

УДК 639.228(262.5)

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗАПАСА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УЛОВА КАМБАЛЫ-КАЛКАНА ЧЕРНОГО МОРЯ

В. П. ПОПОВА

В связи с трудностью количественной оценки запаса некоторых промысловых рыб Черного моря необходимо постоянное совершенствование принятых для этой цели методов.

Исследования по совершенствованию метода количественной оценки запаса черноморской камбалы проводились с учетом особенностей биологии этого вида и были направлены на выявление факторов, определяющих колебание ее численности.

Камбала-калкан, представитель морской ихтиофауны, встречается повсеместно до глубин 140 м, населяя преимущественно песчаные и илисто-песчаные грунты.

В пределах вод СССР в Черном море промысловое значение имеют стада камбалы северо-восточного и северо-западного районов, где распределяются основные ее запасы.

Общая численность калкана, несмотря на высокую его плодовитость (до 13 млн. икринок), невелика. Основным фактором, определяющим невысокую численность калкана, является ограниченность его ареала нагула, величина которого не превышает 20—25% от общей площади Черного моря.

Калкан — рыба с длительным жизненным циклом, со сложной возрастной структурой нерестового стада, живет до 14—15 лет. Половая зрелость наступает поздно: 3—5% рыб созревают в возрасте 3—4 лет, 60—70% — в возрасте 5—6 лет (в основном самцы). Самки созревают значительно позже — 6—8 лет, составляя 20—25% от общего количества их в стаде.

Структура промыслового стада калкана сходна с осетровыми рыбами (III тип, по Г. Н. Монастырскому). Остаток при благоприятном состоянии стада всегда преобладает над пополнением.

В отличие от рыб с коротким жизненным циклом численность калкана не подвергается резким колебаниям. В составе его промыслового стада насчитывается до 10—12 поколений.

Оценка состояния запаса камбалы в Черном море производилась методом прямого учета. В качестве учетного орудия лова применялись хлопчатобумажные 23-метровые донные тралы, с ячеей от 40 до 100 мм. Исследованиями была охвачена вся мелководная часть Чер-

ного моря с глубинами от 20 до 100 м. Как пример, рассмотрим применение прямого метода учета относительного запаса калкана в северо-западной части Черного моря, одном из основных районов его распределения. Согласно принятой сетки станций дважды в году — весной и осенью, когда камбала распределяется на меньшей площади дна, по сравнению с общим ее ареалом, производится траловая съемка района. Методика расчета запаса камбалы сводится к следующему:

1. Определяется площадь облова тралом:

$$S_1 = alt,$$

где a — скорость траления, м/сек;

l — горизонтальное раскрытие трала, м;

t — время траления, сек.

2. Зная площадь облова тралом S_1 и промысловую площадь района S_2 , определяем количество возможных тралений N :

$$N = \frac{S_2}{S_1}.$$

3. Располагая данными по среднему улову в шт. (p) за 1 ч траления в каждом районе, определяем запас камбалы в шт.:

$$Q = pN.$$

Поскольку площадь распределения камбалы примерно в два раза больше промысловой площади района тралового лова (из-за сетей, сезонности), полученную цифру запаса увеличиваем вдвое. Относительный запас камбалы, определенной нами указанным методом для северо-западного района, составляет 100 тыс. φ .

Аналогично определяется запас камбалы и по другим районам.

При оценке запаса камбалы методом прямого учета, помимо количественного показателя, т. е. улова за 1 ч траления, характеризующего плотность популяции, использовались данные по качественному составу стада. Изменение возрастного, размерного, весового и полового составов стада камбалы по годам рассматривалось как результат взаимодействия процессов созревания, пополнения и убыли.

С 1954 по 1964 г. плотность популяции калкана в северо-западной части моря характеризовалась уловом от 2 до 6 шт. за 1 ч траления. Стадо его было представлено 12 возрастными группами — от 2 до 14 лет, размерами рыб от 18 до 75 см, массой (весом) от 50 г до 12 кг. Нами установлено, что состояние запаса калкана в северо-западном районе является благоприятным в том случае, когда плотность популяции характеризуется уловом на 1 ч траления в 4—5 шт. и стадо его состоит до 75% из рыб группы остатка. Улов менее 2 шт. на траление и преобладание в стаде младших возрастных групп является показателем неудовлетворительного состояния ее запаса (табл. 1).

Так, с 1950 по 1955 г., когда на 1 ч траления приходилось от 4 до 6 шт. камбал, запасы и величина уловов ее, как видно из данных табл. 1, были также высокими. В период пониженных запасов камбалы, 1956—1960 гг., когда величина их не превышала 108 тыс. φ и улов на траление был не более 2—3 шт., отмечалась минимальная величина его вылова — 6,9 тыс. φ .

Наблюдаемые изменения в численности камбалы, очевидно, можно объяснить вступлением в его запас поколений различной урожайности и воздействием промысла на половозрелую часть стада.

Рыбы одного поколения созревают не одновременно. Пополнение нерестового стада камбалы состоит из рыб в возрасте от 5 до 8 лет.

Таблица 1

Уловы за 1 ч траления, запасы, вылов

Год	Уловы за 1 ч траления, шт.	Запасы, тыс. ц	Вылов, тыс. ц	Год	Уловы за 1 ч траления, шт.	Запасы, тыс. ц	Вылов, тыс. ц
1950	5	109,0	23,7	1957	2	108,0	6,9
1951	4	113,0	28,8	1958	1	103,0	9,4
1952	4	144,0	27,3	1959	2	110,0	12,3
1953	5	139,0	20,3	1960	2	113,0	9,5
1954	6	158,0	22,0	1961	3	120,0	12,2
1955	4	133,0	15,3	1962	4	125,0	10,9
1956	3	118,0	15,0				

Урожайные поколения созревают в массе и вступают в промысел раньше, чем поколения менее урожайные, и в старшем возрасте они прослеживаются в уловах в меньшем количестве. Так, массовое созревание самцов в пятилетнем, а самок в семилетнем возрасте урожайного поколения 1954 г. рождения обусловило увеличение уловов камбалы в 1959 и 1961 гг. В 1962 г. и последующие годы рыбы этого поколения в возрасте 8 лет и старше прослеживались в уловах в меньшем количестве, чем рыбы такого же возраста, но поколения с более поздним созреванием.

При постепенном созревании поколения эксплуатируются промыслом более продолжительный период и изымаемая его часть по годам составляет меньший процент.

Запас, определенный методом прямого учета несомненно ниже действительной его величины в море (недоучет молоди, сезонность распределения, уловистость трала). Однако при условии применения единой методики учета мы получаем сравнимые материалы для суждения об изменениях, происходящих в запасах этой рыбы в отдельные годы.

Величина запаса калкана в Черном море по среднесезонным данным прямого метода учета определяется цифрой 122 тыс. ц при колебаниях в отдельные годы от 103 до 158 тыс. ц.

В связи с этим запасы калкана не позволяют резко увеличить их добычу и к их использованию следует подходить весьма осторожно. Интенсивность промысла в годы высоких уловов составляла 21,7—25,5%, а в годы низких — 6,6%. Практика рыболовства камбалы показала, что при изъятии от запаса свыше 10—15% нарушается свойственная ей структура нерестовой популяции и снижается ее численность (табл. 2 и 3).

Как видно из данных табл. 2, исключительно малым (18,7%) был остаток в стаде камбалы в 1956 г. Начиная с 1958 г., когда интенсивность промысла снизилась и изъятие не превышало 10—15%, намечилось восстановление запаса и увеличение количества рыб группы остатка. Остаток в промысловом стаде камбалы в последние 6 лет составляет более 50%. При таком состоянии стада промысловое изъятие в размере 10—15% является допустимым.

Исходя из этого в настоящее время и установлен лимит вылова камбалы в Черном море.

В 1961—1963 гг. запас камбалы определялся в 130—140 тыс. ц, возможный вылов в 3—15 тыс. ц.

Несмотря на положительные стороны прямого учета запаса камбалы, в настоящее время он имеет еще и существенные недостатки.

Таблица 2

Качественный состав промыслового стада камбалы района Евпатории, %

Год	Неполовозрелые (16—35 см)	Пополнение (35—45 см)	Остаток (46—75 см)	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Количество проанализи- рованных рыб шт.
1956	10,3	71,0	18,7	43,0	2781	1213
1957	2,9	60,4	36,7	44,0	3276	3737
1958	2,0	50,4	47,6	45,5	3752	3398
1959	1,8	43,4	54,8	44,5	3500	3456
1960	4,0	30,0	66,0	45,0	3915	3719
1961	1,0	47,0	52,0	45,8	3869	3097
1962	0,6	45,0	54,4	44,8	3886	3351
1963	1,7	31,5	66,8	45,9	3846	6283

Таблица 3

Общий запас и вылов камбалы в Черном море и величина изъятия

Год	Запас, тыс. ц	Улов, тыс. ц	Изъятие, %	Год	Запас, тыс. ц	Улов, тыс. ц	Изъятие, %
1950	109,0	23,7	21,7	1958	103,0	9,4	9,1
1951	113,0	28,8	25,5	1959	110,0	12,3	11,2
1952	144,0	27,3	18,9	1960	113,0	9,5	8,4
1953	139,0	20,3	14,6	1961	120,0	12,2	10,2
1954	158,0	22,0	13,9	1962	125,0	10,9	8,8
1955	133,0	15,3	11,5	1963	140,0	14,2	10,2
1956	118,0	15,0	12,7	Среднее за 14 лет	123,8	16,3	13,1
1957	108,0	6,9	6,4				

Прежде всего, не известна уловистость трала. Кроме того, применяемым методом не учитываются три младшие возрастные группы — сеголетки, годовики и большая часть двухгодовиков. Следовательно, дать оценку численности всего стада, даже прямым методом, в настоящее время не представляется возможным.

Для совершенствования методики оценки запаса и прогноза улова камбалы должен быть разработан метод количественного учета молоди и проведены исследования по определению уловистости учетных орудий лова.

Для оценки величины промыслового стада камбалы в последние годы одновременно с методом прямого учета применялся метод так называемых фактических популяций (Дементьева Т. Ф., Бойко Е. Г., Державин А. Н., Никольский Г. В. и др.). Биостатистической обработке при этом подвергались уловы промысловых орудий лова — камбальных сетей.

Уловы сетей — отбирающих орудий лова — характеризуют в основном половозрелую часть стада, т. е. состав нерестовой популяции, или промысловый запас. Анализ качественного состава уловов позволяет оценить мощность поколений рыб группы пополнения до воздействия на них промысла, а также мощность поколений рыб, которые неоднократно подвергались его воздействию.

По соотношению пополнения и остатка в стаде камбалы, как было видно из данных табл. 2, можно судить о динамике всего запаса камбалы.

Соотношение рыб в стаде камбалы, которое отмечалось в 1956 г., явно свидетельствовало о значительном уменьшении ее запаса, что

обусловило устойчивое падение уловов в последующие годы. Устойчивое падение уловов камбалы, как и у некоторых других рыб, является, очевидно, результатом перелова. Однако применительно к камбале считали возможным не устанавливать запрет, а лишь снизить интенсивность промысла, что будет способствовать восстановлению ее запасов. Опыт ведения промысла в последние годы подтвердил правильность этого положения.

Как уже говорилось, мощность отдельных поколений можно определить, анализируя данные возрастного состава улова. Но в связи с тем, что не все поколения полностью представлены в уловах анализируемых лет для оценки общей их численности по среднемноголетним данным, вводится поправка на недостающие в уловах возрастные группы. Общая численность поколений будет слагаться из рыб данного поколения, выловленных в предшествующие годы и ныне участвующих в промысле, и рыб, которые будут выловлены в последующие годы.

По возрастному составу уловы камбальных сетей состояли из 10—12 возрастных групп. Основную часть улова составляли рыбы 6—9-летнего возраста. Это в основном половозрелая рыба, длиной тела 45—60 см. Некоторые поколения (1949, 1950, 1951 гг.) были прослежены в уловах на протяжении почти полного жизненного цикла — от 4 до 13 лет. Поправка на численность этих поколений в промысловом возврате была несущественной.

Рассмотрение данных по динамике численности отдельных поколений позволило подойти к определению понятия «высокоурожайных» и «малоурожайных» поколений исходя из конкретных количественных величин. Так, за период наблюдений высокоурожайными считались поколения, численность которых была свыше 300 тыс. шт., среднеурожайными — 225 тыс. шт. и малоурожайными — менее 200 тыс. шт.

В среднем каждое поколение у камбалы подвергается промысловому воздействию от 5 до 7 раз. Каждая группа рыб от 6 до 9-летнего возраста по среднемноголетнему промысловому возврату составляла до 20% улова.

При относительно постоянной интенсивности промысла изъятие рыб каждого поколения по возрастному составу составляет следующий процент: до 4 лет — 2,4; до 5 лет — 6,5; до 6 лет — 19,0; до 7 лет — 25,4; до 8 лет — 22,5; до 9 лет — 11,3; до 10 лет — 9,2; до 11 лет — 2,9; свыше 11 лет — до 1.

В табл. 4 и 5 приведены данные, характеризующие средний возраст рыб в промысловых уловах района Евпатории для самок и самцов, и средний возраст рыб отдельных поколений камбалы.

Как видно из приведенных данных, за период с 1954 по 1963 г. произошли изменения в возрастном составе уловов камбалы. Уменьшилось количество рыб старшего возраста по сравнению с начальным периодом наблюдений. Средний возраст рыб в уловах 1954 г. для самцов определялся восьмью годами, самок — девятью годами. С 1960 г. средний возраст рыб в уловах заметно уменьшился и составлял у самцов 6, у самок 7 лет. Средний возраст рыб отдельных поколений (см. табл. 5) определялся семью — девятью годами.

Зная среднемноголетнюю численность поколений в промысловом возврате, которая составляет 225—226 тыс. шт., и продолжительность их жизненного цикла, определяем величину промыслового запаса.

За многолетний период промысловый запас камбалы в Евпаторийском районе колебался по массе (весу) в пределах от 24 до 39 тыс. ц. Среднемноголетняя величина запаса камбалы в этом райо-

Таблица 4

Средний возраст рыб отдельных поколений камбалы

Год улова	Возраст	Поколения			
		1951 г.	1950 г.	1949 г.	
1954	5	—	3280	7475	
1955	6	974	6288	24397	
1956	7	20986	55556	92525	
1957	8	26028	38560	33484	
1958	9	40170	31855	17804	
1959	10	56058	31855	15496	
1960	11	7013	3710	4261	
1961	12	32936	12155	2212	
1962	13	153	—	—	
1963	14	926	670	93	
Средний промысловый возраст поколения		—	9,6	8,4	7,5
Численность поколения в промысловом возврате, шт.		—	185244	183959	197747

Таблица 5

Средний возраст рыб в промысловых уловах сетей района Евпатории (1954—1963 гг.)

Год	Самцы	Самки	Самки и самцы
1954	8,00	9,2	8,5
1955	7,68	9,38	8,18
1956	6,93	7,02	6,97
1957	7,72	7,05	7,35
1958	6,7	8,06	7,5
1959	6,87	8,2	7,64
1960	5,6	7,5	6,6
1961	6,75	8,57	7,73
1962	6,44	7,48	6,8
1963	6,63	7,00	6,64
Средний возраст	6,89	7,78	7,32

не составляла 27 тыс. ц. Минимальный запас, обусловивший низкий вылов камбалы, здесь был в 1957 г. и составлял 24 тыс. ц.

Удельный вес добычи камбалы Евпаторийского района составляет 25—30% от общего ее вылова в северо-западной части Черного моря.

Переходя к оценке запаса и учитывая, что уловы камбалы распределяются аналогично запасам, можно сказать, что величина их, определяемая нами методом фактических популяций для всего этого района, будет в пределах 96—156 тыс. ц.

Таким образом, цифры относительного запаса камбалы северо-западного района, определенные методом непосредственного учета, а также методом фактических популяций, примерно одного порядка. Это свидетельствует о том, что методика, применяемая при оценке запасов камбалы, была основана на относительно полном знании биологических особенностей этого вида. Учитывая, что взрослая кам-

бала не служит пищей для других рыб, а является одним из сильнейших хищников (питается массовыми пелагическими рыбами) есть основания предполагать, что естественная смертность ее крайне незначительна, и поэтому практически ею можно пренебречь. Это дает нам право считать, что полученные величины относительного запаса вполне объективны.

При анализе данных по величине запаса камбалы более четко выясняется воздействие на состояние взрослой части стада одного из ведущих факторов — влияния промысла.

За период с 1954 по 1964 г. в Евпаторийском районе промысел в среднем отбирал до 20%, а в отдельные годы 30% запаса. Такую степень использования запаса следует признать для камбалы относительно высокой. Отсюда понятна зависимость запаса от его пополнения и убыли. Если убыль запаса от вылова покрывается высокоурожайными поколениями, запас восстанавливается или даже увеличивается. В тех случаях, когда восстановление запаса происходит за счет немногочисленных поколений, а интенсивность промысла продолжает быть высокой, запас уменьшается.

Такую зависимость можно выразить уравнением:

$$\frac{dp}{dt} = f(p) - p\phi(F),$$

т. е. скорость изменения запаса будет меньше по сравнению с естественной степенью прироста на величину, равную скорости вылова рыбы.

В формуле $p\phi(F)$ — скорость вылова, зависящая от размера запаса и величины промыслового усилия (F).

Из уравнения следует, что если вылов меньше естественного прироста, популяция возрастает. Наоборот, когда вылов превышает прирост, популяция уменьшается. Примером таких лет для камбалы являются 1956 и 1957 гг. Если вылов равен естественному приросту ($\frac{dp}{dt} = 0$), то популяция не изменяется и можно считать, что промысел находится в равновесии при данной численности и данном промысловом усилии. Годовой улов при таком состоянии принято называть устойчивым или уравновешенным уловом.

Таким образом, изъятие в размере 10—15% от запаса, на наш взгляд, обеспечивает естественный прирост стада и нерестовая популяция сохраняет свойственную ей структуру.

В дальнейшем особое внимание было уделено определению некоторых количественных показателей, характеризующих динамику стада камбалы, для чего использовались отдельные математические методы подсчета, в частности, при определении величины пополнения запаса и норм убыли поколений по общей смертности.

Известно, что каждый из годовых классов популяции численно растет до определенного возраста, после чего происходит его убыль.

Анализ распределения возрастных групп в уловах камбалы показал, что каждый из годовых классов камбалы численно растет до 6—7-летнего возраста, после чего происходит убыль.

По нашим данным, за период наблюдений с 1954 по 1963 г. средняя норма пополнения от 4 к 5 годам составляла 262%, от 5 к 6 годам — 225%. От 6 к 7 годам наметилось воздействие нормы убыли, хотя пополнение стада преобладает и составляет значительную величину — 170%. В дальнейшем, с возрастающим влиянием общей смертности, отмечается резкое падение численности. Перелом наблюдается

на 7-м году жизни камбалы. С этого момента и следует определять нормы убыли.

Для выяснения изменений, происходящих в численности возрастных групп камбалы старше 7 лет, необходимо знать убыль от одного возраста к следующему (от 5 к 6, от 6 к 7, от 7 к 8 и т. д.).

Вычисление величины убыли от одного возраста к следующему произведено по формуле Ходжсона:

$$100 \left(1 - \frac{b_7 + c_7 + d_7 + \dots + n_7}{a_6 + b_6 + c_6 + \dots + n_6} \right),$$

где a_6, b_6, c_6 — годы наблюдений за особями шестилетнего возраста;
 b_7, c_7, d_7 — число всех особей 7-летнего возраста в эти же годы.

Убыль с возрастом резко увеличивается и к 9 годам составляет 30—40% у старших возрастов камбалы; от 10 до 13 лет она одинакова и составляет 63—66%. К 14 годам убыль составляет 90—100%. В таком возрасте камбала-калкан в уловах почти отсутствует.

Полученные количественные показатели величины пополнения и убыли промыслового стада камбалы нами были использованы при составлении прогноза возможного ее вылова в одном из основных районов ее промысла — районе Евпатории (табл. 6).

Таблица 6

Прогноз возможного улова камбалы в северо-западном районе Черного моря, 1962—1963 гг. и фактические уловы (в тыс. шт.)

Год	Возраст, годы													Всего
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1962	—	—	3,5	46,6	64,7	79,6	34,1	27,1	11,2	4,1	0,7			271,8
			—	14,1	100,0	44,6	64,7	6,9	3,2	—	—			235,0
1963	0,4	2,6	25,1	50,4	157,8	51,1	36,0	6,7	1,3	0,05	—	—	—	331,6
	—	0,09	1,6	26,3	109,6	109,2	43,4	13,1	4,4	2,0	0,9	0,6	0,1	311,6

Примечание. В числителе приведен прогноз, в знаменателе — фактический вылов.

Как видно из данных табл. 6, прогнозируемые цифры и фактический вылов камбалы по численности рыб в указанные годы были очень близкими. Так, по прогнозу на 1962 г. общее количество рыб в улове должно быть 271,8 тыс. шт., фактический вылов в этом году составил 235,0 тыс. шт.

Таким образом, данные по состоянию запаса и величине прогнозируемого возможного вылова, полученные методом фактических популяций, а также тщательный анализ материалов сетевого промысла дают возможность сократить объем работ, связанных с проведением прямого учета камбалы в море. Учет следует проводить лишь для контроля, по сокращенной сетке станций; это и осуществляется в последние годы.

Совершенствование метода оценки состояния запаса камбалы должно идти по пути уточнения степени влияния основных факторов на численность поколений, вступающих в промысел. В этой области имеются некоторые трудности. Для преодоления их, организованное во ВНИРО методическое совещание по вопросам совершенствования методик учета оценки запаса промысловых рыб было своевременным и необходимым.