

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА КАМБАЛ

В. И. ТИХОНОВ

Биология камбал западного побережья Камчатки и промысел в этом районе имеют ряд особенностей, весьма затрудняющих контроль за состоянием их запасов. Основу населения камбал составляют 7—8 видов, из которых четыре являются промысловыми. Наиболее важные промысловые виды: желтоперая, палтусовидная и четырехбугорчатая.

Зимой камбалы располагаются на глубинах до 300 м в зависимости от гидрологических условий, причем старшие возрастные группы держатся на больших глубинах. В период более высокой численности зимующие скопления отличались значительной плотностью, так что уловы достигали нескольких десятков центнеров на траление продолжительностью 10—15 мин. В апреле эти скопления распадаются и камбалы подходят к берегу. Здесь на глубинах до 50—75 м происходит летний откорм, а у некоторых видов — нерест. Главный промысловый вид — желтоперая камбала — нерестует с мая по август.

С 1952 г., когда флот пополнился траулерами типа СРТ, у западного побережья Камчатки начал развиваться интенсивный траловый промысел камбал. Ежегодный вылов быстро увеличивался и в 1958 г. достиг максимума. В этот год судами трех дальневосточных управлений было добыто более 1 млн. ц камбалы. В дальнейшем происходит неуклонное снижение уловов. Данные по вылову камбал (в тыс. ц) у западного побережья Камчатки приведены ниже.

Год	Улов	Год	Улов
1955	441,0	1960	644,0
1956	701,5	1961	474,5
1957	650,7	1962	412,0
1958	1048,2	1963	233,0
1959	675,2		

В настоящее время в связи с нерентабельностью зимний промысел камбалы с судов типа СРТ здесь не ведется, но суда типа МРС-80 и РС-300 ведут промысел почти круглый год.

Получить репрезентативные показатели, характеризующие вылов на единицу промыслового усилия, трудно. Сейчас работают преимущественно два типа судов — РС-300 и МРС-80, в то время как несколько лет тому назад в промысле участвовали и средние рыболовные траулеры. Для каждого типа судна состав улова меняется в зависимости

от сезона, места и времени промысла. Очевидно, анализ необходимо проводить отдельно по каждому типу судна, для каждого сезона и в каждом районе промысла. Полученные затем данные следует комбинировать в зависимости от плотности отдельных видов промыслового усилия. Любой вид промысла в отдельности не может дать общую характеристику популяции. Состав уловов правильно отражает состав рыбного населения лишь при определенных условиях. Наиболее правильные сведения о видовом и размерном составе популяции дает летняя траловая съемка. При этом равномерная сеть тралений распо-

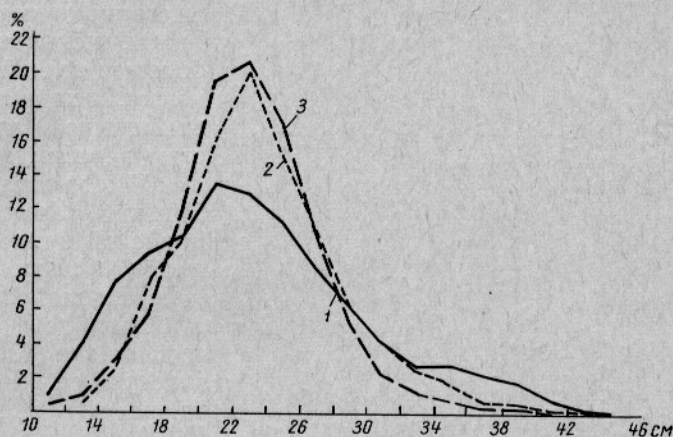


Рис. 1. Размерный состав желтоперой камбалы у западного побережья Камчатки:

1 — 1961 г. (11 426 экз., средняя длина 23,5 см); 2 — 1962 г. (5410 экз., средняя длина 23,8 см); 3 — 1963 г. (8831 экз., средняя длина 23,0 см).

лагается в районе относительно равномерного летнего распределения камбал. Избирательность, всегда присущая промыслу, в данном случае не оказывает своего влияния.

Исходя из этого, видовой и размерный состав камбал западного побережья Камчатки определяется по данным летней траловой съемки.

Рассмотрим изменения, происшедшие в видовом составе камбал в течение последних лет. При этом основное внимание необходимо уделить главному промысловому виду — желтоперой камбале. Еще в 1958 г. она составляла около 80% всего населения камбал, в 1961 г. этот процент снизился на половину, а в 1963 г. составлял только 37% (табл. 1).

Таблица 1
Видовой состав камбал у западного побережья Камчатки (в %)

Год	Желтоперая	Палтусовидная	Хоботная	Четырехбугорчатая	Звездчатая	Надежного	Двухлинейная	Малоротая	Всего
1961	51,5	16,7	3,7	13,5	2,8	9,3	2,5	—	100
1963	37,0	20,1	10,6	24,7	3,3	2,8	1,2	0,3	100

В 1958 г. средняя длина желтоперой камбалы летом была около 30 см. Одновременно с сокращением величины популяции уменьшалась и средняя длина (рис. 1).

В настоящее время средняя длина желтоперой камбалы 23 см, а у юго-западного побережья, где промысел был особенно интенсивным, она снизилась до 18 см.

В соответствии с изменением средней длины находится и изменение возрастного состава (рис. 2). С каждым годом увеличивается относительное количество младших возрастных групп в популяции и соответственно уменьшается численность старших групп. Поскольку созревание основной массы самок желтоперой камбалы происходит в возрасте 8, 9

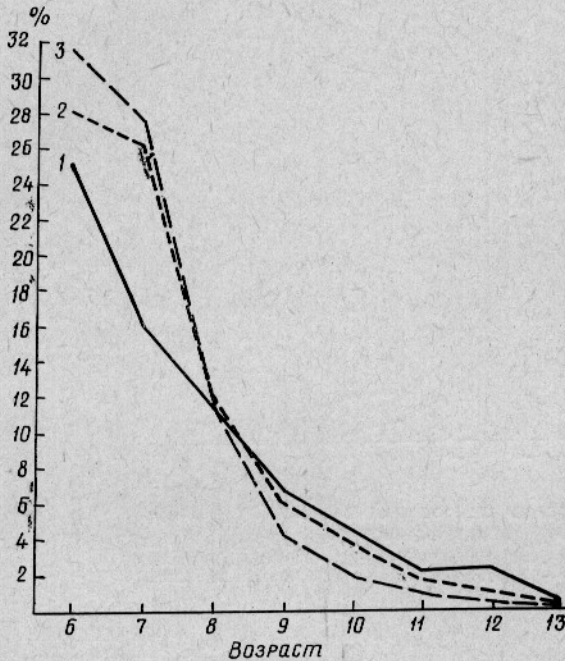


Рис. 2. Возрастной состав желтоперой камбалы у западного побережья Камчатки: 1—1961 г.; 2—1962 г.; 3—1963 г.

и 10 лет, то очевидно, что число производителей ежегодно сокращается. Район, испытавший наибольшее воздействие промысла, характеризуется наименьшей интенсивностью нереста.

У юго-западного побережья Камчатки, на Явинской банке, отличавшейся большой плотностью скоплений желтоперой камбалы, наблюдалось также большое количество ее икры в период нереста. По данным И. А. Полутова, В. Н. Трипольской и Л. А. Николотовой, при среднем количестве от 50 до 100 икринок под 1 м² в отдельных районах (устье р. Озерной) наблюдалось до 1000 икринок под 1 м² поверхности моря. С 1961 г. икра желтоперой камбалы в этом районе встречалась лишь штучно. Если в отдельных редких случаях отмечалось до 50 икринок под 1 м², то имелись основания приписать эту икру хоботной камбале, составлявшей в 1962 г. 25% суммарного количества в популяции представителей рода *Limanda* в этом районе.

Одновременно с относительным увеличением численности младших возрастных групп происходит абсолютное снижение численности всех возрастных групп (рис. 3).

За три года (с 1961 по 1963) число экземпляров желтоперой камбалы, выловленной за 1 ч траления, снизилось более чем в два раза. Средний улов всех камбал за 1 ч траления летом снизился с 4,8 ц в 1958 г. до 0,8 ц в 1963 г.

Все изменения, происходящие в населении камбал западного побережья Камчатки, уже отмечались П. А. Моисеевым (1953) в заливе Петра Великого в период интенсивного промысла.

Лишь в темпе роста камбалы не удалось пока отметить каких-либо значительных изменений. Несмотря на разреженность популяции ускорения роста желтоперой камбалы не произошло. Есть даже некоторые основания полагать, что темп роста снизился по сравнению с ранним

периодом существования популяции. Это явление и вызвавшие его причины заслуживают особого рассмотрения.

Неоднократно предпринимались попытки определить величину промыслового запаса камбал западного побережья Камчатки. В 1958 г. сотрудники КОТИНРО Л. Н. Одерберг и И. А. Полутов приблизительно оценили промысловый запас желтоперой камбалы. При помощи коэффициента убыли, определяемого по возрастному составу, и суммирования площадей с одинаковой плотностью скопления, о которой судили по уловам, были получены две оценки — 758 тыс. ц и 988 тыс. ц. При этом северные районы не учитывали.

В 1961 г. мы приняли за исходную величину запаса 1958 г. среднее между двумя приведенными оценками, равное 850 тыс. ц. Поскольку средний улов за 1 ч траления за этот период снизился вдвое, было предположено, что популяция желтоперой камбалы вдвое уменьшилась и должна равняться 425 тыс. ц. Учитывая, что желтоперая камбала составляла в 1961 г. половину всего населения камбал, для всего западного побережья был рекомендован вылов в размере 200 тыс. ц.

В 1962 г. в качестве основы для вычислений использованы следующие данные. Средний улов камбал за 1 ч траления уменьшился за год в 1,4 раза (в 1961 г. он был равен 2,4 ц, а в 1962 г. — лишь 1,7 ц). Это снижение было приписано вылову, равному 412 тыс. ц, и с помощью уравнения

$$x - 412 = \frac{x}{1,4}$$

исходный запас 1961 г. оценен в 1416 тыс. ц.

Такой же расчет проведен отдельно для желтоперой камбалы. Численность ее в улове была принята нами за 65%, так как летом она составляет половину улова, а зимой — 80%. Из общего улова в 412 тыс. ц на ее долю приходится 267 тыс. ц ($412 \times 0,65 = 267$).

Улов желтоперой камбалы за 1 ч траления снизился за год в 1,6 раза (с 1,5 ц в 1961 г. до 0,9 ц в 1962 г.). По уравнению

$$x - 267 = \frac{x}{1,6}$$

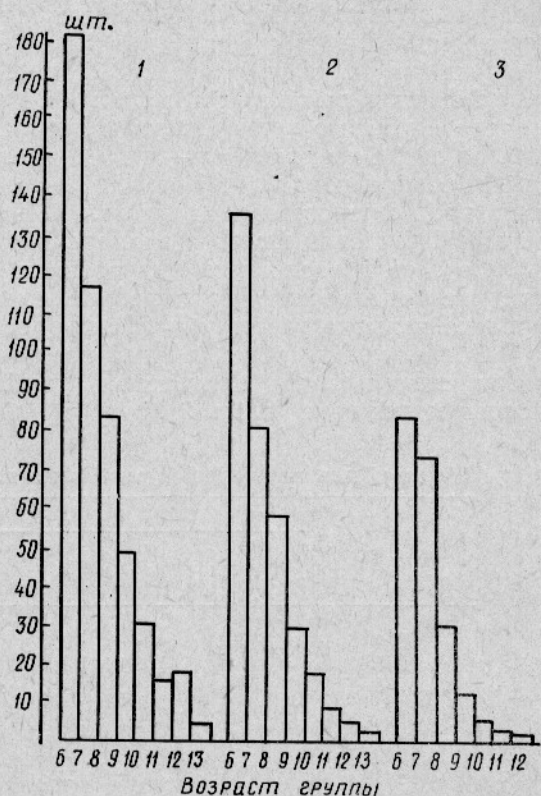


Рис. 3. Изменение улова желтоперой камбалы в шт. на час траления по данным летней траловой съемки:

1—1961 г. (501 экз.); 2—1962 г. (336 экз.); 3—1963 г. (208 экз.).

вычислен ее запас в 1961 г., который оказался равным 712 тыс. ц. Исходя из этой величины был определен общий запас камбал в размере 1424 тыс. ц, так как желтоперая камбала составляла половину общего запаса камбал. Кроме того, был определен мгновенный коэффициент общей смертности по возрастному составу желтоперой камбалы. Он оказался равным 0,67, что соответствует общей убыли в 0,49. Поскольку мгновенный коэффициент смертности, вычисляемый таким способом, является средним для ряда лет, мы приняли величину улова желтоперой камбалы, равной 331,9 тыс. ц, или 65% от среднегодового вылова всех камбал за три года с 1960 по 1962 г. Путем сопоставления вылова с убылью запас желтоперой камбалы оценен в 679 тыс. ц и отсюда запас всех камбал — в 1358 тыс. ц. Поскольку все три полученные оценки близки к 1400 тыс. ц, эта цифра была принята как величина промыслового запаса камбал в 1961 г. Исходя из нее на 1962 г. был рекомендован вылов в размере 16% запаса, т. е. 200 тыс. ц.

Во всех приведенных вычислениях не принималось во внимание влияние пополнения и естественной смертности. В 1963 г. была предпринята попытка учесть эти факторы, оставив те же принципы расчета.

Общая убыль была вычислена на основании изменения в улове числа экземпляров желтоперой камбалы одного поколения за два последующих года (табл. 2).

Таблица 2

Общая убыль желтоперой камбалы западного побережья Камчатки

Поколение	Год			
	1961	<i>a</i>	<i>S</i>	1962
1954	117	49,6	0,504	59
1953	84	65,4	0,346	29
1952	49	65,3	0,347	17
1951	31	74,1	0,259	8
1950	16	75,0	0,250	4
1949	17	—	—	—
1948	4	—	—	—

В таблице показано количество экземпляров, вылавливаемое при летней траловой съемке на 1 ц траления. Столбец, соответствующий 1962 г., сдвинут на одну строку вверх, благодаря чему каждая строка таблицы показывает изменение числа рыб одного поколения. В промежутках между столбцами показан процент убыли рыб соответствующих поколений *a* и выживаемость *S*. При рассмотрении таблицы обращает на себя внимание то обстоятельство, что убыль с возрастом увеличивается. Поэтому мы считаем, что вся популяция должна характеризоваться процентом убыли по средним взвешенным из процентов для отдельных поколений. Вычисление общей убыли показало, что она равна 60%:

$$a_{62} = \frac{49,6 \cdot 117 + 65,4 \cdot 84 + 65,3 \cdot 49 + 74,1 \cdot 31 + 75,0 \cdot 16}{297} = 60.$$

Почти та же величина получается, если применить формулу убыли

$$a = 1 - S,$$

где *S* — выживаемость может быть определена по формуле

$$S = \frac{N_8 + N_9 + N_{10} + N_{11} + N_{12}}{N_7 + N_8 + N_9 + N_{10} + N_{11}}.$$

Для 1962 г. выживаемость будет равна

$$S_{62} = \frac{59 + 29 + 17 + 8 + 4}{117 + 84 + 49 + 31 + 16} = \frac{117}{297} = 0,393,$$

откуда

$$a_{62} = 1 - 0,393 = 0,607.$$

Очевидно, что фактический процент убыли значительно выше, чем принимаемый ранее (60% вместо 49%). В дальнейшем расчете, кроме нового процента убыли и ранее упомянутых величин снижения улова на час траления, учитываются также пополнение и смертность.

Семигодовики, являющиеся пополнением промысловой популяции желтоперой камбалы составили в 1961 г. 16% от веса популяции. Такой же процент пополнения принимается для всего запаса камбал. Естественная убыль популяции нам неизвестна. Graham (1956) указывает, что естественная гибель камбалы Северного моря в условиях полного запуска промысла составляла 10%. Фадеев (1963), руководствуясь общими соображениями, приблизительно оценивает смертность желтоперой камбалы в заливе Петра Великого в 8—10%. Известно, что с повышением интенсивности промысла естественная гибель снижается. Поэтому мы считаем допустимым при высокой интенсивности промысла у западного побережья произвольно принять 10% как максимально возможную величину естественной убыли как для желтоперой камбалы, так и для всего запаса камбал.

Как и прежде, расчет вели несколькими способами, чтобы можно было контролировать полученные результаты.

Если учитывать пополнение в размере 16% и игнорировать естественную убыль, ранее использованное уравнение для 1962 г. примет вид:

$$x - 412 + 0,16x = \frac{x}{1,4}.$$

Если при том же пополнении учитывать 10% естественной гибели, будем иметь

$$x - 412 + 0,16x - 0,10x = \frac{x}{1,4}.$$

Два уравнения представляют два варианта расчета — при полном отсутствии естественной гибели и при максимально возможной гибели. Решение уравнений дает минимальный вариант — 930 тыс. ц и максимальный — 1202 тыс. ц. Как наиболее близкая к действительности может быть принята величина запаса 1961 г. средняя из двух вариантов — 1066 тыс. ц.

Подобный расчет может быть проделан исходя из вылова желтоперой камбалы в 1962 г. (267 тыс. ц) и снижения ее улова на 1 ч траления (в 1,6 раза). Уравнения для минимального и максимального вариантов, составленные так же, как и в предыдущем способе, будут:

$$x_1 - 267 + 0,16x_1 = \frac{x_1}{1,6}$$

и

$$x_1 - 267 + 0,16x_1 - 0,10x_1 = \frac{x_1}{1,6}.$$

Из этих уравнений могут быть получены два варианта для запаса желтоперой камбалы — 496 тыс. ц и 610 тыс. ц. Поскольку желтоперая составляла в 1961 г. половину запаса всех камбал, то для запаса всех

камбал получаем минимальное значение — 992 тыс. ц ($496 \cdot 0,50 = 992$) и максимальное — 1220 тыс. ц ($610 \cdot 0,50 = 1220$). Средняя величина промыслового запаса, определенная этим способом, будет равна 1106 тыс. ц.

Наконец, третьим способом расчет можно проделать, основываясь на величине улова желтоперой камбалы (267 тыс. ц) и общей убыли (60%). При минимальном варианте, когда естественная гибель не учитывается, 267 тыс. ц приравниваются шестидесяти процентам запаса желтоперой, т. е. 445 тыс. ц ($267 \cdot 0,60 = 445$). При расчете максимального варианта необходимо учитывать следующее. Общая убыль a и ее компоненты — естественная гибель m и гибель от промысла f — связаны соотношением $a = f + m - fm$ (W. E. Ricker, 1958). При общей убыли 60% и естественной гибели 10% это соотношение примет вид: $0,60 = f + 0,10 - f \cdot 0,10$, откуда можно определить гибель от промысла f . Она будет равна 0,55. Приравнявая 267 тыс. ц пятидесяти пяти процентам запаса, получим максимальный вариант последнего — 485 тыс. ц ($267 : 0,55 = 485$). Далее, так же как и во втором способе, по запасу желтоперой камбалы можно определить общий промысловый запас. Соответствующие варианты будут 890 тыс. ц ($445 : 0,50 = 890$) и 970 тыс. ц ($485 : 0,50 = 970$). Запас, определяемый как величина средняя из двух вариантов, будет равен 930 тыс. ц.

Три способа расчета дают три варианта запаса камбал в 1961 г.: 1066 тыс. ц, 1106 тыс. ц и 930 тыс. ц. Хотя различие между ними и значительно, нельзя не признать, что они выражаются цифрами примерно одного порядка. Поэтому мы сочли возможным принять среднюю из этих трех величин — 1034 тыс. ц — за величину промыслового запаса камбал у западного побережья Камчатки в 1961 г.

Изменение этого запаса в результате промысла 1962 г. представляется в следующем виде. Если учитывать только вылов (412 тыс. ц) и пополнение (165 тыс. ц — 16% от 1034 тыс. ц) запас уменьшится до 787 тыс. ц ($1034 - 412 + 165 = 787$). При естественной смертности, равной 10%, он будет 684 тыс. ц ($1034 - 412 + 165 - 103 = 684$). Средняя из этих величин — 735 тыс. ц — принимается исходной для промысла 1963 г.

Считая, что вылов этого года равен 250 тыс. ц, пополнение — 139 тыс. ц (19% от 735 тыс. ц, так как семигодовики в 1962 г. составляли 19% популяции), естественная гибель — 73 тыс. ц (10% от 735 тыс. ц), можно получить два варианта изменения запаса в 1963 г. Максимальный — без учета естественной гибели — равен 624 тыс. ц ($735 - 250 + 139 = 624$). Минимальный вариант равен 551 тыс. ц ($735 - 250 + 139 - 73 = 551$). Средняя из этих величин — 587 тыс. ц, очевидно, будет характеризовать величину запаса к 1964 г. Учитывая приблизительный характер приведенных расчетов, эта величина может быть округлена до 600 тыс. ц.

При определении величины вылова, допускаемой запасом, равным 600 тыс. ц, необходимо иметь в виду, что в ближайшие годы следует ожидать сокращения пополнения. В промысловый запас войдут поколения 1958 г. и последующих лет. Они происходят от нерестовых популяций, в значительной степени изъятых промыслом. Это поведет к еще более быстрым темпам уменьшения промыслового запаса. Поэтому не следует допускать вылов, превышающий 16—19% запаса (уровень пополнения 1961 и 1962 гг.). При запасе 600 тыс. ц допустимый вылов составит 100—120 тыс. ц.

Вопрос о пополнении заслуживает специального рассмотрения.

Процент зрелых самок в каждом возрасте и соответствующее пополнение в процентах приведены ниже:

Возраст	Зрелые самки	Пополнение	Возраст	Зрелые самки	Пополнение
6	3,3	3,3	10	81,2	21,0
7	8,4	5,1	11	88,6	7,4
8	29,7	21,3	12	93,9	5,3
9	60,2	30,5	13	95,0	1,1

Способ выражения этого пополнения в весовых единицах показан в табл. 3. Для упрощения расчета шести- и тринадцатигодовики, дающие очень незначительное пополнение, в таблице не учтены. Число самок в возрасте семи лет принято равным 24 млн. шт., таково по приблизительной оценке было их количество в популяции в 1961 г.

Таблица 3
Соотношение числа самок и пополнения в каждом возрасте у желтоперой камбалы (в шт.)

Выживаемость	0,504 0,346 0,347 0,259 0,250					
Возраст	7	8	9	10	11	12
Число рыб	24 000 000	12 096 000	4 185 216	1 452 270	376 138	94 034
Число зрелых рыб	2 016 000	3 592 512	2 519 500	1 179 243	333 258	88 298
Ожидаемое число зрелых рыб	—	1 016 064	1 243 009	874 266	305 423	83 314
Пополнение	2 016 000	2 576 448	1 276 491	304 977	27 835	4 984

В первой строке таблицы показано изменение исходного числа самок в течение пяти лет жизни, при выживаемости, наблюдаемой в популяции. В четвертой строке показано фактическое количество зрелых самок в каждом возрасте; оно определяется как соответствующий процент общего числа самок данного возраста. В пятой строке представлено ожидаемое количество зрелых самок в каждом возрасте; оно получено умножением фактического количества зрелых рыб в предшествующем году на выживаемость. Ожидаемое число зрелых рыб всегда меньше фактического; их разница представляет собой количество рыб, созревающих в данном возрасте. Далее, умножая число самок каждого возраста на среднюю массу и произведя этот расчет отдельно для всей популяции и для пополнения, можно определить массу популяции и пополнения. Последнее составляет 16,4% массы популяции. Если бы самцы имели тот же темп созревания, этот процент пополнения можно было принять для всей популяции. Однако стадия зрелости самцов не всегда точно определима, а главное, вопрос о том, будут ли они нерестовать в данном сезоне, далеко не просто решить.

Несомненно, что самцы созревают при меньшей длине и массе, а следовательно, все пополнение популяции будет ниже указанных 16,4%.

Все сказанное относится к пополнению, понимаемому в биологическом смысле. С точки зрения промысла пополнением следует считать младшую возрастную группу, которая полностью удерживается тралом. В популяции желтоперой камбалы западного побережья Камчатки такой группой являются семигодовики. Начиная с этого возраста поколение полностью испытывает воздействие промысла, совершенно независимо от того, в каком возрасте рыбы этого поколения пополняют половозрелую часть популяции. Именно этими соображениями мы руководствовались, оценивая допустимый вылов в раз-

мере 16—19% популяции, так как семигодовики в 1961 и 1962 гг. составляли соответственно 16 и 19% в весовом выражении.

Несомненно, что такая трактовка понятия «пополнение» условна. По мере убыли старших возрастных групп — а она идет более быстрыми темпами по сравнению с младшими (табл. 2) — относительное количество семигодовиков возрастает. Так, летом 1963 г. они составляли уже около 30% массы популяции.

Процент вылова, ограничиваемого пополнением, в таком смысле принимался для того, чтобы оградить уменьшающийся запас от губительного влияния промысла. Кажется, более рационально было бы вести зимний промысел, определяя норму вылова в размере биологического пополнения. Однако это не оградило бы запас от вылова незрелых рыб, так как даже в лучшие времена существования промысла при тралении на зимовочных скоплениях основу улова составляли 8—10-годовики, а в этом возрасте, как было показано, процесс биологического пополнения далеко не завершен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биологические данные и результаты промысла свидетельствуют о сокращении промыслового запаса камбал у западного побережья Камчатки. Оценку величины запаса можно сделать исходя из вылова и снижения улова на единицу усилия. Некоторые допущения, необходимые при расчете (например, величина естественной смертности, принятая по аналогии с данными других авторов равной 10%), делают оценку приблизительной. Поэтому полезно рассчитать величину запаса другим способом — по коэффициенту общей смертности и вылову с учетом величины пополнения, определяемой по относительной доле семигодовиков, являющихся самой младшей возрастной группой, полностью удерживаемой орудиями лова.

При разных способах вычисления получаются величины запаса примерно одного порядка. Средняя из этих величин может быть принята в качестве окончательной оценки.

ЛИТЕРАТУРА

- Моисеев П. А. Треска и камбалы дальневосточных морей. Известия ТИНРО. Т. 40, 1953.
- Фадеев Н. С. Промыслово-биологическая характеристика желтоперой камбалы Южного Сахалина. Известия ТИНРО. Т. 49, 1963.
- Graham M. Sea Fisheries. Their Investigation in the United Kingdom. London, 1956.
- Ricker W. E. Handbook of computations for biological statistics of Fish Populations. Canada, 1958.