

## ОЦЕНКА ЗАПАСОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОДУ ОХОМОРСКОГО МИПТАЯ ПО ДАННЫМ ГИС-МЕТОДА

© 2008 г. О.А. Булатов, Г.С. Монсеенко

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного  
хозяйства и океанографии, Москва 107140

Поступила в редакцию 12.10.2007 г.

Приводятся результаты оценки промыслового запаса миптая в 1998-2007 гг., основанные на разработанном авторами ГИС-методе. Полученные данные показали, что запасы миптая относительно устойчивы, в 2007 г. наблюдался их максимум. Согласно полученным расчетам можно существенно увеличить общий допустимый улов. Сравнение данных, полученных ГИС-методом с другими широко применяемыми методами (ихтиопланктонный и динамическая продукционная модель), показало сходимость результатов.

### ВВЕДЕНИЕ

Охотское море является одним из самых важных районов промысла миптая (*Theragra chalcogramma*) в исключительной экономической зоне России. В течение последних 10 лет максимальные и минимальные уловы миптая в данном районе изменялись 5-ти-кратно, от 2 млн. т (1996 г.) до 390 тыс. т (2004 г.). Следует отметить, что в течение периода 1996-2007 гг. наблюдалась устойчивая тенденция снижения официального вылова, что связано со снижением ОДУ. Оценка запасов и прогноз общего допустимого улова (ОДУ) основаны на ежегодном учете численности и биомассы промысловых и перестовых скоплений миптая, выполняемом специалистами ТИПРО-Центра, КамчатНИРО и МагаданНИРО. Оценка запасов производится как по данным прямых учетных работ: ихтиопланктонным, траловым и тралово-акустическим съемкам, так и по данным промысловой статистики (методы математического моделирования).

Значительная часть информации, поступающей в виде судовых суточных донесений (ССД) ИС «Рыболовство» (с 2005 г. – Отраслевая система мониторинга (ОСМ)) во ВШПРО, используется недостаточно. Авторы поставили перед собой цель при помощи данного массива промысловой информации оценить промысловую биомассу миптая. Для достижения цели был разработан метод, используя который, стало возможным оценить промысловый запас миптая. Безусловно, репрезентативность промысловых донесений в последние годы оставляет желать лучшего, однако в определенных случаях такая информация может оказаться весьма полезной. Особенно это актуально для таких важных объектов промысла, запасы которых подвержены межгодовой изменчивости, как например, миптая, по которому существует необходимость ежегодной оценки биомассы и представления прогноза ОДУ.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для оценки сезонной изменчивости запасов миптая в районе исследований использовались судовые суточные донесения (ССД). В расчетах учитывались следующие параметры ССД, отражающие промысловую деятельность судна: отчетная дата, широта, долгота, объект промысла и его улов, орудие лова, количество промысловых операций, время, затраченное на каждую промысловую операцию (Положение по функционированию отраслевой..., 1996).

Контрольные участки моря являлись стандартными промысловыми подзонами, принятыми в практике рыболовства – Северо-Охотоморская, Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская подзоны (рис. 1). Весь район был разбит на полигоны размером в 1 градус по долготе и 0,5 градуса по широте. Анализ массива промысловых донесений показал, что в разные годы на промысле применялись разные типы тралов. В связи с этим, авторы учитывали только те типы тралов, которые имели близкие параметры горизонтального раскрытия (табл. 1).

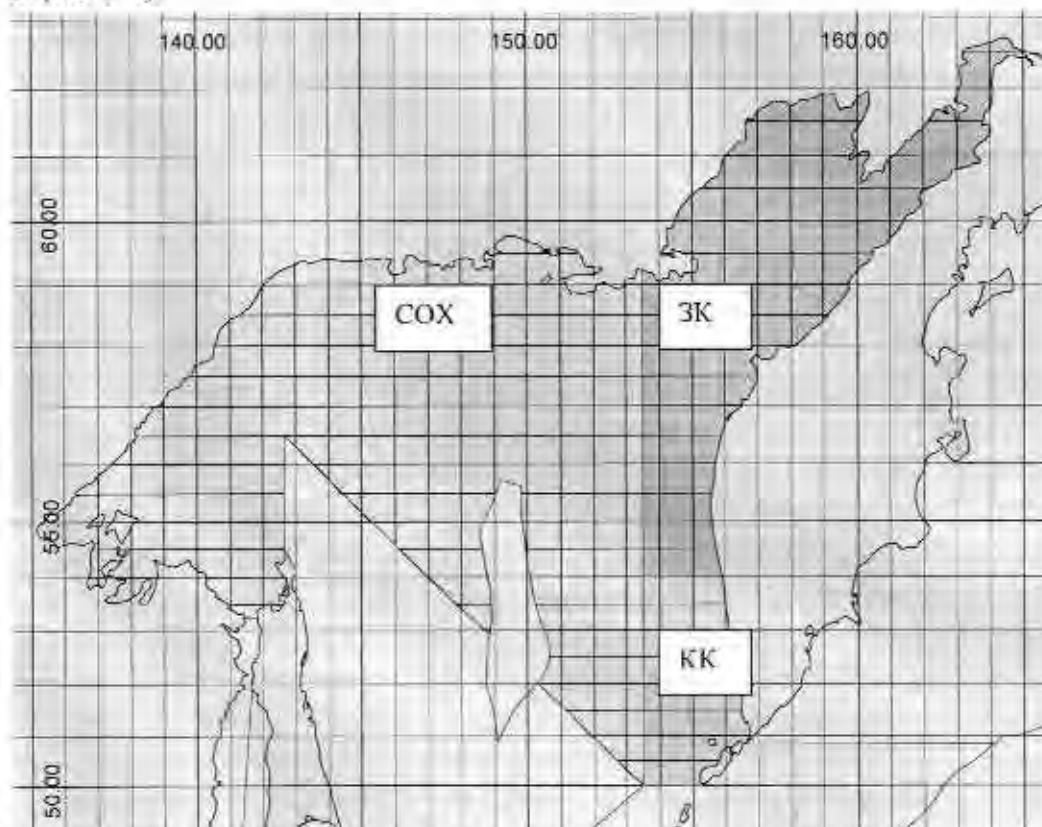


Рис. 1. Промысловое районирование Охотского моря и расположение полигонов.

Fig. 1. The statistical areas in the Okhotsk Sea and squares distribution.

Условные обозначения: COX – Северо-Охотоморская подзона (Northern Okhotsk region), ЗК – Западно-Камчатская подзона (Western Kamchatka region), КК – Камчатско-Курильская подзона (Kamchatka-Kuril region).

Таблица 1. Количество тралений, выполненных различными типами тралов в 1998-2007 гг.

Table 1. The numbers of trawls conducted in 1998-2007.

Тип трала	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
123/640	946	641	287	138	7	113	115	147	138	231
108/620	618	665	792	565	402	469	387	781	552	624
112/784	832	762	918	1189	814	1423	482	1274	971	682
100/460	102	39	243	194	100	238	119	144	38	72
99/624	277	167	238	193	185	234	146	181	118	31
111/786	420	516	398	507	453	687	292	393	391	224
120/680	854	436	509	386	219	198	69	44	140	61
130/810	645	301	363	122	121	155	198	228	209	164
Всего тралений	4694	3527	3748	3294	2301	3517	1808	3192	2557	2089

В общей сложности за период 1998-2007 гг. было проанализировано более 31 тыс. донесений. Безусловно, выбранные типы тралов покрывали не полностью ареал минтая и район промысла, однако в феврале-марте площадь, на которой были отмечены результативные ловы данными типами тралов, была весьма значительной.

По данным из судовых суточных донесений определялась величина улова на час траления. Уловы группировались по следующим интервалам: 0-1,0, 1-2,0, 2,0-3,0 и т.д. тонн. Уловы более 20 т/час траления считались ошибочными и в дальнейших расчетах не учитывались. Анализ частотного распределения уловов по перечисленным градациям позволил применить гипотезу о логарифмически нормальном характере их распределения (Аксютин, 1970). Биомасса минтая в каждом квадрате определялась по методике З.М. Аксютин (1968).

$$P = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Q_i \times x_i}{q \times k} \right);$$

где  $P$  – биомасса минтая;  $Q_i$  – площадь каждого квадрата ( $i$ ), км<sup>2</sup>;  $x_i$  – средний фактический улов в ( $i$ ) квадрате, тонн/час траления;  $q$  – площадь облова (определялась произведением горизонтального раскрытия трала на пройденный путь), км<sup>2</sup>;  $k$  – коэффициент уловистости.

С целью упрощения расчетов биомассы минтая использовались следующие фиксированные параметры: среднее горизонтальное раскрытие трала – 70 м, средняя скорость траления – 2,4 м/с (4,6 узла), коэффициент уловистости трала – 0,4.

В каждом квадрате (0,5 градуса широты × 1 градус долготы) рассчитывался среднедекадный улов за час траления. Затем, зная площадь квадрата, площадь траления и коэффициент уловистости трала, рассчитывали декадные значения биомасс в каждом квадрате. Ежедекадная оценка биомассы для всего района выполнялась как сумма оценок биомассы входящих в него квадратов. Средняя биомасса в каждом месяце и в целом за сезон определялась как среднееарифметическое значение. Площади полигонов (квадратов) вычислялись с помощью программного пакета ГИС ArcView 3.2 (компания ESRI).

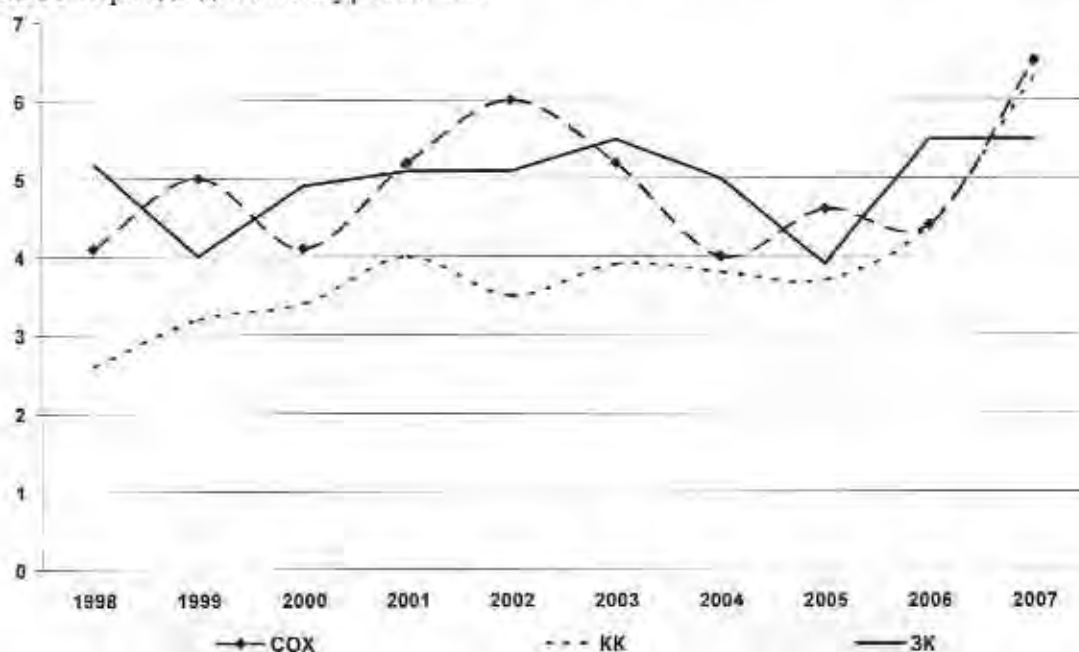
Безусловно, полученные значения биомассы представляются в определенной степени заниженными по следующим обстоятельствам: некорректная промысловая статистика и не полностью покрытый тралениями район исследований, однако используемый массив информации (количество тралений) был значительно больше, чем при проведении стандартных научно-исследовательских работ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Выполненные на основе ССД расчеты уловов на усилие (тонн/час траления) показали, что в **Камчатско-Курильской подзоне** сезонная динамика не имела выраженной закономерности. Средние значения были на минимальном уровне в 1998 г., затем в 2001-2005 гг. наблюдалась стабилизация на среднем уровне и уловы на усилие достигали 3,5-4,0 т/час траления, а в 2007 г. было отмечено максимальное значение улова на часовое траление – 6,3 т (рис. 2).

Оценка биомассы минтая, основанная на промысловых данных показала, что сезонная биомасса минтая в Камчатско-Курильском районе в зимний период 1998-2007 гг. изменялась весьма динамично. В течение января-марта наблюдалось как уменьшение, так и рост сезонной биомассы. Минимальное значение наблюдалось в феврале-марте 1998 г. и

составляло 0,6 млн. т, а максимальное – в феврале 2007 г. – 1,7 млн. т. Таким образом, амплитуда изменчивости (соотношение минимума-максимума) сезонного запаса в течение 10-летнего периода достигла уровня 1:3.



**Рис. 2.** Межгодовая изменчивость уловов (т/час) минтая крупнотоннажным флотом в различных подзонах Охотского моря.

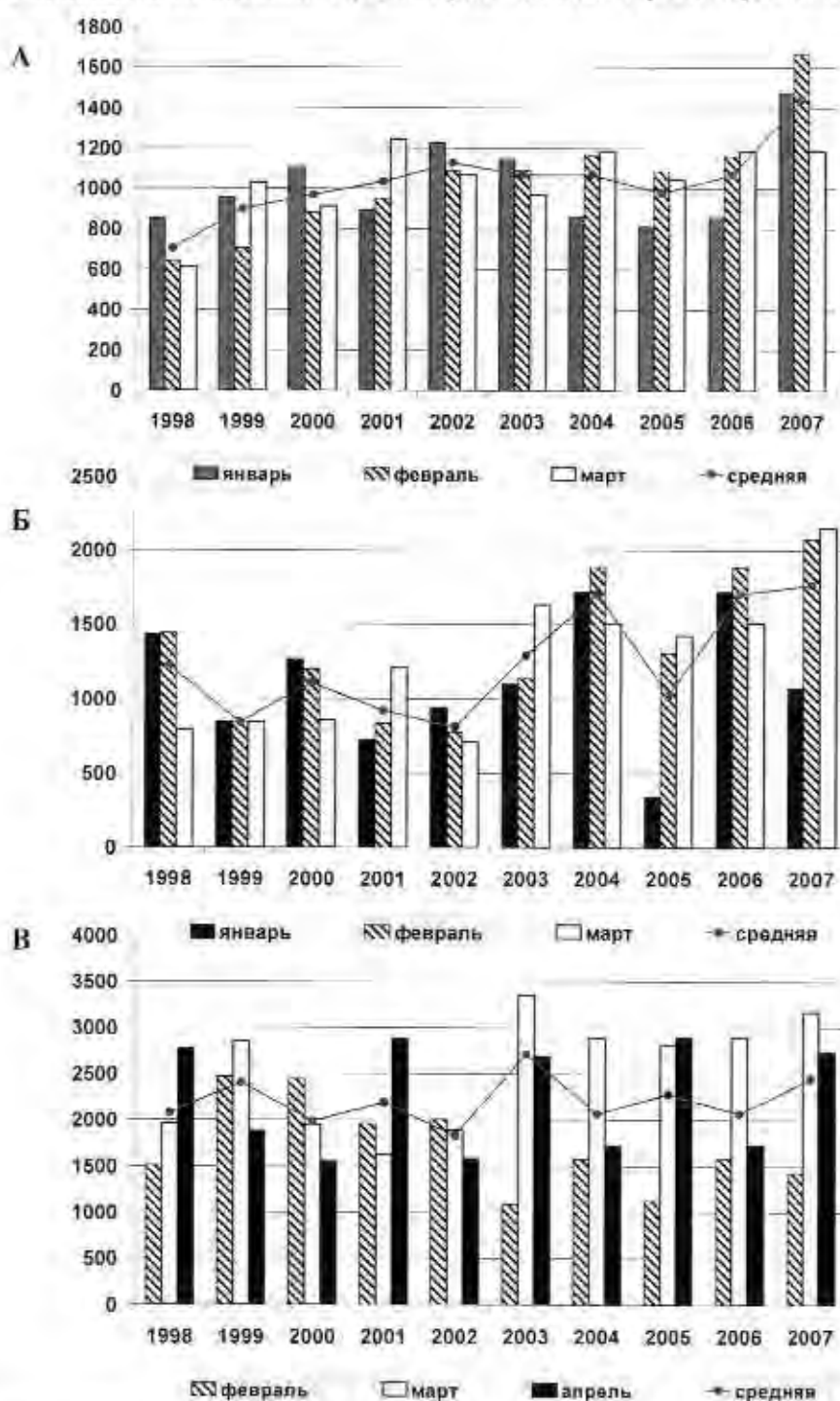
**Fig. 2.** Interannual variability of pollock catch (tons/hour) by large vessels in different Okhotsk Sea regions.

Динамика средних годовых значений промысловой биомассы характеризовалась следующими особенностями. Минимальный уровень запасов отмечался в 1998 г. и составлял 0,7 млн. т. В дальнейшем, в течение ряда лет отмечался небольшой рост промысловой биомассы. Максимум был достигнут в 2007 г. и составил 1,4 млн. т (рис. 3). Таким образом, амплитуда межгодовой изменчивости промысловой биомассы минтая в Камчатско-Курильской подзоне составляла в течение 10 лет 1:2.

В Западно-Камчатской подзоне уловы на усилие (т/час) изменялись следующим образом: после снижения уловов до 4,0 т/час в 1999 г. в течение 2000-2003 гг. наблюдалась тенденция роста данного показателя до 5,5 т/час. Затем, в 2004-2005 гг. отмечалось снижение улова до 3,9 т/час траление, сменившееся в 2006-2007 гг. резким ростом до 5,5 т/час траление (рис. 2).

Динамика биомассы также была довольно изменчива в исследуемый период. Отмечались как случаи роста запасов, так и их снижения. Минимальные значения отмечены в январе 2005 г. – 342 тыс. т, максимальные – 2 154 тыс. т в марте 2007 г. Таким образом, сезонная изменчивость запасов минтая в Западно-Камчатской подзоне оказалась существенно выше (1:6), чем в Камчатско-Курильской подзоне (1:3). По-видимому, это связано с тем, что ледовые условия в зимний период в Западно-Камчатской подзоне имеют значительную межгодовую изменчивость и в отдельные годы кромка льда закрывает большую часть района. Данное обстоятельство может приводить к резкому снижению промысловой активности и, соответственно, снижению информационной обеспеченности.

Несмотря на значительную сезонную изменчивость биомассы, межгодовая изменчивость средних значений хотя и не отличалась стабильностью, однако ее оценки находились в диапазоне от 0,8 млн. т (2002 г.) до 1,8 млн. т (2007 г.), что близко 1:2 (рис. 3).



**Рис. 3.** Межгодовая изменчивость сезонной биомассы минтая в Камчатско-Курильской (А), Западно-Камчатской (Б) и Северо-Охотоморской (В) подзонах в 1998-2007 гг., тыс. тонн.

**Fig. 3.** Interannual variability of seasonal biomass of pollock in Kamchatka-Kuril (A), Western Kamchatka (Б), Northern Okhotsk refions in 1998-2007, thousands ton.

В Северо-Охотоморской подзоне в январе-апреле наблюдалась тенденция роста показателя улова на усилие до 2002 г. (6,0 т/час), однако в дальнейшем отмечалось его снижение вплоть до 2004 г. (4,0 т/час). Если в 2005-2006 гг. показатели результативности промысла демонстрировали стабильность, то в 2007 г. наблюдался резкий рост улова на часовое траление, который составил 6,5 т/час траления (рис. 2).

Сезонная изменчивость промысловой биомассы варьировала от 1,1 млн. тонн в феврале 2005 г. до 3,2-3,4 млн. т в марте 2003, 2007 гг. Таким образом, амплитуда сезонной изменчивости биомассы минтая в Северо-Охотоморской подзоне составляла 1:3.

Межгодовая изменчивость годовых значений биомассы измещалась в меньшем диапазоне. Так наибольшие значения биомассы отмечались в 2003 г. – 2 713 тыс. т, наименьшие в 2000 г. – 1984 тыс. т (рис. 3), амплитуда изменчивости составила всего 1:1,5. Таким образом, состояние запасов минтая в Северо-Охотоморской подзоне можно охарактеризовать как весьма стабильное, изменявшееся в течение 10 лет в достаточно узком диапазоне 2-2,5 млн. т, что косвенно свидетельствует о значительном недоиспользовании промыслом ресурсов.

Таким образом, межгодовая изменчивость сезонной биомассы минтая оказалась наиболее значительной в Западно-Камчатской подзоне (1:6), тогда как в Северо-Охотоморской и Курило-Камчатской подзонах она была существенно ниже (1:3). Межгодовая изменчивость запасов минтая в течение 1998-2007 гг. изменялась в достаточно узком диапазоне 1:1,5-2, что свидетельствует об устойчивости запаса и неприемлимости применения стратегии «предосторожного подхода». Так как применение данной стратегии управления промыслом обоснованно лишь для тех видов (единиц запаса), которые теряют устойчивость под воздействием промысла (Бабаян, 2000).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Располагая данными по осредненному значению промыслового запаса минтая в различных подзонах Охотского моря представляется возможным определить расчетные значения ОДУ, исходя из концепции Е.И. Малкина (1999) и данных Н.С. Фадеева (2005). Известно, что возраст наступления массового полового созревания самок минтая в Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзонах наступает в 5 лет, а в Северо-Охотоморской подзоне – в 5,5 лет. Учитывая это обстоятельство, согласно шкале Малкина объективная норма промыслового изъятия от учтенного промыслового запаса минтая, обитающего у побережья Камчатки составит 23,4%, тогда как в северной части моря (СОХ) – 21,8%.

Сравним расчетный ОДУ, основанный на данных ГИС-метода (данные авторов) с утвержденным ОДУ, основанным на данных ихтиопланктонных съемок ТИПРО-Центра по двум крупным районам: Северо-Охотоморской подзоне и Западной Камчатке. Оказалось, что в 1998, 2000-2001 гг. расчетный ОДУ был меньше утвержденного на 6-128 тыс. т. Однако с 2002 г. и по настоящее время расчетный ОДУ был всегда больше утвержденного, более того, с каждым годом разрыв между этими величинами становится все больше. Если в 2002 г. разница составляла 219 тыс. т, то максимального значения она достигла в 2007 г. и составила уже 351 тыс. т. Следовательно, реальные запасы минтая позволяют увеличить утвержденный ОДУ в 3 раза. Таким образом, несмотря на кажущуюся

необъективность промысловой статистики, расчетная оценка ОДУ, основанная на промысловых данных (уловах на 1-часовое траление), оказалась в последние годы существенно больше утвержденного ОДУ, основанного на научных данных (табл. 2).

**Таблица 2.** Средняя промысловая биомасса минтая (*Theragra chalcogramma*), расчетный и утвержденный ОДУ, официальный вылов в Северо-Охотоморской подзоне (тыс. тонн).

**Table 2.** The average fishable biomass of pollock, calculated and established TAC, and official catch data in the Northern Okhotsk region (thousands ton).

Год	Средняя биомасса	Расчетный ОДУ	Утвержденный ОДУ	Разница ОДУ	Вылов официальный
1998	2081	454	460	-6	476
1999	2402	524	500	24	506
2000	1984	432	560	-128	551
2001	2190	477	510	-33	502
2002	1829	399	180	219	180
2003	2713	591	320	271	323
2004	2065	450	205	245	197
2005	2279	497	220	277	211
2006	2065	450	180	270	178
2007	2447	533	182	351	173 (на 10.04)

Сравнительный анализ ОДУ, полученных аналогичным способом по данным ГИС-метода с прогнозируемыми (утвержденными) величинами по Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонам, основанными на данных ихтиопланктонных съемок, показал, что в 1998-1999 гг. расчетные величины были на 93-399 тыс. т меньше утвержденных. В период 2000-2007 гг. расчетные величины ОДУ превышали утвержденные значения ОДУ на 150-439 тыс. т. Как и в случае с Северо-Охотоморской подзоной, разница между расчетным и утвержденным ОДУ также имела тенденцию роста. Как оказалось, минимальное значение имел утвержденный ОДУ в 2004 г., когда к промышленному освоению рекомендовалось лишь 1/3 от расчетной величины. Таким образом, современное состояние запасов минтая позволяло увеличить вылов в 2007 г., как минимум в 2 раза (табл. 3).

**Таблица 3.** Средняя промысловая биомасса минтая, расчетный и утвержденный ОДУ, официальный вылов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах (тыс. тонн).

**Table 3.** The average fishable biomass of pollock, calculated and established TAC, and official catch data in the Western Kamchatka and Kamchatka-Kuril regions (thousands ton).

Год	Средняя биомасса	Расчетный ОДУ	Утвержденный ОДУ	Разница ОДУ	Вылов
1998	1926	451	850	-399	852
1999	1741	407	500	-93	514
2000	2094	490	340	150	343
2001	1955	457	300	157	291
2002	1939	454	250	204	251
2003	2359	552	315	237	305
2004	2775	649	210	439	192
2005	2004	469	280	189	270
2006	2775	649	345	304	297
2007	3212	752	314	438	268 (на 10.04)

Если в целом по Охотскому морю в конце 90-х годов расчетный ОДУ был меньше утвержденного, то с 2001 г. по настоящее время, наоборот, расчетный ОДУ стал значительно превышать утвержденные величины. В 2007 г. при достижении значения расчетного ОДУ на уровне 1,3 млн. т, утвержденный ОДУ составлял в 2,5 раза меньшую величину – 0,5 млн. т (рис. 4). Данное обстоятельство свидетельствует о существенных резервах сырьевой базы, не учитываемых современной методологией прогнозирования ОДУ минтая Охотского моря, что приводит к снижению эффективности использования сырьевой базы. Скорейшее совершенствование методологии прогнозирования позволит получать «на выходе» более реальные значения ОДУ.

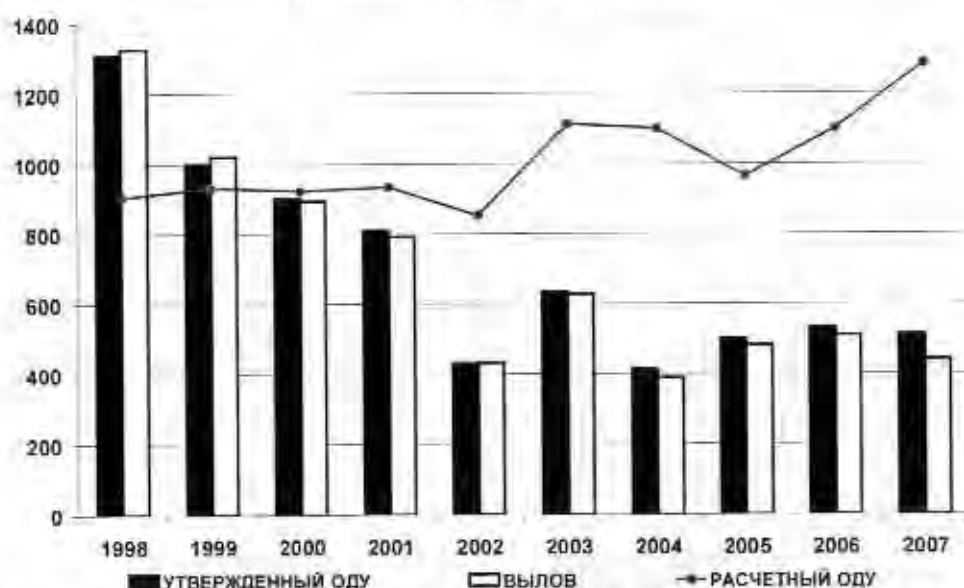


Рис. 4. Утвержденный, расчетный ОДУ и вылов минтая в Охотском море, тыс. тонн.

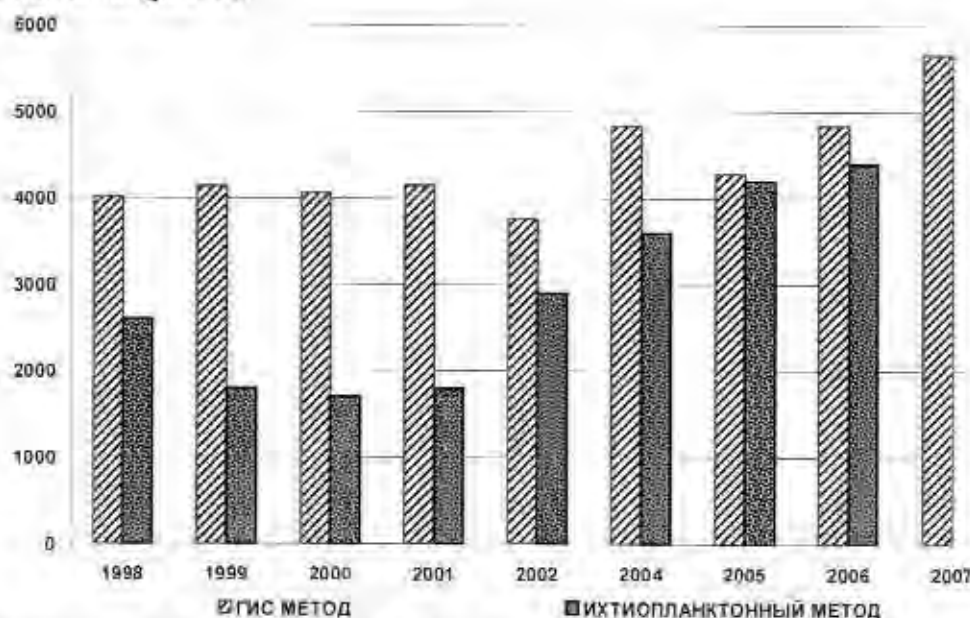
Fig. 4. Established and calculated TAC and pollock catch in the Okhotsk Sea, thousands ton.

С тем, чтобы получить представление о надежности результатов, полученных с использованием ГИС-метода, основанного на промысловых данных, они были сопоставлены с оценками запасов, полученных по учетным съемкам, выполненными ГИПРО-Центром в период 1998-2006 гг. Кроме того, мы сравнили наши результаты оценки промысловой биомассы с результатами математического моделирования.

Динамика промыслового запаса, учтенная по данным ГИС-метода, показала, что в 1998-2002 гг. запас был стабилен и находился на уровне 4 млн. т, а в последние годы наблюдался его рост (рис. 5). Тогда как по данным ихтиопланктонных съемок в 1999-2001 гг. наблюдался минимум запасов, который в 2002 г. сменился устойчивым ростом. Обращает на себя внимание тот факт, что в 2005-2006 гг. разница оценок запасов, полученных различными методами, была минимальной.

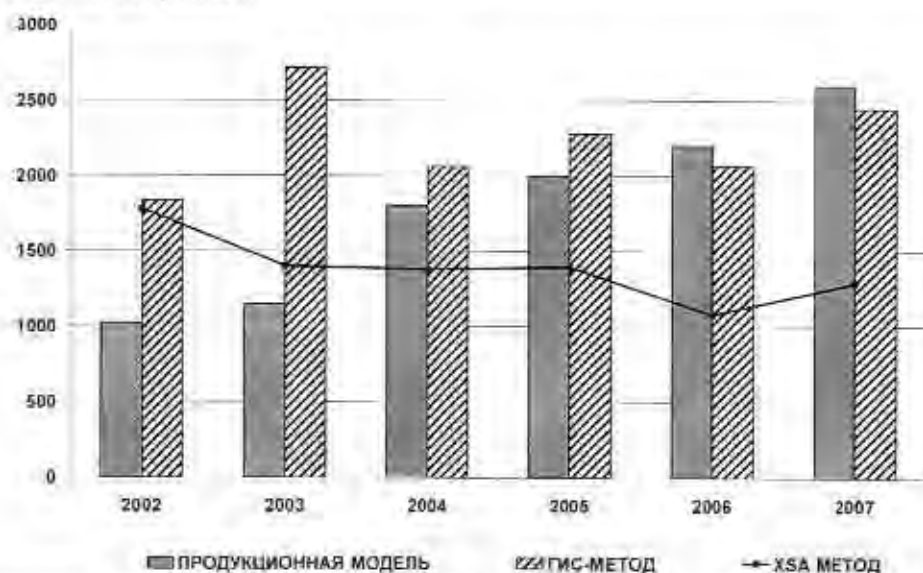
Полученные значения промысловой биомассы минтая, основанные на ГИС-методе, сравнивались с промысловой биомассой, полученной по ХСА (данные сотрудника МагаданНИРО С.Ю. Шершпкова). В результате оказалось, что в Северо-Охотоморской подзоне промысловая биомасса, учтенная разными методами, давала оценку запасов, различающуюся в 1,5 раза (рис. 6). Более высокие оценки промысловой биомассы были получены по ГИС-методу. По-видимому, это связано с тем, что источников неопределенности

у ГИС-метода значительно меньше и процедура расчетов проще, чем у XSA модели. Кроме того, мы сравнили наши оценки промыслового запаса, основанные на результативности промысла крупнотоннажного флота с результатами, полученными по динамической продукционной модели Бабаяпа-Кизнера (Babayap, Kizner, 1988, расчеты выполнены сотрудниками ВНИРО В.К. Бабаяном и Д.А. Васильевым), основанными на средневзвешенных годовых данных по уловам на усилие среднетоннажного флота. Если в 2002-2003 гг. данные существенно различались, то в 2004-2007 гг. были получены весьма близкие значения (рис. 6).



**Рис. 5.** Динамика промыслового запаса (ГИС-метод) и нерестового запаса (ихтиопланктонный метод, данные ТИПРО-Центра) минтая Охотского моря, тыс. тонн.

**Fig. 5.** The fishable stock (GIS-method) and spawning biomass (ichthyoplankton method, TINRO-center data) dynamics of Okhotsk Sea pollock.



**Рис. 6.** Динамика промыслового запаса минтая в Северо-Охотоморской подзоне по данным различных методов, тыс. тонн.

**Fig. 6.** The dynamics of fishable biomass of Okhotsk Sea pollock according different methods, thousands ton.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что запасы минтая Охотского моря в 1998-2007 гг. были относительно стабильны, а в последние годы находятся на максимальном уровне. Межгодовая изменчивость биомассы минтая у побережья Западной Камчатки изменялась в 1998-2007 гг. 2-х-кратно. В Северо-Охотморской подзоне изменчивость промыслового запаса минтая в течение 10-летнего периода составила 1,5 раза.

Современное состояние запасов минтая позволяло увеличить ОДУ в 2007 г. в 2,5 раза и довести национальный вылов минтая в Охотском море до 1,3 млн. т, что на 0,8 млн. т выше современного уровня.

Сравнение результатов, полученных на основании ГИС-метода с другими методами, позволяет говорить о том, что данный метод можно использовать не только для оценки промыслового запаса минтая, но и для других видов рыб, по которым имеется достаточный массив промысловой информации, что позволит получить более реальные оценки запасов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Аксютин А.М.* Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая промышленность, 1968. 289 с.

*Аксютин А.М.* Об использовании электронных вычислительных машин для анализа распределения и количественной оценки популяции рыб // Тр. ВНИРО. 1970. Т. 71. С. 309-318.

*Бабаян В.К.* Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО. 2000. 192 с.

*Малкин Е.И.* Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. М.: ВНИРО, 1999. 146 с.

*Фадеев Н.С.* Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. 366 с.

Положение по функционированию отраслевой иерархической информационно-аналитической автоматизированной системы управления использованием водных биоресурсов (Информационная система «Рыболовство»): Приложение к приказу Госкомрыболовства России от 10 октября 1996 г.

*Babayev V.K., Kizner Z.* Dynamic models for TAC assessment: logic, potentialities, development // ICSEAF. Colln. scient. Pap. int. Commn SE. Atl. Fish. 1988. V. 15. №1. Pp. 69-83.

## THE SEA OKHOTSK POLLOCK STOCK ASSESSMENT USING BY GIS-METHOD AND TAC ESTIMATION

© 2008 y. O.A. Bulatov, G.S. Moiseenko

*Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow*

The results of the walleye pollock fishable biomass in 1998-2007 years, based on GIS-method are presented. Data showed that walleye pollock stock are on relatively stable level. The maximum biomass are observed in 2007. According to calculations there is an ability to increase total allowable catch. The comparison of the GIS-method results with ichthyoplankton surveys and analytical approach (dynamics model) shown closeness of results.