

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 597.5 (265.54)

### РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ И ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НИТЧАТОГО ШЛЕМОНОСЦА *GYMNOCANTHUS PISTILLIGER* (COTTIDAE) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2013 г. В.В. Панченко

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
Владивосток, 690950

Статья поступила в редакцию 07.03.2011 г.

Окончательный вариант получен 21.01.2013 г.

По данным траловых съемок 1991-2011 гг. выявлено, что колебания численности нитчатого шлемоносца имеют слабо выраженный циклический характер. Наиболее высокий уровень запаса приходился на начало 90-х годов. В последние годы вид находится на спаде численности. Промысловая смертность не должна превышать 30% численности промыслового запаса.

**Ключевые слова:** нитчатый шлемоносец, размер, возраст, динамика, численность, запас, зал. Петра Великого.

## ВВЕДЕНИЕ

Семейство рогатковых Cottidae занимает среди донных рыб дальневосточных морей одно из лидирующих мест по биомассе и численности (Борец, 1997). В составе донной ихтиофауны зал. Петра Великого запасы рогатковых до недавнего времени находились на втором месте после камбаловых (Гаврилов, 1998), в последние же годы биомасса рогатковых в заливе стала превышать биомассу камбаловых (Соломатов, Калчугин, 2011). По среднемноголетним данным, в этом районе среди рогатковых оценки численности наиболее высоки у нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* (Панченко, Зуенко, 2009). Многие виды рогатковых, в том числе и нитчатый шлемоносец, относятся к промысловым видам, хотя в настоящее время в российских водах слабо востребованы промыслом. Шейко и Федоров (2000) указывают, что это сублиторальный вид, встречающийся на глубинах 0-325 м. Преимущественно бореальный. В Тихом океане нитчатый шлемоносец обитает как у азиатского, так и у североамериканского побережья, у Курильских островов и Японии. Южная граница ареала доходит до Пусана, северная граница ареала проходит в Арктике, на юге Чукотского моря (Линдберг, Красюкова, 1987; Соколовский и др., 2007).

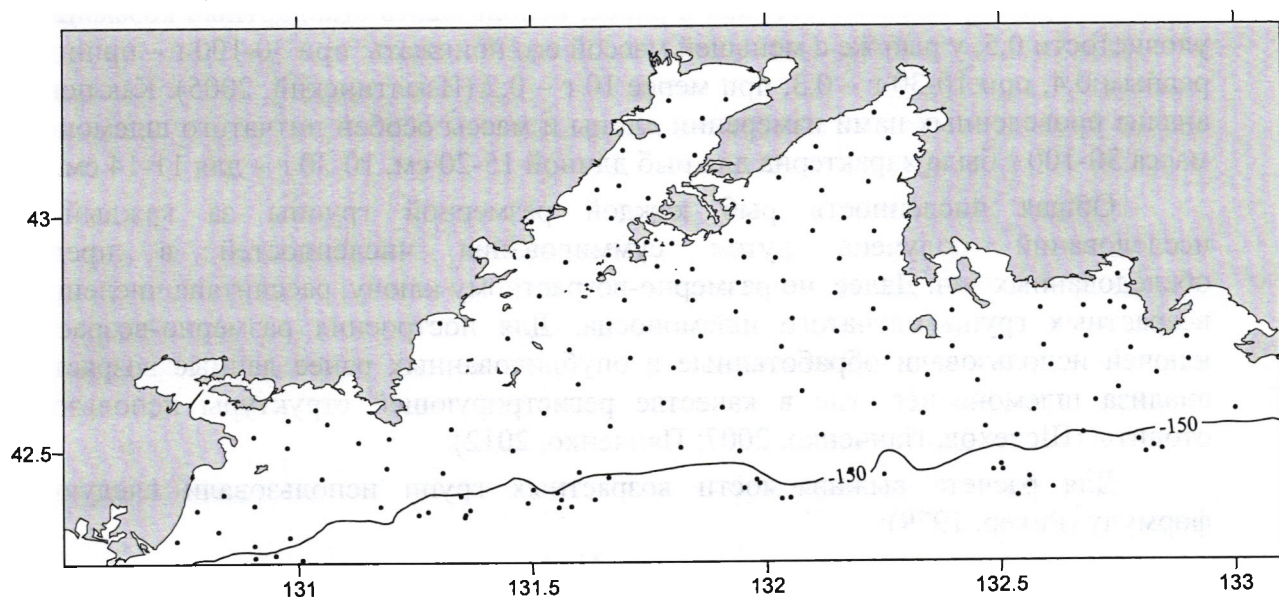
В настоящей работе рассматриваются размерно-возрастной состав и динамика численности нитчатого шлемоносца, этого перспективного для промысла вида, играющего заметную роль в сообществе донных рыб в зал. Петра Великого.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу работы положены данные учетных донных траловых съемок зал. Петра Великого в 1991-2011 гг. (рис. 1). Ежегодно сроки работ несколько различались, однако в целом они велись в период с конца июня по сентябрь, т.е. в пределах гидрологического лета (Зуенко, 1994). В 1997 и 2000 гг. съемок не проводилось.

Траления проводили в светлое время суток на судах МРС-055, МРС-5005, МРТК «Лаукува», МРТК «Янтарь» и РКМРТ «Бухоро» на мягких грунтах со

скоростью от 1,8 до 3,1 узлов донными тралами с мягким грунтопом и длиной верхней подборы 20, 23,2 и 27,1 м. Минимальная глубина тралений во всех съемках составила 5 м, максимальная варьировала от 150 до 670 м. Наименьшее количество станций (в одной из съемок на глубинах до 150 м) составило 79, наибольшее – 171. Все учетные траления на глубинах до 100 м были выполнены тралами с длиной верхней подборы 20 м и 23,2 м. Трал 27,1 м применялся лишь в части тралений на глубинах свыше 100 м, где нитчатый шлемоносец в летний период, как правило, отсутствует (Панченко, Зуенко, 2009). К сожалению, приборы раскрытия тралов при проведении тралений на глубинах менее 100 м не использовались. В связи этим, при расчетах нами применялись паспортные данные параметров раскрытия тралов. Для тралов с длиной верхней подборы 20 м и 23,2 м горизонтальное раскрытие принималось равным 13 м, с длиной верхней подборы 27,1 м – 15 м. Ячея всех учетных тралов в кутце составляла 30×30 мм, однако в последние три года исследований (2009-2011 гг.) все траления были выполнены с использованием мелкочейной вставки 10×10 мм. При обработке тралового улова проводился тотальный или частичный промер рыб. Всего в теплый период года в тралениях съемок и вспомогательных тралениях промерено 42 967 особей нитчатого шлемоносца. На биологический анализ взято 226 особей. Длину рыб измеряли до конца средних лучей хвостового плавника, что у данного вида соответствует общей длине ( $TL$ ).



**Рис. 1.** Типовая сетка станций зал. Петра Великого.  
**Fig. 1.** Standard grid of station of Peter the Great bay.

Численность рыб за каждый год исследований оценивалась через каждый 1-см интервал в пределах пяти диапазонов глубин, где встречался нитчатый шлемоносец (5-20, 20-50, 50-80, 80-100 и 100-150 м) по методу площадей (Аксютин, 1968):

$$N = \frac{c \times Q}{q \times k},$$

где  $N$  – численность рыб каждой размерной группы в определенном батиметрическом диапазоне,  $c$  – средний улов на час траления рыб этой размерной группы (число экз.) в этом батиметрическом диапазоне,  $Q$  – площадь обследованной

акватории (км<sup>2</sup>) в этом батиметрическом диапазоне,  $q$  – средняя площадь траления (км<sup>2</sup>) в этом батиметрическом диапазоне,  $k$  – коэффициент уловистости рыб.

Средняя площадь траления в батиметрических диапазонах рассчитывалась следующим образом:

$$q = \frac{v \times 1852 \times h}{1000000},$$

где  $q$  – средняя площадь траления (км<sup>2</sup>) в определенном батиметрическом диапазоне,  $v$  – средняя скорость траления (узлов) в этом батиметрическом диапазоне, 1 852 – протяженность морской мили (м),  $h$  – горизонтальное раскрытие использованного в текущем году при работах в этом диапазоне трала (м), 1 000 000 – коэффициент для перевода полученного значения из м<sup>2</sup> в км<sup>2</sup>.

Для рогатковых коэффициент уловистости в донных тралениях принято принимать равным 0,5 (Борец, 1985, 1997; Гаврилов и др., 1988). Однако, очевидно, что коэффициент уловистости мелкоразмерных особей при траловых ловах ниже, чем крупноразмерных. Естественно, что такая закономерность в полной мере характерна и для рогатковых (Панченко, Зуенко, 2009). Существуют разные методы повышения достоверности учета молоди, одним из которых является уменьшение коэффициента уловистости у рыб меньше определенного веса (Нектон..., 2004). Для определенных видов рыб, в частности, для рогатковых, предлагается у особей, масса которых превышает 100, как и ранее, использовать стандартный коэффициент уловистости 0,5, у рыб же с меньшей массой его понижать: при 30-100 г – принимать равным 0,4, при 10-30 г – 0,3, при менее 10 г – 0,2 (Измятинский, 2005). Как показал анализ проведенных нами измерений длины и массы особей нитчатого шлемоносца, масса 30-100 г была характерна для рыб длиной 15-20 см, 10-30 г – для 11-14 см.

Общая численность рыб каждой размерной группы за каждый год исследований получена путем суммирования численностей в пределах обследованных зон. Далее, по размерно-возрастному ключу, рассчитана численность возрастных групп нитчатого шлемоносца. Для построения размерно-возрастных ключей использовали обработанные и опубликованные ранее данные возрастного анализа шлемоносцев, где в качестве регистрирующей структуры использовали отоциты (Шелехов, Панченко, 2007; Панченко, 2012).

Для расчета выживаемости возрастных групп использовали следующую формулу (Рикер, 1979):

$$S = \frac{N_{t+1}}{N_t},$$

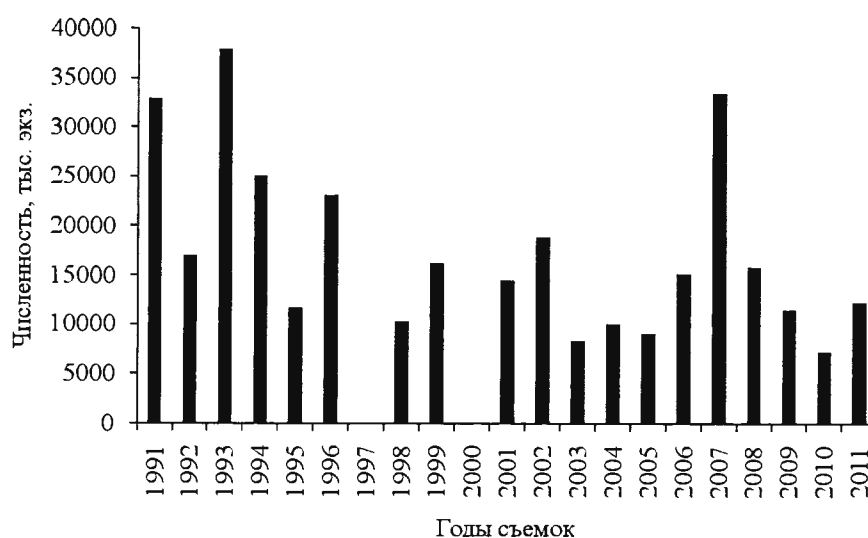
где  $S$  – выживаемость,  $N_t$  – численность в возрасте  $t$ ,  $N_{t+1}$  – численность через год.

Для расчета общей выживаемости ряда возрастных групп в поколении использовали метод Гейнке (Рикер, 1979):

$$S = \frac{\sum N - N_0}{\sum N},$$

где  $S$  – выживаемость,  $\sum N$  – сумма численности рыб определенного ряда возрастных групп в поколении,  $N_0$  – численность младшей возрастной группы в рассчитываемом ряду.

диспропорция данных по запасам нитчатого шлемоносца связана с его некоторым недоучетом в 1992, 1995 и 2010 гг. и частичным переучетом в 2007 г. Отчасти это может объясняться перемещением в период проведения съемки части особей из необследованных в обследованные районы или батиметрические зоны или же, напротив, из обследованных в необследованные. Однако, в летний нагульный период факторы внешней среды довольно стабильны, а нерестово-зимовальные миграции нитчатого шлемоносца начинаются позже сроков проведения съемок. В связи с этим, существенные пространственные или батиметрические перемещения нитчатого шлемоносца летом маловероятны. Возможно, недостоверность учета в отдельные годы связана с техническими погрешностями съемок. Напомним, что приборов раскрытия трала при проведении работ не применялось. Так что есть вероятность, что в отдельные годы принимаемая площадь облова не всегда соответствовала реальной.



**Рис. 3.** Учетная численность промыслового запаса нитчатого шлемоносца в съемках.

**Fig. 3.** The occurred abundance of the commercial stock of threaded sculpin in surveys.

При расчетах выживаемости и смертности возрастных групп разных поколений мы опирались, казалось бы, на значительный объем материала, полученный за 20-летний ряд наблюдений. Однако напомним, что в течение двух лет (1997 г. и 2000 г.) съемок не проводилось, к тому же, нами в этих расчетах не учитывались данные, полученные в съемках, в которых, как говорилось выше, по нашему мнению, имел место некоторый недоучет (1992, 1995 и 2010 гг.) или переучет (2007 г.) рыб. В результате по каждому из возрастов выживаемость и смертность рассчитывалась лишь по 8 парам значений (табл.). Заметим, что и в этих данных часть из получившихся значений выживаемости оказалась неверной: учетная численность рыб в поколении на следующий год оказалась выше численности предыдущей, в связи с чем рассчитанная выживаемость оказалась больше 1. В основном это касается выживаемости и смертности рыб при переходе от возраста 2+ на возраст 3+ (7 из 8 значений) и от 3+ на 4+ (5 из 8 значений) (табл.).

Таким образом, несмотря на применение дифференцированных коэффициентов уловистости, численность рыб в возрасте 2+ в подавляющем большинстве съемок осталась недоучтенной. Это же, но уже в меньшей степени, можно сказать и о рыбах возраста 3+ (т.е., уже нерестовой части популяции).

В целом же, при исключении выпадающих значений, полученные данные по выживаемости и смертности нитчатого шлемоносца согласуются с принятыми представлениями об изменении численности рыб на различных этапах жизненного цикла. Известно, что естественная смертность рыб зависит от возраста, при этом наиболее высока она в первые и последние годы жизни, а наиболее низка в период наступления половозрелости (Кушинг, 1979; Савин, 1992). В связи с этим, вполне закономерна четко проявляемая среди половозрелых рыб возраста от 3+ до 7+ лет тенденция возрастания смертности (табл.). По-видимому, дальнейшее уменьшение смертности у рыб возраста 8+ также объективно и связано с половым диморфизмом. Самцы нитчатого шлемоносца достигают меньших, нежели самки размеров и имеют меньшую продолжительность жизни (Панченко, 2012). Соответственно, естественное повышение смертности происходит у них в более раннем возрасте, чем у самок.

**Таблица.** Смертность различных возрастных групп нитчатого шлемоносца  
**Table.** Mortality of various age groups of threaded sculpin.

Показатели	Возраст, лет						
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
min	0,289	0,548	0,76	0,791	0,9	0,752	0,901
max	0,289	0,196	0,138	0,166	0,359	0,013	0,151
M	0,289	0,336	0,345	0,413	0,656	0,496	0,557
n	8	8	8	8	8	8	8
artefact	7	5	0	1	0	1	0

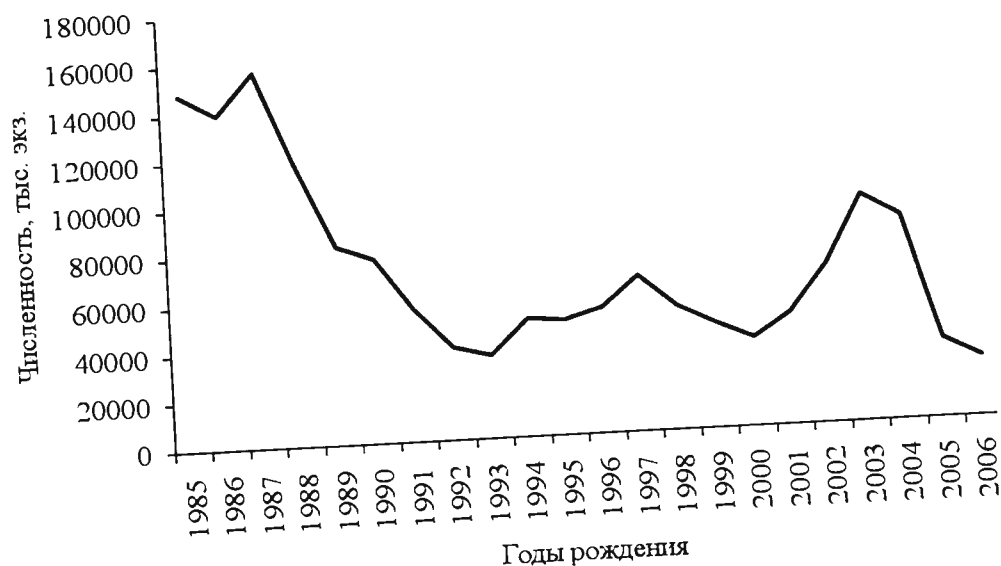
**Примечание:** min, max, M – соответственно минимальное, максимальное и среднее значения смертности возрастных групп, n – количество проанализированных значений, artefact – количество выпадающих значений.

**Note:** min, max, M – respectively the minimum, maximum and average values of mortality of age groups, n – quantity of the analysed values, artifact – quantity of dropping-out values.

Как говорилось выше, одной из причин искажения оценок численности нитчатого шлемоносца в промысловой части популяции явился недоучет рыб возраста 3+ лет. В связи с этим их численность была откорректирована нами в сторону увеличения. Корректировка выполнялась относительно учтенной численности рыб возраста 4+ лет. Как видно из таблицы, среднее значение смертности последних составило 0,336 или 33,6% поэтому, пересчитанная численность рыб в поколениях в возрасте 3+ лет стала на 33,6% выше учтенной численности рыб возраста 4+ лет. Для включения в дальнейшие расчеты большего числа данных нами по средним значениям смертности (таблица) также была рассчитана численность промысловой части поколений в годы, когда съемок не проводили (1997 и 2000 гг.). Далее, для восстановления в поколениях численности нитчатого шлемоносца возраста менее 3+, и коррекции численности остальных были построены экспоненциальные зависимости на основании данных по рыбам промысловой части популяции возраста 3+-8+ лет. Учтенные особи более старшего возраста в этом случае были исключены из расчетов, т.к. особи терминальных возрастных классов малочисленны и достоверность их учета весьма невысока, что может внести дополнительную ошибку. В результате применения выявленных зависимостей мы реконструировали численность рыб всех возрастов в поколениях 1985-2006 гг. рождения. Наиболее достоверными можно считать рассчитанные данные по поколениям 1988-2003 гг., где при построении зависимостей учитывались

все перечисленные возрастные группы. Для рыб более раннего и позднего годов рождения полные ряды отсутствовали и для поколений 1985 и 2006 гг. рождения экспоненциальные зависимости строились по трем значениям: для поколения 1985 г. – 6+-8+ лет, для поколения 2006 г. – 3+-5+ лет.

Восстановленные данные по численности поколений 1985-2006 гг. рождения (рис. 4) свидетельствуют, что к высокоурожайным следует отнести поколения 1985-1988 гг. рождения. Урожайными можно считать поколения 2002-2004 гг. Некоторый подъем численности также проявился в поколениях 1997 г. и двух прилегающих лет, однако их численность не превысила среднемноголетний уровень. Низкая урожайность характерна для поколений 1992-1993 гг., 2000 г. и 2005-2006 гг.

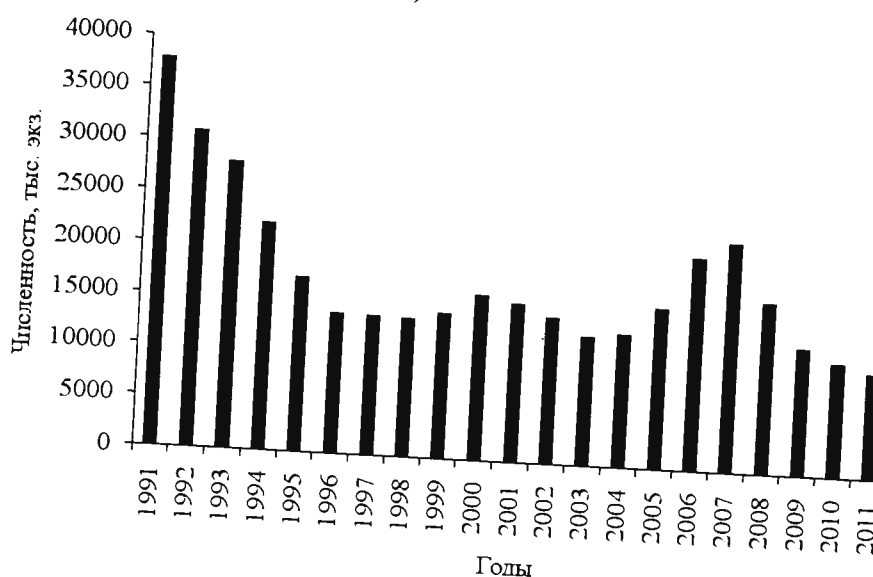


**Рис. 4.** Расчисленная начальная численность поколений нитчатого шлемоноса.

**Fig. 4.** Calculated initial abundance of the generations of threaded sculpin.

На основании восстановленной численности поколений можно рассмотреть динамику промыслового запаса нитчатого шлемоноса в 1991-2011 гг. В целом картина изменения промыслового запаса, построенная по расчисленным данным (рис. 5), сходна с таковой по фактическим (рис. 3), но при этом нивелирует резкие нелогичные изменения численности в смежные годы. Наиболее высокий промысловый запас нитчатого шлемоноса приходился на 1991-1993 гг. (рис. 5). Во все эти годы в него входили высокоурожайные поколения 1985-1988 гг. рождения. В 1991 г. (год расчисленной максимальной промысловой численности) возраст рыб этих поколений был соответственно 6+-3+ лет. В последующие годы численность рыб высокоурожайных поколений из-за смертности уменьшалась, в связи с чем уменьшался и промысловый запас. Таким же образом прослеживается вклад каждого из остальных поколений в численность промыслового запаса. В последние годы численность промыслового запаса нитчатого шлемоноса снизилась до минимальных оценок за весь период наблюдений. Этому способствовало появление в 2005-2006 гг. поколений с низкой урожайностью. По фактическим данным, полученным в съемках, поколения 2007 и 2008 гг. также не относятся к урожайным. В связи этим, вступление в промысловую часть

популяции одного в 2010 г., а второго в 2011 г. не остановило наметившуюся тенденцию уменьшения запасов (рис. 5).



**Рис. 5.** Расчисленная численность промыслового запаса нитчатого шлемоносца.  
**Fig. 5.** Calculated abundance of the commercial stock of threaded sculpin.

По полученным в съемках фактическим данным кратность изменений промыслового запаса в исследованный период составила 5,3 раза, по расчисленным данным составила 6,2 раза. По имеющемуся в нашем распоряжении ряду наблюдений можно предположить, что колебания численности нитчатого шлемоносца имеют слабо выраженный циклический характер. К сожалению, мы не имеем возможности объективно оценить степень урожайности поколений за последние три года (2009-2011 гг.). Предположить степень урожайности поколения в этой группе рыб в первом приближении попробуем (опираясь на учтенную численность возрастной группы в остальных съемках) только для наиболее учитываемых из них особей третьего года жизни. Численность учтенных в съемке 2011 г. трехлеток 2009 г. рождения соответствовала средней величине учтенных в остальных съемках рыб такого возраста. Если численность поколения 2009 г., действительно, не относится к низкоурожайной, вступление его в промысловый запас в 2012 г. может остановить наметившуюся в последние годы тенденцию сокращения величины запаса. При соответствующих условиях в последующем возможно возрастание промыслового запаса до среднего или высокого уровня.

Опираясь на имеющиеся данные, попробуем определить допустимую долю промыслового изъятия. В различных поколениях рассчитанная нами общая смертность промысловой части популяции нитчатого шлемоносца варьировала от 0,290 до 0,513 (в среднем 0,392). Считается, что у короткоциклового рыб промысловая смертность может без ущерба для популяции быть приближена к общей смертности вплоть до замены промысловой смертностью общей у видов, жизненный цикл которых равен лишь одному году (Тюрин, 1962). Нитчатый же шлемоносец относится к среднецикловым рыбам, у которых даже интенсивный промысел может только значительно снизить убыль от естественных причин, но не исключить ее полностью. Бевертон и Холт (1958) пришли к мнению, что даже при интенсивном промысле камбал в Северном море их естественная годовая убыль



была не менее 0,1. Продолжительность жизни нитчатого шлемоносца не превышает таковую у камбал. Приняв данную величину естественной смертности, как минимально допустимую можно получить и максимально допустимое значение промысловой смертности. Следовательно, для различных поколений нитчатого шлемоносца величина промысловой смертности может составлять до 0,190-0,413. Так как при промысле изымаются особи всех поколений, входящих в промысловую часть популяции, допустимая величина изъятия, по-видимому, должна соответствовать средней допустимой промысловой смертности. В этом случае промысловая смертность нитчатого шлемоносца не должна превышать 0,292 или (округлено) 0,3. Аналогичная величина изъятия (0,3) ранее была рекомендована А.М. Токрановым (1985) и для нескольких других видов семейства рогатковых.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю признательность оказавшему большую помощь в сборе материала коллективу лаборатории ресурсов рыб прибрежных вод ТИНРО-Центра, возглавляемому в период сбора положенных в основу работы данных Г.М. Гавриловым, С.Е. Поздняковым, В.А. Дударевым, А.Н. Вдовиным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксютин Э.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях М.: Пищевая промышленность, 1968. 289 с.
- Бевертон Р., Холт С. Обзор методов определения смертности облавливаемых популяций рыб. М.: ВНИРО, 1958. 56 с.
- Борец Л.А. Состав и современное состояние сообщества рыб Карагинского залива // Изв. ТИНРО. 1985. Т.110. С. 20-28.
- Борец Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр, 1997. 217 с.
- Гаврилов Г.М. Состав, динамика численности и промысел рыб в экономической зоне России и прилегающих водах Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т.124. Ч. 1. С. 271-319.
- Гаврилов Г.М., Пушкарева Н.Ф., Стрельцов М.С. Состав и биомасса донных и придонных рыб экономической зоны СССР Японского моря. Сб. Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. Мин. рыб. хоз-ва СССР. Владивосток. ТИНРО. 1988. С. 37-55.
- Зуенко Ю.И. Типы термической стратификации вод на шельфе Приморья. Сб. Комплексные исследования морских гидробионтов и условий их обитания. Владивосток: ТИНРО, 1994. С. 20-39.
- Измятинский Д.В. Характеристика сообщества рыб элиторали залива Петра Великого (Японское море) в период гидрологического лета // Вопр. ихтиологии. 2005. Т. 45. № 3. С. 315-323.
- Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство / Пер. с англ. М.: Пищевая промышленность, 1979. 288 с.
- Линдберг Г.У., Красюкова З.В. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 5. Л.: Наука, 1987. 526 с.



*Нектон северо-западной части Японского моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов.* / Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. Владивосток: ТИНРО-центр, 2004. 225 с.

Панченко В.В. Возраст и рост шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus* (Cottidae) в заливе Петра Великого и прилегающих районах Приморья // *Вопр. ихтиологии*. 2012. Т. 52. № 2. С. 234-247.

Панченко В.В., Зуенко Ю.И. Распределение бычков семейства Cottidae в заливе Петра Великого Японского моря в летний период // *Вопр. рыболовства*. 2009. Т. 10. № 4 (40). С. 750-763.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб / Пер. с англ. М.: Пищевая промышленность, 1979. 408 с.

Савин А.Б. Методика построения зависимости естественной смертности от возраста на примере лемонемы *Laemoneta longipes* северо-западной части Тихого океана // *Вопр. ихтиологии*. 1992. Т. 32. Вып. 1. С. 120-130.

Соколовский А.С., Дударев В.А., Соколовская Т.Г., Соломатов С.Ф. Рыбы российских вод Японского моря: аннотированный и иллюстрированный каталог. Владивосток: Дальнаука, 2007. 200 с.

Соломатов С.Ф., Калчугин П.В. Современное состояние ресурсов рыб в зал. Петра Великого (Японское море) // *Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки. Тезисы докладов Четвертой Международной научно-практической конференции*. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. С. 108-109.

Токранов А.М. Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод. Автореф. дисерт. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. 22 с.

Тюрин П.В. Фактор естественной смертности и его значение при регулировании рыболовства // *Вопр. ихтиологии*. 1962. Т. 2. Вып. 3. С. 403-427.

Шелехов В.А., Панченко В.В. Возраст и рост нитчатого шлемоносца *Gymnocanthus pistilliger* (Cottidae) в водах южного Приморья (Японское море) // *Вопр. ихтиологии*. 2007. Т. 47. № 2. С. 228-237.

Шейко Б.А., Федоров В.В. Глава 1. Рыбообразные и рыбы. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holosephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы. В кн. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. С. 7-69.

## THE SIZE-AGE COMPOSITION AND DYNAMICS OF ABUNDANCE OF THREADED SCULPIN GYMNOCANTHUS PISTILLIGER (COTTIDAE) IN PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

© 2013 y. V.V. Panchenko

*Pacific Research Fisheries Center, Vladivostok*

According to trawling surveys of 1991-2011, it is revealed that the threaded sculpin abundance's variations have poorly expressed cyclic character. The highest level of the stock was observed in the beginning of 90th years. Last years the species is on the abundance reduction. Trade mortality shouldn't exceed 30 % of the commercial stock.

*Key words:* threaded sculpin, size, age, dynamics, abundance, stock, Peter the Great bay.