

К методике выполнения крупномасштабных пелагических траловых съемок

И.В. Мельников (ТИНРО-центр)

В настоящее время траловые съемки являются основным способом оценки численности и биомассы большинства промысловых гидробионтов. Существует достаточно обширный список литературных источников, в которых затрагиваются вопросы методик их планирования и выполнения, обработки полученных данных [Аксютин, 1968; Программа ..., 1970; Шемина, 1977; Песенко, 1982; Волвенко, 1998, 1999 и др.] и даже роли и целесообразности такого метода исследований [Юданов, 2001]. Кроме того, эти вопросы подробно рассматриваются в разделах «Материал и методики» большинства научных работ, основанных на данных, полученных в ходе проведения траловых съемок.

Несмотря на обилие литературы, слабо освещенным остается ряд вопросов, касающихся способов и методов проведения самих тралений. Иначе говоря, особенностей получения основной характеристики, которую дает траловая съемка — улова на усилие. В данном случае под этим понимается фактический улов вида за траление. Так как эта величина является основой дальнейших расчетов, от точности ее определения зависит качество всех остальных материалов, начиная с биостатистической информации (такие данные обычно пересчитываются на стандартное усилие, т.е. улов трала на единицу времени, обычно 1 ч, или иную величину, являющуюся производной от названной) до собственно количественных оценок [Волвенко, 1998, 1999].

В данной работе анализируются некоторые проблемы, которые встают перед исследователями при проведении крупномасштабных траловых съемок в пелагиали (донные съемки в этом смысле более просты в исполнении). К кругу рассматриваемых вопросов можно отнести: оптимальное расположение траловых станций, районирование акватории исследований, достоинства и недостатки различных способов проведения пелагических тралений, приемы и методы корректировки фактических данных по уловам для последующих расчетов численности и биомассы видов, необходимый комплекс дополнительных работ на скоплениях.

В качестве основного района, на примере которого рассматриваются эти вопросы, выбрана эпипелагиаль северной части Охотского моря, но большая часть методических приемов, применяемых при проведении крупномасштабных эпипелагических траловых съемок в этом регионе, может быть использована и в других районах. Все примеры и фактические данные взяты из рейсовых отчетов по результатам экспедиций в Охотское море осенью 1998, 1999 и 2001 г. [Отчет..., 1998, 1999, 2001].

В результате любой крупномасштабной траловой съемки может быть получена информация по трем основным блокам: во-первых, о видовом составе нектона и макропланктона, обитающего в исследуемом слое; во-вторых, о численности и биомассе нектеров; в-третьих, биостатистические материалы, характеризующие биологию всех доминирующих в уловах видов.

Очевидно, что для получения достоверной информации о видовом составе нектона и макропланктона в месте траления необходимо обловить весь исследуемый слой воды. При эпипелагических траловых съемках это диапазон глубин от 0 до 200 (250) м (от поверхности до дна на шельфе). Кроме того, хорошо известно, что видовой состав и состав доминирующей группы видов существенно изменяется в различных районах исследуемого региона, отличающихся климато-океанологическими условиями [Волвенко, Титяева, 1999]. Менее известно, что не только в придонных слоях [Борец, 1997], но и в пелагиали одного и того же рай-

она в пределах шельфа видовой состав nekтона над различными глубинами также существенно меняется [Отчет., 1998, 1999, 2001].

Таким образом, для получения объективной информации о качественном составе nekтонного населения обширных районов, исследуемых в ходе выполнения крупномасштабных траловых съемок, необходимо расположить станции таким образом, чтобы равномерно охватить пелагиаль над всеми глубинами с учетом региональных особенностей изменения климато-океанологических условий.

Вторая часть этой задачи успешно решается, если в пределах большого региона выделяются отдельные районы с относительно схожими климато-океанологическими условиями, рельефом дна и пр. В Охотском море такие районы были выделены еще на первых этапах экосистемных исследований В.П. Шунтовым [Шунтов и др., 1986]. Принятое тогда районирование с успехом используется и поныне [Волвенко, 2001], так как существенно упрощает анализ собираемой информации, особенно в межгодовом и сезонном аспектах, а также позволяет оптимизировать количество выполняемых станций, которых для выполнения поставленных задач требуется существенно меньше.

Недостатком же принятого районирования Охотского моря, на мой взгляд, является то, что выделенные районы, особенно на шельфе, охватывают широкий диапазон глубин, что не позволяет учесть упомянутые выше батиметрические изменения видового состава сообществ nekтона.

Для учета этих особенностей в нескольких экспедициях в пределах стандартных районов были выделены зоны с глубинами менее 100 м (далее — прибрежная), 100–200 м (далее — шельфовая) и более 200 м (далее — глубоководная). При планировании сетки траловых станций они располагались так, чтобы равномерно охватывать все зоны глубин в пределах каждого стандартного биостатистического района. Численность и биомасса видов рассчитывалась по стандартным методикам [Волвенко, 1998, 1999] в пределах площади выделенных зон глубин. Затем эти данные суммировались по стандартным районам. В табл. 1 приведены номера, названия и площади стандартных биостатистических районов в Охотском море с их разделением по зонам глубин.

Важным моментом является методика выполнения самих тралений. На практике обычно используется три способа лова разноглубинными тралами в пелагиали [Лапко, 1996; Мельников, 1999]:

1) «косой» лов, когда трал опускается к нижним горизонтам исследуемого слоя, а затем в течение 1 ч медленно поднимается к поверхности (время траления определяется с момента взятия трала на стопор на максимальной глубине до момента выхода траловых досок на поверхность) (рисунок, а);

2) «ступенчатый» лов, когда облавливаются несколько горизонтов в течение одинаковых промежутков времени, при этом 2–3 мин. подъема трала из нижнего горизонта в следующий добавляется к времени траления в вышележащем горизонте (рисунок, б);

3) «комбинированный» лов, когда в течение фиксированного времени (обычно 30 мин.) облавливаются слой воды, в котором отмечены экозаписи nekтона, а затем трал поднимается к поверхности как при «косом» или «ступенчатом» лове (рисунок, в).

Во всех трех случаях общее время траления составляет 1 ч. Чаще всего используются 2-й и 3-й способы, причем при отсутствии экозаписи, как правило, применяют «ступенчатый», а в случае ее наличия — «комбинированный» лов.

Ниже показывается, что за редким исключением при использовании любого из указанных способов лова фактический улов не может быть напрямую использован при количественных расчетах численности и биомассы большинства видов nekтона. Дело здесь в том, что для расчета этих параметров по результатам траловых съемок традиционно используется площадной метод [Аксютин, 1968], при этом исходные данные носят выраженный объемный характер, так как разноглубинным тралом облавливается определенный **объем воды**, а не **площадь**, как при донных тралениях [Волвенко, 1998].

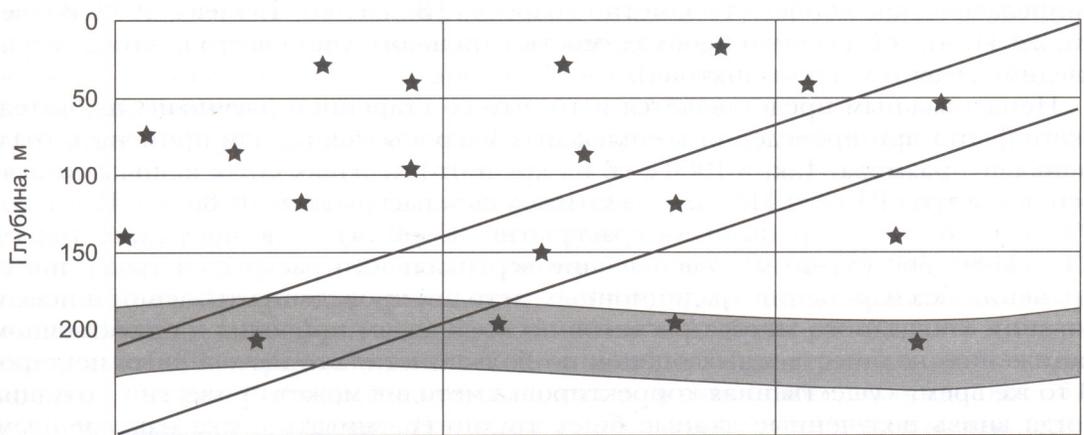
Стандартные районы осреднения биостатистической информации
в Охотском море [Шунтов и др., 1986]

Номер района	Название района	Зона глубин, м	Площадь, тыс. км ²	Суммарная площадь района, тыс. км ²
I	Залив Шелихова	Менее 100	63,9	100,0
		100–200	32,1	
		Более 200	4,0	
II	Ямско-Тауйский	Менее 100	15,7	62,0
		100–200	28,0	
		Более 200	18,3	
III	Охотско-Лисянский	Менее 100	18,1	92,0
		100–200	73,9	
IV	Аяно-Шантарский	Менее 100	45,8	114,0
		100–200	68,2	
V	Ионо-Кашеваровский	100–200	34,5	160,0
		Более 200	125,5	
VI	Впадина ТИНРО	Более 200	120,0	120,0
VII	Северо-западнокамчатский	Менее 100	32,5	56,0
		100–200	9,7	
		Более 200	13,8	
VIII	Юго-западнокамчатский	Менее 100	8,9	35,0
		100–200	6,4	
		Более 200	19,7	
IX	Центральный глубоководный	Более 200	340,0	340,0
		Менее 100	47,2	
X	Восточно-Сахалинский	100–200	20,2	115,0
		Более 200	47,6	
		Менее 100	42,3	
XI	Залив Терпения	100–200	7,8	56,0
		Более 200	5,9	
		Более 200	154,0	
XII	Южный глубоководный	Более 200	154,0	154,0
XIIIa	Северо-Курильский	Более 200*	73,5	73,5
XIIIб	Южно-Курильский	Более 200*	24,5	24,5

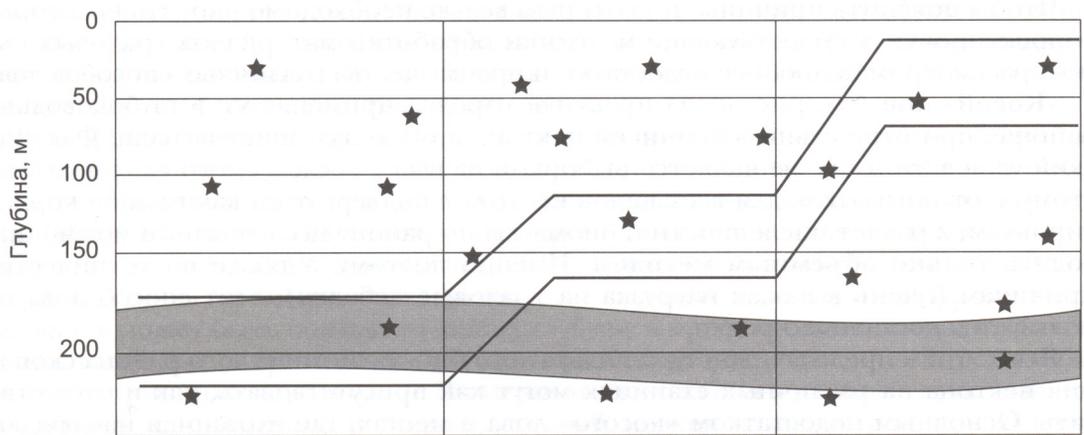
* В Северо-Курильском (XIIIa) и Южно-Курильском (XIIIб) районах практически весь шельф находится в пределах 12-мильной зоны и не исследуется при крупномасштабных траловых съемках.

До недавнего времени обращали внимание только на массовые промысловые объекты, хорошо фиксирующиеся эхолотами, поэтому количественные оценки по таким видам nektona и получали площадным способом по фактическим уловам на 1 ч траления. По таким видам, как минтай, сельдь в нагульный период, тихоокеанские лососи и др., применение площадного метода расчетов действительно дает более точные результаты (о причинах этого также будет сказано ниже), однако и для них величину фактического улова (даже при стандартном часовом тралении) часто приходится корректировать. Для этого применяется так называемый коэффициент объемности. Суть этой корректировки заключается в увеличении фактического улова на величину, пропорциональную высоте слоя эхозаписи, когда последний больше вертикального раскрытия применяемого трала (фактически этот коэффициент приводит полученные объемные данные к площадным).

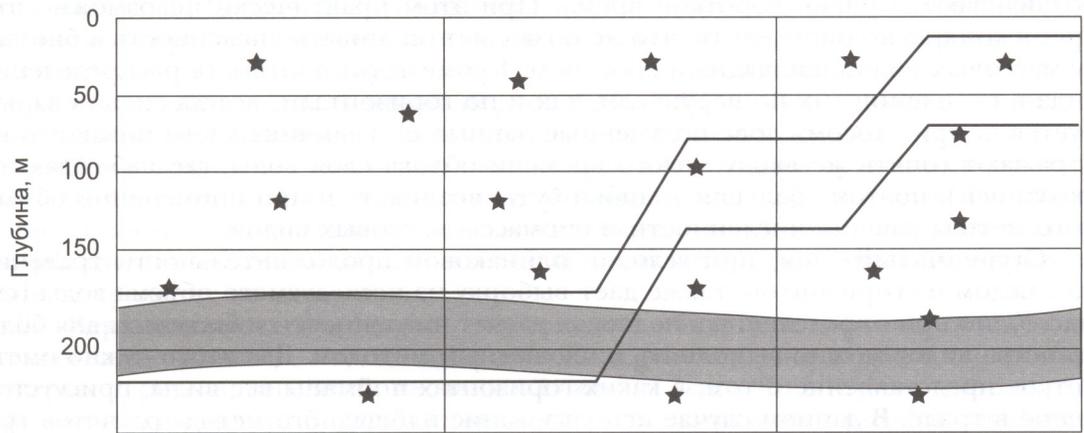
После крупных экосистемных перестроек в биоте дальневосточных морей, вызванных глобальными изменениями климато-океанологических и космофизических факторов, которые были спрогнозированы еще в 1980-е гг. проф. В.П. Шунтовым и представителями его школы, а затем подробно прослежены [Шунтов, 1986, 1993, 1994, 1995, Shuntov et al., 1993; Радченко и др., 1997a, б; Шунтов и др., 1997, 1998 и др.], роль второстепенных в прошлом видов в функционировании



а



б



в

20 мин.

20 мин.

20 мин.

Время траления, 1 ч

Три основных способа выполнения траловых станций: а - «косой»; б - «ступенчатый»; в - «комбинированный». Сплошные жирные линии - горизонт хода траля, заштрихованная область - слой эхозаписи, звездочки - рассеянные равномерно распределенные объекты

эпипелагических сообществ заметно возросла [Волвенко, Титяева, 1999; Волвенко, 2001], что обусловило необходимость тотального учета всего нектона (а в последние годы и макропланктона).

Немаловажным представляется и то, что со старением научно-исследовательского флота при проведении комплексных макросъемок начали применять тралы меньшего размера. Так, в 1980-е гг. на крупнотоннажных судах использовался в основном трал РТ/ТМ-118/620 с вертикальным раскрытием 70–80 м, в 1990-е гг. — РТ/ТМ-108/528 (вертикальное раскрытие 45–50 м), а в последние годы — РТ/ТМ-80/360 (35–40 м). Уменьшение вертикального раскрытия трала при сохранении без изменения традиционных методик проведения тралений и использовании площадного метода расчетов по всем видам приводит к существенному занижению количественных оценок по большинству второстепенных нектонов. В то же время существенная корректировка методик может привести к ситуации, когда вновь полученные данные будет трудно сравнивать с уже накопленными многолетними рядами наблюдений.

Чтобы пояснить причины, по которым все же необходимо вносить некоторые корректировки в существующие методики обработки материалов траловых съемок, рассмотрим подробнее недостатки и преимущества различных способов лова.

«**Косой**» лов (см. рис. а) на практике изредка применяется в глубоководных районах при отсутствии эхозаписей нектона в пределах эпипелагиали. Фактический улов в этом случае является выборкой из всего исследуемого слоя воды, поэтому этот показатель для всех видов не может подвергаться каким-либо корректировкам, а расчет численности и биомассы по району исследований можно проводить **только объемным методом**. Именно поэтому, а также по техническим причинам (очень высокая нагрузка на траловые лебедки), этот способ лова используется достаточно редко.

Ясно, что в пределах одного стандартного биостатистического района скопления нектона на различных станциях могут как присутствовать, так и отсутствовать. Основным недостатком «косого» лова в местах, где эхозаписи наблюдаются, является то, что при наличии любого скопления исследуемых объектов они облавливаются очень короткое время. При этом практически невозможно это время конкретно определить, что не позволяет оценивать численность и биомассу массовых видов площадным способом. Кроме того, плотность распределения вида в скоплении как по вертикали, так и по горизонтали, всегда сильно варьируется, а при «косом» лове полученные данные по величине улова никак это не отражают (опять же ввиду малого времени облова слоя воды, где наблюдаются эхозаписи), поэтому большие ошибки будут возникать и при применении объемного метода расчета численности и биомассы массовых видов.

«**Ступенчатый**» лов, при условии одинаковой продолжительности траления на каждом из горизонтов, также дает выборку из исследуемого объема воды (см. рис. б), но при определенных подходах расчет численности и биомассы для большинства видов можно выполнять и площадным методом. Для этого нужно иметь четкое представление о том, в каких горизонтах пойманы все виды, присутствующие в трале. В данном случае использование площадного метода расчетов требует пересчета фактического улова каждого вида на 1 ч траления по слою воды, в котором он обитает. Расчеты объемным методом при этом способе лова можно проводить без корректировки фактических уловов. Основным недостатком также является относительно малое время облова слоя эхозаписи массовых видов, правда, определить это время уже достаточно просто (в примере на рис.б оно составляет 20 мин.).

«**Комбинированный лов**» — наиболее сложен в обработке полученной количественной информации. Он позволяет использовать площадной способ расчетов численности и биомассы массовых видов, но снижает качество информации по другим объектам из-за неравномерного облова различных горизонтов (в примере на рис. в слой эхозаписи облавливается 30 мин. и два горизонта по 15 мин.). Основное его достоинство состоит в том, что при получасовом (или более) облове слоя эхозаписи, который чаще всего имеет различную плотность, можно полу-

чить более объективные значения среднего улова на 1 ч траления по массовому виду (а, значит, точнее рассчитать его численность и биомассу). При двух других способах, как отмечалось выше, время облова слоя эхозаписи ограничено и эти данные менее точны.

Очевидно, что и в данном случае фактический улов не может быть напрямую использован для расчетов площадным методом и требуется его пересчет по всем видам на 1 ч траления по отдельным горизонтам лова. Применение объемного метода расчетов для ряда видов весьма затруднительно.

Допустим, что в улове (см. рис. в) присутствуют минтай, молодь южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus*, кета *Oncorhynchus keta* и серебрянка *Leuroglossus schmidti*. Очевидно, что фактический улов минтая надо будет увеличивать в два раза (пересчет на 1 ч траления по слою эхозаписи), молоди терпуга и кеты — в четыре раза, так как фактическое время облова поверхностного слоя, где они обитают, составляет около 15 мин. Дальнейшие расчеты по этим видам можно будет проводить площадным методом. Сложность возникает для серебрянки и других мезопелагических рыб (звездочки на рис.), которые ночью могут быть пойманы на любой глубине. Применение площадного метода здесь недопустимо (оценки будут существенно занижены), а расчеты объемным методом затруднены из-за неравномерного облова различных горизонтов.

Как следует из изложенного выше, основной проблемой, возникающей при пересчетах фактических уловов на 1 ч траления по горизонту лова, является определение глубины залегания и толщины слоя воды, в пределах которого обитает каждый из присутствующих в улове нектеров. Сложность заключается в том, что одни и те же виды могут изменять глубину обитания в зависимости от района, возраста, сезона, времени суток, физиологического состояния и т.д. Кроме того, ряд видов может быть пойман на любой глубине в пределах эпипелагиали. Поэтому для таких видов применение площадного метода расчетов численности и биомассы в принципе невозможно. Выходом из положения в данном случае является дифференцированный и индивидуальный подход к каждому виду в каждом районе при расчете его численности и биомассы.

Нами был проведен анализ видового состава уловов и особенностей вертикального распределения основных видов нектона в период проведения комплексных экспедиций в эпипелагиали (0–200 (250) м) и верхней эпипелагиали (0–50 м) Охотского моря в летне-осенний период 1991–2001 гг. В результате все виды, встреченные в уловах, были условно разделены на шесть основных групп:

1. «**Промысловые**» — массовые промысловые виды, фиксирующиеся эхолотами (минтай, сельдь, мойва в некоторых районах и др.). При расчетах биомассы и численности для них можно использовать площадной метод с использованием коэффициента объемности (см. выше) и пересчетом фактического улова на часовое траление по эхозаписи.

2. «**Верхнеэпипелагические**» — постоянные обитатели верхних слоев воды (тихоокеанские лососи, молодь северного *Pleurogrammus monopterygius* и южного одноперых терпугов, сеголетки песчанки *Ammodytes hexapterus* в глубоководных районах, японский анчоус *Engraulis japonicus*, молодь камчатского *Gonatus camtschaticus* и японского *Gonatopsis japonicus* кальмаров и др.). При расчетах биомассы и численности для них можно использовать площадной метод с пересчетом фактических уловов на 1 ч траления в поверхностном слое.

3. «**Донные**» — большая группа донных и придонных видов, встречающихся в уловах в пределах шельфа (камбалы *Pleuronectidae*, бычки *Cottidae*, лисички *Agonidae*, круглоперы *Cyclopteridae*, взрослая песчанка, креветки и др.). При расчетах численности и биомассы для них можно использовать площадной метод с пересчетом фактических уловов на 1 ч траления в придонном слое.

Здесь необходимо иметь в виду, что роль придонных видов в нектонных сообществах неоднозначна: одни появляются чисто случайно (большинство камбаловых и костнощечких, бельдюговых *Zoarcidae* и др.), а другие совершают активные суточные миграции в пелагиаль (круглоперые, сахалинская камбала *Limanda sakhalinensis*, бычок-бабочка *Melletes papillio* и др.). По этой причине в пределах этой

группы видов можно выделить две подгруппы: а) **собственно донные виды** и б) **придонные**. У первых протяженность вертикальных миграций сравнима с вертикальным раскрытием донного трала (7–10 м) и роль планктона в питании невелика, вторые совершают протяженные суточные миграции и питаются преимущественно планктонными организмами.

4. «**Пелагические надшельфовые**» — пелагические виды, встречающиеся преимущественно в пределах шельфа, совершающие протяженные суточные миграции и слабо фиксирующиеся эхолотами (сеголетки мойвы, стихеевых *Stichaeidae*, песчанки, частично сеголетки минтая и сельди, мальки и личинки многих донных видов рыб). Фактический улов таких объектов, если они не фиксировались эхолотом, не пересчитывается, а количественные оценки обилия можно получить, используя объемный метод для слоя 100 м (или значение средней глубины в исследуемом районе).

5. «**Мезопелагические**» — мезопелагические нектеры, поднимающиеся в эпипелагиаль только в ночное время (серебрянка, миктофиды *Mystophidae*, большинство кальмаров, мезопелагические креветки и др.). Количественные оценки по таким видам над глубинами более 200 м рассчитываются только по тралениям, выполненным в темное время суток без подсчета фактических уловов и с использованием объемного метода для всего исследуемого слоя эпипелагиали (если вид встречается вплоть до верхних слоев воды, например, серебрянка, охотский батияг *Lipolagus ochotensis*, светлоперый лампаникт *Stenobrachioides leucopsarus* и др.) или только нижнего 100-метрового ее слоя (некоторые кальмары, темноперый лампаникт *S. nannochir*, хаулиод *Chauliodon macouini* и др., не поднимающиеся или редко поднимающиеся ночью выше 100-метровой изобаты).

6. «**Пелагические**» (эврибатные виды) — обитатели всего слоя пелагиали (большинство медуз, рыба-лягушка *Aptocyclus ventricosus*, запрора *Zaprora silenus* и др.). Их фактические уловы не пересчитываются, а при расчетах численности и биомассы используется объемный метод для всего исследуемого слоя эпипелагиали.

Очевидно, что разделение видов на предложенные группы предполагает использование как объемного, так и площадного методов оценки численности и биомассы. Это существенно увеличивает объем расчетов, усложняет формализацию данных для обработки с использованием персональных компьютеров. Несмотря на это точность полученных таким способом количественных оценок оказывается более высокой именно по второстепенным видам с сохранением существующих методик учета наиболее массовых нектеров (1-я, 2-я и 3-я группы по приведенной выше классификации). Списки видов, встреченных в уловах в период проведения траловых съемок осенью 1998, 1999 и 2001 г., слои их обитания в различных районах Охотского моря, применяемые способы оценки обилия приведены в соответствующих рейсовых отчетах [Отчет., 1998, 1999, 2001]. При использовании этих данных необходимо учитывать, что многие виды могут переходить из одной группы в другую (в зависимости от климато-океанологической обстановки, региона, сезона, возраста, физиологического состояния и других факторов).

Заметим также, что для использования предложенных методик подготовки исходных данных и последующих расчетов обилия различными способами, наиболее приемлемым является применение «ступенчатого» способа лова, при этом обязательным условием является **одинаковое время траления на всех горизонтах** (количество горизонтов лова зависит от толщины исследуемого слоя пелагиали), что позволит использовать как объемный, так и площадной методы расчетов численности и биомассы видов. Общая продолжительность стационарного траления в этом случае может и превышать 1 ч (например, при наличии эхозаписи она может облавливаться 30 мин., но затем по 30 мин. ловят и на всех вышележащих горизонтах). Для видов, численность и биомасса которых в дальнейшем будет рассчитываться объемным методом, фактический улов в этом случае просто пересчитывается на 1 ч траления. Продолжительность облова эхозаписи в каждом конкретном случае определяется отдельно, исходя из возможной величины улова (слишком большие уловы трудно количественно оценить, кроме того,

научно-исследовательские суда имеют ограниченные возможности их переработки) и характера эхозаписи (изменение плотности, глубины и пр.). Еще одним достоинством «ступенчатого» лова является то, что он дает возможность обловить скопления разных видов (или размерно-возрастных групп одного вида), обитающих на разных глубинах. Например, в северной части Охотского моря эхозаписи часто имеют вид двухслойных скоплений — у поверхности (сельдь в нагульный период) и на глубинах 200–250 м (минтай).

Еще одна малоизученная проблема, возникающая при использовании «ступенчатого» и комбинированного способов лова — изменение горизонтального раскрытия трала на различных горизонтах. До последнего времени этот параметр считали постоянной величиной для каждого типа трала, поэтому в расчетах использовали средние характеристики, указанные в технической документации. Лишь относительно недавно обратили внимание на то, что горизонтальное раскрытие трала может существенно меняться при изменении горизонта траления. Используемые в настоящее время эмпирические формулы для расчета этой важнейшей характеристики [Волвенко, 1998] включают в себя ряд измеряемых параметров траления: вертикальное раскрытие трала, горизонт лова, скорость траления и количество вытравленных ваеров.

При изменении горизонта траления (см. рисунок), как правило, все эти величины меняются. В результате расчетное горизонтальное раскрытие трала a , значит, и значения протраленной площади или процеженного тралом объема воды также может изменяться. Так, для трала РТ/ТМ-80/396 осенью 2001 г. горизонтальное раскрытие в период одного траления изменялось на 3–12 м (табл. 2).

Следует отметить, что применение приборов, фиксирующих фактическое горизонтальное раскрытие трала (a они уже имеются), не снимает этой пробле-

Таблица 2

Фактические и расчетные (выделены полужирным шрифтом) параметры некоторых тралений, выполненных в сентябре 2001 г. у восточного побережья Сахалина

Трал №	Скорость траления, узлы	Горизонт траления, м	Вертикальное раскрытие трала, м	Длина ваеров, м	Горизонтальное раскрытие, м	Площадь траления, км ²	Объем процеженной воды, км ³
51	4	97	40	400	34,2	0,253506	0,01014
	4	2	40	150	27,1	0,200674	0,008027
52	3,5	203	43	580	34,6	0,224216	0,009641
	5,4	8	45	130	25,0	0,250557	0,011275
53	4,9	200	42	600	36,2	0,328818	0,01381
	4,9	100	42	320	32,6	0,296031	0,012433
	4,9	2	42	150	26,9	0,244496	0,010269
54	3,7	200	43	550	34,7	0,237506	0,010213
	3,7	100	43	350	32,1	0,220209	0,009469
	3,7	8	43	100	22,9	0,157218	0,00676
55	3,7	283	44	800	35,9	0,245903	0,01082
	4,7	15	44	150	26,5	0,230333	0,010135
56	4	133	41	500	35,2	0,260621	0,010685
	3,7	10	45	130	24,5	0,168114	0,007565
57	4	71	44	270	30,5	0,225752	0,009933
	4	10	44	100	23,0	0,170205	0,007489
58	4,6	0	45	100	23,0	0,195721	0,008807
59	4,5	33	42	180	28,3	0,236265	0,009923
	4,5	0	42	100	23,6	0,196693	0,008261
60	3,8	205	45	550	34,2	0,240345	0,010816
	3,8	150	45	420	32,7	0,230435	0,01037

мы. В любом случае необходимо учитывать данный факт при количественных расчетах.

На практике использование «ступенчатого» способа лова позволяет для каждого горизонта рассчитывать протраленную за 1 ч площадь отдельно, а для видов, количественные оценки по которым получают объемным способом, пользоваться усредненными по всем горизонтам значениями. К сожалению, используемый в настоящее время в ТИНРО-центре компьютерный пакет программ для хранения и обработки биологической информации [«Ихтиолог»] позволяет вводить только средние параметры, поэтому данные по параметрам траления на каждом горизонте можно фиксировать только в траловой карточке и рейсовых отчетах.

Как видно из данных, приведенных в табл. 3, использование различных подходов к сбору и обработке первичных материалов может существенно изменять полученные количественные оценки, причем как в сторону снижения, так и в сторону увеличения. При анализе этой таблицы необходимо иметь в виду, что разница в оценках при различных способах расчетов в приведенном примере возникает по трем основным причинам: 1) в результате использования зон глубин в пределах биостатистических районов с последующим суммированием результатов; 2) из-за использования объемного метода для ряда видов; 3) по причине использования для каждого горизонта отдельных либо средних по всем горизонтам характеристик траления. Исходные данные во всех случаях были одни и те же — фактические уловы, пересчитанные на 1 ч траления по горизонту обитания вида с едиными коэффициентами уловистости трала и необходимыми корректировками с учетом коэффициента объемности.

Учитывая вышеизложенное, заметим ряд интересных закономерностей, касающихся влияния рассматриваемых подходов на результаты расчетов биомассы видов различных групп (см. классификацию, приведенную выше).

Во-первых, разделение районов на прибрежную, шельфовую и глубоководную зоны может как увеличивать, так и снижать величину оценок биомассы (данные в табл. 3, обозначенные как P1 и P2, различаются только по этой причине) в зависимости от соотношения площадей зон, обилия и частоты встречаемости вида, а также степени его приуроченности к отдельным диапазонам глубин. В целом наблюдается следующая закономерность: чем более широко и равномерно распространен вид, тем меньше разница в оценках. Для видов, приуроченность которых к какой-либо батиметрической зоне более выражена, такой подход уточняет оценки в сторону их уменьшения при наличии плотных скоплений и высоких уловов (минтай, мезопелагические виды и др.). Соответственно в противном случае наблюдается противоположная ситуация — количественные оценки оказываются выше, чем рассчитанные для всей площади района (мойва, массовые виды «донной» группы и др.).

Во-вторых, при использовании всех рассматриваемых в данной работе методических приемов (оценки P3 в табл. 3) наибольшей получается разница в количественных оценках для групп видов, по которым применяется объемный метод расчетов. Так, по группам IV, V и VI оценка биомассы оказалась выше полученной традиционными методами на 118–127%.

В-третьих, использование дифференцированных по каждому из горизонтов параметров траления и соответствующих средних данных оказывает существенное влияние на результаты расчетов. Так, разница в оценках, приведенных в столбцах P2 и P3 для I, II и III групп видов (и в том, и в другом случае применялся площадной метод расчетов), связана почти исключительно с влиянием этого фактора (см. табл. 3).

Таким образом, можно заключить, что применение рассматриваемых в работе изменений методик сбора и обработки материалов существенно не влияет на количественные оценки по основным промысловым видам (прежде всего, минтаю, сельди, тихоокеанским лососям), а только уточняет их. В тоже время они позволяют сделать существенную переоценку роли многих второстепенных видов в функционировании пелагических сообществ (например мойвы, мезопелагических нектов, придонных рыб, нектобентоса и макропланктона).

Оценки биомассы nekтона, макропланктона и nekтобентоса осенью 2001 г. в пелагиали Северо-западнокамчатского района (VII) площадным методом для всех видов по району (P1), площадным методом для всех видов с выделением батиметрических зон (P2) и при дифференцированном подходе с использованием объемного и площадного методов и батиметрических зон (P3)*

Виды и группы	К	P1, тыс. т	P2, тыс. т	Разница в оценках P1 и P2, %	P3				Разница в оценках	
					Прибрежная, тыс. т	Шельфовая, тыс. т	Глубоководная, тыс. т	Сумма, тыс. т	P3-P1, %	P3-P2, %
<i>I. Промысловые</i>										
	512,868	476,083	-7,17	181,040	207,857	409,026	-20,25	-14,09		
<i>Clupea pallasii</i>	0,4	0,336	0,239	-28,90	0,093	0,123	0,035	0,251	-25,28	5,09
<i>Mallotus villosus</i>	0,1	81,194	178,457	119,79	175,466	1,702	2,008	179,176	120,68	0,40
<i>Theragra chalcogramma</i>	0,4	431,338	297,388	-31,05	5,481	18,304	205,815	229,599	-46,77	-22,79
<i>II. Верхнеэпителические</i>										
<i>Gonatus madokai</i> (молодь)	0,1	3,514	3,686	4,91	2,084	0,265	3,116	5,465	55,54	48,26
<i>Larva pisces</i>	0,01	0,021	0,031	43,45	0,026	0,005	0,000	0,031	46,25	1,95
<i>Oncorhynchus keta</i>	0,3	0,316	0,146	-53,81	0,000	0,158	0,000	0,158	-49,98	8,30
<i>Oncorhynchus keta</i> (молодь)	0,3	0,090	0,042	-53,81	0,000	0,044	0,000	0,044	-51,20	5,64
<i>O. gorbuscha</i> (сеголетки)	0,3	0,047	0,021	-53,81	0,000	0,023	0,000	0,023	-51,20	5,64
<i>O. masu</i>	0,3	0,025	0,059	132,14	0,059	0,000	0,000	0,059	132,14	0,00
<i>O. tshawytscha</i>	0,3	1,859	0,943	-49,27	0,105	0,895	0,000	1,000	-46,19	6,09
<i>Theragra chalcogramma</i> (сеголетки)	0,1	45,399	25,366	-44,13	32,638	20,530	0,017	53,185	17,15	109,67
<i>III. Донные</i>										
<i>Atheresthes evermanni</i>	0,5	0,066	0,039	-40,86	0,000	0,000	0,031	0,031	-53,11	-20,72
<i>Careproctus cyclocephalus</i>	0,5	0,057	0,033	-40,86	0,000	0,000	0,029	0,029	-49,15	-14,02
<i>Crangon communis</i>	0,1	0,017	0,040	132,14	0,040	0,000	0,000	0,040	132,14	0,00
<i>Crangon dalli</i>	0,1	0,001	0,001	-34,29	0,000	0,001	0,000	0,001	60,21	143,80
<i>Eualis</i> sp.	0,1	0,001	0,000	-53,81	0,000	0,000	0,000	0,000	-58,49	-10,13
<i>Eumicrotremus birulai</i>	0,5	0,053	0,103	94,51	0,096	0,001	0,008	0,104	97,07	1,31
<i>E. schmidti</i>	0,5	0,001	0,003	132,14	0,003	0,000	0,000	0,003	132,14	0,00
<i>Gadus macrocephalus</i>	0,5	1,427	0,601	-57,90	0,000	0,317	0,204	0,521	-63,52	-13,35
<i>Glyptocephalus stelleri</i>	0,5	0,094	0,056	-40,86	0,000	0,000	0,051	0,051	-46,05	-8,79

Виды и группы	K	P1, тыс. т	P2, тыс. т	Разница в оценках P1 и P2, %	P3				Разница в оценках	
					Прибрежная, тыс. т	Шельфовая, тыс. т	Глубоководная, тыс. т	Сумма, тыс. т	P3-P1, %	P3-P2, %
<i>Gymnocanthus detritus</i>	0,5	0,268	0,345	28,57	0,247	0,019	0,065	0,331	23,39	-4,03
<i>Hippoglossoides robustus</i>	0,5	0,596	0,399	-33,05	0,044	0,052	0,236	0,332	-44,27	-16,76
<i>Leptoclynus maculatus</i>	0,1	0,006	0,003	-53,81	0,229	0,000	0,000	0,229	3851,75	8455,33
<i>Limanda aspera</i>	0,5	0,346	0,804	132,14	0,804	0,000	0,000	0,804	132,14	0,00
<i>Limanda sakhalinensis</i>	0,5	15,580	25,783	65,48	23,203	2,396	0,000	25,599	64,30	-0,71
<i>Liparis ochotensis</i>	0,5	0,558	0,424	-24,01	0,208	0,193	0,000	0,401	-28,15	-5,44
<i>Melletes papilio</i>	0,5	0,012	0,027	132,14	0,027	0,000	0,000	0,027	132,14	0,00
<i>Ocella dodacaedron</i>	0,5	0,006	0,014	132,14	0,014	0,000	0,000	0,014	132,14	0,00
<i>Osmerus dentex</i>	0,5	0,020	0,047	132,14	0,047	0,000	0,000	0,047	132,14	0,00
<i>Palassina barbata</i>	0,5	0,002	0,004	132,14	0,004	0,000	0,000	0,004	132,14	0,00
<i>Pandalus borealis</i>	0,1	1,552	2,048	31,99	1,526	0,140	0,292	1,958	26,15	-4,42
<i>P. goniurus</i>	0,1	1,015	0,929	-8,54	0,574	0,330	0,000	0,903	-11,03	-2,73
<i>Pleuronectes quadrituberculatus</i>	0,5	0,054	0,125	132,14	0,125	0,000	0,000	0,125	132,14	0,00
<i>Podothecus gilberti</i>	0,5	1,513	1,561	3,19	1,042	0,395	0,074	1,511	-0,10	-3,19
<i>P. vernerus</i>	0,5	0,105	0,244	132,14	0,244	0,000	0,000	0,244	132,14	0,00
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	0,5	0,116	0,092	-21,14	0,000	0,000	0,073	0,073	-37,48	-20,72
<i>R. hippoglossoides</i> (молодь)	0,3	0,004	0,002	-53,81	0,000	0,001	0,000	0,001	-59,57	-12,47
<i>Triglops jordani</i>	0,5	0,001	0,003	132,14	0,003	0,000	0,000	0,003	132,14	0,00
<i>IV. Пелагические надильфовые</i>										
<i>Mallotus villosus</i> (сеголетки)	2,251	5,120	127,43	5,120	0,005	0,000	5,125	127,65	0,10	
<i>M. villosus</i> (личинки)	0,1	0,357	0,724	102,46	0,697	0,000	0,000	0,697	95,11	-3,63
<i>Leptoclynus maculatus</i> (личинки)	0	1,787	4,149	132,14	4,175	0,003	0,000	4,177	133,75	0,69
<i>Pleuronectidae</i> gen. sp. (личинки)	0	0,096	0,222	132,14	0,222	0,002	0,000	0,224	134,74	1,12
<i>Pleuronectidae</i> gen. sp. (личинки)	0	0,011	0,026	132,14	0,026	0,000	0,000	0,026	132,14	0,00

Виды и группы	K	P1, тыс. т	P2, тыс. т	Разница в оценках P1 и P2, %	P3			Разница в оценках	
					Прибрежная, тыс. т	Шельфовая, тыс. т	Глубоководная, тыс. т	Сумма, тыс. т	P3-P1, %
<i>V. Мезопелагические</i>	3,439	2,257	-34,38	0,151	7,202	7,523	118,74	233,33	
<i>Allolepis hollandi</i>	0,1	0,138	0,082	0,000	0,000	0,068	0,068	-50,63	-16,53
<i>Beryteuthis magister</i>	0,1	2,490	1,696	0,170	0,151	5,198	5,519	121,63	225,40
<i>Gonatopsis borealis</i>	0,1	0,790	0,466	0,000	0,001	1,899	1,899	140,55	307,15
<i>Leuroglossus schmidti</i>	0,1	0,005	0,003	0,000	0,000	0,014	0,014	162,86	344,44
<i>Malacottus zonurus</i>	0,1	0,014	0,008	0,000	0,000	0,018	0,018	26,55	113,97
<i>Stenobrachius leucopsarus</i>	0,1	0,002	0,001	0,000	0,000	0,005	0,005	162,86	344,44
<i>VI. Пелагические</i>	19,470	16,283	-16,37	11,243	22,290	42,467	118,12	160,81	
<i>Aptocyclus ventricosus</i>	0,5	2,712	1,782	0,000	0,000	6,873	6,873	153,38	285,58
<i>Aurelia limbata</i>	0,1	0,631	0,896	0,755	0,433	0,000	1,187	88,15	32,52
<i>Chrysaora melonaster</i>	0,1	3,842	4,964	3,591	0,980	4,328	8,898	131,57	79,26
<i>Chrysaora quinquecirrha</i>	0,1	4,042	2,459	0,391	3,492	4,082	7,965	97,07	223,91
<i>Cyanea capillata</i>	0,1	2,001	2,928	4,161	0,419	2,062	6,641	231,92	126,84
<i>Phacelophora samchatica</i>	0,1	0,125	0,082	0,000	0,000	0,351	0,351	181,37	328,16
<i>Histiocottus bilobus</i>	0,2	0,010	0,005	0,000	0,004	0,000	0,004	-57,46	-7,91
<i>Ptychogena lactea</i>	0,1	5,513	2,783	0,036	5,878	2,993	8,907	61,55	220,07
<i>Tima sakhalinensis</i>	0,1	0,593	0,385	0,000	0,038	1,602	1,641	176,47	326,49
Суммарно, тыс.т	612,771	563,766	-8,00	57,295	241,544	557,494	-9,02	-1,11	
Площадь района (зоны), тыс. км ²	56,0	56,0	32,5	9,7	13,8	56,0			
Количество станций	16	16	4	6	5	16			

* Исходные данные для расчета биомассы всеми тремя способами одинаковы; K - принятые коэффициенты уловистости трала; разница между оценками P2 и P1 подсчитывалась по формуле: $(P2-P1) \times 100/P1$ (аналогично для P2 и P3).

И, наконец, последняя проблема, всегда возникающая при проведении крупномасштабных траловых съемок — существование очень плотных локальных скоплений массовых видов nekтона (в рассматриваемом регионе минтая, сельди и мойвы). При работе по заранее намеченной сетке станций такие скопления часто оказываются между ними и могут быть пропущены. Когда же намеченная станция попадает на такое скопление, возникает опасность существенного завышения количественных оценок по данному биостатистическому району. Не рассматривая чисто математические приемы, позволяющие в некоторой степени преодолеть эти проблемы, необходимо перечислить необходимый комплекс работ, который нужно дополнительно провести на таком скоплении.

Во-первых, определить площадь встреченного скопления объекта путем использования гидроакустических данных и выполнения дополнительных галсов судна в разных направлениях (в районах работы «минтаевых» и «сельдевых» экспедиций можно дополнительно использовать и данные по расстановке промысловых судов добывающей группы).

Во-вторых, в разных частях скопления выполнить несколько контрольных тралений (с учетом плотности распределения объекта) с целью получения данных о среднем улове на усилие (при наличии времени возможно проведение тралово-акустической микросъемки).

В-третьих, по стандартным методикам [Волвенко, 1999] провести определение численности и биомассы вида в пределах скопления.

В дальнейшем при расчете численности и биомассы данного вида в пределах биостатистического района площадь скопления из общей площади района вычитается, уловы при определении средней плотности распределения вида в районе не учитываются, а полученные оценки численности и биомассы в скоплении суммируются с результатами учета на остальной площади.

Особо необходимо остановиться на методах получения среднего улова на стандартное усилие на скоплениях сельди в рассматриваемом регионе. Хорошо известно, что в определенные периоды этот вид держится отдельными косяками, которые, собственно, и агрегируются в скопление. В такой ситуации средний улов на 1 ч траления не может объективно отражать плотность распределения сельди (именно по этой причине большинство специалистов настороженно относилось и относится к количественным данным по сельди, полученным в результате проведения траловых съемок).

На практике в задачу исследователя при работе на косячных скоплениях сельди входит оценка не среднего улова на усилие, а биомассы или численности рыб в среднем косяке. Для этого облавливаются несколько косяков сельди различного размера. Параллельно акустическими методами подсчитывается среднее количество косяков на квадратном километре скопления. Имея две эти величины нетрудно подсчитать численность и биомассу вида.

Другой подход, связанный с определением улова на усилие, используется, когда сельдь держится небольшими многочисленными косяками в разных горизонтах. Он заключается в том, что при тралении по эхолоту подсчитывают количество косяков, пройденных за 1 ч траления, а по прибору контроля хода трала — количество фактически обловленных косяков. В этом случае фактический улов на 1 ч траления увеличивается пропорционально количеству не обловленных тралом косяков. Например, за 1 ч прописано эхолотом 9 косяков, обловлено — 3, фактический улов на 1 ч траления для оценки численности и биомассы площадным методом необходимо увеличить в три раза. Дальнейший расчет проводят обычным способом [Волвенко, 1999].

В районах промысла для контроля в обоих случаях можно использовать уловы на усилие судов, оборудованных кошельковыми неводами. Этим орудием лова обычно обметываются отдельные косяки сельди, причем уловистость кошелькового невода приближается к 95%. Подобным образом осенью 1998 г. в Притауйском районе (II) был проверен используемый в настоящее время коэффициент уловистости трала (0,4 для сельди в предзимовальных скоплениях), который оказался вполне точным [Мельников, Кузнецова, 2002].

Резюмируя изложенное, следует заметить, что для успешного проведения траловых съемок в пелагиали научно-исследовательские суда непременно должны быть оборудованы современной гидроакустической аппаратурой, иметь надежно работающие приборы контроля хода трала, желательно с датчиками, фиксирующими как вертикальное, так и горизонтальное раскрытие, и мощными динамометрами для взвешивания уловов.

Литература

- Аксюткина З.М.** 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях.— М.: Пищевая промышленность.— 288 с.
- Борец Л.А.** 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение.— Владивосток: ТИНРО-центр.— 217 с.
- Волвенко И.В.** 1998. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловой съемки // Известия ТИНРО. Т. 124.— С. 473–500.
- Волвенко И.В.** 1999. Некоторые алгоритмы обработки данных по обилию и размерно-весовому составу уловов // Известия ТИНРО. Т. 126. Ч. 1.— С. 177–195.
- Волвенко И.В.** 2001. Динамика интегральных характеристик биоценологических группировок северной части Охотского моря в конце XX века // Известия ТИНРО. Т. 128. Ч.1. С. 3–44.
- Волвенко И.В., Титлева Е.А.** 1999. Динамика доминирования в нектоне и макропланктоне пелагиали северной части Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 126. Ч. 1.— С. 58–81.
- Латков В.В.** 1996. Состав, структура и динамика нектона эпипелагиали Охотского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Владивосток: ТИНРО-центр.— 24 с.
- Мельников И.В.** 1999. Экология некоторых видов рыб дальневосточных морей и их использование в качестве биоиндикаторов океанологических условий: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Владивосток: ТИНРО-центр.— 24 с.
- Мельников И.В., Кузнецова Н.А.** 2002. Особенности формирования скопления охотской сельди в Притауйском районе в сентябре 1998 и 1999 гг. // Известия ТИНРО. Т. 130.
- Отчет по результатам экспедиции НИС «ТИНРО» в Охотское море в августе–декабре 1998 г.: Отчет о НИР (промежут.) / ТИНРО. № 22969. Владивосток, 1998.— 623 с.**
- Отчет по результатам экспедиции НИС «Профессор Кагановский» в Охотское море и Приморье в августе–ноябре 1999 г.: Отчет о НИР (промежут.) / ТИНРО. № 23236. Владивосток, 1999.— 423 с.**
- Отчет по результатам экспедиции НИС «ТИНРО» в Охотское море в августе–ноябре 2001 г.: Отчет о НИР (промежут.) / ТИНРО. № 23906. Владивосток, 2001.— 503 с.**
- Песенко Ю.А.** 1982. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях.— М.: Наука.— 287 с.
- Программа и методика изучения биогеоценозов водной среды. Биогеоценозы морей и океанов.** 1970.— М.: Наука.— 232 с.
- Радченко В.И. и др.** 1997а. Условия среды, состав планктона и нектона эпипелагиали южной части Охотского моря и сопредельных океанских вод летом 1994 г. // Биология моря. Т. 23. № 1.— С. 15–25.
- Радченко В.И. и др.** 1997б. Состав планктонных и нектонных сообществ в эпипелагиали северной части Охотского моря осенью 1994 г. // Биология моря. Т. 23. № 3.— С. 143–150.
- Шемина Э.И.** 1977. Оценка запасов рыб и коэффициента уловистости // Рыбное хозяйство. № 4.— С. 22–23.
- Шунтов В.П.** 1986. Состояние изученности многолетних циклических изменений численности рыб дальневосточных морей // Биология моря. № 3.— С. 3–14.
- Шунтов В.П.** 1988. Биологические ресурсы дальневосточных морей: перспективы изучения и освоения // Биология моря. № 3.— С. 3–14.
- Шунтов В.П.** 1993. Еще раз о проблеме глобального потепления и его влиянии на биоту дальневосточных морей // Рыбное хозяйство. № 2.— С. 68–74.
- Шунтов В.П.** 1994. Новые данные о перестройках в пелагических экосистемах дальневосточных морей // Вестник ДВО РАН. № 2.— С. 59–66.
- Шунтов В.П.** 1995. Межгодовая динамика в составе и структуре пелагических сообществ Охотского моря // Вестник ДВО РАН. № 6.— С. 80–89.
- Шунтов В.П. и др.** 1998. Новые данные о состоянии пелагических экосистем Охотского и Японского морей // Известия ТИНРО. Т. 124.— С. 139–177.
- Шунтов В.П. и др.** 1986. Особенности формирования продуктивных зон в Охотском море в осенний период // Биология моря. № 4.— С. 57–65.
- Шунтов В.П. и др.** 1997. Биологические ресурсы Дальневосточной экономической зоны: структура пелагических и донных сообществ, современный статус, тенденции многолетней динамики // Известия ТИНРО. Т. 122.— С. 3–15

Юданов К.И. 2001. Роль учетных съемок в экосистемном регулировании промысловых ресурсов // Рыбное хозяйство. № 2.— С. 30.

Shuntov V.P., Dulepova E.P., Radchenko V.I., Temnykh O.S. 1993. On the beginning of large reformation in communities of plankton and nekton of the far-eastern seas // PICES: Seattle. Washington. USA. October, 25–30.— P. 35.

УДК 639.2.053.7:639.223.5

Об оценке запасов охотоморского минтая инструментальными методами

Смирнов А.В., Авдеев Г.В., Николаев А.В.,
Шевцов В.И. (ТИПРО-центр)

Введение

Минтай (*Theragra chalcogramma*) в настоящее время является и, очевидно, в обозримом будущем будет являться важнейшим промысловым видом в водах северной части Тихого океана. Для рыбной промышленности российского Дальнего Востока его значение трудно переоценить. В 1980-е гг. суммарный вылов минтая Россией достигал 4 млн т и более и, хотя впоследствии его запасы уменьшились, на рубеже веков он составлял более половины от общего вылова (рис. 1). В среднем за 1990-е гг. ежегодный вылов минтая достигал примерно 2,5 млн т. Особое значение запасы минтая приобрели в последнее время, когда численность других ценных видов рыб, таких, как сардина-иваси, треска, палтусы, значительно сократилась. Не умаляя роли других районов воспроизводства и промысла минтая, следует подчеркнуть, что наиболее важными для российских рыбаков остаются его ресурсы в Охотском море. Вылов минтая в Охотском море в 1990-е гг. составлял 65% от суммарного по Дальневосточному бассейну. В 1990-е гг. в северной части моря ежегодно добывалось более 1,5 млн т, а максимальный улов (2,0 млн т) был получен в 1996 г. [Фадеев, Веспестад, 2001].

Особую роль играет минтай и в экосистеме Охотского моря. Он является основным видом нектонного сообщества: его доля в северной части моря при наблю-

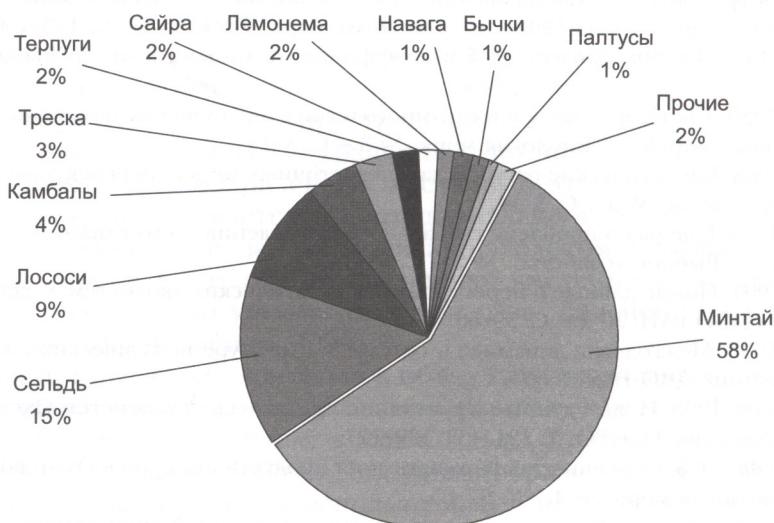


Рис. 1. Доля минтая в общем среднегодовом вылове в российской экономзоне в 1990-е гг.