

## КОРРЕКТИРОВКА ОЦЕНОК ЧИСЛЕННОСТИ И АНАЛИЗ СМЕРТНОСТИ БАРЕНЦЕВОМОРСКОЙ МОЙВЫ С УЧЕТОМ ВЫЛОВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ТРЕСКОЙ

### Введение

Влияние трески на запас баренцевоморской мойвы весьма значительно. Расчеты, выполненные по данным 1984-2000 гг., показывают, что ежегодное потребление мойвы треской колеблется от 100-200 тыс. т до 3,0-3,5 млн т в год (Коржев, Долгов, 1999; Анон., 2001; Dolgov, 2001). Это может превышать величину вылова, максимальные значения которого достигали в указанный период 2,0-2,3 млн т. В связи с этим современная практика регулирования промысла мойвы предполагает использование многовидовых моделей для оценки ожидаемого потребления ее треской в период миграции мойвы к местам нереста. Для построения подобных моделей взаимодействия этих видов необходимо проанализировать имеющуюся информацию о динамике их численности и взаимном влиянии.

Цель настоящей работы – сравнить оценки численности мойвы и данные о ее вылове и потреблении треской, получить и проанализировать информацию о мгновенных коэффициентах смертности мойвы, необходимую для построения модели динамики ее численности.

### Материал и методика

В работе использованы оценки численности баренцевоморской мойвы на 1 января каждого года и статистика ее ежегодного вылова по возрастным группам за 1984-2000 гг., опубликованные в отчетах Рабочей группы ИКЕС по северным пелагическим рыбам и путассу (Анон., 1995, 2001). Поскольку отчет группы содержит информацию за ограниченное количество лет, данные за 1984-1990 гг. взяты из отчета 1995 г. (Анон., 1995), за 1991-2000 гг. – из отчета за 2001 г. (Анон., 2001). Следует иметь в виду, что численность мойвы на 1 января каждого года для возрастных групп 2-5 лет оценивается группой на основании съемки предыдущего года (расчет на 3-4 месяца вперед), а численность возрастной группы 1 год оценивается

по съемке текущего года (пересчет на 9 месяцев назад, Anon., 1995, Appendix A), в связи с чем оценки последней, вероятно, менее надежны.

Расчеты потребления треской мойвы различных возрастных групп выполняются в ПИНРО на основе материалов базы данных по количественному анализу питания гидробионтов Баренцева моря (Долгов, 1999). В работе использованы результаты этих расчетов для периода 1984-2000 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Численность мойвы различного возраста, потребленной треской в 1984-2000 гг. (по расчетам А.В. Долгова), млн экз.

Год	Возраст, лет							Всего
	0+	1	2	3	4	5	6	
1984	0	8999	13836	16796	10079	477	1	50187
1985	0	12149	22638	22694	22359	4546	303	84688
1986	0	7402	9396	24528	19221	1250	57	61854
1987	0	6947	7764	7129	2968	232	0	25039
1988	0	7765	7632	6692	370	1	0	22460
1989	0	11055	3891	11489	7421	2437	26	36317
1990	0	37095	19141	20863	7149	495	85	84829
1991	0	205470	262837	71699	17862	6555	1696	566119
1992	0	42271	36701	65144	8987	1266	81	154450
1993	0	179988	101882	49180	60578	2318	40	393986
1994	0	43132	6319	60343	21693	2727	121	134335
1995	0	19881	23775	20695	4978	678	41	70047
1996	0	16822	13292	7940	5300	298	6	43658
1997	0	14651	12057	8826	7302	367	4	43207
1998	0	21532	21062	11264	6404	420	4	60685
1999	0	53327	36297	23378	12830	1498	102	127433
2000	0	23312	30806	26495	16909	1704	103	99328
<i>Средняя</i>	<i>0</i>	<i>41870</i>	<i>37019</i>	<i>26774</i>	<i>13671</i>	<i>1604</i>	<i>157</i>	<i>121096</i>

## Результаты

*Сравнительный анализ данных о потреблении мойвы треской и оценок численности мойвы.* При сопоставлении данных за период 1984-2000 гг. о ежегодном потреблении мойвы треской и данных о численности мойвы на начало года можно отметить, что между этими показателями почти для всех возрастных групп мойвы существует статистически значимая положительная связь (рис. 1), вместе с тем для некоторых возрастных групп в наборе данных имеются точки, далеко отстоящие от линии регрессии.

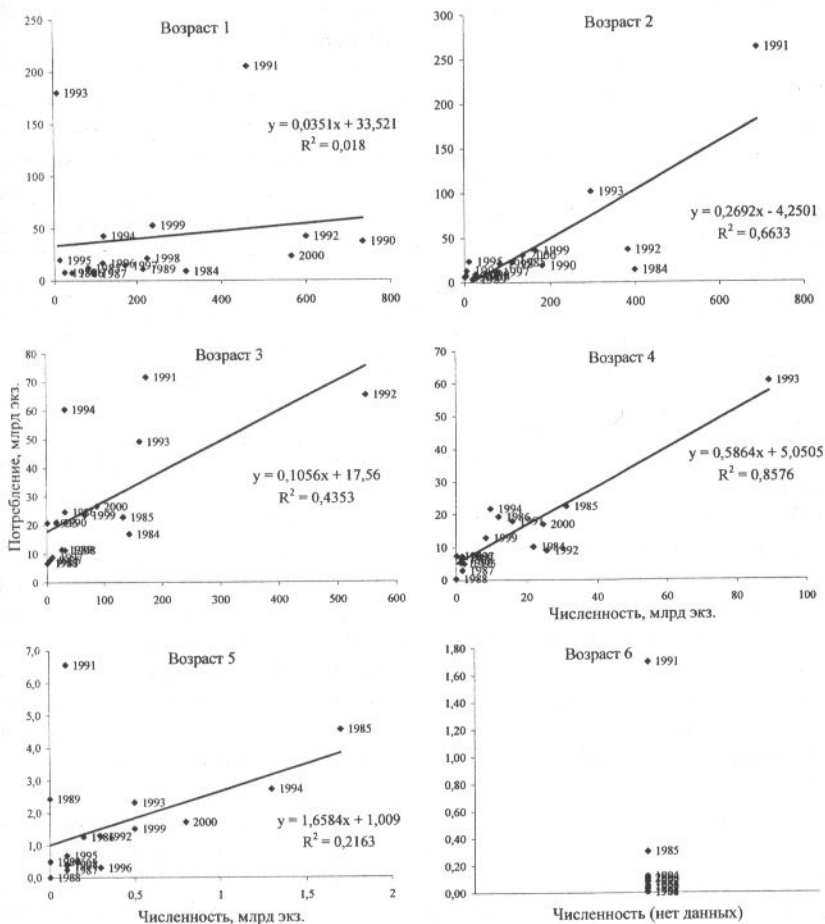


Рис. 1. Зависимость численности мойвы различного возраста, потребляемой треской, от численности мойвы на 1 января каждого года в 1987-2000 гг. (по расчетам Рабочей группы ИКЕС)

Наибольшие отличия от ожидаемой динамики отмечаются для оценок потребления в 1991 г. (см. рис.1), когда численность потребленной треской мойвы была наибольшей за весь период исследований (см. табл.1). Точки, соответствующие потреблению особей всех возрастных групп, кроме возраста 4, расположены значительно выше соответствующих линий регрессии (см. рис.1). Возможно, расчетные оценки потребления мойвы

треской в 1991 г. соответствуют действительности, однако эти значения являются аномальными, не соответствующими характерной для других лет исследуемого периода зависимости потребления мойвы от ее численности. 1991 г. предшествовал период низкой численности запаса мойвы и незначительного ее потребления треской (1987-1990 гг.), вследствие чего средняя масса трески большинства возрастных групп была близка к минимальным за последние 20 лет значениям. Восстановление запаса мойвы привело к усилению интенсивности питания трески мойвой. В отличие от обычной сезонной динамики потребления мойвы треской, когда в большинстве районов Баренцева моря максимум приходится на I-начало II квартала с последующим значительным спадом (Пономаренко, Ярагина, 1996), потребление мойвы было значительным в течение всего 1991 г. Значения доли мойвы в рационе трески в III и IV кварталах 1991 г. были максимальными за весь исследуемый период и достигали 40 % от общей массы пищевого комка (данные А.В. Долгова).

Для того чтобы проверить, не являются ли подобные отклонения ошибками, была составлена таблица динамики численности каждого поколения мойвы (табл. 2) и проведен анализ оценок потребления. В отношении 1991 г. был сделан вывод о том, что несмотря на значительный (около 50 %) рост биомассы трески, оценки потребления мойвы в возрасте 5-6 лет завышены. По данным съёмок, поколения мойвы 1985 и 1986 гг. были низкими по численности на всем протяжении их жизни (см. табл.2), и их численность не могла достичь величины, оцениваемой в соответствии с расчетами потребления их треской. Аналогичный вывод можно сделать в отношении потребления треской мойвы возрастной группы 5 в 1989 г. (малочисленное поколение 1984 г.). Оценки потребления поколений 1988 и 1990 гг. рождения (возрастные группы 3 и 1) в 1991 г. также представляются завышенными, не соответствующими численности этих поколений (см. рис. 1). Для них, как и для возрастных групп 5 и 6, проявился эффект влияния урожайного поколения 1989 г. (возраст 2). Этот эффект заключается в том, что при появлении одного или нескольких высокоурожайных поколений мойвы суммарное ее потребление треской значительно возрастает, и оценки потребления мойвы возрастных групп с низкой численностью имеют тенденцию к завышению. Проявление подобного эффекта отмечается также для возрастной группы 1 в 1993 г. (поколение 1992 г.). Это поколение было чрезвычайно малочисленно на протяжении всей его жизни (см. табл.2). Высокая оценка потребления вызвана влиянием 4 предшествующих высокоурожайных поколений.

Относительная численность мойвы различных возрастных групп поколений 1984-1999 гг. по данным ТАС  
(% от средней численности каждой возрастной группы), млрд экз.

Возраст, лет	Год рождения поколения																			Среднее
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998					
0+*	164	172	0	6	6	146	261	60	146	66	2	0	48	138	283	5*				
1	35	18	41	11	90	309	195	252	4	51	6	50	72	95	100	238				
2	17	2	18	13	118	450	249	192	1	7	4	47	54	108	88	153				
3	3	1	31	19	200	629	186	38	2	7	12	37	77	101	1	87				
4	0	1	11	109	175	607	67	16	10	12	11	58	168	3	100	15				
5	0	0	28	84	139	362	28	84	28	28	139	223	0	100	1393	0				

\*Для мойвы 0-группы рассматривались площадные индексы численности, выраженные в кв. милях.

Механизм такого влияния, возможно, связан с ошибками в размерно-возрастных ключах. Если предположить, что доля ошибок условно постоянна, поколение с низкой численностью, соседствующее с многочисленным, будет переоценено. Подобный эффект отмечался для многих видов (Kimura, Lyons, 1991). Другим источником ошибочного перераспределения биомассы потребленной мойвы на возрастные группы может быть использование слишком больших для мойвы интервалов 5 см в размерно-возрастном ключе. Даже незначительный неслучайный отбор в возрастную пробу малочисленной группы рыб, сделанный специалистом при сборе проб в море, может привести к переоценке численности данной возрастной группы.

Оценки потребления мойвы отдельных поколений треской могут также указывать на недооценку их численности, полученной по данным многовидовой тралово-акустической съемки (МВ ТАС). Так, оценки потребления мойвы в возрасте 3 в 1994 г. (см. рис.1) выглядят существенно завышенными, не соответствующими оцененной в съемке численности этого поколения 1991 г. рождения. Однако данное поколение проявило себя как урожайное в возрасте 1 и 2 года и как среднее в возрасте 5 лет (см. табл. 2), возможно, в данном случае имеет место недооценка его численности съемкой в возрасте 3 и 4 года. Особенно наглядно эффект недооценки численности мойвы в съемке проявляется для старших возрастных групп (4-6 лет), причем он тем больше, чем малочисленнее поколение (табл. 3).

Таблица 3

Отношение оценок потребления мойвы треской к численности мойвы на начало года, %

Возраст, лет	Среднее	Среднеквадратич. отклонение	Min	Max
Для поколений численностью менее 20 % от средней				
1	64	70	17	144
2	172	157	20	451
3	229	195	87	558
4	334	117	165	447
5	-	-	-	-
Для поколений численностью выше 20 % от средней				
1	11	9	3	36
2	22	10	10	38
3	47	51	12	181
4	103	66	35	221
5	358	173	99	678
Для всей популяции				
1	29	42	5	144
2	117	144	17	451
3	151	159	35	558
4	282	123	151	447
5	406	203	99	678

Табл. 3 была получена при устранении из набора данных некоторых выбросов, вышеперечисленных точек, для которых существуют основания сомневаться в правильности оценки потребления либо оценки численности (возрасты 1,3-6 в 1991 г., возраст 1 в 1993 г. и возраст 3 в 1994 г.). По мнению специалистов ПИПРО, занимающихся оценкой запасов мойвы (сообщения Д.В. Прозоркевича и В.С. Мамылова), численность мойвы старших возрастных групп, как правило, недооценивается МВ ТАС. Подтверждением может быть и тот факт, что в размерно-возрастных ключах, собираемых в период весеннего промысла, могут отмечаться старшие возрастные группы мойвы, полностью отсутствовавшие в предшествующей съемке.

После устранения выбросов из рядов данных зависимость количества мойвы, потребленной треской, от численности ее запаса проявляется более отчетливо для всех возрастных групп (рис. 2). Коэффициенты детерминации для возрастных групп 2-5 составляют от 0,77 до 0,88 и лишь для возраста 1 эта зависимость менее выражена ( $r^2=0,24$ ). В отличие от возрастных групп 2-5 в возрасте 1 связь между численностью мойвы и ее количеством, потребленным треской, слабая, что частично может быть объяснено особенностями получения Рабочей группой оценок запаса мойвы на 1 января. Поскольку численность мойвы в возрасте 1 год вычисляется пересчетом назад на 9 месяцев, то эти данные, вероятно, менее надежны, чем оценки численности рыбы старших возрастных групп.

Статистическая зависимость между общей биомассой потребленной мойвы и биомассой трески на середину года выражена слабее ( $r^2=0,56$ ). Столь высокие коэффициенты детерминации, свидетельствующие о зависимости количества потребленной треской мойвы от начальной численности мойвы, и менее выраженная зависимость потребления мойвы от биомассы запаса хищника могут объясняться тем, что амплитуда изменений численности трески в исследуемый период была значительно меньше, чем мойвы.

*Корректировка оценок численности мойвы на начало года с учетом информации о вылове и потреблении мойвы треской.* Поскольку есть основания считать, что полученные на основе данных съемки оценки численности мойвы занижены для старших возрастных групп и поколений с низкой численностью, то представляется целесообразным откорректировать их с использованием данных о вылове и численности мойвы, потребленной треской. Такие расчеты были выполнены для периода 1984-2000 гг. Из ряда данных по потреблению предварительно были исключены вышеуказанные точки, для которых оценки потребления, как мы полагаем, были завышены. Оценки численности мойвы, потребленной треской, для этих групп были заменены значениями, вычисленными по линейной регрессии.

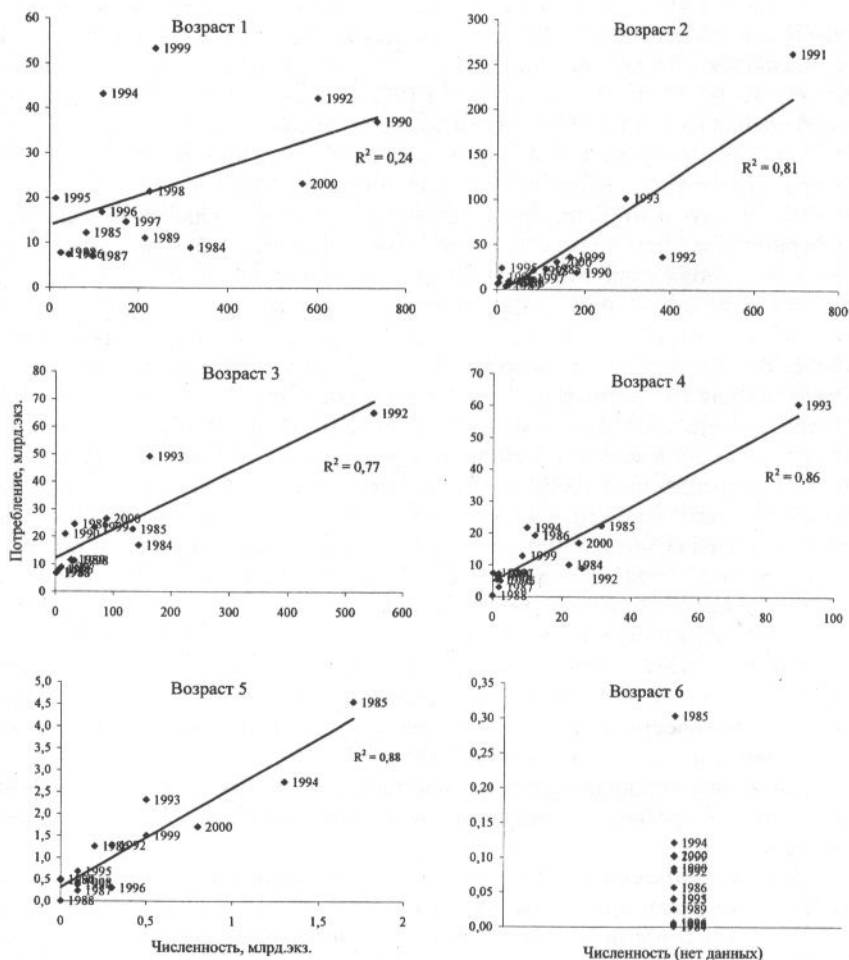


Рис. 2. Зависимость численности мойвы различного возраста, потребляемой треской, от численности мойвы на 1 января каждого года по расчетам Рабочей группы ИКЕС в 1984-2000 гг. (из ряда данных удалены выбросы)

Корректировку численности проводили таким образом, чтобы начальная численность каждой возрастной группы была не меньше, чем суммарная численность потребленной, выловленной и оставшейся в конце года (начальная численность следующей возрастной группы в начале следующего года) мойвы данного возраста. В случае, когда численность от-



дельной возрастной группы была ниже, чем убыль и остаток, новые оценки рассчитывались следующим образом:

$$N_{new} = N_{WG} + N_{catch} + N_{consum}, \quad (1)$$

где  $N_{new}$  – откорректированная численность мойвы в начале года;  
 $N_{WG}$  – численность мойвы следующей возрастной группы в начале следующего года по расчетам Рабочей группы (остаток);  
 $N_{catch}$  – численность выловленной в течение года мойвы;  
 $N_{consum}$  – численность мойвы, потребленной треской в течение года.

Откорректированные оценки численности для возрастной группы 5 существенно отличаются от оценок Рабочей группы, что подтверждает вывод о недооценке ее съемкой (рис.3). Для остальных возрастов оценки не изменились, и отличие общей биомассы запаса, откорректированной с учетом промысла, от расчетов Рабочей группы ничтожно мало. Дополнительная корректировка численности запаса с учетом данных не только по вылову, но и по потреблению мойвы треской приводит к более значительным изменениям (см. рис.3, рис.4). Наибольшие отличия наблюдаются для старших возрастных групп и для лет с низкой численностью и биомассой запаса мойвы. Так, в годы с биомассой мойвы на начало года свыше 2,5 млн т (1984, 1991-1993, 2000 гг.) откорректированные оценки выше результатов расчетов Рабочей группы на 1-15 %. В годы, когда биомасса запаса мойвы ниже 200 тыс. т (1987, 1988, 1995 гг.), откорректированные оценки в 2-5 раз выше расчетов ИКЕС. Следует отметить, что полученные оценки, возможно, занижены, поскольку при их расчете предполагается отсутствие остаточной естественной смертности. Откорректированная динамика численности возрастных групп 5 и 6 лет в общих чертах сходна с таковой младших возрастных групп без ожидаемого сдвига по годам, подобного тому, что наблюдается для возрастов 1-4, когда урожайное поколение прослеживается в каждом возрасте в последующие годы. Пики численности 5-6-годовиков совпадают с пиками численности особей младших возрастов. Поскольку численность мойвы старших возрастных групп получена преимущественно по результатам расчетов потребления треской, наиболее вероятным объяснением совпадения динамики численности будет предположение о том, что оценка потребления мойвы этих возрастов неверна. Таким образом, оценки потребления 5-6-годовиков свидетельствуют лишь о недооценке этих групп в съемке, но не дают представления о межгодовой динамике их численности. Тем не менее, сопоставив сделанные Рабочей группой расчеты численности мойвы по возрастным группам на 1 января, оценки величин вылова и данные о потреблении мойвы треской (см. табл.1), можно получить приближенные оценки годовых мгновенных коэффициентов естественной и промысловой смертности мойвы.

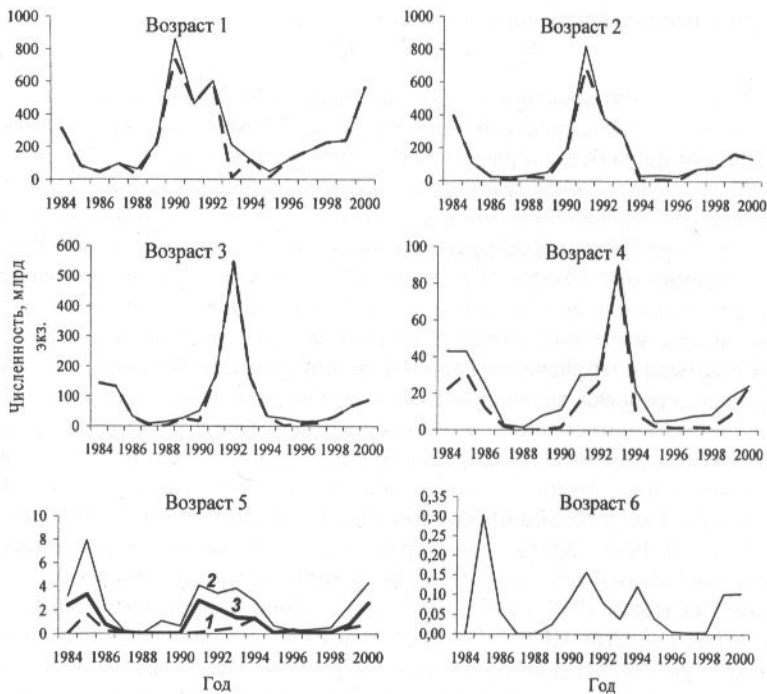


Рис. 3. Динамика численности мойвы различного возраста в 1984-2000 гг.:  
 1 – по расчетам ИКЕС; 2 – откорректированная с учетом потребления треской и вылова;  
 3 – откорректированная с учетом только вылова

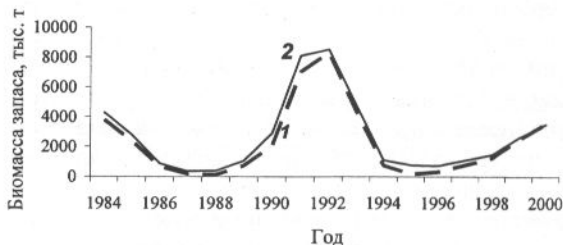


Рис. 4. Биомасса запаса мойвы в 1984-2000 гг.: 1 – по расчетам ИКЕС на начало года;  
 2 – откорректированная с учетом вылова и потребления треской

Оценка коэффициентов естественной и промысловой смертности мойвы. Используя скорректированные оценки численности, можно рассчитать значения мгновенных коэффициентов смертности мойвы для каждого года исследуемого периода.

Годовой мгновенный коэффициент общей смертности рассчитывался как

$$Z_a = \ln \frac{N_a}{N_{a+1}}, \quad (2)$$

где  $Z_a$  – мгновенный коэффициент общей смертности мойвы в возрасте  $a$ ;

$N_a$  – численность мойвы в возрасте  $a$  в начале года;

$N_{a+1}$  – численность мойвы возраста  $a+1$  в начале следующего года.

Годовой мгновенный коэффициент промысловой смертности мойвы в возрасте  $a$  рассчитывался как

$$F_a = \frac{C_a}{N_a - N_{a+1}} Z_a, \quad (3)$$

где  $C_a$  – численность мойвы в возрасте  $a$  выловленной в течение года.

Годовой мгновенный коэффициент естественной смертности мойвы в возрасте  $a$  рассчитывался как

$$M_a = Z_a - F_a. \quad (4)$$

Годовой мгновенный коэффициент естественной смертности мойвы в возрасте  $a$  по причине хищничества со стороны трески рассчитывался как

$$M_{2,a} = \frac{D_a}{N_a - N_{a+1}} Z_a, \quad (5)$$

где  $D_a$  – численность мойвы возраста  $a$  потребленной треской в течение года.

Годовой мгновенный коэффициент остаточной естественной смертности мойвы в возрасте  $a$  рассчитывался как

$$M_{1,a} = Z_a - F_a - M_{2,a}. \quad (6)$$

*Промысловая смертность.* В связи с тем, что оценка численности мойвы возрастных групп старше 4 лет ненадежна, значения коэффициентов смертности для возрастных групп старше 3 лет следует рассматривать как ориентировочные оценки. В таблицах, где приведены рассчитанные значения коэффициентов смертности, возраст 4 приводится лишь для сравнения.

Годовые мгновенные коэффициенты промысловой смертности мойвы составляют незначительные величины для неполовозрелой части запаса возрастных групп 1-2 (табл. 4). Промысловая смертность мойвы в возрасте

3 составляет в среднем за период 0,16 (см. табл. 4), однако в ситуации, когда промысловый запас состоит преимущественно из 1-2 поколений, как это было в 1991 г., промысловая смертность 3-леток может быть существенно выше (0,33). Следует иметь в виду, что промысел мойвы носит сезонный характер, и значение годового коэффициента промысловой смертности не совсем адекватно отражает интенсивность лова. Величина мгновенных коэффициентов смертности мойвы старше 3 лет свидетельствует о том, что промысловое изъятие в этих возрастных группах очень велико. Для возраста 4 года максимальные значения коэффициентов достигают 1,4 при среднем значении более 1,0 (см. табл. 4), для возраста 5 среднее значение составляет 2,14, максимальное – 3,9. Однако, как уже упоминалось выше, оценки промысловой смертности мойвы старше 3 лет ненадежны, и можно сделать вывод лишь о том, что промысловая смертность рыб старших возрастных групп весьма значительна.

*Смертность от хищничества трески.* Значения годовых мгновенных коэффициентов смертности мойвы от хищничества трески ( $M_2$ ) подвержены значительной межгодовой изменчивости (табл. 5). Средние величины коэффициентов возрастают по мере увеличения возраста мойвы. Так, для возраста 1 год среднее для периода 1984-2000 гг. значение коэффициентов смертности составляет 0,28, для возраста 3 года оно составляет уже 0,8 (см. табл. 5). Для мойвы старше 3 лет оценки коэффициентов ненадежны, тем не менее можно сделать вывод о том, что они значительно больше, чем для младших возрастных групп.

Характерная для исследуемого периода зависимость потребления мойвы от ее численности в начале года проявляется и для коэффициентов смертности, хотя и не для всех возрастов. Теснота этой связи значительно слабее (рис. 5), она имеет обратную направленность. При увеличении численности мойвы вблизи начала координат (от 0 до 100-200 млрд экз.) коэффициенты ее смертности от хищничества трески стремительно уменьшаются и при дальнейшем росте численности стабилизируются, т.е., как и подтверждалось зависимостью количества потребленной мойвы от ее численности в начале года, доля запаса мойвы, поедаемой треской, приблизительно одна и та же. Высокие (более 1,0-1,5) значения коэффициентов смертности мойвы характерны, как правило, для лет с ее низкой численностью. Влияние трески на запас мойвы в эти годы максимально.

Таблица 4

## Коэффициенты промысловой смертности мойвы

Возраст, лет	Год												Среднее	Средне- откл.	Min	Max
	1984	1985	1986	1987- 1990	1991	1992	1993	1994- 1998	1999	2000	2000	2000				
1	0,011	0,020	-	-	0,005	0,002	-	-	0,002	0,0002	0,01	0,01	0,0002	0,02		
2	0,088	0,135	-	-	0,014	0,024	0,004	-	0,007	0,009	0,04	0,04	0,004	0,14		
3	0,290	0,251	0,153	-	0,326	0,125	0,068	-	0,024	0,069	0,16	0,11	0,02	0,33		
4	1,204	1,372	0,880	-	0,738	1,394	1,068	-	0,153	1,262	1,01	0,59	0,15	1,39		

Таблица 5

## Коэффициенты смертности мойвы от хищничества трески

Воз- раст, лет	Год																	Средне- кв.откл.	Min	Max	
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000				
1	0,05	0,25	0,23	0,11	0,13	0,05	0,04	0,12	0,10	1,87	0,59	0,50	0,18	0,12	0,11	0,29	0,04	0,28	0,44	0,04	1,87
2	0,06	0,35	0,60	0,42	0,25	0,07	0,10	0,39	0,14	0,85	0,21	0,92	0,56	0,24	0,27	0,30	0,26	0,35	0,25	0,06	0,92
3	0,20	0,36	1,97	1,77	0,60	0,64	0,52	0,86	0,26	0,70	1,39	1,54	0,70	0,69	0,45	0,55	0,37	0,80	0,54	0,20	1,97
4	0,49	1,67	3,76	4,74	0,29	2,52	1,02	1,45	0,69	2,41	3,49	2,86	2,73	2,71	1,30	1,31	2,88	2,14	1,24	0,29	4,74

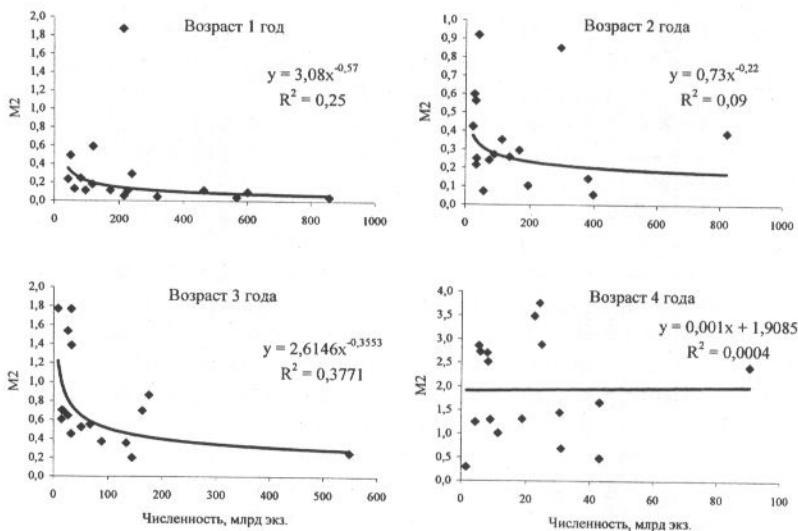


Рис. 5. Зависимость мгновенного коэффициента естественной смертности мойвы различного возраста по причине хищничества трески от численности мойвы на 1 января каждого года

Межгодовые изменения смертности мойвы разных возрастных групп от хищничества трески происходят, как правило, синхронно (рис.6). Значения коэффициентов детерминации свидетельствуют о том, что наиболее сходны эти изменения у мойвы в возрасте 1 и 2 года. Это объясняется совпадением районов обитания и сходным поведением рыб в этом возрасте. Значение свободного члена в линейной зависимости для этих возрастов незначимо отличается от нуля. Если принять его за ноль по значению коэффициента-множителя, то можно сделать вывод о том, что смертность мойвы от хищничества трески в возрасте 2 приблизительно вдвое больше, чем в возрасте 1. По-видимому, это объясняется большей предпочтительностью для трески жертв более крупного размера. Зависимость смертности от хищничества трески и мойвы в возрасте 2 и 3 менее выражена, свободный член отличается от нуля, и значения коэффициентов смертности и их межгодовая изменчивость для мойвы в возрасте 3 года значительно выше. Причиной этого является значительная межгодовая изменчивость темпов полового созревания. Вероятно, уровень смертности 3-годовалых увеличивается при увеличении доли половозрелых рыб, так как наиболее интенсивное их потребление треской происходит во время нерестовой миграции мойвы.

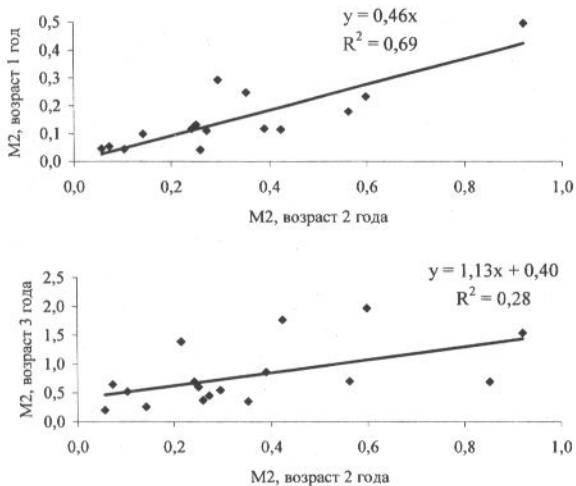


Рис. 6. Зависимость между годовыми мгновенными коэффициентами естественной смертности мойвы различного возраста от хищничества трески (для возраста 1 исключены 1993-1994 гг.)

*Остаточная естественная смертность мойвы.* Следует иметь в виду, что приводимая оценка коэффициентов остаточной естественной смертности мойвы наименее надежна. Используемый способ вычисления этих значений не позволяет рассчитать их в годы, для которых была сделана корректировка численности, поскольку здесь их расчетные значения равны нулю. В связи с этим оценки  $M1$  в возрасте 4 и 5 лет не могут быть получены для всего исследуемого периода. При анализе результатов расчетов нулевые значения нами не рассматривались. Следует также учитывать, что значения годовых мгновенных коэффициентов остаточной естественной смертности включают и посленерестовую смертность мойвы, тем не менее анализ полученных данных позволяет сделать несколько общих заключений.

Смертность мойвы по причинам, не связанным с хищничеством трески, весьма значительна (табл. 6). Для мойвы в возрасте 1 и 2 года она, по-видимому, превышает смертность от хищничества со стороны трески. Для мойвы старше 2 лет большее значение имеет смертность от промысла и хищничества трески. Так же, как и для смертности от хищничества, для остаточной смертности мойвы в возрасте 1 и 2 года наблюдается синхронность межгодовых изменений (рис. 7). Однако значение угла наклона прямой линии (см. рис.7), характеризующей соотношении смертности в этих

возрастных группах, приблизительно равно 1, что противоречит данным табл. 6, согласно которым смертность в возрасте 1 (без учета нулевых значений) составляет 0,48, а в возрасте 2 – 0,73. Для мойвы в возрасте 3 значения коэффициентов остаточной смертности получились сходными с возрастом 2 (см. рис. 7, табл. 6). Но поскольку в этих расчетах не учтена отдельно посленерестовая смертность, можно предположить, что остаточная естественная смертность без учета посленерестовой смертности у половозрелой мойвы значительно ниже, чем у неполовозрелой.

При сравнении уровней остаточной смертности с численностью мойвы (рис. 8) заметно, что при возрастании плотности популяции естественная смертность по причинам, не связанным с хищничеством трески, увеличивается.

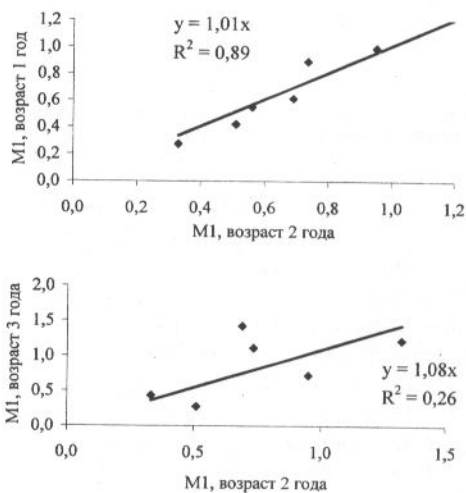


Рис. 7. Зависимость между годовыми мгновенными коэффициентами остаточной естественной смертности мойвы различного возраста



Таблица 6

## Коэффициенты остаточной естественной смертности мойвы

Возраст, лет	Год																	Средне-нее	Средне-нее	Средне-нее			Без учета нулевых значений		
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000			откл.	откл.	откл.	откл.	min	max
1	0,99	0,89	0,42	0,92	0,00	0,05	0,00	0,07	0,61	0,00	0,52	0,00	0,31	0,55	0,20	0,27	0,00	0,34	0,35	0,48	0,32	0,05	0,99		
2	0,95	0,73	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	1,32	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,33	0,00	0,30	0,42	0,73	0,33	0,33	1,32		
3	0,72	1,11	0,27	0,00	0,00	0,23	0,00	0,54	1,42	1,22	0,46	0,00	0,00	0,00	0,10	0,43	0,00	0,38	0,47	0,65	0,45	0,10	1,42		
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-		

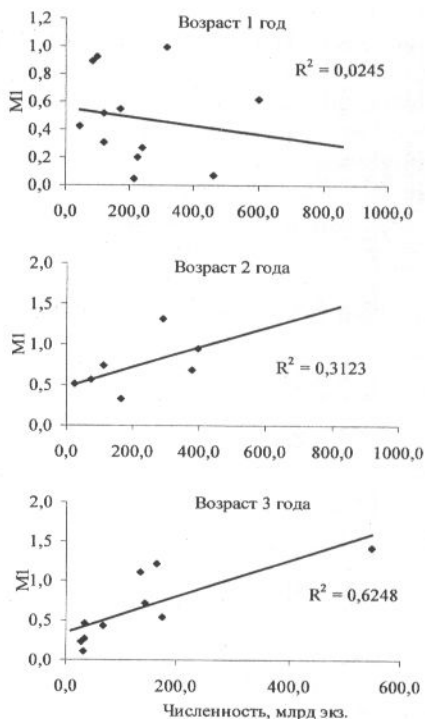


Рис. 8. Зависимость остаточной естественной смертности мойвы различного возраста от ее численности на 1 января каждого года

## Заключение

Анализ соответствия оценок численности мойвы, рассчитанных Рабочей группой ИКЕС по результатам тралово-акустических съемок, данным ее промысла и оценкам потребления треской, позволяет сделать вывод о возможной недооценке численности мойвы при проведении съемок в годы с ее низким запасом. Наибольший уровень неопределенности в оценках численности по данным съемок отмечен для рыб старших возрастных групп (4-6 лет). В связи с этим представляет интерес возможность использования данных о потреблении мойвы треской и статистики ее вылова для корректировки численности, получаемой в съемках.

Максимальное влияние трески как хищника на запас мойвы наблюдается в годы, когда запас последней находится на низком уровне. Значения годовых мгновенных коэффициентов смертности мойвы от хищничества трески могут превышать в эти периоды 1,0-1,5. Таким образом, потребление мойвы треской может быть существенным фактором, влияющим на скорость восстановления ее запаса.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что количество мойвы, потребленной треской, как правило, прямо пропорционально численности запаса мойвы. Однако можно предположить, что потребление мойвы треской асимптотически стремится к определенной (в зависимости от состояния популяции трески) предельно возможной величине. Следовательно, можно определить уровень запаса мойвы, превышение которого не будет существенным образом отражаться на возможностях потребления мойвы треской. В течение исследуемого периода (1984-2000 гг.) запас мойвы не достигал такой величины.

Коэффициенты смертности мойвы от хищничества со стороны трески уменьшаются при увеличении численности запаса мойвы. Коэффициенты остаточной естественной смертности мойвы, напротив, имеют тенденцию к росту с увеличением численности популяции. Значения коэффициентов естественной смертности мойвы по причинам, не связанным с хищничеством трески, подвержены значительной межгодовой изменчивости.

Межгодовая динамика коэффициентов смертности мойвы от хищничества трески и коэффициентов остаточной естественной смертности для возрастных групп 1 и 2 года синхронна. Значения коэффициентов смертности мойвы от хищничества трески в возрасте 1 год, как правило, вдвое ниже, чем в возрасте 2 года.

### Список использованной литературы

Долгов А.В. Питание и трофические отношения трески Баренцева моря в 80-90-е годы: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Мурманск, 1999. – 24 с.

Коржев В.А., Долгов А.В. Многовидовая модель MSVPA сообщества промысловых видов Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. – 82 с.

Пономаренко И.Я., Ярагина Н.А. Питание и пищевые отношения. Треска в экосистеме Баренцева моря//Треска Баренцева моря (биолого-промысловый очерк). – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1996. – С.56-104.

Anon. Report of the Atlanto-Scandinavian Herring and Capelin Working Group//ICES CM 1995/Assess:9. – 101 pp.

Anon. Report of the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group//ICES CM 2001/ACFM:17. – 239 pp.

Dolgov A.V. Role of capelin in trophic structure of the Barents Sea//ICES J. of Mar. Sci. (submitted). – 2001.

Kimura D.K., Lyons J.J. Between-reader bias and variability in the age-determination process//Fish. Bul. – 1991. – Vol.89, № 1. – P.53-60.