

УДК 597-152.6 (261.1): 639.2. 055

## **СООТНОШЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НЕРЕСТОВОЙ БИОМАССЫ И ПОПОЛНЕНИЯ У НЕКОТОРЫХ ДЕМЕРСАЛЬНЫХ И ДОННЫХ ВИДОВ РЫБ В РАЙОНАХ ИКЕС И НАФО: ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫСЛОМ**

© 2008 г. В.А. Рихтер

*Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Калининград 236000*

Поступила в редакцию 20.06.2007 г.

Окончательный вариант получен 11.07.2007 г.

С помощью специального подхода исследовалось соотношение величины пополнения и нерестовой биомассы у 14 популяций (единиц запаса) донных видов рыб в районах ИКЕС и НАФО. Было высказано мнение, что характер т.н. плотностной зависимости является не видовым, а популяционным свойством и обусловлен в первую очередь влиянием условий окружающей среды. Предложена гипотеза, объясняющая разную степень предрасположенности популяций к сокращению их численности до области коллапса и, соответственно, разную способность к восстановлению. По характеру указанного соотношения и степени предрасположенности к коллапсу рассмотренные единицы запаса были разделены на три группы с различным для каждой из них подходом к управлению промыслом.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Выполненные ранее исследования (Рихтер, 2005, 2007) показали, что характер динамики численности и зависимости запас-пополнение (ЗЗП) в некоторых случаях может существенно отличаться у популяций (единиц запаса) одного и того же вида и быть практически одинаковым у разных видов. Однако, полученные результаты ограничивались только популяциями, обитающими в Северо-Западной Атлантике (район НАФО).

В настоящей работе делается попытка, применив использованный ранее подход (Рихтер, 2005) также и к некоторым промысловым рыбам Северо-Восточной Атлантики и Арктики, Северного и Балтийского морей (район ИКЕС), расширить представления о динамике и стратегии управления промыслом рассматриваемых запасов и получить дополнительную информацию в отношении вышеупомянутого сходства и различий. Преследовалась также цель, насколько возможно, разобраться в причинах этого явления.

### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Для анализа было отобрано 14 популяций, обитающих в районах ИКЕС и НАФО (10 и 4 соответственно). Выбор пал на демерсальные и донные виды по признаку наличия у них достаточно длинных рядов ретроспективных оценок численности и биомассы, выполненных с применением методов анализа

виртуальной популяции. Продолжительность периода наблюдений (годы появления поколений) указана в подписях к рисункам. Источники (научные документы НАФО и отчеты Рабочих групп ИКЕС), из которых заимствованы необходимые данные, приводятся ниже:

Единица запаса	Источник информации
<b>НАФО</b>	
<b>Северо-Западная Атлантика (СЗА)</b>	
Треска ( <i>Gadus morhua</i> ) 2J3KL	Baird, Bishop, 1986
Треска 3NO	Healey et al., 2003
Черный палтус ( <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> ) 2+3	Healey, Mahe, 2005
Камбала-ерш ( <i>Hippoglossoides platessoides</i> ) 3LNO	Dwyer et al., 2005
<b>ИКЕС</b>	
<b>Северо-Восточная Атлантика и Арктика (СВАА)</b>	
Треска I и II	Anon., 2006a
Пикша ( <i>Melanogrammus aeglefinus</i> ) I и II	
Сайда ( <i>Pollachius virens</i> ) I и II	
Черный палтус I и II	
<b>Северное море (СМ)</b>	
Треска 347d	Anon., 2006b
Пикша IV и IIIa	
Сайда IV, VI и IIIa	
Мерланг ( <i>Merlangius merlangus</i> ) IV и VI d	
Морская камбала ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	
<b>Балтийское море (БМ)</b>	
Треска 25-32	Anon., 2006c

Цифры и буквы рядом с названиями видов обозначают статистические районы ИКЕС и НАФО.

Figures and letters near to names of kinds designate statistical areas of IKES and NAFO.

Методической основой работы стал анализ соотношения пополнения и нерестовой биомассы (НБ), выполненный с применением специального подхода (Рихтер, 2005). Следует сказать, что словосочетание «соотношение величины нерестовой биомассы и пополнения», используемое в заголовке статьи и далее по тексту, не является просто синонимом общепринятого выражения «зависимость запас-пополнение», т.к. исключает однобокое толкование характера разброса точек на соответствующих графиках как определяемого только плотностной зависимостью. Отношения средних величин НБ (СНБблаг к СНБвыс и СНБниз), вычисленные с помощью предложенной в упомянутой работе процедуры, обозначены как I и II (индексы, характеризующие степень проявления ЗЗП на правом и левом краю наблюдаемой НБ соответственно). Кроме того, был применен корреляционный анализ для оценки силы связи между численностью рекрутов и величиной биомассы, начиная с уровня последней, соответствующего точке максимального пополнения и ниже вплоть до наименьшей наблюдаемой

величины. Критерием для определения области урожайных и малочисленных поколений, а также высокой и низкой нерестовой биомассы послужили отклонения в большую и меньшую сторону от среднегодовой численности пополнения и размера биомассы, превышающие 20% (Рихтер, 2005).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

О характере и степени проявления ЗЗП у рассматриваемых популяций дают представление индексы и коэффициенты корреляции, значения которых приводятся в таблице 1.

**Таблица 1.** Средние величины нерестовой биомассы (тыс. т) и индексы плотностной зависимости у некоторых популяций рыб в районах ИКЕС и НАФО.

**Table 1.** Mean spawning stock biomass values (thous. t) and density dependence indices in some populations of fish in ICES and NAFO areas.

Единица запаса	СНБблаг	СНБвыс	СНБниз	Ir	II	r*	Диапазон НБ, использованный для вычисления r
<b>НАФО</b>							
<b>Северо-Западная Атлантика</b>							
Треска 2J3KL	865	841	185	1,03	4,68	0,73+	980-80
Треска 3NO	115	114	28	1,01	4,11	0,69+	74-4
Камбала-ерш 3LNO	129	168	36	0,77	3,53	0,67+	175-10
Черный палтус 2+3	30	47	15	0,63	1,97	0,30	29-10
<b>ИКЕС</b>							
<b>Северо-Восточная Атлантика и Арктика</b>							
Треска	401	728	173	0,55	2,52	0,63+	224-102
Пикша	132	192	76	0,69	1,74	0,15	130-48
Сайда	318	564	157	0,56	2,02	0,57	137-94
Черный палтус	76	90	24	0,84	3,20	0,71+	73-14
<b>Северное море</b>							
Треска 347d	163	211	68	0,77	2,40	0,70+	149-36
Пикша 4 и 3а	313	594	136	0,53	2,30	0,26	254-59
Сайда 4, 6 и 3а	232	411	131	0,56	1,77	0,24	534-93
Мерланг 4 и 7d	299	432	160	0,69	1,87	0,68+	296-104
Камбала морская	301	389	196	0,77	1,54	0,15	343-155
<b>Балтийское море</b>							
Треска 25-32	404	560	155	0,77	2,61	0,57+	356-80

**Примечание:** \*Знак + означает статистически достоверную связь с вероятностью 99%.

**Note:** \*Mark+ means significant correlation at 99% probability.

Приближение Ir (СНБблаг/СНБвыс) к единице повышает степень прямой зависимости потомства от величины НБ, а снижение свидетельствует об усилении действия компенсационных факторов в области высокой биомассы. В свою очередь, более высокие значения II (СНБблаг/СНБниз) свидетельствуют о более сильном проявлении действия прямой плотностной зависимости в области средней и низкой НБ и, наоборот (Рихтер, 2005). В последнем случае повышается, а иногда становится и решающей, роль факторов окружающей среды в формировании численности поколений.

С точки зрения управления промыслом наибольшую важность представляет для нас «левый» индекс. Поэтому полученные данные были перегруппированы таким образом, чтобы расположить значения II в порядке их убывания (табл. 2). При этом было обнаружено определенное соответствие между величинами II и коэффициентами корреляции.

Новое расположение данных позволило выполнить еще одну манипуляцию, заключающуюся в выделении трех групп единиц запаса с высокими (3,20-4,68), средними (2,30-2,61) и низкими (1,54-2,02) величинами II (табл. 2). В результате в одних и тех же группах оказались популяции разных видов, причем, иногда из далеко отстоящих друг от друга районов. В этом отношении особенно выделяется группа III, где представлены популяции разных видов из районов Северо-Западной Атлантики, Северо-Восточной Атлантики, Арктики и Северного моря. С другой стороны, в разные группы попали некоторые популяции одних и тех же видов (треска в группах I и II, черный палтус в I и III, пикша в II и III).

**Таблица 2.** Единицы запаса, сгруппированные по признаку общности характеристик их плотностной зависимости.

**Table 2.** Stock units grouped on the basis of common characteristics of their density dependences.

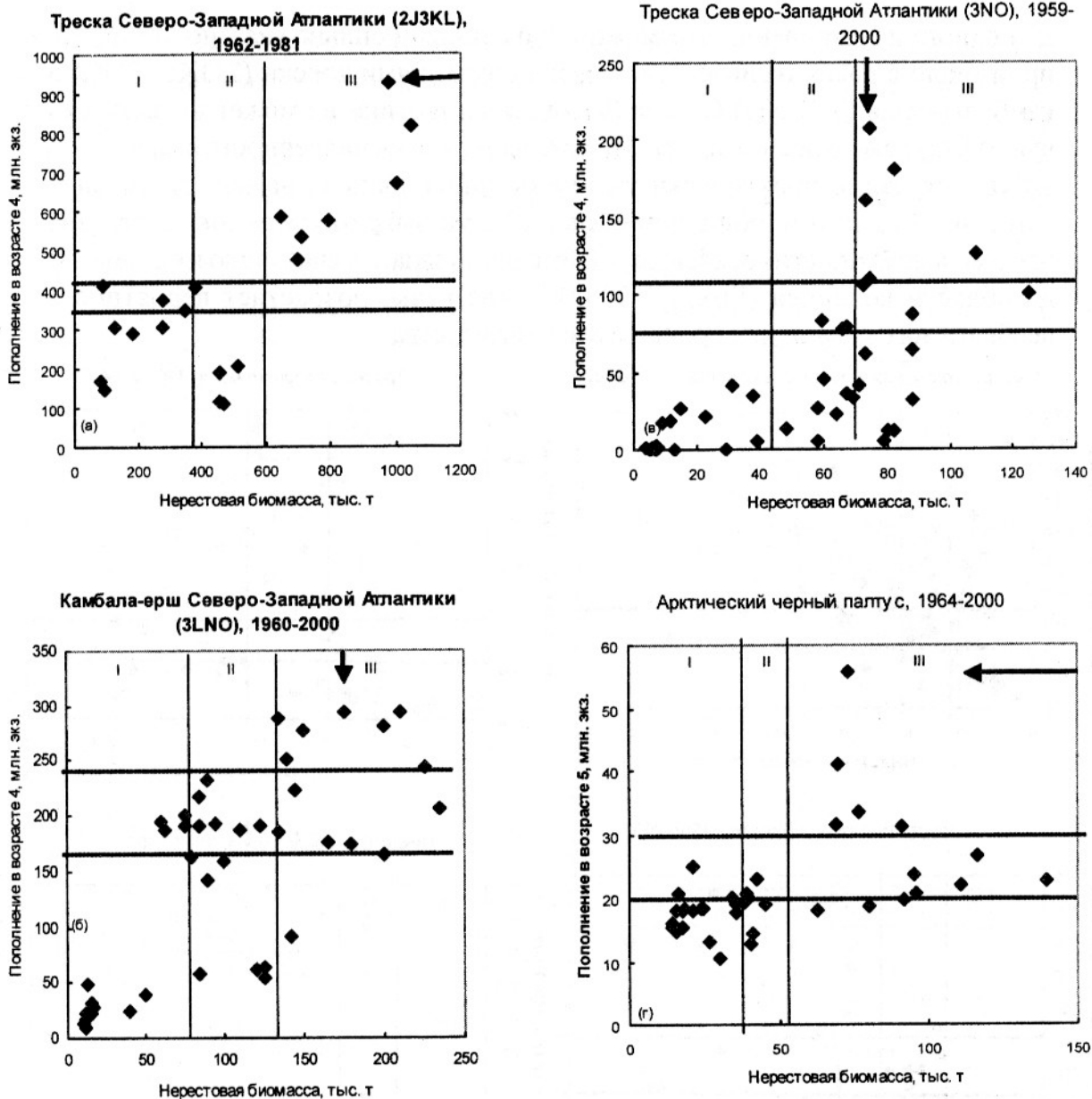
Единица запаса	II	I <sub>r</sub>	r
I			
Треска 2J3KL	4,68	1,03	0,73+
Треска 3NO	4,11	1,01	0,69+
Камбала-ерш 3LNO	3,53	0,77	0,67+
Черный палтус СВАА	3,20	0,84	0,71+
II			
Треска БМ (25-32)	2,61	0,77	0,57+
Треска СВАА	2,52	0,55	0,63+
Треска СМ (347d)	2,40	0,70	0,70+
Пикша СМ (IV и IIIa)	2,30	0,53	0,26
III			
Сайда СВАА	2,02	0,56	0,57
Черный палтус 2+3	1,97	0,63	0,30
Мерланг СМ (IV и VI <sub>d</sub> )	1,87	0,69	0,68+
Сайда СМ (IV, VI, IIIa)	1,77	0,56	0,24
Пикша СВАиА	1,74	0,69	0,15
Морская камбала СМ	1,54	0,77	0,15

Соотношение между величиной нерестовой биомассы и численностью соответствующих поколений (рекрутов) у рыб, сгруппированных вышеуказанным способом, показано на рисунках 1-3, где сплошные вертикальные линии обозначают области низкой, средней и высокой НБ (I, II и III), а точечные горизонтальные – области урожайных, средних и малочисленных поколений.

Характер разброса точек на рисунках в совокупности с табличными данными, в целом, свидетельствует о правомочности разделения рассматриваемых единиц запаса на группы по вышеуказанному признаку.



## СООТНОШЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ НЕРЕСТОВОЙ БИОМАССЫ



**Рис. 1.** Соотношение величины пополнения и нерестовой биомассы у популяций рыб, относящихся к группе I.

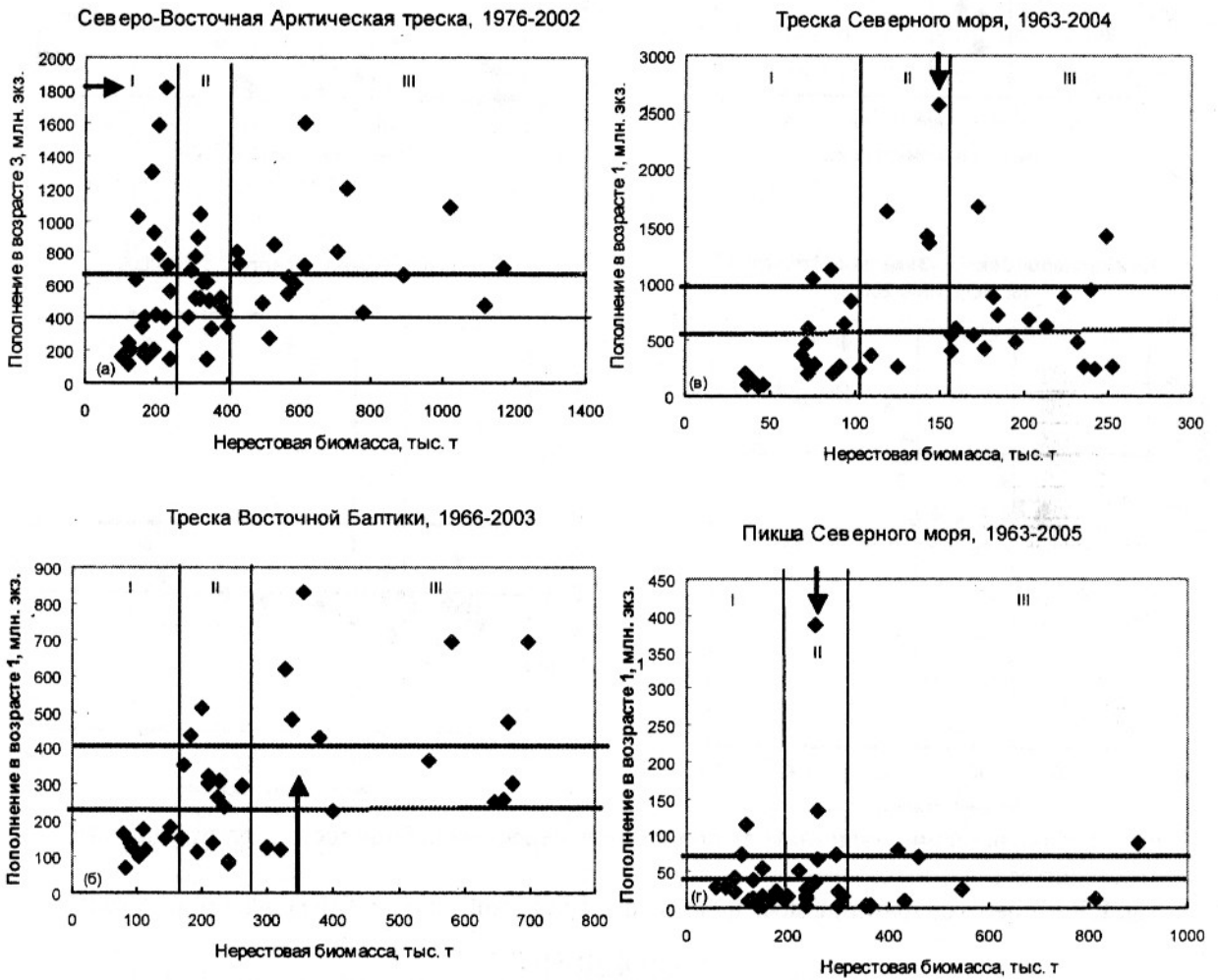
**Fig. 1.** Ratio between spawning stock biomass and recruitment values in fish populations of group I.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Информация, содержащаяся в таблице 2 и на рисунках 1-3, очевидно, диктует и последовательность обсуждения в порядке распределения единиц запаса по группам.

Характеристики плотностной зависимости трех видов, представленных в группе I (табл. 2, рис. 1), свидетельствуют о присущей им высокой и прямой зависимости пополнения от величины нерестовой биомассы. Подобный характер ЗЗП ранее был обнаружен у атлантической сельди (Cushing, Harris, 1973). При этом авторы высказали мнение, что такой запас может эксплуатироваться вплоть

до полного исчезновения. Возможно, это слишком сильно сказано, но то, что произошло с рассматриваемыми здесь популяциями трески (2J3KL, 3NO) и камбалы-ерша (3KLNO) Северо-Западной Атлантики не может не вызывать чувства глубокого беспокойства. Похоже на то, что их численность сократилась до уровня, когда практически уже не осталось шансов на восстановление естественным путем. Характеристики ЗЗП указывают на высокую степень предрасположенности соответствующих единиц запаса к снижению их биомассы до области коллапса (Рихтер, 2007), когда резко возрастает вероятность необратимого нарушения процесса воспроизводства.



**Рис. 2.** Соотношение величины нерестовой биомассы и пополнения у популяций рыб, относящихся к группе II.

**Fig. 2.** Ratio between spawning stock biomass and recruitment values in fish populations of group II.

Главной задачей управления промыслом таких объектов, видимо, является поддержание, насколько возможно, НБ на достаточно высоком уровне. Судя по разбросу точек на рисунке 1, нижняя граница ( $B_{lim}$ ) такового для обеих популяций трески и черного палтуса ориентировочно составляет около 50% от максимальной наблюдаемой биомассы и около 35% для камбалы-ерша. Следует, конечно, иметь в виду, что даже при относительно высоком уровне НБ и не слишком интенсивном

промысловом изъятии неблагоприятные условия окружающей среды могут привести к появлению слабых поколений и, соответственно, к сокращению запаса. Тут самое время вспомнить о характере плотностной зависимости у рассматриваемых популяций. В подобной ситуации своевременное значительное сокращение интенсивности промысла (промысловой смертности) вплоть до полного прекращения лова, по всей видимости, является единственной мерой, способной предотвратить самое худшее (см. выше).

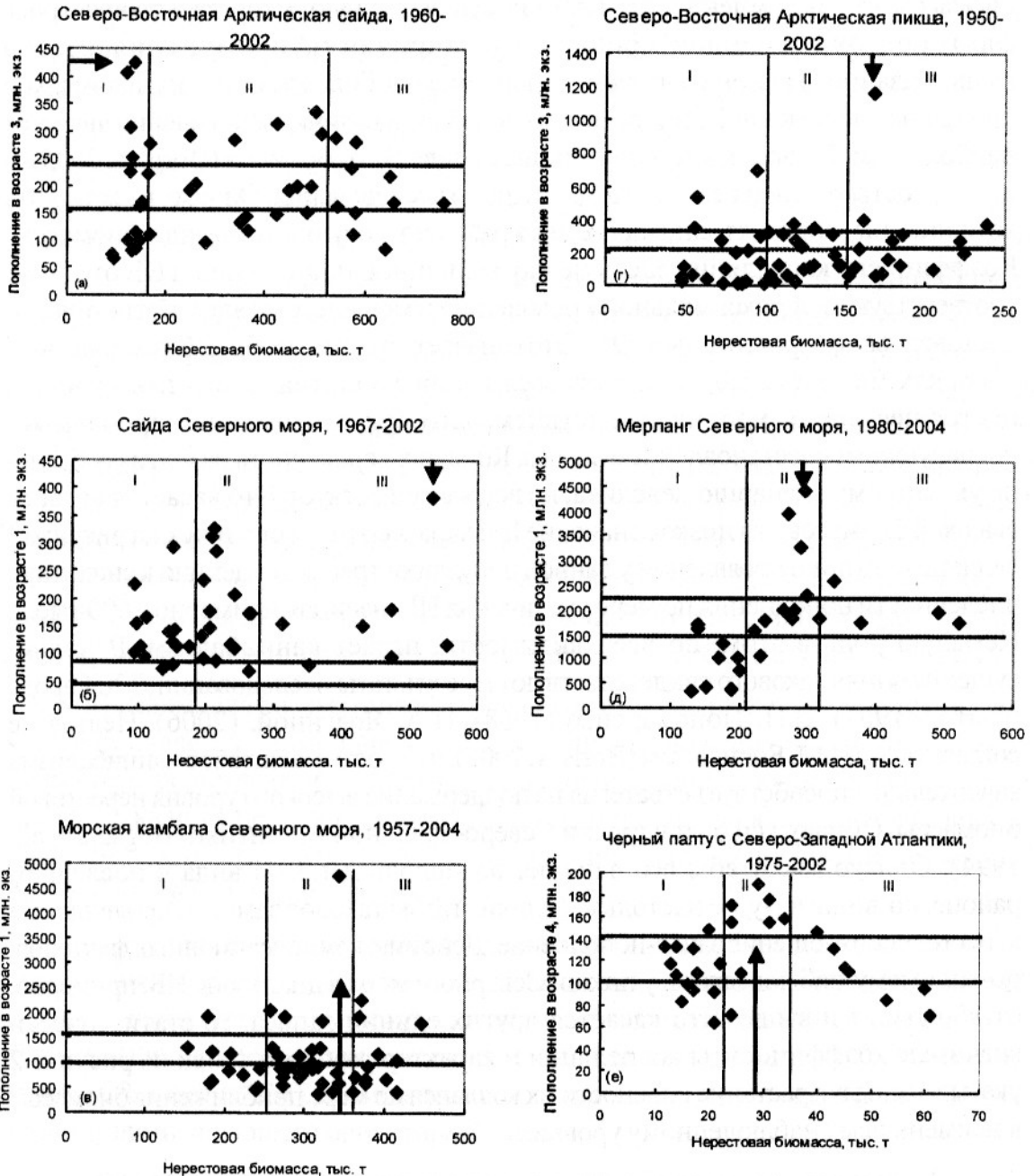


Рис. 3. Соотношение величины пополнения и нерестовой биомассы у популяций рыб, относящихся к группе III.

Fig. 3. Ratio between spawning stock biomass and recruitment values in fish populations of group III.

Группа II представлена всего двумя близкородственными видами, но зато включает в себя три запаса трески, удаленных друг от друга на весьма значительное расстояние. По своим характеристикам (табл. 2) таковые заметно отличаются от популяций данного вида в Северо-Западной Атлантике. В первую очередь это относится к северо-восточной арктической треске. О наличии существенных различий говорит и соотношение пополнения и НБ (рис. 1, 2). В последнем случае наиболее многочисленные поколения, как видим, появлялись в области низкой биомассы, что, несомненно, указывает на существенную, а иногда и главную роль факторов окружающей среды в формировании пополнения трески вышеуказанного района. Причем, их влияние наиболее заметно на левом краю диапазона наблюдаемой НБ, где размах колебаний величины поколений является наибольшим. Вывод, к которому пришел ранее В.М. Борисов (Borisov, 2005), в целом, подтвердили и результаты настоящего исследования. Однако, в частности, хотелось бы обратить внимание на крайнюю левую часть ряда биомассы. Коэффициент корреляции здесь между величиной пополнения и НБ от точки, соответствующей максимальному поколению и меньше, оказался статистически достоверным с вероятностью 99%. Это означает, что при особо неблагоприятных условиях биомасса может опуститься и ниже минимального известного в настоящее время уровня, следствием чего будут серьезные проблемы с последующим восстановлением запаса. Конечно, вероятность развития событий по указанному сценарию невелика, но все же существует. Что касается области высокой биомассы, то низкое значение  $I_r$  и характер разброса точек на рисунке 2 свидетельствуют о проявлении у данной популяции трески тенденции к снижению численности пополнения по мере увеличения НБ, начиная примерно с 600 тыс. т. Немалую роль в этом, по всей видимости, играет каннибализм. В пользу существования такового свидетельствуют и результаты исследований Д.Х. Гэрда (Garrod, 1967), В.П. Пономаренко (1968), Н.А. Ярагиной, (2006). Нельзя не согласиться с В.М. Борисовым (Borisov, 2005), что росту масштабов каннибализма значительно способствует стратегия на поддержание высокого уровня нерестовой биомассы. Обнаружен он и у трески Северо-Западной Атлантики (Bogstad et al., 1994). Однако масштабы его влияния на молодь данного вида в последнем районе, по-видимому, не настолько велики, чтобы таковое заметно проявилось в характере соотношения запас-пополнение. Действие компенсационных факторов, по-видимому, наблюдается и у пикши Северного моря в диапазоне НБ, примерно, от 300 тыс. т и выше. Что касается других единиц запаса, то статистически значимые коэффициенты корреляции и характер разброса точек на рисунке 2 указывают на возрастание опасности их коллапса по мере приближения биомассы к наименьшему наблюдаемому уровню.

В целом, у популяций, относящихся к группе II, степень предрасположенности к коллапсу, несомненно, ниже (условно ее можно охарактеризовать как среднюю), чем у таковых, рассмотренных в начале



обсуждения. Однако и здесь в целях предосторожности представляется целесообразным установить границу лимитирующего ориентира, хотя и на весьма низком уровне. Кроме того, с точки зрения предосторожного подхода для некоторых единиц запаса (треска СВАА, пикша СМ), видимо, имеет смысл ввести понятие верхнего лимитирующего ориентира, например,  $B_{lim}(\text{верх})$  (Рихтер, 2005; Рихтер, 2007), означающего границу НБ, выше которой вероятность появления слабых поколений увеличивается.

Группа III занимает первое место по видовому разнообразию и объединяет популяции с характеристиками ЗЗП, свидетельствующими о слабой зависимости пополнения от размера НБ в определенном диапазоне последней (табл. 1) и сильном, иногда решающем, влиянии условий окружающей среды на формирование численности поколений. Основными признаками являются значения  $\Pi$ , не превышающие 2,0, и, как правило, слабая, статистически недостоверная, связь между рассматриваемыми величинами (табл. 2). У всех видов данной группы, кроме мерланга, отмечается неоднократное появление урожайных поколений в области низкой НБ (рис. 3). Особенно в этом отношении выделяются популяции сайды. При этом наблюдается большое сходство в характере соотношения пополнения и биомассы между северо-восточным арктическим запасом этого вида и трески того же района (рис. 2, 3). Каких-то особых комментариев здесь не требуется, поскольку таковые уже имели место при обсуждении результатов, касающихся вышеупомянутой популяции трески. Остается сказать несколько слов о области высокой биомассы у рыб группы III, где низкие значения  $I_r$  и разброс точек на рисунке 3 свидетельствуют о существенном для некоторых популяций влиянии компенсационных факторов на формирование численности поколений (черный палтус СЗА, сайда СВАА и СМ).

В целом, для рассматриваемых запасов степень предрасположенности к коллапсу является наименьшей, а факторы среды, по всей видимости, играют решающую роль в формировании численности поколений. Порога коллапса здесь практически не существует, а уровень  $B_{lim}$ , если таковой вообще стоит упоминать в подобных обстоятельствах, должен приблизительно соответствовать наименьшей наблюдаемой величине биомассы.

Характер динамики, присущий данной группе рыб, определяет и стратегию управления их промыслом, состоящую в гибком варьировании темпа эксплуатации в зависимости от современного состояния запаса и тенденций, ожидаемых в будущем (Рихтер, 1998). Впрочем, для некоторых популяций (сайда СВАА, черный палтус СЗА, сайда СМ), возможно, имеет смысл дополнительно устанавливать границу лимитирующего ориентира  $B_{lim}(\text{верх})$ .

Теперь, расширив наши представления о динамике и стратегии управления промыслом рассматриваемых запасов (Введение), обсудим и предпримем попытку как-то объяснить выявленные различия и сходства в соотношении величины НБ

и пополнения последних. Думается, что предыдущее обсуждение показало правомочность разделения популяций на три группы. Теперь пришло время предложить гипотезу, объясняющую причины, приведшие к полученным результатам (табл. 2, рис. 1-3).

Обобщение, которое можно сделать на основании проведенного исследования, состоит в том, что характер соотношения запас-пополнение является не столько видовым, сколько популяционным свойством. Что касается действия плотностной зависимости в чистом виде, то таковая, если отбросить влияние всех внешних факторов (биотических и абиотических), должна быть прямолинейной и положительной. В конце концов даже куполообразный характер кривой Рикера (Ricker, 1954), наблюдающийся у некоторых популяций, объясняется не какими-то внутренними свойствами, присущими тому или иному виду, а, наиболее вероятно, каннибализмом, т.е. тем же хищничеством, только со стороны представителей того же вида. Отсюда следует, что вышеупомянутые сходства и различия объясняются преимущественно влиянием условий окружающей среды.

Рассмотрим теперь возможный механизм действия таковых. Неблагоприятные для выживания молоди абиотические (температура воды, соленость и др.) и биотические (дефицит корма, хищничество, болезни и др.) факторы приводят к появлению малочисленного потомства. Как следствие, через определенное количество лет происходит снижение величины нерестовой биомассы. Предположим далее, что у рассматриваемой популяции смертность рыб от естественных причин в значительной степени обусловлена хищничеством, как на ранних, так и на более поздних этапах жизненного цикла. Представляется вполне вероятным, что сокращение количества жертв при сохранении численности хищников на прежнем уровне приводит к повышению темпа смертности. Как указывает У.Е. Рикер (Ricker, 1975), хищник может корректировать свою активность в зависимости от обилия жертв. В нашем случае подразумевается повышение этой активности. В результате, если условия среды останутся неблагоприятными для выживания или не превысят средний уровень, вновь будут формироваться слабые поколения и т.д. Причем, этот процесс будет идти с ускорением. Прервется он только в том случае, если еще при достаточно высоком уровне биомассы упомянутые условия резко улучшатся, а промысел будет сведен к минимуму или полностью прекращен. Тогда вновь станет возможным появление сравнительно многочисленных поколений и начнется процесс восстановления запаса. В противном случае снижение НБ до области коллапса, чреватое серьезным, а то и необратимым нарушением способности к воспроизводству, по всей видимости, будет неизбежным. К популяциям, динамика которых, предположительно, определяется данным механизмом, можно отнести треску Северо-Западной Атлантики (2J+3KL, 3NO) и камбалу-ерша того же района (3LNO). Однако, если роль хищничества невелика и темп смертности от него не

увеличивается по мере снижения численности, то улучшение условий для выживания на ранних стадиях должно способствовать формированию сравнительно хорошего пополнения даже при величине биомассы, приближающейся к наименьшей наблюдаемой. В качестве примера тут можно привести северо-восточную арктическую треску, сайду, пикшу и сайду Северного моря.

Вышеприведенная схема, несмотря на свою упрощенность, видимо, все же позволяет высказать мнение, что характер т.н. зависимости запас-пополнение определяется у каждой популяции в основном совместным действием биотических и абиотических факторов в широком диапазоне нерестовой биомассы. Что касается роли плотностной зависимости, то последняя в чистом виде едва ли может серьезно влиять на характер соотношения величины пополнения и нерестовой биомассы, если не присутствует отчетливо выраженный эффект действия каннибализма. Однако ни в коем случае нельзя игнорировать ее стабилизирующую роль. Чем больше становится величина НБ, по крайней мере, до известного уровня для некоторых популяций, тем, по-видимому, меньшее влияние оказывают факторы окружающей среды на формирование численности поколений и, наоборот.

Впрочем, размер нерестового запаса, по всей видимости, становится решающим фактором, когда уменьшается до определенного, специфичного для каждой популяции, уровня. Разница, как видно из предыдущего обсуждения, состоит в степени предрасположенности запасов к такому сокращению. В одних случаях снижение до вышеупомянутого уровня может произойти сравнительно быстро, в других – существует только теоретическая возможность такового.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования подтвердили, что характер соотношения запас-пополнение может существенно отличаться у популяций одного и того же вида и быть практически одинаковым у таковых, относящихся к разным видам и, при этом, нередко обитающих в удаленных друг от друга на большое расстояние районах. Тем самым напрашивается вывод, что характер плотностной зависимости является не видовым, а популяционным свойством, а обнаруженные в упомянутом соотношении сходства и различия объясняются в первую очередь влиянием условий окружающей среды (биотических и абиотических факторов). В то же время связь нерестовой биомассы и пополнения в чистом виде по большей части, по-видимому, является прямолинейной и положительной. Исключения составляют популяции, в регулировании численности которых, начиная с определенного уровня, существенную роль играет каннибализм.

Причиной высокой степени предрасположенности некоторых популяций к сокращению их численности до области коллапса, предположительно, является рост темпа естественной смертности по мере уменьшения величины пополнения,

обусловленный в основном хищничеством, и, соответственно, через определенный промежуток времени, нерестового запаса вида-жертвы. И, наоборот, высокую способность к восстановлению численности при низком уровне такового можно объяснить сравнительно невысоким, не увеличивающимся, как в первом случае, темпом смертности, что при благоприятных для выживания на ранних стадиях развития условиях среды будет способствовать появлению урожайных поколений.

Однако, если величина нерестовой биомассы мало сказывается на характере исследуемого соотношения, то это вовсе не означает что ее роль в формировании пополнения следует игнорировать. Высокий (или оптимальный) уровень биомассы, в целом, очевидно, повышает вероятность появления многочисленных поколений, а очень низкий может сделать восстановление запаса естественным путем практически невозможным.

Характер соотношения запас-пополнение и степень предрасположенности к коллапсу (высокая, средняя и низкая) у рассмотренных в настоящей работе популяций позволяет разделить последние на три группы и, наметить подходы к управлению промыслом для каждой из них.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Пономаренко В.П.* Влияние промысла на величину запаса и численность пополнения трески Баренцева моря // Тр. ПИНРО. 1968. Вып. 2. С. 310-362.

*Рихтер В.А.* О стратегии управления промыслом рыбных ресурсов, основанной на концепции их оптимальной эксплуатации (на примере некоторых популяций рыб Северо-Западной Атлантики) // Пром.-биологич. исслед. АтлантНИРО в 1996-1997 гг. Сб. науч. тр. 1998. С. 17-35.

*Рихтер В.А.* О возможном подходе к анализу зависимости запас-пополнение у некоторых массовых видов рыб Северо-Западной Атлантики (район НАФО) и роли последней в динамике их численности и управлении промыслом // Вопросы рыболовства. 2005. Т. 6. №4(24). С. 761-770.

*Рихтер В.А.* О динамике численности и управлении промыслом некоторых популяций рыб Северо-Западной Атлантики (район НАФО) // Пром.-биологич. исслед. АтлантНИРО в 2004-2005 гг. Т. 1. Условия среды, методы исследований, динамика численности гидробионтов и промышленное рыболовство. Сб. науч. тр. 2007. С. 89-98.

*Ярагина Н.А.* Биология размножения атлантической трески (на примере популяций Баренцева моря). Петрозаводск: ПГУ, 2006. 47 с.

Anon. Arctic Fisheries Working Group Report for 2006 // ICES. 2006a.

Anon. Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak Report for 2006 // ICES. 2006b.

Anon. Baltic Fisheries Assessment Working Group Report for 2006 // ICES. 2006c.

*Baird J.W., Bishop C.A.* MS. Assessment of the cod stock in NAFO divisions 2J+3KL // NAFO SCR Doc. 1986. №47. Serial №1163. 50 p.



*Bogstad B., Lilly G.R., Mehl S., Palsson O.K., Stefansson G.* Cannibalism and year-class strength in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in Arcto-boreal ecosystems (Barents sea, Iseland and eastern Newfoundland // ICES mar. Sci. Symp. 1994. №198. Pp. 576-599.

*Borisov V.M.* The use of Bpa reference point when determining TAC for the NEA cod: how valid is it? Ecosystem dynamics and optimal long-term harvest in the Barents Sea fisheries // Proceedings of the 11 Russian- Norwegian Symposium. 2005. Murmansk. Pp. 203-218.

*Cushing D.H., Harriis J.G.K.* Stock and recruitment and the problem of density-dependence // Rapp. Proces-verb. Cons. Int. Explor. Mer. 1973. V. 164. Pp. 142-155.

*Dwyer K.S., Morgan M.G., Parsons D.M., Brodie W.B., Healey B.P., Shelton P.A., Murua H.* MS. An assessment of American plaice in NAFO divisions 3LNO // NAFO SCR Doc. 2005. №61. Serial №5147. 79 p.

*Garrod D.H.* Population dynamics of the Arcto-Norwegian cod // J. Fish Res. Board Can. 1967. 24. Pp. 145-190.

*Healey B.P., Murphy E.F., Stansbury D.E., Bratley J.* MS. An assessment of the cod stock in NAFO divisions 3NO // NAFO SCR Doc. 2003. №59. Serial №48786. 62 p.

*Healey B.P., Mahe J.-C.* MS. An assessment of Greenland halibut in subarea 2+divisions 3KLMNO with projections under the Fisheries Commission rebuilding plan // NAFO SCR Doc. 2005. №63. Serial №5149. 54 p.

*Ricker W.E.* Stock and recruitment // J. Fish. Res. Board Can. 1954. №11. Pp. 559-623.

*Ricker W.E.* Computation and interpretation of biological statistics of fish populations // Fish. Res. Board Can. Bull. 1975. №119. 382 p.

## **RATIO BETWEEN SPAWNING BIOMASS AND RECRUITMENT VALUE FOR SOME DEMERSAL AND BOTTOM FISH SPECIES IN THE AREAS OF ICES AND NAFO: ABUNDANCE DYNAMICS AND FISHERY MANAGEMENT**

© 2008 y. V.A. Rikhter

*Atlantic Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Kaliningrad*

A special approach was used for studying the ratio between spawning biomass and recruitment value in 14 populations (stock units) of demersal and bottom fish species in the ICES and NAFO areas. The opinion was expressed that the character of the so-called density dependence was of not specific, but population property caused, in the first place, by the influence of the environmental conditions. A hypothesis, elucidating different levels of population predisposition to a decrease of their abundance to the state of collapse and, accordingly, different capabilities for recovery, was advanced. Depending on the character of specified ratio and the levels of predisposition to collapse, the studied stock units were subdivided into three groups, with differing approach to fishery management as regards each group.