

---

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

---

УДК 330.15 (268.45)

**БИОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

© 2008 г. В.В. Комличенко<sup>1</sup>, Э.Г. Лукманов<sup>1</sup>, В.Т. Шевченко<sup>1</sup>,  
М.С. Громов<sup>1</sup>, С.Ю. Фомин<sup>1</sup>, В.В. Шевченко<sup>2</sup>

*1 – Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного  
хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск 183038*

*2 – ФГУ «Межведомственная ихтиологическая комиссия», Москва 125009*

Поступила в редакцию 18.02.2008 г.

Окончательный вариант получен 08.05.2008 г.

Потенциальные возможности эффективного использования российской квоты промысловых рыб Баренцева моря в экономической зоне Норвегии и Медвежинско-Шпицбергенском районе (МШР) в 2003-2006 гг. были существенно выше, чем в Исключительной экономической зоне (ИЭЗ) Российской Федерации. Количество промысловых усилий в НЭЗ и МШР, где традиционно отмечалась более высокая производительность промысла и распределялась крупная треска, оказалось в 2 раза ниже по сравнению с рекомендованным ПИНРО. В результате рыбодобывающими предприятиями Северного бассейна недополучена прибыль, а популяции трески был нанесен очевидный биологический ущерб, обусловленный повышением «промыслового пресса» на «рекрутов» и неполовозрелую рыбу в ИЭЗ РФ. Цель исследования – выработка практических рекомендаций по повышению экономической эффективности и сохранению биологически безопасного потенциала воспроизводства арктонорвежской трески при реализации российской квоты трески в Баренцевом море.

**ВВЕДЕНИЕ**

Конец XX-го столетия был отмечен глубоким кризисом мирового океанического рыболовства, хотя его проявление было неоднозначным в разных регионах Мирового океана (Парфенович и др., 1992), но все же наибольшие потери в океаническом рыболовстве понесла именно Россия (Зиланов, 2000).

Концептуальные пути выхода океанического рыболовства из системного кризиса были намечены еще в начале 80-х годов XX-го столетия. В соответствии с Мировой Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г., основная цель управления запасами морских промысловых гидробионтов определена в организации эксплуатации морских ресурсов таким образом, чтобы получать максимальную прибыль при минимальных негативных воздействиях на репродуктивную способность промысловых запасов. Эта концепция, получившая в дальнейшем название «устойчивого развития», наиболее полно изложена в «Повестке дня на XXI век» (Конференция ООН, 1992). Россия, подписав в числе других 178 стран этот документ, приняла на себя обязательства выстраивать долгосрочную стратегию развития экономики страны в соответствии с этими требованиями. Однако, если оценивать динамику развития рыбодобывающей отрасли Северного

бассейна, по крайней мере за минувшие 15 лет под этим углом зрения, то эти намерения не только не реализованы, но, напротив, появляются тревожные признаки ухудшения экономического состояния рыболовной отрасли и истощения промысловых запасов. Более того, до настоящего времени четко не определены пути достижения устойчивого равновесия между экономическими потребностями общества и существующим состоянием сырьевой базы рыболовства.

В значительной степени это обусловлено ослаблением роли рыбохозяйственной науки в реализации научно обоснованных рекомендаций по соблюдению рыбодобывающим флотом Северного бассейна ресурсосберегающей стратегии промысла (Шевченко и др., 2001; Шевченко, Комличенко, 2004). Основными принципами такой стратегии являются: максимальная концентрация промысловых усилий рыбодобывающего флота в районах скоплений крупной, дорогостоящей рыбы; ведение промысла в периоды максимальной производительности лова оптимальным количеством судов; ограничение промысла в районах скоплений маломерной и неполовозрелой рыбы; развитие экологически чистых видов промысла; приведение в соответствие количества рыбодобывающих мощностей промыслового флота, работающего в Баренцевом море, его ресурсному потенциалу (Комличенко и др., 2005).

В последние годы отмечен рост количества научных публикаций, которые имеют непосредственное отношение к биоэкономическим проблемам морского рыболовства. Применительно к рыболовству биоэкономика – это наука, нацеленная на создание механизма обеспечения устойчивого рыболовства за счет комплексного учета биологических, экономических и социальных факторов при изъятии водных биологических ресурсов (ВБР) (Титова, 2005). Наиболее полно спектр биоэкономических исследований по проблемам морского рыболовства был представлен в докладах на научно-практической конференции «Экономическая оценка водных биологических ресурсов» (обобщение современного опыта и пути разрешения проблем), состоявшейся в Москве 12-13 октября 2004 г. Результаты этих исследований являются продолжением научных изысканий, начатых еще в 70-80-х годах.

Целью представленной работы является оценка биологической и экономической эффективности использования сырьевой базы промысла (ВБР) Баренцева моря, прежде всего доминирующего промыслового вида – трески – российским рыбопромысловым флотом. Актуальность исследований обусловлена также особым рыбохозяйственным значением указанного региона. В Баренцевом море сосредоточено около 50% запасов водных биологических ресурсов Северо-Восточной Атлантики (СВА), в том числе таких коммерчески ценных объектов, как треска, пикша, сайда, морская камбала, синекорый палтус, зубатка, мойва, окунь, креветка, камчатский краб, исландский гребешок и других (рис. 1). Часть этих запасов находится под совместным управлением России и Норвегии.

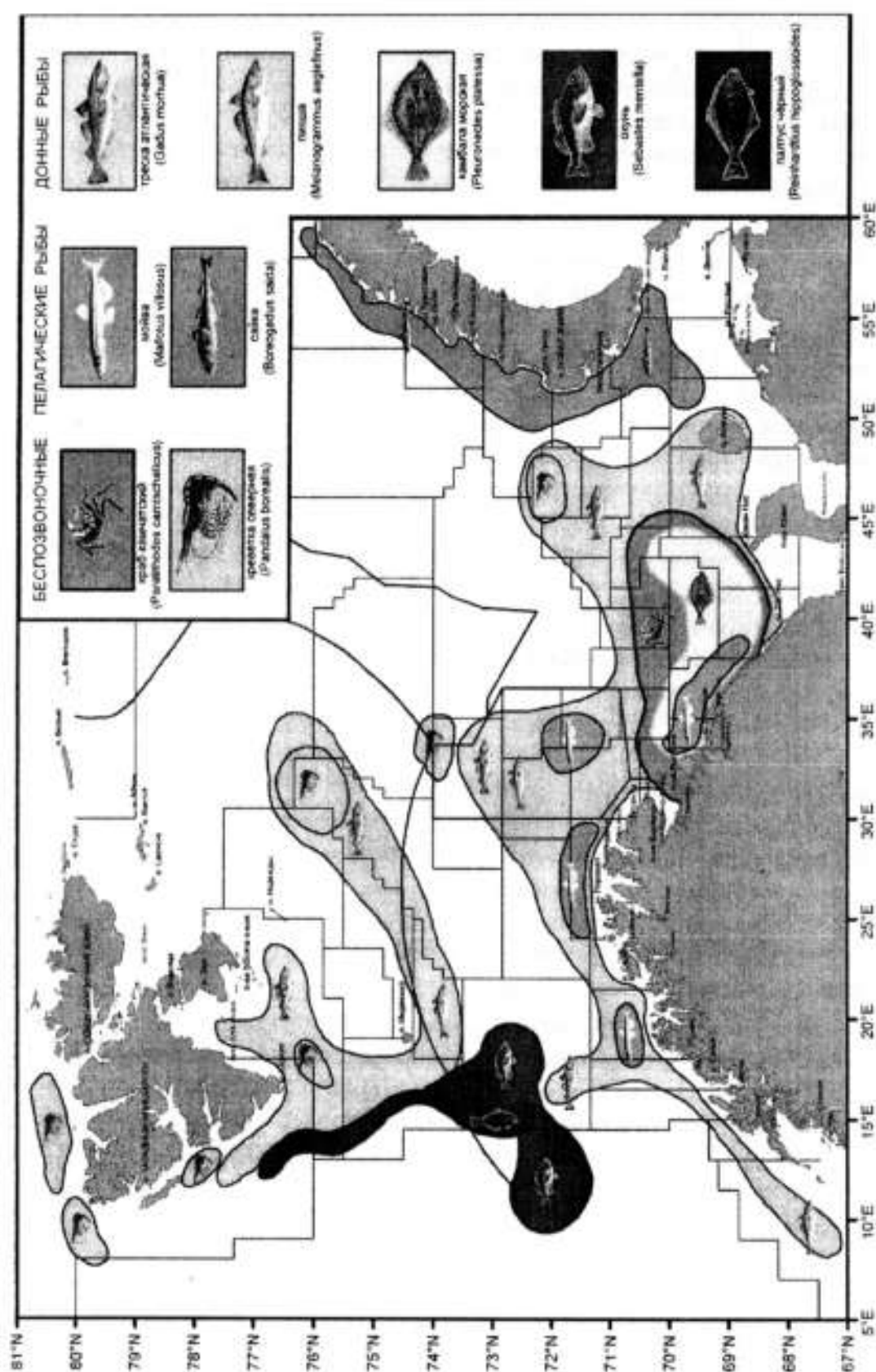


Рис. 1. Районы традиционного промысла донных, пелагических видов рыб и беспозвоночных в Баренцевом море и сопредельных водах.  
Fig. 1. Areas of traditional fishery of bottom and pelagic fish species and invertebrates in the Barents Sea and adjacent waters.

В этих условиях главной задачей отраслевой науки в системе промышленного управления запасами Баренцева моря является определение путей достижения устойчивого динамического равновесия биологических и экономических факторов при эксплуатации ВБР, в частности, на примере трески, как доминирующего промыслового объекта в экономике Северного рыбопромыслового бассейна, в том числе, с использованием таких инструментов для анализа, прогнозирования состояния промысловых запасов и управления рыболовством, как математические модели. Применение моделей дает возможность решить главную задачу рыбохозяйственных исследований в области морской экологии и рыболовства – установление экономически выгодного и экологически безопасного для состояния популяций и целостности экосистемы оптимального уровня ОДУ промысловых рыб.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве объекта исследований выбран наиболее изученный и один из наиболее ценных в пищевом и коммерческом отношениях промысловый вид – треска *Gadus morhua* L. Ее доля в суммарной стоимости всех гидробионтов, добываемых в Баренцевом море, превышает все остальные вместе взятые (рис. 2).

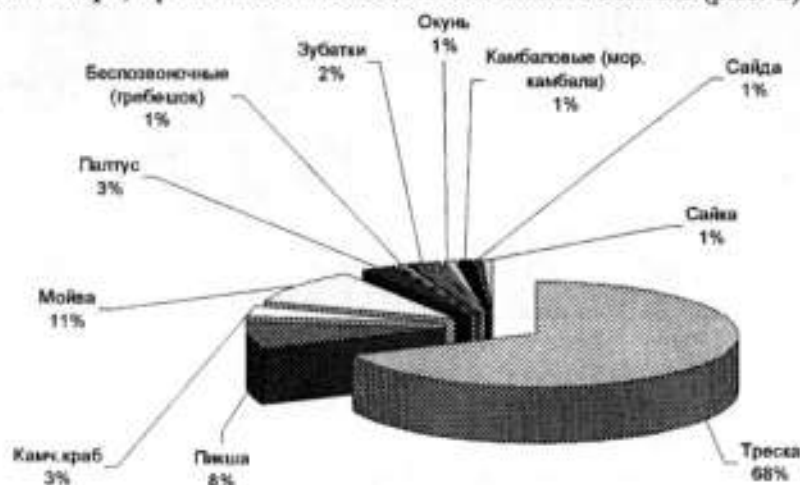


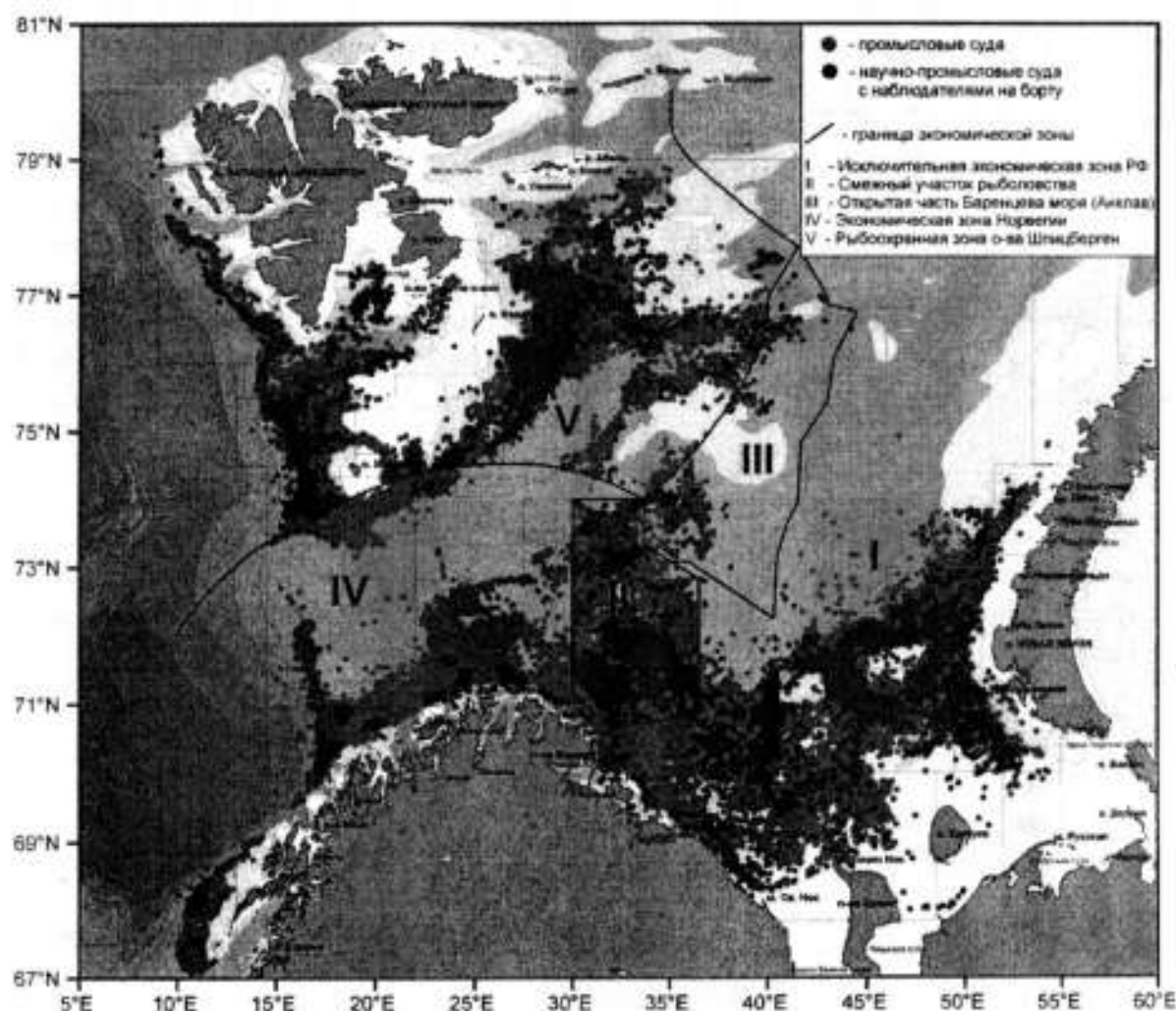
Рис. 2. Доля основных промысловых гидробионтов в общей стоимости уловов в Баренцевом море и сопредельных водах в 2003-2006 гг.

Fig. 2. Percentage of commercial marine organisms in the total catch value in the Barents Sea and adjacent waters in 2003-2006.

В работе выполнен анализ промысловых результатов рыбодобывающих судов Северного бассейна за период 2003-2006 гг. Приведены причины биоэкономических потерь на промысле трески в Баренцевом море, даны рекомендации по повышению биоэкономической эффективности эксплуатации ее запасов.

В качестве информационной базы использовались данные судовых суточных донесений (ССД) и результаты государственного рыбохозяйственного мониторинга. Исследования осуществлялись конвенционными тралами на протяжении четырех лет на научно-промысловых судах (НПС) во всех районах промысла трески в режиме, максимально приближенному к промысловому (рис. 3).





**Рис. 3.** Дислокация промысловых и научно-промысловых судов на облове скоплений трески в Баренцевом море 2003-2006 гг.

**Fig. 3.** Position of commercial and research and fishing vessels in the fishery of cod concentrations in the Barents Sea in 2003-2006.

Анализ биоэкономической эффективности использования рыбопромысловых судов на промысле трески в 2003-2006 гг. выполнен на основе результатов работы среднего рыболовного траулера-морозильщика кормового траления (СРТМ) типа «Василий Яковенко» (проект 502 ЭМ). Выбор СРТМ в качестве реперного судна был обусловлен сопоставимостью промысловых данных за длительный период наблюдений, полученных на основе анализа работы этого типа траулера в различные годы, и как промыслового судна, наименее подверженного технической модернизации. Кроме того, на долю СРТМ приходится около 25% отечественного вылова трески, а их количество составляет около 20% от численности всех траулеров, ведущих добычу в Баренцевом море.

Цены на рыбопродукцию «в первом звене продаж» определяли по данным норвежского кооператива по приему и продаже донных рыб «Norges Rafisklag» и

аналитической информации ВНИЭРХ. Стоимость уловов оценивали с учетом доли навесок рыбы различной массы в соответствии с размерным составом улова в общем объеме готовой продукции. Стоимость одной тонны полуфабриката (далее п/ф) трески в зависимости от размерно-весовой структуры уловов рыбы в 2003-2006 гг. представлена в таблице 1.

**Таблица 1.** Стоимость 1 тонны полуфабриката трески в зависимости от размерно-весовой структуры ее уловов (в долларах США).

**Table 1.** The price of 1 t of cod half-finished product depending on the size-weight structure of cod catches (in USD).

Год	Размерно-весовая структура уловов			
	45 см и менее	46-55 см	56-70 см	более 71 см
	(0,3-0,5) кг	(0,5-1) кг	(1-2) кг	(более 2) кг
2003	2000	2100	2350	2475
2004	2450	2530	2700	2900
2005	2950	3050	3200	3375
2006	3600	3700	3900	4025

Пространственное распределение трески на акватории Баренцева моря и ее биологические характеристики анализировались с учетом трех основных этапов годового жизненного цикла особей этого вида, охватывающих следующие сроки:

- январь-май (период зимовальных и нерестовых миграций, нереста, зимовки и начала массовых нагульных миграций);
- июнь-сентябрь (период нагульных миграций, откорма и распределения рыбы на широкой акватории летнего нагула);
- октябрь-декабрь (период начала зимовальных и преднерестовых миграций рыбы в районы зимовки и нереста).

Количество выбросов мелкой рыбы определили по различию между размерно-весовым составом уловов трески перед обработкой рыбы и ассортиментом готовой продукции (п/ф).

Массовые промеры трески за период наблюдений составили 1 152 тыс. экз., в том числе в Исключительной экономической зоне Российской Федерации (далее ИЭЗ РФ) и на Смежном участке рыболовства – 576 тыс., в Медвежинско-Шпицбергенском районе (далее МШР) – 502 тыс., в норвежской экономической зоне (далее НЭЗ) – 74 тыс. экз.

На основе массовых промеров трески выполнялась статистическая обработка уловов при помощи электронных таблиц в программе «Excel».

Суточная прибыль траулера представлена в виде разности между стоимостью готовой продукции в первом звене продаж и эксплуатационными затратами рыбопромыслового судна, включая вылов рыбы и изготовление из нее продукции.

В данном случае, под рентабельностью промысла понимается отношение прибыли, полученной на траулере, в течение промыслового периода к его эксплуатационным затратам, выраженное в процентах.

При этом недополученная прибыль или упущенная выгода рассчитывалась как произведение количества судо-суток лова, переложенной на разницу между возможной и фактической суточной прибылью конкретного траулера (до уплаты налогов).

Экономическая эффективность работы всего задействованного рыбодобывающего флота оценивалась с применением модели линейного программирования.

В 2003-2006 гг. суточные эксплуатационные затраты судов типа СРТМ с учетом платы за ресурсы (5 000 руб. за 1 т квоты трески) увеличивались с 3,2 до 6,5 тыс. долларов США (далее долл.) (табл. 1а). Курс доллара по отношению к российскому рублю за эти годы составил 30,5 руб.; 29,0; 28,0 и 27,0 руб. соответственно.

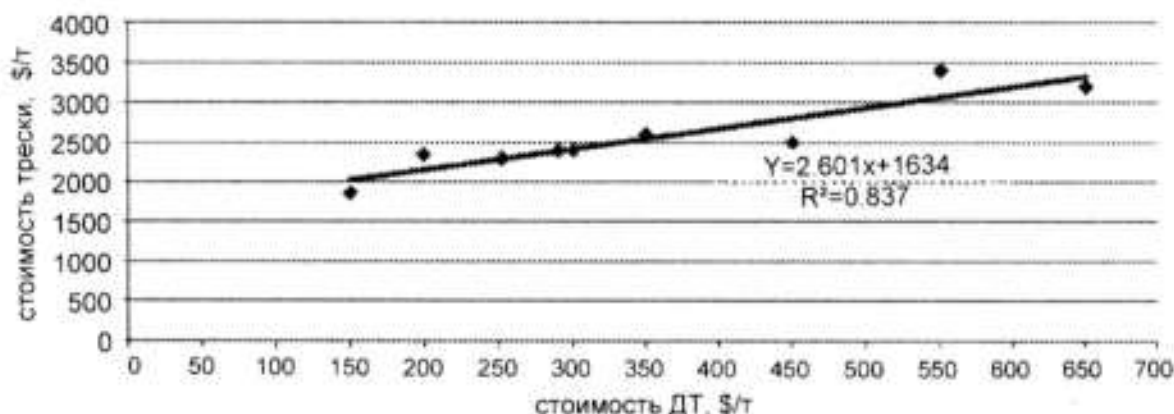
Величина роста суточных затрат промыслового судна типа СРТМ за 2002-2006 гг. и динамика роста стоимости дизельного топлива за этот период отражены в таблице 1а.

**Таблица 1а.** Затраты на судо-сутки промысла судами типа СРТМ и стоимость 1 т топлива в 2002-2006 гг.

**Table 1a.** Operating cost of one fishing day at sea for SRTM trawler and fuel prices during 2002-2006.

Тип судна	2002	2003	2004	2005	2006
СРТМ, затраты на с-с, тыс. USD	3,2	4,0	5,0	6,0	6,5
Стоимость ДТ РФ, \$/т	300	350	450	550	650

Основную статью расходов при эксплуатации промыслового судна составляют затраты на топливо. Его доля составляет 40-60%. Цена 1 т дизельного топлива возросла за период с 2002 по 2006 гг. более чем в 2 раза и продолжает увеличиваться. Зависимость стоимости рыбопродукции из трески в первом звене продаж от стоимости топлива показана на рисунке 4.



**Рис. 4.** Зависимость стоимости рыбопродукции из трески от стоимости топлива.

**Fig. 4.** Relationship between «first demand production» prices of Barents Sea cod and fishing vessels fuel prices.

В силу того, что уровень рентабельности рыболовства, а точнее – промысла, может значительно превышать 100%, необходимы уточнения, суть которых заключается в следующем.

Классическое определение рентабельности любой производственной деятельности (Р) определяется:

1. по соотношению величины прибыли ( $m_{6,n}$ ) к годовым издержкам в процессе производства:

$$P = m_{6,n} / C + V = \text{прибыль (балансовая, чистая)} / \text{себестоимость}$$

2. по соотношению балансовой чистой прибыли ( $m_{6a}$ ) к стоимости используемых основных фондов и материальных оборотных средств ( $\Phi_1 + \Phi_2$ ) в течение календарного года:

$$P = m_{6a} / \Phi_1 + \Phi_2 = \text{прибыль (балансовая, чистая)} / \text{себестоимость основных фондов и материальных оборотных средств}$$

Значения символов: С – материальные издержки; V – оплата труда;  $m_{6,n}$  – балансовая (общая) или чистая (после налогов) прибыль;  $\Phi_1, \Phi_2$  – среднегодовая (или восстановительная) стоимость основных фондов и материальных оборотных средств.

Прибыльность, доходность. Положительная, плюсовая р.:  $(C+V+m) > (C+V)$ ; при нулевой р  $(C+M+m) = (C+V)$ , при отрицательной  $(C+V+m) < (C+V)$ , т.е. плюсовой р.  $m > 0$ , при нулевой р.  $m = 0$ , при о.р.  $m < 0$ .

Поскольку при определении рентабельности промысла в отличие от определения рентабельности рыболовства не учитываются все составляющие затраты, в частности, стоимость основных производственных фондов, то показатель рентабельности промысла может превосходить и 100%. В данном конкретном случае это оправданно необходимостью акцентировать внимание читателя именно на этой особой специфике экономической оценки промысловой деятельности рыбаков, которая по сути является аналогом оценки рентабельности сбора урожая в сельскохозяйственном производстве, а она может значительно превышать и 100%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Оценка биоэкономической эффективности использования ВБР*

#### *Баренцева моря на примере северо-восточной арктической трески*

Анализ работы отечественного тралового флота за период 2003-2006 гг. показывает, что экономические и природоохранные проблемы, возникшие в процессе эксплуатации запасов трески Баренцева моря с конца 50-х годов, продолжают сохраняться. В первую очередь, они проявляются в явной диспропорции между количеством рыболовных усилий и состоянием промысловых запасов трески в тех или иных районах промысла. Очевидно, что преобладающее количество рыбы следует вылавливать в районах с максимальной



производительностью лова и наилучшим размерно-весовым составом уловов. Сочетание этих факторов в значительной степени способствует достижению главной цели ресурсопользователя – получению максимальной прибыли при эксплуатации ВБР, разумеется в пределах разумных ограничений промысла, обеспечивающего биологическую безопасность существования промысловой популяции рыб.

Официальная статистика отечественного вылова трески свидетельствует о том, что годовые ее уловы в Баренцевом море и сопредельных водах в 1991-2006 гг. составляли от 119 до 313 тыс. т, в среднем около 222 тыс. т (табл. 2). При этом, в экономической зоне Норвегии отечественными судами добывалось в среднем около 65 тыс. т в год (29% от общего объема вылова), в ИЭЗ РФ – 59 тыс. т (25%), в МШР – 56 тыс. т (24%) и на Смежном участке – около 43 тыс. т (19%).

**Таблица 2.** Российский вылов трески в Баренцевом море и сопредельных водах в 1991-2006 гг., тыс. т (данные ПИНРО).

**Table 2.** Russian catch of cod in the Barents Sea and adjacent waters in 1991-2006, 10<sup>3</sup>t (data of PINRO).

Год	Район промысла										Всего
	ИЭЗ РФ		Смежный участок		ИЭЗ		Район архипелага Шпицберген		ОЧБМ*		
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	
1991	20,4	17,1	20,4	17,1	63,8	53,4	14,6	12,2	0,2	0,2	119,4
1992	20,4	11,2	31,0	17,0	63,8	35,0	66,9	36,7	0,2	0,1	182,3
1993	44,1	18,0	70,5	28,8	95,3	38,9	35,0	14,3	-	-	244,9
1994	95,7	32,8	56,4	19,3	101,0	34,6	38,5	13,2	0,3	0,1	291,9
1995	56,3	19,0	43,5	14,7	103,1	34,8	92,7	31,3	0,6	0,2	296,2
1996	120,5	39,4	40,1	13,1	75,0	24,5	69,5	22,7	0,9	0,3	306,0
1997	131,3	41,9	28,8	9,2	62,0	19,8	90,6	28,9	0,6	0,2	313,3
1998	115,7	47,4	45,6	18,7	39,8	16,3	41,5	17,0	1,5	0,6	244,1
1999	33,2	15,8	55,8	26,5	59,5	28,3	60,8	28,9	1,1	0,5	210,4
2000	23,1	13,9	40,5	24,3	56,6	34,1	45,0	27,1	1,0	0,6	166,2
2001	19,9	10,0	58,5	29,5	48,3	24,4	69,3	35,0	2,2	1,1	198,2
2002	35,5	19,3	45,3	24,6	53,5	29,0	48,0	26,1	1,8	1,0	184,1
2003	47,2	25,9	49,1	27,0	55,6	30,5	29,4	16,1	0,8	0,4	182,1
2004	59,7	29,6	32,2	16,0	55,0	27,3	52,7	26,2	1,9	0,9	201,5
2005	51,2	25,6	25,9	12,9	44,8	22,4	78,1	39,0	0,3	0,1	200,3
2006	63,9	31,3	21,7	10,7	51,4	25,2	57,9	28,4	8,9	4,4	203,8
Средняя	58,6	24,9	41,6	19,3	64,3	29,9	55,7	25,2	1,5	0,7	221,5

\* – открытая часть Баренцева моря (Анклав).

\* – open part of the Barents Sea (Анклав).

Однако, несмотря на относительную равномерность вылова по различным зонам и районам Баренцева моря, экономическая эффективность и природоохранные последствия добычи трески по районам и сезонам лова существенно отличались. Наиболее рациональная и эффективная эксплуатация запасов трески осуществлялась в ИЭЗ и МШР (суммарная среднегодовая

добыча – 120 тыс. т или 55% от общего объема национальных квот). Более приемлемая, по сравнению с ИЭЗ РФ и Смежным участком, доступность трески для промысла и эффективность ее добычи в НЭЗ и МШР была обусловлена высокими промысловыми плотностями концентраций крупной рыбы, образующей удобные для облова скопления косякового характера при нерестовых и нагульных миграциях, а также весеннем мойвенном откорме.

Особенности поведения и распределения трески в НЭЗ и МШР благоприятствующие увеличению производительности лова, улучшают размерно-весовой состав уловов и снижают количество выбросов мелкой рыбы. Кроме того, в МШР и НЭЗ возможно получение дополнительной прибыли в результате приловов таких ценных в коммерческом отношении видов, как синекорый палтус, окунь, крупная пикша и сайда. С учетом среднегодового вылова трески в МШР в объеме 55 тыс. т приловы палтуса на ее добыче могут составить около 4 тыс. т (7%) общей стоимостью порядка 14 млн. долл. США.

В соответствии с Протоколом 36 сессии Смешанной российско-норвежской Комиссии по рыболовству (2007 г.), квота России на вылов трески в зоне Норвегии, как и в предыдущие годы, составляет 140 тыс. т (среднегодовой вылов за последние 16 лет – 64 тыс. т, максимальный – 103 тыс. т в 1995 г.). В этой ситуации имеется реальная возможность как дополнительного увеличения объемов вылова, так и улучшения биоэкономической эффективности реализации отечественных квот трески в результате своевременного принятия оптимизационных решений по управлению промыслом.

Рассмотрим, какие имелись реальные возможности более эффективной работы российского рыбопромыслового флота и вытекающие последствия их игнорирования применительно к каждому из 3-х отмеченных периодов годового жизненного цикла трески.

**В январе-мае** значительное количество крупной половозрелой и созревающей трески традиционно распределялось на сравнительно ограниченной акватории прибрежных районов Северной Норвегии. Высокая промысловая плотность скоплений крупной рыбы, мигрирующей в январе-марте на нерест, а в мае – на нагул и косяковый тип ее концентраций при мойвенном откорме способствовало созданию наиболее благоприятных условий для добычи трески в НЭЗ.

**В январе-мае 2003-2006 гг.** среднесуточный вылов СРТМ при работе в НЭЗ составил 10 т. Треска в уловах имела среднюю длину 66,6 см, массу – 2,6 кг. При этом среднесуточная прибыль СРТМ составила 14,7 тыс. долл. (табл. 3, 4).

В то же время, в Исключительной экономической зоне Российской Федерации, включая Смежный участок (далее ИЭЗ РФ), производительность промысла (7,1 т) и средние размерно-весовые характеристики трески в уловах в январе-мае (58,9 см и 1,9 кг соответственно) были заметно ниже, чем в НЭЗ. Это, естественно, обусловило более низкие экономические показатели работы СРТМ. Среднесуточная прибыль и рентабельность промысла этих судов оказались в 1,7 раза ниже, составив соответственно, 8,9 тыс. долл. и 169%. Между тем,

несмотря на очевидное различие в суточной прибыли (5,8 тыс. долл.), в ИЭЗ работало в этот период в среднем только три СРТМ, тогда как в ИЭЗ РФ – 12 ед.

**Таблица 3.** Биологические характеристики трески и количество промысловых усилий на ее облове СРТМ в 2003-2006 гг.

**Table 3.** Biological characteristics of cod and the number of fishing efforts in the cod fishery by SRTM in 2003-2006.

Биологические и промысловые показатели	Год	Район и период промысла						
		ИЭЗ	ИЭЗ РФ и Смежный участок			МШР		
		I - V	I - V	VI - IX	X - XII	I - V	VI - IX	X - XII
Средняя длина, см	2003	64,3	58,9	62,2	63,9	-	62,9	62,4
	2004	68,7	56,5	60,9	59,9	62,7	63,0	60,9
	2005	67,4	59,0	58,5	58,9	58,5	62,2	61,1
	2006	65,8	61,1	56,5	57,2	61,8	65,4	65,1
	Средняя	66,6	58,9	59,5	60,0	61,0	63,4	62,4
Средняя масса, кг	2003	2,3	1,9	2,1	2,4	-	2,2	2,2
	2004	2,8	1,7	2,1	2,0	2,2	2,2	2,0
	2005	2,7	1,9	1,8	1,8	1,8	2,2	2,0
	2006	2,5	2,1	1,6	1,7	2,0	2,5	2,5
	Средняя	2,6	1,9	1,9	2,0	2,0	2,3	2,2
Доля мелкой трески длиной 45 см и менее, %	2003	1,2	13,2	7,9	6,3	-	4,0	4,5
	2004	0,2	13,8	8,5	8,5	2,7	1,4	2,7
	2005	0,4	7,0	7,1	10,8	2,8	3,4	3,5
	2006	1,9	8,0	12,4	9,5	1,3	4,0	1,6
	Средняя	0,9	10,5	9,0	8,8	2,3	3,2	3,1
Доля крупной трески длиной более 70 см, %	2003	20,5	15,3	20,2	25,9	-	19,0	18,2
	2004	36,2	11,1	23,0	20,6	17,9	17,4	16,8
	2005	34,5	15,2	12,5	12,8	9,2	20,4	13,2
	2006	29,0	18,4	8,7	11,3	9,3	30,0	29,5
	Средняя	30,0	15,0	16,1	17,7	12,1	21,7	19,4
Среднесуточное количество СРТМ на промысле трески	2003	3	15	14	13	7	4	6
	2004	3	11	15	14	4	4	7
	2005	2	11	22	17	7	4	6
	2006	2	11	18	15	2	6	3
	Средняя	3	12	17	15	5	5	6
Количество судов-суток лова СРТМ на промысле трески	2003	231	1448	1004	990	252	189	243
	2004	234	1048	1236	1088	107	246	420
	2005	184	1180	1885	1348	212	235	336
	2006	119	1218	1747	1209	53	373	94
	Средняя	192	1224	1468	1159	156	261	273

Таким образом, только в январе-мае 2003-2006 гг. в ИЭЗ РФ экипажи каждого из 12 СРТМ ежесуточно недополучали около 5,8 тыс. долл. прибыли. При этом суммарная упущенная прибыль только по этой группе судов с учетом 1 224 судов-суток лова СРТМ в ИЭЗ РФ составила не менее 7,1 млн. долл.

Негативные последствия неэффективного распределения промысловых усилий на облове трески в январе-мае не ограничивались только экономическими потерями. С учетом конъюнктуры рыбного рынка, судовладельцы стремились и продолжают в настоящее время реализовывать свои квоты только за счет крупной дорогостоящей рыбы. Это достигается путем массовых выбросов мелкой трески. Так, по данным рыбохозяйственного мониторинга, количество мелкой рыбы, выбрасываемой за борт, в последние годы достигает в среднем 15-17 млн. экз. или 5-6 тыс. т (Комличенко и др., 2002, 2005; Соколов, 2005).

Таблица 4. Промысловые и экономические показатели добычи трески судами СРТМ в 2003-2006 гг.  
Table 4. Fishery and economic statistics of cod catch by SRTM vessels in 2003-2006.

Год	Район	Период промысла	Среднесуточный вылов, т		Экономические показатели			
			сырец	полуфабрикат	Среднесуточная стоимость 1 т п/ф \$ США	Среднесуточная стоимость п/ф \$ США	Среднесуточная прибыль \$ США	Рентабельность, %
2003	ИЗЗ	I-V	13,6	9,1	2378	2157	17557	439
2004			9,5	6,3	2800	17734	12734	255
2005			8,7	5,8	3285	19055	13055	218
2006			8,3	5,5	3945	21829	15329	236
Средняя			10,0	6,7	3102	20044	14669	287
2003	ИЗЗ РФ, Смелянский участок	I-V	7,9	5,3	2340	12324	8324	208
2004			7,3	4,9	2701	13144	8144	163
2005			6,2	4,1	3225	13328	7328	122
2006			7,0	4,7	3914	18265	11765	181
Средняя			7,1	4,8	3045	14265	8890	169
2003	ИЗЗ РФ, Смелянский участок	VI-IX	7,8	5,2	2367	12308	8308	208
2004			7,4	4,9	2755	13593	8593	172
2005			5,7	3,8	3213	12209	6209	103
2006			7,2	4,8	3862	18536	12036	185
Средняя			7,0	4,7	3049	14162	8787	167
2003	ИЗЗ РФ, Смелянский участок	X-XII	8,3	5,5	2382	13183	9185	230
2004			6,9	4,6	2742	12613	7621	152
2005			5,9	3,9	3396	13358	6648	111
2006			8,1	5,4	3863	20861	14380	221
Средняя			7,3	4,9	3096	15004	9458	178
2003	МШР	I-V	6,5	4,3	нет данных	нет данных	нет данных	нет данных
2004			8,5	5,7	2745	15558	10558	211
2005			10,9	7,3	3194	23211	17211	287
2006			8,1	5,4	3902	21073	14573	224
Средняя			8,5	5,7	3020	19947	14114	241
2003	МШР	VI-IX	9,7	6,5	2369	15318	11318	283
2004			7,8	5,2	2745	14273	9273	185
2005			8,1	5,4	3245	17525	11525	192
2006			10,0	6,7	3944	26292	19792	304
Средняя			8,9	6,0	3076	18352	12977	241
2003	МШР	X-XII	9,7	6,5	2363	15282	11282	282
2004			10,7	7,1	2731	19481	14481	290
2005			6,7	4,5	3225	14404	8404	140
2006			7,6	5,1	3944	19982	13482	207
Средняя			8,7	5,8	3066	17287	11912	230



В 2003-2006 гг. доля особей трески массой полуфабриката менее 500 г (восстановленная длина рыбы – 45 см и менее) в готовой продукции рыбодобывающих судов практически отсутствовала (0,6% от суммарной массы уловов). Между тем, по данным непосредственных наблюдений на промысловых судах, мелкая рыба встречалась в уловах, однако при обработке в трюм не попадала, а выбрасывалась за борт.

Доля особей трески длиной 45 см и менее в уловах в ИЭЗ РФ в январе-мае составляла более 10% по численности (в ИЭЗ – всего 0,9%). Другими словами, при работе судов в ИЭЗ РФ около 10% мелкой трески в 2003-2006 гг. просто выбрасывалось за борт. При этом в экономической зоне Норвегии возможные выбросы рыбы длиной 45 см и менее были, как минимум, в 10 раз меньше, а доля наиболее дорогостоящей крупной трески (длиной более 70 см) в уловах в ИЭЗ была в 2 раза выше, чем в ИЭЗ РФ (30 и 15% соответственно).

Значительное преобладание в уловах в ИЭЗ РФ мелкой и среднеразмерной неполовозрелой рыбы, массовые выбросы мелких особей в сочетании с существенно более низкими показателями производительности лова, среднесуточной прибыли и рентабельности показали, что промысел трески в этих районах с экономической точки зрения был неоправдан, а с природоохранной – нецелесообразен.

**В июне-сентябре** отечественный промысел трески традиционно вели в двух районах: ИЭЗ РФ и МШР. В экономической зоне Норвегии российский рыбодобывающий флот добычу трески с июня по декабрь, как правило, не ведет из-за отсутствия удовлетворительной сырьевой базы в этом районе. Преобладающая часть промысловых скоплений трески в этот период распределяется в МШР и ИЭЗ РФ, где и работает российский рыбодобывающий флот.

В 2003-2006 гг. основное количество промысловых усилий на добыче трески традиционно было затрачено в двух рыбопромысловых районах ИЭЗ РФ и МШР. Различия в промыслово-биологических характеристиках трески и экономических показателях промысла между этими районами весьма значительны (табл. 3, 4). Так, среднесуточная прибыль (13,0 тыс. долл.) и соответственно рентабельность лова работы СРТМ на облове трески в северо-западных районах моря (МШР) были значительно выше аналогичных показателей в ИЭЗ РФ, (соответственно – 8,8 тыс. долл.). Различие в суточной прибыли СРТМ между этими районами 4,2 тыс. долл. С учетом того, что в июне-сентябре среднесуточная численность СРТМ, задействованных в ИЭЗ РФ, составила 17 ед. (1 468 с/с лова) против 5 ед. в МШР (261 с/с лова), общая недополученная прибыль только по судам типа СРТМ в первом районе составила порядка 6,1 млн. долларов.

Более того, доля мелкой трески длиной 45 см и менее в уловах в ИЭЗ РФ и МШР соответственно составила 9,0 и 3,2%. Это означает, что количество выбросов мелкой рыбы при промысле трески в ИЭЗ РФ было почти в 3 раза больше, чем в МШР. Таким образом, в июне-сентябре биоэкономическая эффективность промысла трески в МШР была существенно выше, чем в ИЭЗ РФ.

**В октябре-декабре** промысел трески, как и в предыдущие месяцы (в июне-сентябре), продолжался в ИЭЗ РФ и МШР. Различия в промыслово-биологических характеристиках рыбы и экономических показателях работы судов СРТМ в целом оставались на уровне предыдущего периода (табл. 3, 4).

В ИЭЗ РФ и МШР среднесуточный вылов СРТМ составлял соответственно 7,3 и 8,7 т. При этом в первом районе в среднем работало в 2,5 раза больше судов (15), чем во втором (6). В результате более высокой производительности промысла и лучшего размерно-весового состава уловов среднесуточная прибыль и рентабельность лова СРТМ (11,9 тыс. долл. и 230%) в МШР были в 1,3 раза выше, чем в ИЭЗ РФ соответственно 9,4 тыс. долл. и 178%. С учетом того, что в октябре-декабре СРТМ отработали в ИЭЗ РФ 1 159 с/с лова (против 273 с/с лова в МШР), можно констатировать, что суммарная недополученная прибыль, только по этой группе судов, составила не менее 2,9 млн. долл.

Неэффективное использование сырьевой базы промысла в МШР не ограничивалось только экономическими потерями. Доля мелкой трески в уловах в ИЭЗ РФ (8,8%) была в 2,8 раза выше, чем в МШР (3,1%). Следствием чего является фактическое ускорение уничтожения пополнения т.е. будущей основы устойчивого промышленного рыболовства Северного бассейна.

Анализ промыслово-биологических характеристик уловов рыбы и экономических показателей работы СРТМ в рассматриваемый период показал, что нерациональная эксплуатация запасов трески в ИЭЗ РФ и недостаточно эффективное использование сырьевой базы промысла в ИЭЗ и МШР способствовали недополучению рыбодобывающими организациями прибыли, составившей в 2003-2006 гг. в среднем около 16 млн. долларов в год.

Очевидно, что в этих условиях необходимо изменить саму стратегию промысла. Она должна значительно повысить экономическую эффективность и природоохранную ответственность ресурсопользователей при реализации национальных квот трески за счет увеличения промысловых усилий в районах с более высокой производительностью лова и повышенной долей в уловах крупной рыбы, а именно в ИЭЗ и МШР.

Попытаемся проанализировать возможные последствия увеличения «пресса» промысла на более крупную (преимущественно половозрелую) рыбу, т.е. на нерестовую часть промыслового запаса трески. Не окажет ли отрицательного влияния увеличение доли изъятия половозрелой рыбы в уловах на будущее пополнение промыслового запаса?

Оценка тесноты связи между биомассой нерестового запаса трески и численностью появляющегося от него промыслового пополнения показывает фактическое отсутствие такой связи. Коэффициент корреляции, полученный на основе анализа связи 56 пар значений  $SSB/N_t(0,23)$ , оказался статистически недостоверен (Борисов и др., 2006).

Результаты анализа заставляют сомневаться и в том, что сохранение высокого уровня нерестового запаса за счет ограничений ОДУ обязательно

вызовет ответную реакцию, а именно высокую численность пополнения. По крайней мере, статистически это не подтверждается. Тем не менее, «a priori» существует мнение, что у нерестового запаса высокой численности гораздо больше шансов на появление от него многочисленного пополнения, чем у такового низкой численности, от которого чаще появляются бедные поколения. В последние годы российскими и зарубежными учеными был выполнен ряд исследований, касающихся именно решения этой проблемы.

Выполненные попытки подтвердить существование у трески какой-либо зависимости между запасом и пополнением убеждают скорее в отрицательном, нежели в положительном ответе. Тем не менее, трудно допустить, чтобы уровень биомассы нерестового запаса (SSB) вовсе не сказывался на урожайности появляющегося от него поколения и, соответственно, на численности трехгодовиков, вступающих в промысловое стадо. Весь вопрос в том, каковы масштабы такого влияния на фоне других факторов.

От вымета икры до вступления в промысловое стадо выживших от нее рекрутов у трески проходит не менее трех лет. За этот период на каком-то из его этапов происходит существенная «корректировка» численности поколения, нарушающая его, казалось бы, обязательную связь с родительским запасом, чем больше SSB, тем больше зрелых самок на нерестилище и тем больше выметано икры.

Однако сопоставление индексов численности уже сформировавшейся молодежи трески с уровнем SSB вполне определенно говорит о существовании и другого наиболее уязвимого периода в формировании пополнения. Результаты исследований российских и зарубежных ученых за последние десятилетия убедительно доказали, что он приходится на начало перехода сеголетков к придонному образу жизни. Именно в этот период происходят наиболее существенные изменения биологического состояния молодежи трески, что вероятно прямо сказывается на численности будущего пополнения промыслового запаса.

Все вышесказанное укрепляет в нас убежденность в том, что путь на сохранение сегодня «избыточного» количества производителей трески, которое через 3-4 года обеспечит высокий уровень промыслового запаса, является недоказанным и может рассматриваться на сегодняшний день больше как теоретический, нежели практически реализуемый.

Многовековая практика норвежского национального промысла трески, базируемая в основном на изъятии половозрелых рыб – «скрей» до сегодняшних дней сохранила популяцию баренцевоморской трески.

Очевидно в этой популяции, как и многих других, имеется широкий спектр генетических механизмов стабилизации популяционной численности, которые и включаются в «нужное время» и в «нужном месте». Высокая численность половозрелой части популяции трески является, по-видимому, лишь одним из важных условий успешного формирования поколений, но не определяющим (Кушинг, 1979).

Задачу увеличения промыслового и нерестового запасов на практическом уровне можно решать проще и эффективнее мерами по охране той молодежи, которая уже сумела дожить до 3-4-х летнего возраста, несмотря на значительное влияние неблагоприятных факторов среды на более ранних стадиях онтогенеза. Это уже относительно окрепшие особи, способные пережить временный дефицит корма или неблагоприятные условия среды. Выживание такой рыбы теперь зависит и от частоты встреч с более крупными собратьями, склонными к каннибализму. Кстати, росту масштабов этого явления значительно способствует стратегия на поддержание высокого уровня SSB.

Выполненный анализ показывает, что широкое использование критерия  $F_{pa}$  при установлении ОДУ далеко не всегда оправдано. По крайней мере, оно не может считаться биологически достаточно обоснованным в отношении тех видов, у которых пополнение (R) в гораздо большей степени зависит от условий выживания «допромысловой» молодежи, чем от величины биомассы родительского стада (SSB).

Таким образом, бережное отношение к уже сформировавшейся молодежи, заключающееся в запрете тралового промысла в местах ее наибольших концентраций и сокращении выбросов рыбы некондиционных размеров, должно рассматриваться как основное условие роста промыслового запаса и устойчивости рыболовства в регионе.

При организации оптимальной долгосрочной эксплуатации запасов трески Баренцева моря отечественный рыбодобывающий флот должен существенно изменить стратегию ее промысла с целью снижения в уловах доли мелкой половозрелой рыбы, вылов которой не способствует устойчивому рыболовству, приводит к значительным экономическим и биологическим потерям.

Количество промысловых усилий на добыче трески должно быть существенно увеличено в районах скоплений крупной, преимущественно половозрелой рыбы, а именно в НЭЗ и МШР, и снижено в районах скоплений более мелкой, преимущественно половозрелой рыбы в ИЭЗ РФ. Это будет способствовать не только решению задач по повышению биологической и экономической эффективности реализации отечественной квоты трески, сохранению промысловых запасов, но и укреплению геополитических интересов РФ в Арктике.

Одним из эффективных путей оптимизации использования существующих промысловых ресурсов Баренцева моря и ведения устойчивого рыболовства является применение математических моделей в управлении промыслом с использованием возможностей современной компьютерной техники.

Итак, с помощью применения модели линейного программирования попытаемся комплексно представить организацию промысла трески и определить основные направления усовершенствования рыболовства в Баренцевом море.



*Применение модели линейного программирования для оценки  
биоэкономической эффективности использования ВБР*

В разработанной модели на основе промыслово-биологической информации автоматически вырабатываются количественные рекомендации по организации максимально эффективной добычи водных биологических ресурсов в пределах их биологически безопасных границ.

Основным производственным звеном в представленной модели является промысловое судно, поэтому далее рассматриваются условия максимизации прибыли, получаемой при работе судна на облове трески ( $\Pi_{\text{суд}}$ ):

$$\Pi_{\text{суд}} \rightarrow \max.$$

Главным показателем экономической эффективности работы рыбодобывающих судов является величина прибыли ( $\Pi$ ). Целевая функция рыбодобывающего предприятия может быть записана следующим образом:

$$\Pi \rightarrow \max.$$

Доход ( $B$ ) может быть определен как произведение количества продукции ( $K$ ), изготовленной за сутки, на ее стоимость ( $\Pi$ ):

$$B = K \cdot \Pi$$

Прибыль, полученная судном за сутки промысла, может быть определена как разность между стоимостью готовой продукции ( $B$ ) и суммой средств, затраченных на получение этой продукции за тот же период ( $З$ ):

$$\Pi = B - З.$$

Суммарная величина прибыли, полученная судном за определенный период времени (год, месяц, рейс), зависит от прибыли ( $\Pi$ ), полученной судном за сутки промысла, и количества суток, проведенного им на промысле, ( $X$ ):

$$\Pi_{\text{суд}} = \Sigma (X \cdot \Pi) \rightarrow \max.$$

Суточные затраты судна ( $З$ ) на промысле можно принять за постоянную величину (Шейнис, 1982). Это допущение можно принять с учетом периода промысла трески в Баренцевом море.

Главными факторами, обуславливающими величину прибыли, являются:

1) Производительность лова, которая является основой получения трех главных показателей эффективности промысла – вылова, объема выпуска готовой продукции, в конечном счете – прибыли.

2) Использование судна в рейсе включает в себя затраты промыслового времени и прямо влияет на величину всех производственных показателей и экономическую эффективность его работы.

3) Размерно-весовая структура уловов. Одной из особенностей продажи трески является дифференциация цены на продукцию в зависимости от размерно-весовой градации. Поэтому весь суточный улов ( $A$ ) в зависимости от размерно-весовых характеристик делится на группы градаций, каждая из которых реализуется по своей цене ( $\Pi_j$ ):

$$B = \frac{A}{b} \sum_{d=1}^h (q_d U_d) \quad , \text{ (табл. 5)}$$

где  $d$  – количество групп градаций добытого сырья;  $b$  – переводной технологический коэффициент;  $q_d$  – доля данной градации в общем вылове.

Формула прибыли, полученной судном за сутки промысла, принимает вид:

$$\Pi = \frac{A}{b} \sum_{d=1}^h (q_d U_d) - 3$$

Судно может добывать различные виды ВБР в разных районах моря и в различные периоды. Суда могут быть разных типов и в разном количестве. Поэтому вводятся следующие индексы:  $i$  – район промысла;  $j$  – период промысла;  $k$  – тип промыслового судна;  $s$  – вид объекта лова. При введенных обозначениях задача максимизации прибыли сводится к следующей модели линейного программирования:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p \sum_{s=1}^r (X_{ij}^{ks} \Pi_{ij}^{ks}) \rightarrow \max.$$

С учетом приведенных выше рассуждений, линейная модель принимает вид:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p \sum_{s=1}^r \left\{ X_{ij}^{ks} \left[ \frac{A_{ij}^{ks}}{b^s} \sum_{d=1}^h (q_d U_d)_{ij}^{ks} - 3_k \right] \right\} \rightarrow \max, \quad (1)$$

При этом модель включает следующие ограничения:

1) суммарный вылов  $s$ -го вида ресурсов всеми судами  $k$ -го типа в  $i$ -ом районе и в  $j$ -й период промысла не должен превышать установленной величины вылова данного вида ВБР ( $Q_s$ ) для котируемых объектов промысла:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p X_{ij}^{ks} A_{ij}^{ks} \leq Q_s, \quad (2)$$

По каждому  $s$  задается отдельное неравенство. При необходимости отдельные неравенства могут задаваться и по  $i, j, k$ , т.е. могут накладываться ограничения на вылов по районам, периодам и типам судов.

2) суммарное количество судов-суток лова судами  $k$ -го типа на промысле  $s$ -го вида ресурсов в  $i$ -ом районе и в  $j$ -ом периоде ( $X_{ij}^{ks}$ ) не должно превышать физически возможные ( $M_{ij}^{ks}$ ):

$$\sum X_{ij}^{ks} \leq \sum M_{ij}^{ks} = \sum (N_{ij}^{ks} L_{ij}^{ks}) \quad (3)$$

где  $N_{ij}^{ks}$  – количество судов  $k$ -го типа на промысле  $s$ -го вида ресурсов в  $i$ -ом районе и в  $j$ -ом периоде;  $L_{ij}^{ks}$  – максимальное количество суток на лову, которые могут провести в течение года суда  $k$ -го типа на облове  $s$ -го вида ВБР в  $i$ -ом районе и в  $j$ -ом периоде. Это ограничение может иметь две особенности. Во-первых, в случае запрета (ограничения) добычи ВБР в определенных районах моря, периодов лова и типов добывающих судов; во-вторых, когда рыбодобывающее предприятие по каким либо причинам вынуждено ограничивать себя по этим параметрам. В зависимости от ситуации неравенство может задаваться по каждому  $i, j, k, s$  отдельно.

3) Условие неотрицательности переменных. Все  $X_{ij}^{ks}$  – физические величины, поэтому:

$$X_{ij}^{ks} \geq 0, (4).$$

Искомые величинами модели является  $X_{ij}^{ks}$  – количество судо-суток, проведенное судном  $k$ -го типа на промысле  $s$ -го вида ВБР в  $j$ -й период промысла и в  $i$ -м районе лова.

Формула (1) и неравенства (2-4) представляют собой экономическую модель оптимального управления промыслом, которая реализуется в программной среде *Microsoft Excel*.

Кроме этой модели, в *MS Excel* осуществляется расчет и формирование производных входных и всех выходных показателей (табл. 5, 6).

**Таблица 5.** Входные показатели экономико-математической модели.

**Table 5.** Input indices of economic and mathematical model.

Первичные показатели			
Условное обозначение	Единица измерения	Наименование показателя	
$z_k$	руб./сут.	Суточные затраты судна $k$ -го типа на промысле.	
$A_{ij}^{ks}$	т / сут.	Суточный вылов $s$ -го объекта промысла судном $k$ -го типа в $i$ -ом районе и в $j$ -й период промысла	
$(C_d)_q^{ks}$	руб./т	Цена реализации готовой продукции соответствующей $d$ -й размерно-весовой градации, выработанной из $s$ -го объекта промысла, в первом звене продаж	
$(q_d)_q^{ks}$	-	Доля $d$ -ой размерно-весовой градации в общем вылове $s$ -го объекта промысла	
$b^s$	-	Коэффициент перехода от веса сырья в готовую продукцию для $s$ -го объекта промысла	
Вторичные показатели			
$\Pi_{ij}^{ks}$	руб./сут.	Прибыль, получаемая за одни сутки промысла $s$ -го вида ВБР судном $k$ -го типа в $i$ -ом районе и в $j$ -ом периоде	Расчетная формула: $I_{ij}^{ks} = \left[ \frac{A_{ij}^{ks}}{b^s} \sum_{d=1}^h (q_d C_d)_q^{ks} - z_k \right]$

В общем виде рыбодобывающие траулеры рекомендуется расставить по типам судов на планируемый период (год, месяц, рейс) в тех или иных районах, по периодам и объектам промысла таким образом, чтобы при заданных ограничениях достичь максимальной прибыли.

В результате решения указанной задачи на выходе модели получаем определенное количество судо-суток лова ( $X_{ij}^{ks}$ ), необходимое для получения максимальной прибыли, дифференцированное по районам, периодам и объектам промысла, по типам промысловых судов.

Данная экономико-математическая модель позволяет рассчитать следующие промыслово-экономические показатели добычи трески:

1) Количество судо-суток промысла по районам, периодам и объектам промысла, а также по типам судов, необходимые для получения максимальной прибыли. Причем данная модель позволяет производить подобные расчеты как на уровне целого бассейна, так и на уровне отдельного предприятия;

Таблица 6. Выходные показатели экономико-математической модели.

Table 6. Output indices of economic and mathematical model.

Условное обозначение показателя	Единица измерения	Наименование показателя	Расчетная формула
$\Pi_{(y)}^{(k)}$	руб.	Максимальная величина прибыли, которую возможно получить на промысле $s$ -го вида ВБР $k$ -м типом судна в $i$ -ом районе в $j$ -ом периоде за $X_{ij}^{ks}$ судно-суток промысла.	$\Pi_{(y)}^{(k)} = X_{ij}^{ks} \cdot P_{ij}^{ks}$
$P_{(y)}^{(k)}$	%	Рентабельность судна $k$ -го типа на промысле $s$ -го вида ресурсов в $i$ -ом районе в $j$ -й период.	$P_{(y)}^{(k)} = \frac{\Pi_{(y)}^{(k)}}{3_k} \cdot 100\%$
$\Pi^{(s)}$	руб.	Суммарная величина максимальной прибыли на промысле $s$ -го вида ресурсов всеми типами судов во всех районах и во все периоды.	$\Pi^{(s)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r (X_{ij}^{ks} \cdot P_{ij}^{ks})$
$P^{(s)}$	%	Рентабельность промысла $s$ -го вида ресурсов всеми типами судов во всех районах и во все периоды.	$P^{(s)} = \frac{\Pi^{(s)}}{\sum_{k=1}^r 3_k} \cdot 100\%$
$\Pi^{(k)}$	руб.	Суммарная величина максимальной прибыли $k$ -го типа судна на промысле всех видов ресурсов во всех районах во все периоды.	$\Pi^{(k)} = \sum_{s=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^r (X_{ij}^{ks} \cdot P_{ij}^{ks})$
$P^{(k)}$	%	Рентабельность $k$ -го типа судна на промысле всех видов ресурсов во всех районах во все периоды.	$P^{(k)} = \frac{\Pi^{(k)}}{3_k} \cdot 100\%$
$\Pi_{(i)}$	руб.	Суммарная величина максимальной прибыли на промысле всех видов ресурсов всеми типами судов в $i$ -м районе во все периоды.	$\Pi_{(i)} = \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r \sum_{s=1}^n (X_{ij}^{ks} \cdot P_{ij}^{ks})$
$P_{(i)}$	%	Рентабельность промысла в $i$ -м районе всех видов ресурсов всеми типами судов во все периоды.	$P_{(i)} = \frac{\Pi_{(i)}}{\sum_{k=1}^r 3_k} \cdot 100\%$
$\Pi_{(j)}$	руб.	Суммарная величина максимальной прибыли на промысле всех видов ресурсов всеми типами судов во всех районах в $j$ -й период.	$\Pi_{(j)} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r \sum_{s=1}^n (X_{ij}^{ks} \cdot P_{ij}^{ks})$
$P_{(j)}$	%	Рентабельность промысла в $j$ -м периоде всех видов ресурсов всеми типами судов во всех районах.	$P_{(j)} = \frac{\Pi_{(j)}}{\sum_{k=1}^r 3_k} \cdot 100\%$
$\Pi$	руб.	Суммарная величина максимальной прибыли, которую можно получить всеми $k$ типами судов на промысле всех $s$ видов биоресурсов во всех $i$ районах и $j$ периодах.	$\Pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^r \sum_{s=1}^n (X_{ij}^{ks} \cdot P_{ij}^{ks})$
$P$	%	Рентабельность промысла всех $s$ видов ресурсов всеми $k$ типами судов во всех $i$ районах во все $j$ периоды.	$P = \frac{\Pi}{\sum_{k=1}^r 3_k}$

2) Величину суммарной прибыли, интегрированной по районам, периодам и объектам промысла, а также типам промысловых судов;

3) Рентабельность промысла по районам, периодам и объектам лова, а также по типам промысловых судов и визуализация данных расчетов в геоинформационных системах (GIS);

4) Необходимое количество судно-суток для вылова данного количества ВБР при условии максимизации прибыли;

5) Предельную величину суточных затрат, при которой промысел становится нерентабельным;



б) Биоэкономическую эффективность промысла любого вида ВБР данным типом судна.

Представляется целесообразным использовать данную экономико-математическую модель для выработки управленческих решений по использованию добывающего флота, как на уровне отдельного предприятия, так и на уровне бассейна.

С помощью модели линейного программирования (1) в программной среде *MS Excel* была рассчитана величина максимально возможной прибыли, которую можно было бы получить всего лишь за счет более рационального перераспределения усилий СРТМ типа «Василий Яковенко» по зонам и периодам промысла. Она могла составить в среднем 1,3 млрд. руб. в год. Результаты сравнения фактической и максимально возможной прибыли судов типа СРТМ на промысле трески в различных районах Баренцева моря в 2003-2006 гг. представлены в таблице 7.

**Табл. 7.** Экономические показатели работы СРТМ на промысле трески в 2003-2006 гг.  
**Table 7.** Economic statistics of SRTM operation in the fishery of cod in 2003-2006.

Показатель	2003	2004	2005	2006
Общая величина прибыли, рассчитанная исходя из фактических данных, млн. долл. США	38,4	40,2	40,9	64,0
Общая величина прибыли, рассчитанная по оптимизационной экономико-математической модели, млн. долл. США	45,2	46,0	53,7	73,2
Величина прибыли недополученной судами типа СРТМ на промысле трески, млн. дол. США / млн. руб.	6,8 / 207,4	5,8 / 168,2	12,8 / 358,4	9,2 / 248,4
Величина недополученного налога на прибыль бюджетами всех уровней, млн. руб.	49,8	40,4	86,0	59,6
Район и период рекомендуемого промысла (по оптимизационной модели).	НЭЗ: I-V; МШР: VI-XII	НЭЗ: I-V; МШР: X-XII	НЭЗ: I-V МШР: I-V	НЭЗ: I-V МШР: VI-IX

Как видно из таблицы 7, величины фактической, оптимальной и недополученной прибыли меняются по годам. Это объясняется неравномерным изменением цены готовой продукции «в первом звене продаж», выпускаемой из трески, и затрат на содержание судов типа СРТМ на промысле. При анализе районов рекомендуемого промысла ясно видно, что относительно стабильным является только НЭЗ в период с января по май.

Периоды промысла в МШР меняются по годам. Это объясняется тем, что перераспределение запасов трески происходит в зависимости от складывающихся гидрологических условий среды, состояния кормовой базы, биомассы и численности популяции. Кроме того, в зависимости от условий обитания, темпов роста рыб и их созревания у трески меняются миграционные пути.

Таким образом, общие потери прибыли до уплаты налогов рыбодобывающих организаций на промысле трески судами типа СРТМ в период 2003-2006 гг. за счет нерационального распределения промысловых усилий составили порядка 982 млн. руб., в т.ч. потери бюджетов всех уровней по налогу на прибыль – около 235 млн. руб. (в среднем – 59 млн. руб. ежегодно).

Заметим, что эти потери касаются только судов типа СРТМ, количество которых составляет около 20% от общей численности добывающих траулеров на Северном бассейне, а общий их вылов – около 25% от общей квоты на треску. К тому же СРТМ считается наименее эффективным траулером среди других типов судов.

Одним из показателей степени целенаправленности системы управления может быть коэффициент целенаправленности  $K_u$  – для конечных задач и функция целенаправленности  $R_u(t)$  при непрерывно изменяющейся степени целенаправленности системы.

Коэффициент целенаправленности в простейшем случае можно определить как отношение модулей фактического значения целевой функции ( $E_{факт}$ ) к ее максимально возможному значению ( $E_{max}$ ), т.е.:

$$K_u = \frac{(E_{факт})}{(E_{max})} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{\sum_{i=1}^n (E_i)_{max}}$$

Другими словами, коэффициент целенаправленности показывает, насколько эффективно осуществляется управление системой, а принимаемые управленческие решения соответствуют оптимальным. Очевидно, что значение  $K_u$  лежит в пределах 0-1.

Главными критериями оценки эффективности управления водными биоресурсами, по мнению известного ученого экономиста Ю.А. Кокарева (2004), являются:

- полное освоение ресурсопользователями ВБР выделенных квот по вылову объектов промысла;
- получение максимальной прибыли;
- максимально возможное поступление в бюджеты всех уровней финансовых средств от реализации ВБР.

Поэтому данный коэффициент целенаправленности может служить и показателем эффективности управления рыбодобывающими судами на уровне отдельного предприятия, рыбохозяйственного бассейна или отрасли в целом. Рассматривая сложившуюся ситуацию именно под этим углом зрения, коэффициент целенаправленности системы управления тралового промысла трески судами типа СРТМ составил в 2003 г. – 0,85; 2004 г. – 0,87; 2005 г. – 0,76 и 2006 г. – 0,87.

Это говорит о том, что имеется существенный потенциал повышения эффективности управления рыбодобывающим флотом, который не был использован в полной мере. Ежегодно рыбаки теряют сотни миллионов рублей прибыли, государство – десятки миллионов рублей налоговых поступлений.

Ответ на вопрос, почему же это происходит, дают сами рыбопромышленники в своем открытом письме Губернатору Мурманской области Ю.А. Евдокимову: «Рыбаки в море ловят не рыбу, а деньги, и при всем уважении к рыбакам, их больше интересует финансовый результат настоящего рейса, а не будущее состояние рыбных запасов. Поэтому за борт идет вся некондиционная рыба, т.е. маломерная, а также мелкая, имеющая низкую коммерческую ценность».

Противостоять стремлению рыбодобывающих предприятий получить максимальную сиюминутную выгоду в ущерб состоянию рыбных запасов может только государство. Оно должно организовать добычу ВБР на основе научно обоснованной стратегии, в том числе с учетом экономической эффективности использования национальных водных биоресурсов.

Предложенная выше модель линейного программирования может быть одним из методов оценки эффективности (целенаправленности) добычи ВБР.

Предложенная выше модель линейного программирования для оценки биоэкономической эффективности использования ВБР может быть использована для принятия управленческих решений оптимизации российского рыболовства в Баренцевом море и других рыбопромысловых бассейнов Российской Федерации.

### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- В 2003-2006 гг. преобладающее количество промысловых усилий на промысле трески в Баренцевом море было сосредоточено в ИЭЗ РФ и на Смежном участке, где значительную часть уловов трески традиционно составляла мелкая и среднеразмерная рыба. Количество промысловых усилий на облове трески в НЭЗ и МШР фактически оказалось в 1,5-2 раза ниже возможных и своевременно рекомендованных Полярным институтом.

- В результате такой тактики рыболовства сырьевая база промысла в НЭЗ и МШР, где наблюдались наиболее благоприятные условия для экономически эффективного использования промыслового запаса трески, в исследуемый период не была использована в полной мере. Концентрация промысловых усилий в ИЭЗ РФ и на смежном участке нанесла также значительный ущерб воспроизводству запасов трески Баренцева моря.

- Неэффективное использование сырьевой базы рыболовства в НЭЗ и МШР судами типа СРТМ привело к недополучению ими в 2003-2006 гг. значительной прибыли, составив в среднем 245 млн. руб. в год.

- В целях рациональной эксплуатации запасов и эффективного использования сырьевой базы промысла трески рекомендуется увеличить промысловые усилия на облове донных рыб в НЭЗ и МШР и, соответственно, снизить их в районах распределения мелкой и среднеразмерной рыбы в ИЭЗ РФ и Смежном участке.

Выполнение указанных рекомендаций позволит без дополнительных финансовых затрат улучшить экономические показатели работы рыбодобывающего флота, снизить «пресс» промысла в «выростных» районах трески, повысить налоговые поступления в бюджеты всех уровней, усилить геополитическое присутствие России в районе архипелага Шпицберген.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Борисов В.М., Елизаров А.А., Нестеров В.Д. Роль нерестового запаса в формировании пополнения северо-восточной арктической трески *Gadus morhua* // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46. №1. С. 77-86.

Зианов В.К. Морская рыболовная политика России и Мировое рыболовство. Северная Пацифика. Региональный информационный дайджест, экономика, история, культура. 2000. 6 с.

Кокарев Ю.И. О государственном регулировании рыбохозяйственной деятельности // Рыбные ресурсы. 2004. №3(8). С. 2-10.

Комличенко В.В., Лукманов Э.Г. Биозкономическая эффективность реализации отечественной квоты тресковых в Баренцевом море в 2001 г. // Рыбное хозяйство. 2002. №6. С. 35-37.

Комличенко В.В., Шевченко В.В., Никоноров С.И. Биозкономические последствия нерационального промысла трески для рыболовства на Северном бассейне // Вопросы рыболовства. 2005. Т. 6. №1(21). С. 6-22.

Конференция ООН по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро. Раздел II, глава 17. 1992.

Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство. М.: Пищевая промышленность, 1979. 288 с.

Парфенович С.С., Шевченко В.В., Коноплев Е.И. О характере пространственного использования сырьевой базы рыбной отрасли и ее стоимостной емкости // Рыбное хозяйство. 1992. №1. С. 3-6.

Соколов К.М. Оценка выбросов мелкой трески на российском траловом промысле // Рыбное хозяйство. 2005. №2. С. 45-46.

Титова Г.Д. Биозкономика - наука устойчивого рыболовства. Мурманск: ПИНРО, 2005. 43 с.

Шевченко В.В., Никоноров И.В., Никоноров С.И. Проблемы Российского рыболовства и возможные пути их разрешения // Вопросы рыболовства. 2000. Т. 1. №1. С. 7-44.

Шевченко В.В., Никоноров И.В., Комличенко В.В. Биозкономическая эффективность использования морских биологических ресурсов Северного бассейна // Вопросы рыболовства. 2001. Т. 2. №2(6). С. 194-222.

Шевченко В.В., Комличенко В.В. Биозкономическое соответствие российского рыбопромыслового флота сырьевой базе Баренцева моря // Рыбное хозяйство. М., 2004. №3. С. 29-32.

Шейнис Л.З. Система оптимизационных расчетов текущего плана рыбной промышленности. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 208 с.

Открытое письмо Губернатору Мурманской области Ю.А. Евдокимову // Рыболовство России. 2001. №1(5). С. 32-33.

Экономическая оценка водных биологических ресурсов (обобщение современного опыта и пути разрешения проблем). Мат. научно-практ. конф. М.: ВНИРО, 2004. 130 с.



**BIOECONOMIC EFFICIENCY OF AQUATIC BIOLOGICAL  
RESOURCES USAGE IN THE BARENTS SEA**

© 2008 y. V.V. Komlichenko<sup>1</sup>, E.G. Lukmanov<sup>1</sup>, V.T. Shevchenko<sup>1</sup>,  
M.S. Gromov<sup>1</sup>, S.Yu. Fomin<sup>1</sup>, V.V. Shevchenko<sup>2</sup>

*1 – Knipovich Polar Research Institute of Marine  
Fisheries and Oceanography, Murmansk*

*2 – The Inter-Department Ichthyological Commission, Moscow*

The goal of research is the development of recommendations to increase biological and economic efficiency of realizing Russian quotas for cod in the Barents Sea. It was found that, in 2003-2006, the opportunities for efficient realization of national quota for cod were much greater in the economic zone of Norway and in the Bear Island-Spitsbergen area, than in RF EEZ. However the number of fishing efforts in NEZ and BISA (the Bear Island-Spitsbergen area), where the fishery efficiency was the highest and large cod were distributed was, as a minimum, twice lower as compared to that one recommended by PINRO. As a result, fishing companies in the North Basin have not received a considerable amount of profit and the biological damage was caused by high press of fishery in the nursery area of RF EEZ.