено, что как в теплые, так и в холодные годы распределение молодежи изучаемых видов во многом совпадает. Оказалось возможным выделение участков, на которых эта молодежь не встречалась во все годы, за которые имеется база промысловых и биологических данных. Зоны с разной плотностью встречаемости рыб были пронумерованы с раздельными для каждого вида градациями плотности. На этой основе сформированы 11 общих для всех рыб стратов (рис.1). Они объединяют акватории, на которых суммы номеров градаций в статистических квадратах распределяются однородно, т.е. страты подобраны таким образом, чтобы в них можно было получить наиболее однородные по величине уловы. Плотность сети станций сделана пропорционально плотности заселения стратов изучаемыми объектами. Назначение конкретных позиций выполнено посредством генерирования случайных чисел среди номеров 1563 пятиминутных квадратов, на которые разделили всю упомянутую область. Общее число позиций тралений составило 214.

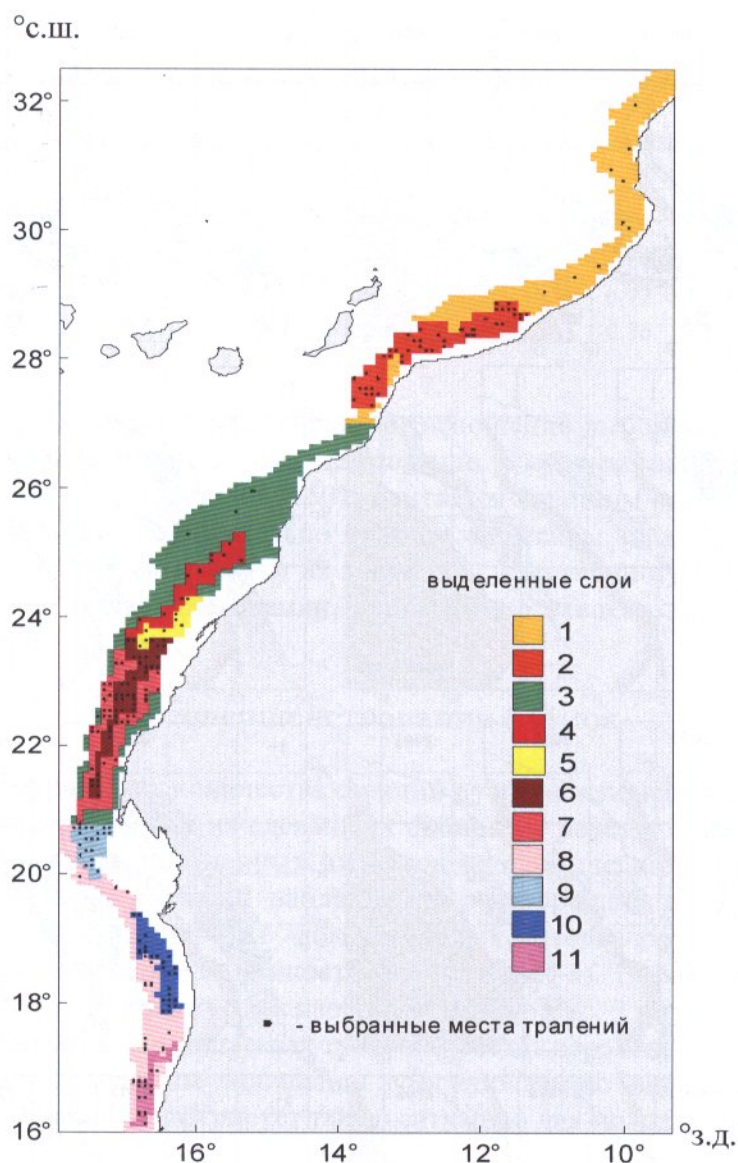


Рис. 1. Схема учетной траловой съёмки пополнения пелагических рыб ЦВА

Fig. 1. Trawling survey on recruitment abundance for pelagic species from the Central Eastern Atlantic

Полученные индексы

О точности индексов, т.е. о том, насколько близка их динамика реальным изменениям в запасах, можно судить по распределению первичных данных. Уловы пополняющих возрастных групп из года в год отмечаются на одних и тех же участках даже при разительно отличающихся гидрологических условиях (рис. 2). Заметно, что через год после появления малочисленной 0-группы регистрируется уменьшение встречаемости 1-группы в тех же местах, где после появления многочисленной 0-группы съёмка показывает рост такой встречаемости. Это свидетельствует о правильности выбора ареала съёмки и членения его на плотностные страты. Степень надежности индексов можно оценить по их статистическим характеристикам.

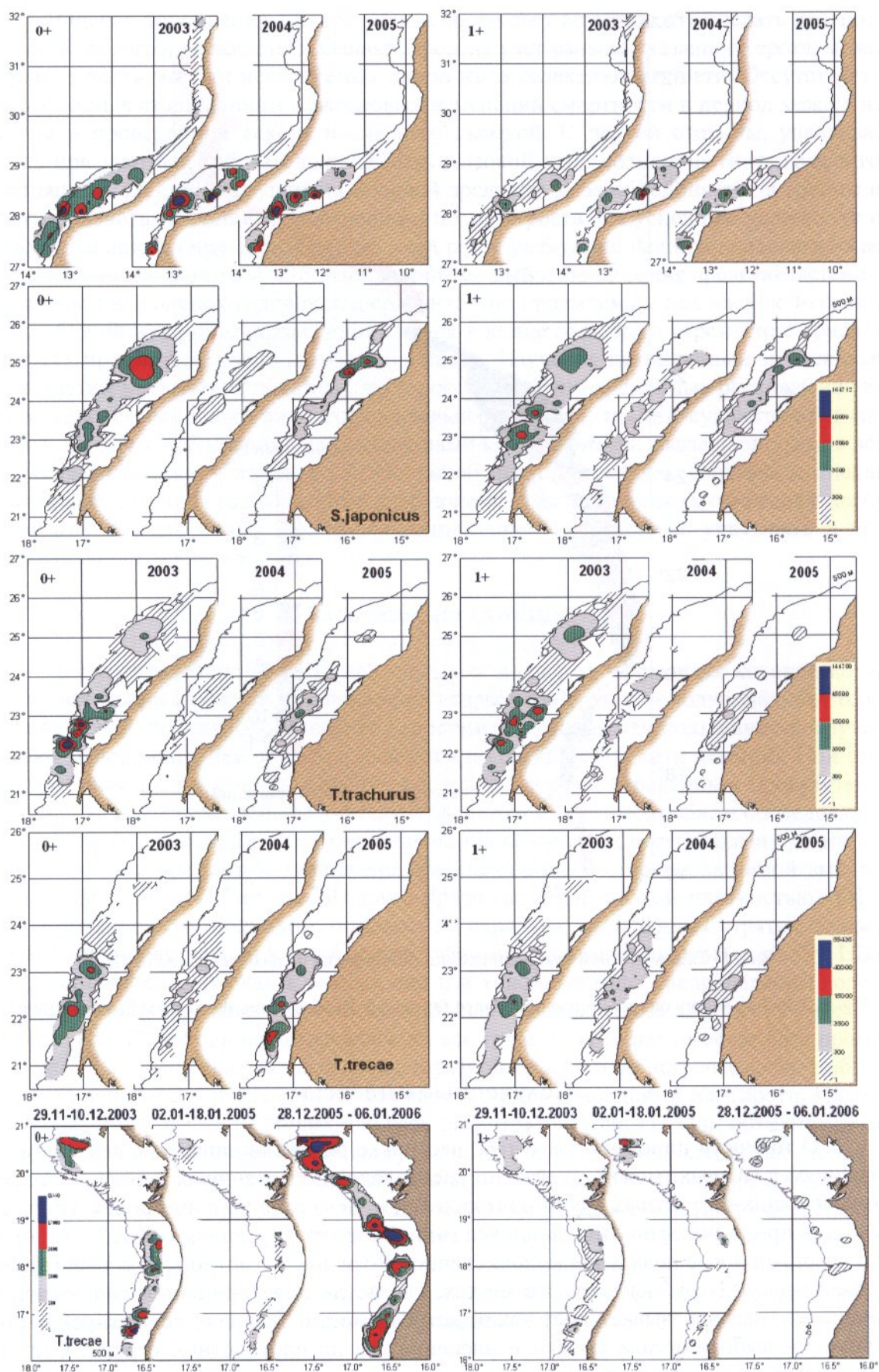


Рис. 2. Зарегистрированные на трёх учётных съёмках плотности распределения пополняющих возрастных групп скумбрии (*S. japonicus*), европейской ставриды (*T. trachurus*) и западноафриканской ставриды (*T. trecae*)
 Fig. 2. Three surveys-based distributional density values for *S. japonicus*, *T. trachurus* and *T. Trecae* recruiting age groups

Коэффициенты вариации индексов пополняющих возрастных групп по трём съёмкам

Three surveys-based variation coefficients for indices of the recruiting age groups

Год проведения съёмки	<i>S. pilchardus</i>		<i>T. trachurus</i>		<i>T. trcae</i>		<i>S. japonicus</i>	
	0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+
2003	1,64	1,99	0,92	0,74	0,69	0,61	0,9	0,79
2004	2,03	1,04	0,95	0,83	0,72	0,72	0,70	0,81
2005	0,9	0,67	0,95	0,84	0,62	0,76	1,34	1,26

Приведенные коэффициенты вариации (отношение выборочного стандартного отклонения к индексу) выглядят обнадеживающе. В среднем они составляют 98%. Между тем, для пелагических съёмок 150% считается хорошим результатом [7]. При расчете таких коэффициентов раздельно по экономическим зонам или населенным отдельными популяциями акваториям их значения существенно уменьшаются. Учитывая многовидовое назначение съёмки, достигнутую степень надежности можно считать приемлемой.

Пути совершенствования съёмок

Имитация сокращения количества станций путем исключения 5 – 40 случайно распределенных уловов первой из сделанных съёмок не ведет к существенному отклонению значений вновь полученных индексов от фактических. В то же время с сокращением количества тралений наблюдается рост средних коэффициентов вариации численностей и расширение доверительных интервалов этих коэффициентов, т.е. происходит снижение надежности оценки (рис. 3). Вновь полученные индексы с вероятностью 95% окажутся в изображенных на рис. 3 интервалах. При этом с увеличением количества сокращаемых тралений растёт вероятность существенного снижения индексов вследствие попадания в исключаемую выборку квадратов с очень высокими уловами. Иллюстрирует такую ситуацию для молоди сардины рис. 4.

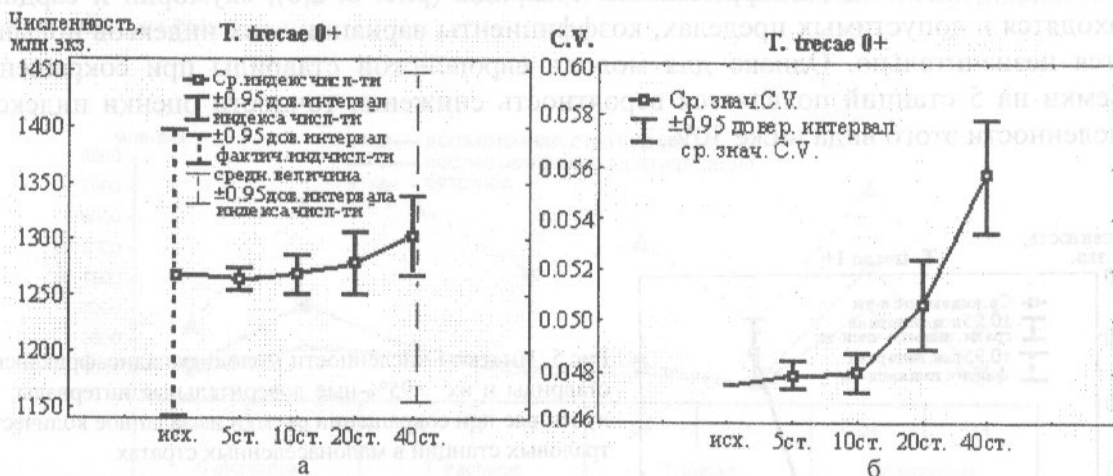


Рис.3. Индексы численности (а), коэффициенты вариации индексов численности молоди западноевропейской ставриды (б) и их $\pm 95\%$ -ные доверительные интервалы, полученные при сокращении съёмки на заданное количество траловых станций

Fig. 3. Abundance indices (а), variation coefficients for juvenile *T. trcae* abundance (б) and their $\pm 95\%$ confidence intervals obtained under shortening of the survey for the given number of the trawling stations

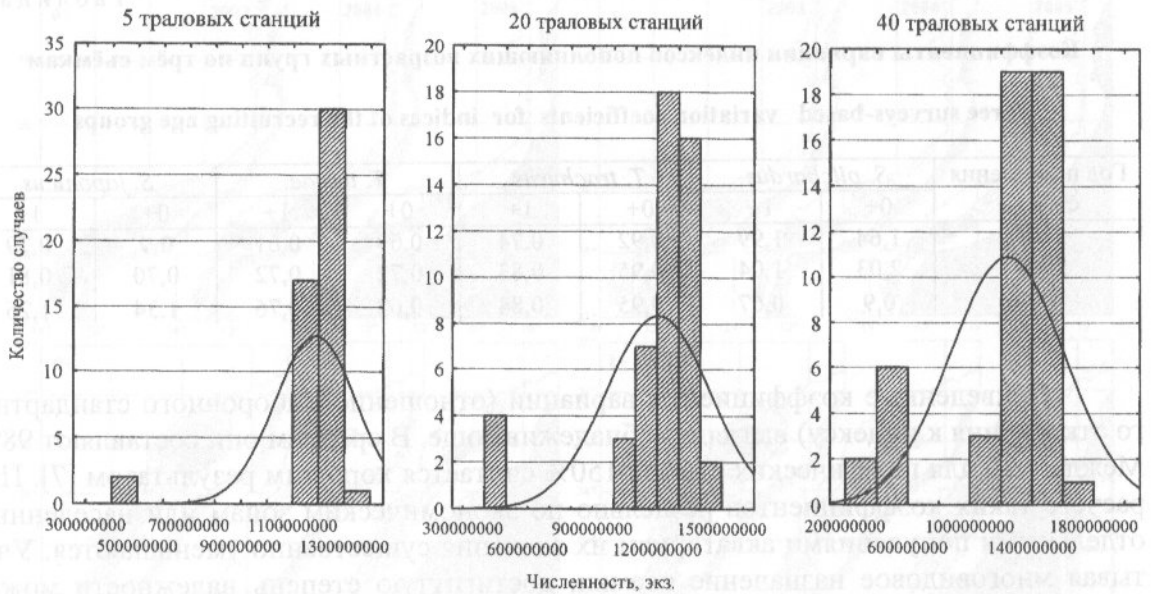


Рис. 4. Гистограммы распределения величин индексов молоди сардины 0+ возрастной группы, полученных при сокращении съемки на заданное количество траловых станций

Fig. 4. Histograms for juvenile *Sardina pilchardus* indices distribution (age group 0+) obtained under shortening of the survey for the given number of the trawling stations

Для изучения эффекта исключения станций в наиболее однородно населенных участках использован страт с наименьшей суммарной дисперсией уловов, расположенный в центральной части сахарского участка съёмки. При случайном выборе и исключении не более чем 10 тралений смоделированные средние индексы по всем видам рыб несущественно отличаются от фактических (исходных) значений, и доверительные интервалы также кажутся приемлемы (рис.5). Однако при увеличении количества сокращаемых станций наблюдается завышение индексов. При сокращении съемки на 5 – 10 станций с использованием этого варианта индексы численности молоди западноафриканской ставриды (рис. 6, а,б), скумбрии и сардины находятся в допустимых пределах, коэффициенты вариации этих индексов повышаются незначительно. Однако для молоди европейской ставриды при сокращении съемки на 5 станций появляется вероятность снижения точности оценки индексов численности этого вида ниже 30%.

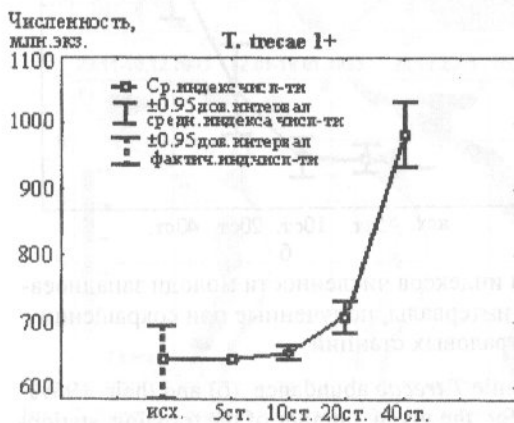


Рис.5. Индексы численности молоди западноафриканской ставриды и их $\pm 95\%$ -ные доверительные интервалы, полученные при сокращении съемки на заданное количество траловых станций в малонаселенных стратах

Fig. 5. Abundance indices for juvenile *T. trecae* and their $\pm 95\%$ confidence intervals obtained under shortening of the survey for the given number of the trawling stations in the low abundant strata

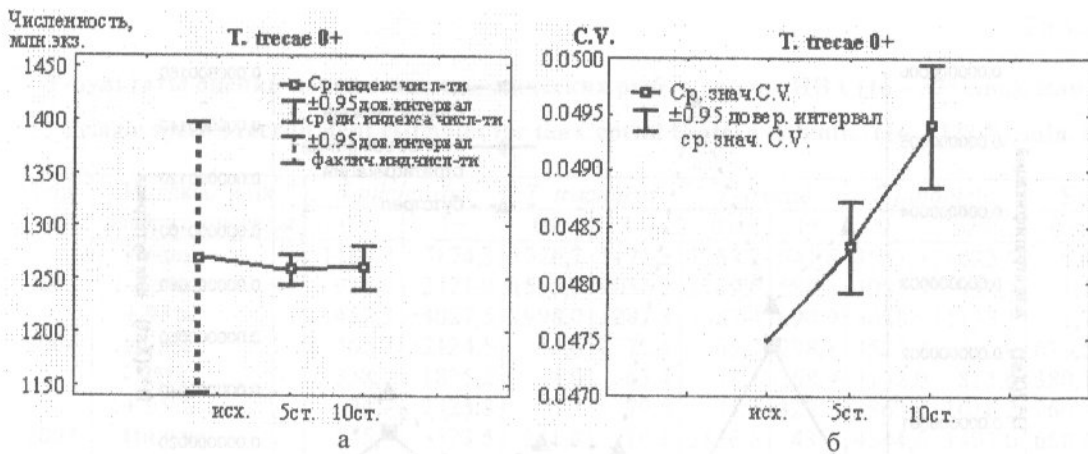


Рис. 6. Индексы численности сеголетков западноафриканской ставриды (а), коэффициенты вариации индексов численности (б) и их $\pm 95\%$ -ные доверительные интервалы при сокращении съемки на заданное количество траловых станций в наиболее однородных стратах

Fig. 6. Abundance indices for *T. Trecae* fingerlings (а), variation coefficients for abundance indices (б) and their $\pm 95\%$ confidence intervals obtained under shortening of the survey for the given number of the trawling stations in the most uniform strata

С целью изучения эффекта применения послесъемочной стратификации было выполнено перевыделение страт различных плотностей молоди основных рыб по данным съемки. Критерием, по которому группировались позиции уловов, было максимальное уменьшение гетерогенности распределений. На этой основе вновь оценена средняя численность и основные статистические параметры (рис. 7, 8). Применение этого метода позволяет добиться сужения разброса среднего значения улова и почти не меняет значений индексов. Наблюдаемый порядок изменения дисперсий при послесъемочной стратификации связан прежде всего с отдельным для каждого вида формированием плотностных стратов. Полученные при этом характеристики распределений уловов дают представление о том, в какой степени может улучшиться надежность результатов по мере накопления данных и совершенствования дизайна съемки.



Рис. 7. Значения индексов съемки пополнения при разных способах усреднения

Fig. 7. Indices of the survey on recruitment basing different averaging methods

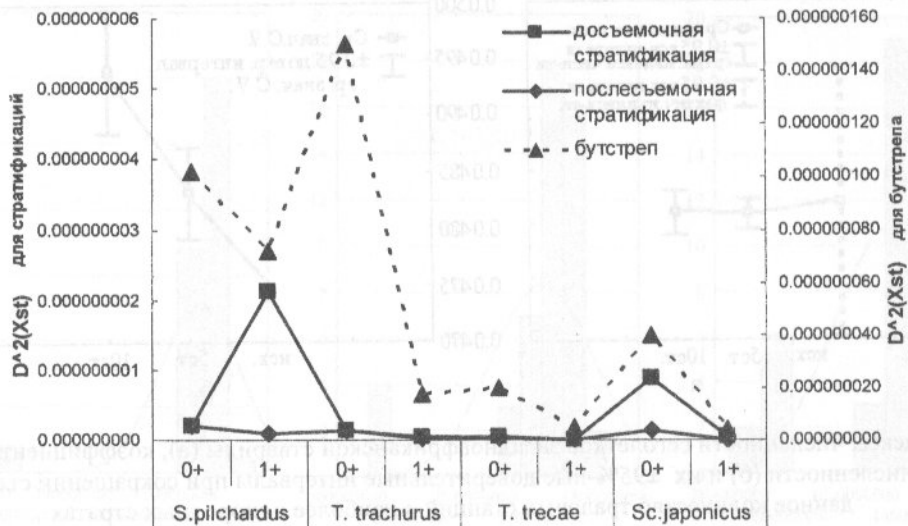


Рис. 8. Значения дисперсий индексов съёмки пополнения при разных способах усреднения

Fig. 8. Dispersion values for indices of the survey on recruitment basing different averaging methods

В отсутствие информации о том, какова причина возникновения возможных систематических ошибок, какой тренд связан с ними и есть ли вообще такие ошибки, имеет смысл искусственно внести случайности в данные для превращения систематических ошибок в случайные с целью минимизации их возможного влияния. Это достигается применением процедуры параметрического бутстрепа, результаты которого приведены на рис.7, 8. Динамика полученных оценок сходна с таковой при стратифицированном подходе, но доверительный интервал заметно шире. Сходство в соотношениях индексов, полученных по стратам и методом переыборки, является дополнительным аргументом в пользу правильности выбора схемы съёмки.

Обсуждение результатов

Результаты трёх съёмок (табл.2) позволяют оценить соотношения полученных индексов. Поделив индекс годовика на прошлогодний индекс 0-группы этого же поколения, можно заметить (табл.3), что для сардины и европейской ставриды возможны как прирост, так и уменьшение этого показателя. Неполная и нестабильная по годам доступность 0-группы кажется наиболее вероятной причиной этого, хотя ошибки в чтении возраста в принципе тоже могли иметь место. Воздействие промысла тоже может оказаться одной из причин изменений в соотношениях между индексами. Так, для скумбрии достаточно подробная биостатистика свидетельствует о снижении вылова 0-группы от 2003 к 2004 г. в 725 раз. Соответственно, удвоилось и соотношение индексов, характеризующее выживание. Наименее вероятно межгодовое изменение этой доступности для годовиков, которые не скапливаются на мелководных участках и уже не так вариабельны по размерам, как 0-группа. Соотношение индексов у западноафриканской ставриды и скумбрии более стабильно и дает некоторую надежду на возможность использования индексов их сеголетков для прогноза.

Результаты оценки пополнения пелагических рыб в районе ЦВА (16 – 32° с.ш.), млн. экз.

Pelagic species recruitment estimates for the Central Eastern Atlantic (16 – 32° N), mln. ind.

Год	Индексы и их доверит. пределы	<i>S. pilchardus</i>		<i>T. trachurus</i>		<i>T. trecae</i>		<i>S. japonicus</i>		<i>S. aurita</i>	
		0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+
2003	Индекс	1189,2	3174,3	1776,7	1171,3	1268,2	641,6	4537,9	1023,5	1,4	0,0
	- 95%	926,0	2321,0	1555,5	1054,7	1149,0	588,3	3987,8	913,9	1,1	0,0
	+ 95%	1452,3	4027,5	1998,0	1287,8	1387,4	694,9	5088,1	1133,1	1,7	0,0
2004	Индекс	466,7	2124,5	4,6	71,5	65,0	298,1	3527,7	915,9	673,5	4,1
	- 95%	338,7	1825,2	4,0	63,4	58,7	268,9	3192,0	815,6	380,1	3,4
	+ 95%	594,7	2423,8	5,2	79,5	71,4	327,3	3863,4	1016,2	966,9	4,9
2005	Индекс	145,9	323,6	141,4	10,3	3836,6	43,1	4344,6	1403,0	668,4	564,1
	- 95%	128,2	294,3	123,2	9,1	3515,7	38,7	3559,2	1164,4	543,5	470,4
	+ 95%	163,6	352,8	159,6	11,4	4157,4	47,6	5129,9	1641,5	793,4	657,7

Таблица 3

Годовые коэффициенты выживания от возраста 0+ до возраста 1+ по данным съёмок

Surveys data-based annual survival coefficients for ages from 0+ to 1+.

Поколение	<i>S. pilchardus</i>	<i>T. trachurus</i>	<i>T. trecae</i>	<i>S. japonicus</i>
2003	1,79	0,04	0,24	0,20
2004	0,69	2,24	0,66	0,40

Судя по табл. 3, в целом выживаемость у поколения 2004 г. была больше, чем у предыдущего для всех рыб за исключением сардины. Межгодовая динамика индексов согласуется с другими сведениями о состоянии запасов. Биомасса сардины на сахарском шельфе ныне превосходит все ранее отмечавшиеся уровни, что обуславливает снижение пополнения [1, 3]. При этом особенно низка выживаемость молоди – снижение индекса более выражено у 0-группы, чем у годовиков.

Исчезновение из промысловых уловов мелкой европейской ставриды в последние два года не позволяет сомневаться в том, что падение соответствующих индексов отражает действительное положение вещей и допустимый улов следует снизить согласно расчётам, сделанным с использованием этих индексов. Напротив, постоянное присутствие мелкой скумбрии в промысловых уловах хорошо объясняется материалами съёмок и свидетельствует о благополучном состоянии этого запаса. Несомненное появление в 2005 г. высокоурожайного поколения западноафриканской ставриды подтверждается не только величиной соответствующего индекса, но и опытом промысла, согласно которому вступление в запас богатой генерации предшествует, как это и было во время и после упомянутой съёмки, распространение молоди по всему шельфу. Съёмка не планировалась как мероприятие для оценки пополнения круглой сардинеллы ввиду её летнего нереста и дислокации молоди вне доступных глубин. Однако, судя по индексам последней съёмки, ориентировочные данные об этом пополнении в некоторые годы могут быть получены, по крайней мере, сильные поколения проявляются в индексах.

Рост индексов при имитационном сокращении малонаселенных стратов объясняется наличием в них преимущественно нулевых уловов. С увеличением выборки среди этих квадратов методом случайных чисел увеличивается и количество попадающих в выборку квадратов с нулевыми уловами, а так как малонаселенные страты включают в себя огромную акваторию, то при пересчете съёмки оставшиеся квадраты с ненулевыми уловами усредняются на всю площадь, тем самым приводя к значитель-

ному завышению результатов. Очевидно, что сокращение плотности обследования таких стратов должно сопровождаться сокращением их площадей путем исключения стабильно незаселяемых участков. Это означает и пересчет индексов уже состоявшихся съёмок на базе измененных площадей сокращаемого страта. Окончательное выявление таких участков возможно после нескольких съёмок. Особенно важно получить результаты в годы пребывания сардины в очередной фазе снижения численности. Может оказаться, что это каким-то образом повлияет на распределение 0-групп определенных видов рыб, поскольку современная очень высокая биомасса сардины ведёт к интенсивному выеданию мелкого планктона в прибрежных водах. Пока без риска искажения результата использовать разрежение станций в малонаселенных стратах допустимо лишь в случае сокращения съёмки на 2 – 3 ночи (до 10 тралений).

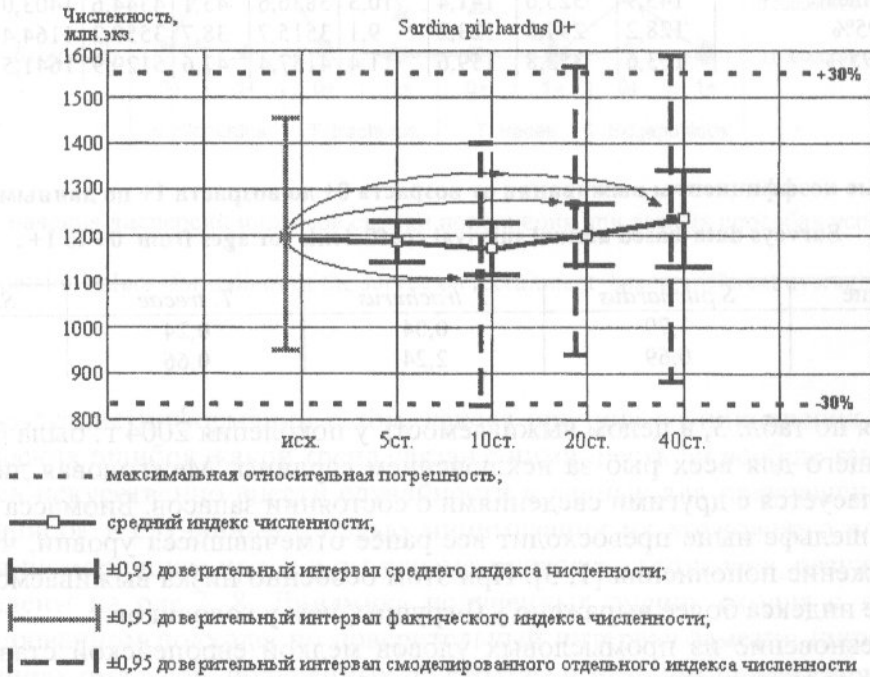


Рис. 9. Возможное изменение точности оценки численности при сокращении съёмки

Fig. 9. Possible changes in abundance estimate accuracy under shortening of the survey

Случайное исключение станций на акватории в целом ведет к более выраженному росту коэффициентов вариации. Как фактическая численность, так и полученные смоделированные численности имеют свои доверительные интервалы, характеризующие надёжность оценки. Доверительные пределы фактически полученных на съёмке индексов не выходят за границы принятой в биологических исследованиях $\pm 30\%$ -ной относительной погрешности. Индексы, полученные при сокращении 5 – 40 тралений, не очень отклоняются от фактических величин, однако их доверительные интервалы возрастают. Будучи приложены к средним, эти интервалы также не выходят за пределы $\pm 30\%$ -ной погрешности (см. рис.3, а, 9). Но для каждого сокращения на определенное количество тралений существует целый ряд индексов, полученных при переборе удалений 50 вариантов наборов траловых станций. Очевидно, что в большинстве случаев их значения окажутся сходными со средним, но при попадании индекса ближе к границам интервала его собственные доверительные пределы будут приближаться или выходить за границы $\pm 30\%$ -ной максимальной относительной погрешности. Возможность этого демонстрирует рис.9, где на примере молодежи сардины нулевой возрастной группы видно, что при сокращении

на 10 траловых станций есть вероятность снижения точности оценки ниже 30%. Особенно возрастает риск недооценки индексов. Уже при сокращении съёмки на 5 траловых станций в 2 – 3 случаях из 50 наблюдается резкое снижение полученных оценок; на 20 станций – в 4 – 6 случаях из 50. С учетом того, что съёмка является многовидовой, высока вероятность того, что даже при не очень значительном сокращении количества тралений какой-нибудь из видов или возрастная группа какого-либо вида будет существенно недооценена.

Сокращение времени съёмки возможно при исключении пустых площадей, но дальнейшее совершенствование её схемы усложняется различиями в распределении видов. При всех изученных случаях такого изменения оказывается невозможным выбор варианта, одинаково приемлемого для всех оцениваемых рыб. Очевидно, следует идти по пути переноса отдельных тралений из стратов с низкой вариабельностью уловов в страты с высокой их вариабельностью, стараясь уменьшать коэффициенты вариации для одних рыб и не допуская при этом их значительного повышения для других. При этом придется выстраивать иерархию по степени полезности результатов. Например, тенденции пополнения сардины хорошо заметны по весьма вариабельным от года к году индексам, а применение их в расчетах пока проблематично. Индексы скумбрии мало варьируют от года к году, они востребованы в расчётах, поэтому при перераспределении станций полезно уплотнять их в стратах с наибольшим разбросом уловов этой рыбы. Этим можно достигнуть сужения доверительных интервалов в стратах с наибольшими коэффициентами вариации среднего улова и тем самым обеспечить сужение общего доверительного интервала. Для принятия решения нужен последовательный анализ стратов и видов на всей акватории съёмки. По данным первой съёмки в марокканских водах основные результаты такого анализа заключаются в следующем:

- Страт 1 содержит значительную часть учитываемых сеголетков скумбрии. Вариабельность их уловов можно снизить добавлением нескольких станций.

- Коэффициенты вариации средних уловов изучаемых категорий рыб наиболее высоки в страте 2 (табл.4, а, б). Он содержит основное количество молоди сардины и скумбрии. Увеличение количества тралений в нём целесообразно для уменьшения дисперсии уловов этих видов. В то же время такое увеличение не улучшит финального результата по ставридам.

- Вариабельность уловов в стратах 4 и 5 одинакова, но плотность заселения первого намного выше. Это дает основание для перераспределения плотностей обледования между стратами.

Таблица 4

а) Процент от общей численности по стратам

a) Percent of the total abundance by stratum

№ страта	<i>S. pilchardus</i>		<i>T. trachurus</i>		<i>T. trecae</i>		<i>Sc. japonicus</i>	
	0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+
1	0	11,06	0	0	0	0	15,94	3,62
2	65,05	2,13	0,0003	0,16	0	0	48,99	19,87
3	27,86	47,85	4,52	13,48	0,02	0,09	26,82	28,92
4	0,59	2,01	4,21	1,31	0,08	0,53	1,01	4,20
5	4,69	33,96	81,33	60,51	31,80	51,70	3,75	35,11
6	1,63	2,82	8,55	24,34	14,35	39,61	0,04	2,35
7	0	0	0	0	0	0	3,46	5,48
8	0	0	0	0,01	16,28	0,54	0	0,001
9	0,18	0,17	1,38	0,20	10,95	3,66	0	0,46
10	0	0,0002	0,0002	0	9,95	2,32	0	0,0002
11	0	0,003	0	0	16,57	1,55	0	0

- В страте 6 получены основные уловы ставриды. По этой причине нецелесообразно изъятие части тралений из этого страта, несмотря на то, что здесь получены наименьшие коэффициенты вариации.

б) Коэффициенты вариации в стратах

б) Variation coefficients in the strata

№ страта	<i>S. pilchardus</i>		<i>T. trachurus</i>		<i>T. trecae</i>		<i>Sc. japonicus</i>	
	0+	1+	0+	1+	0+	1+	0+	1+
1	0	0,85	0	0	0	0	0,54	0,54
2	0,97	0,42	0,99	0,94	0	0	0,29	0,49
3	0,67	0,82	0,68	0,70	0,66	0,57	0,41	0,48
4	0,51	0,44	0,58	0,54	0,62	0,78	0,67	0,51
5	0,46	0,42	0,47	0,35	0,32	0,26	0,37	0,34
6	0,68	0,66	0,58	0,50	0,51	0,49	0,76	0,58
7	0	0	0	0	0	0	0,55	0,48
8	0	0	0	0,99	0,62	0,56	0	0,99
9	0,54	0,44	0,86	0,70	0,21	0,21	0	0,38
10	0	0,75	0,99	0	0,27	0,33	0	1,01
11	0	0,59	0	0	0,71	0,75	0	0

На основании изложенного при проведении следующих съемок введены одно дополнительное траление в страте 2 и пять тралений в страте 1 за счет сокращения плотности обследования страта 3. В результате был снижен суммарный коэффициент вариации (см. табл. 1). При этом допущен рост такого коэффициента для скумбрии на последней съёмке. Это произошло из-за роста рассеивания её уловов в страте 4, что подтверждает ранее сделанное предположение относительно желательности перераспределения количества станций между стратами 4 и 5.

Выводы

Результаты выполненных съёмок подтвердили приемлемость использованных при их планировании методических подходов. Схема съёмок поддается усовершенствованию с сохранением межгодовой сравнимости получаемых индексов.

Съемки дают основания для предположений об отрицательных тенденциях в пополнении сахаро-марокканских популяций сардины и европейской ставриды, о стабильности пополнения запаса скумбрии и о росте величины пополнения западноафриканской ставриды.

Список использованной литературы

1. Баркова, Н.А. О параметрах оптимальной эксплуатации, методических подходах к управлению промыслом рыбных популяций на примере европейской сардины (*Sardina pilchardus* Walb.) в районе Центрально-Восточной Атлантики / Н.А. Баркова, В.А. Рихтер // Труды науч. конф. Ч.1. – Калининград, 2005. – С. 18-20.
2. Ефрон, Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа / Б. Ефрон. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 262 с.
3. О возможности применения предосторожного подхода к управлению промыслом пелагических рыб Центрально-Восточной Атлантики в условиях неудовлетворительного информационного обеспечения / Н.А. Баркова, М.В. Доманевская, В.А. Рихтер, З.А. Чешева // Вопр. рыболовства. – 2003. - №. – С. 515-528.
4. Anon. Report of the Planing Group for Herring Surveys (PGHERS) // ICES CM – 2004/G:05.

5. Chernyshkov, P. Physical and biological factors affecting recruitment of small pelagic fish off Northwest African coast / P. Chernyshkov, N. Timoshenko, A. Sirota. – ICES CM 2005 / O:35.

6. Saville, A. Survey methods of appraising fishery resources. FAO Fish.Tech. Paper. – Rome: FAO, 1977. – No.171. – 76 p.

7. Ulltang, O. Methods of measuring stock abundance other than by the use of commercial catch and effort data. FAO Fish.Tech. Paper. – Rome: FAO, 1977. – No.176. – 23 p.

УДК 597-152.6:639.2.05(261.77)

А.П. Малышко

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ИНДЕКСОВ ПЛОТНОСТИ СМЕШАННЫХ РЫБНЫХ СКОПЛЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРАЛОВО-АКУСТИЧЕСКИХ СЪЕМОК В ВОДАХ МАРОККО

Введение

Проблема, связанная с различиями в измерениях плотности скоплений рыб в разное время суток (день/ночь), существует с начала акустических исследований в районе шельфовых вод Северо-Западной Африки. Французские и норвежские ученые, проводившие акустические съемки в этом районе, по-видимому, не придавали этому особого значения, так как по экономическим и временным показателям круглосуточные работы выгоднее.

Важнейшей задачей является уменьшение погрешности в оценке биомассы, связанной с выбором времени суток для проведения акустической съемки. С этой целью были проведены экспериментальные акустические работы на микрополигонах в районе шельфа Марокко.

Описанный ниже подход в проведении экспериментальных акустических измерений позволяет произвести сравнительный анализ, на основе которого можно принимать решения о предпочтительности выполнения ночных или дневных съемок с учетом различных биологических, гидрологических и других факторов, влияющих на измерения плотности скоплений рыб обследуемой акватории.

Материал и методика

В настоящей работе освещаются результаты, полученные на основе выполнения акустических микросъемок в темное и светлое время суток.

В качестве измерительного инструмента использовали научный эхолот EK500, выводящий интегральные значения коэффициента поверхностной плотности s_A , $m^2/kv.mиллю$. Интервал интегрирования выбран равным 1 миле. Выборки плотности регистрировались в 4 пелагических слоях: 5 – 25, 25 – 50, 50 – 75, 75 – 100 и придонном слое 0,5 – 10 м.

Для проведения гидроакустических работ в целях определения различия величин дневной и ночной биомасс выбраны участки (микрополигоны) 8x20 миль с высокой плотностью рыбных скоплений и координатами:

– северный микрополигон 28°30' с.ш., 11°40' з.д. и 28°15' с.ш., 12°04' з.д.;

– южный микрополигон 21°35' с.ш., 17°16' з.д. и 21°15' с.ш., 17°27' з.д.

Площадь для проведения исследований определяли исходя из того, чтобы успеть за 12 ч покрыть ее параллельными галсами через 2 мили, сделать траление и вернуться в исходную точку для повторной съемки.