



УДК 597.556.31, 597–113.4, (265, 265.51)

Промысловые виды и их биология

Региональные особенности роста и размерного состава северного однопёрого терпуга Курило-Камчатской популяции

Е. Н. Кузнецова, Г. Ю. Головатюк, А. О. Трофимова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187
E-mail: kuz@vniro.ru

SPIN-код: Е.Н.Кузнецова – 5184–2077; Г.Ю.Головатюк – 5105–8355; А.О.Трофимова – 1354–5046

Цель работы: исследование особенностей распределения, биологии, размерного состава и роста северного однопёрого терпуга в четырёх районах российского промысла (Западно-Беринговоморская зона, Карагинская и Петропавловско-Командорская подзоны Восточно-Камчатской зоны, Северо-Курильская зона).

Используемые методы: сбор и обработка данных проводились в соответствии с общепринятыми в ихтиологической практике методиками, возраст определялся по отолитам.

Новизна: выявлены специфические особенности роста терпуга Северо-Курильской зоны, включающие отсутствие значимых различий в линейном росте самцов и самок, что отражается на размерной структуре уловов.

Результат: исследования показали наличие клинальной изменчивости роста терпуга: наблюдается увеличение линейных размеров особей в направлении с севера на юг – от Западно-Беринговоморской зоны к Петропавловско-Командорской подзоне. Клинальная изменчивость размеров, а также специфические особенности роста в Северо-Курильской зоне свидетельствуют о неоднородности популяций терпуга на обширной акватории северо-западной части тихоокеанского шельфа. Учитывая относительно низкую миграционную активность вида, можно предположить существование нескольких обособленных группировок (субпопуляций), адаптированных к локальным условиям.

Практическая значимость: Исследования могут быть использованы для оценки численности северного однопёрого терпуга, разработки ОДУ и рационального использования с учётом региональных особенностей роста.

Ключевые слова: Северный однопёрый терпуг *Pleurogrammus monopterygius* вылов, длина, вес, темп роста, размерный состав, Тихий океан.

Stock state and regional biological features of Atka mackerel of the Kuril-Kamchatka population

Elena N. Kuznetsova, Galina Yu. Golovatyuk, Anastasiya O. Trofimova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

Objective: to study the distribution, biology, size composition, and growth characteristics of Atka mackerel in four Russian fishing areas (the West Bering Sea zone, the Karaginskaya and Petropavlovsk-Kamchatka subzones of the East Kamchatka zone, and the North Kuril zone).

Methods: Data collection and processing were conducted in accordance with generally accepted ichthyological methods. Age was determined by otoliths.

Novelty: Specific growth characteristics of Atka mackerel in the North Kuril zone were identified, including the absence of significant differences in the linear growth of males and females, which was reflected in the size structure of the catches.

Results: the research demonstrated gradual variability in the growth of Atka mackerel, with an increase in the linear size of individuals observed from north to south – from the West Bering Sea zone to the Petropavlovsk-Komandorsky subzone. This variability in size, as well as specific growth patterns in the North Kuril zone, indicate heterogeneity among Atka mackerel populations across the vast aquatory of the northwestern Pacific shelf. Given the species' relatively low migratory activity, the existence of several distinct groups (subpopulations) adapted to local conditions can be assumed.

Practical significance: the results can be used to estimate the abundance of Atka mackerel, develop TACs, and plan rational use, taking into account regional growth patterns.

Keywords: Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius*, catch, length, weight, growth rate, size composition, the Pacific Ocean.

ВВЕДЕНИЕ

Северный однопёрый терпуг *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas, 1810) распространён вдоль континентального шельфа на обширной акватории северной части Тихого океана. На азиатском побережье он встречается от бухты Провиденция до острова Уруп, на американском – вдоль восточного шельфа Берингова моря от залива Аляски до берегов Калифорнии; многочислен у Командорских и Алеутских островов; в небольших количествах – в Охотском и Японских морях [Рутенберг, 1962; Золотов, 1984; Антоненко и др., 2003; McDermontt, 2010;].

В пределах ареала выделяются три района повышенной численности терпуга: Северные Курильские острова и Юго-Восточная Камчатка, Алеутская островная гряда (Командорские и Алеутские о-ва) и залив Аляска [Золотов, 1986]. Наиболее высокой численности терпуг достигает в районе Алеутских островов, являясь самым массовым видом донной ихтиофауны и ключевым компонентом экосистемы [Lowe et al., 2009¹]. Терпуга, распространённого в западной части Северной Пацифики, относят к Курило-Камчатской популяции, обитающего вдоль Командорско-Алеутской гряды и в заливе Аляска – к Командоро-Алеутской популяции [Золотов, 1986; Золотов, Орлов, 2009].

Виду свойственна высокая миграционная активность, его пространственное распределение зависит от жизненного цикла, сезона, океанологических условий и текущей численности. Наибольшие концентрации терпуга сосредоточены в районах Алеутских островов на глубинах менее 200 м, в районе Курильских островов он распределяется в пределах глубин 100–250 м.

В зимний период (январь–апрель) терпуг рассредотачивается по всей площади шельфа, значительная часть особей перемещается на большие глубины – 300–400 м. Терпуг нерестится в прибрежной зоне на глубинах 5–35 м с начала июня по сентябрь [Дудник, Золотов, 2000]. Личинки пассивно выносятся течениями из прибрежных районов и расселяются на обширной акватории Берингова и Охотского морей, в тихоокеанских водах, прилегающих к районам нереста терпуга у Алеутских, Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки на расстоянии 150–500 миль от побережья [Рутенберг, 1962; Горбунова, 1962; Федоров, 1973; Золотов, 1975 а, б, 1984, 2010].

Мы имели уникальную возможность сравнить одновременно собранные данные по биологии и распределению терпуга на обширной акватории, включающей 4 промысловых района: Западно-Берингоморскую зону, Карагинскую и Петропавловско-Командорскую подзоны (Восточно-Камчатская зона), Северо-Курильскую зону.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования северного однопёрого терпуга были проведены в период с 11 апреля по 11 мая 2019 г. на рыболовном морозильном траулере РТМ П-0697 «Камлайн» (судовладелец ООО «Росрыбфлот»), оснащённом донным тралом SELSTAD 810 48M GEAR.

В Западно-Берингоморской зоне промысел вёлся в координатах 60°00'–60°03' с.ш. и 170°57'–171°04' в.д. на глубинах 130–190 м; в Карагинской подзоне – в координатах 56°11'–56°95' с.ш. и 163°09'–163°37' в.д. на глубинах 140–250 м; в Петропавловско-Командорской подзоне – в координатах 54°36'–55°06' с.ш. и 162°07'–162°17' в.д. на глубинах от 140 до 380 м; в Северо-Курильской зоне – в координатах 46°16'–49°01' с.ш. и 152°11'–154°31' в.д. на глубинах 90–250 м (рис. 1). В сутки выполняли от 1 до 5 тралений, время тралений составляло от 1,33 до 9 часов, в среднем – 4,13 часа. Наибольшие уловы терпуга фиксировали на глубинах 150–200 м при температуре воды 0,5–1,8 °С.

Сбор и обработку данных проводили в соответствии с общепринятыми в ихтиологической практике методами. В расчётах использовали длину тела по Смитту (*FL*). Для вычисления зависимости длина–масса использовали вес порки. За период рейса было выполнено 3939 биологических анализов терпуга, у 650 особей определён возраст. Возраст определяли по поперечному слою отолитов, проходящему через ядро, отшлифованному и прокаленному [Chilton, Beamish, 1982].

Данные по современному вылову терпуга получены из ОСМ «Мониторинг» [Vasilets, 2015].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В весенний период 2019 г. в **Западно-Берингоморской зоне** наиболее плотные скопления терпуга наблюдались у восточной части мыса Олюторский (см. рис. 1). Общие уловы донного трала в среднем составили 34 т, на промысловое усилие – 7,73 т за час траления. Доля терпуга в уловах колебалась от 30 до 80%, в среднем – 48,8%.

В этом районе терпуг был представлен особями длиной от 24 до 45 см (в среднем 36,4 см), массой от 140 до 1020 г (в среднем – 589 г). Средняя длина самок составляла 37 см, модальная – 38 см; средняя длина самцов – 35,5 см, модальная – 36–37 см.

¹ Lowe S., Ianelli J., Wilkins M., Aydin K., Lauth R., Spies I. 2009. Stock assessment of Aleutian Islands Atka mackerel // Assessment and Evaluation Report for the Groundfish Resources of the Bering Sea. Aleutian Islands Regions. North Pacific Fisheries Management Council, P.O.Box 103136, Anchorage, Alaska, 99510.

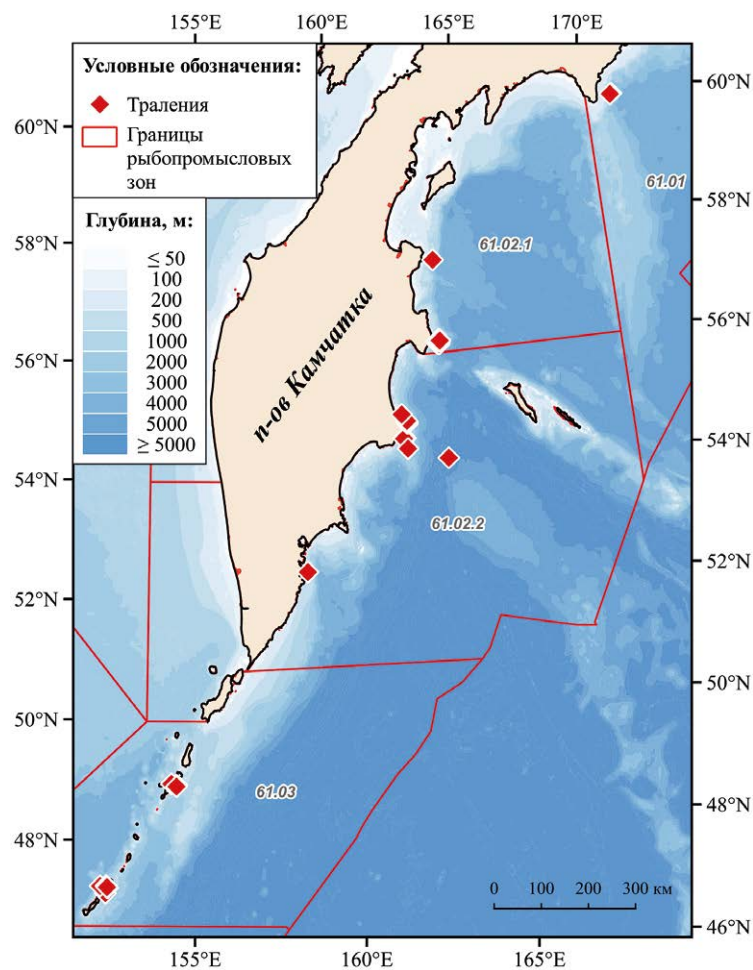


Рис. 1. Районы исследований терпуга в апреле–мае 2019 г.: 61.01 – Западно-Беринговоморская зона, 61.02.1 – Карагинская подзона, 61.02.2 – Петропавловско-Командорская подзона, 61.03 – Северо-Курильская зона

Fig. 1. Research areas for Atka mackerel in April–May 2019: 61.01 – West Bering Sea zone, 61.02.1 – Karaginskaya subzone, 61.02.2 – Petropavlovsk-Komandorsky subzone, 61.03 – North Kuril zone. Diamonds show the position of trawlings

В соотношении полов наблюдалось незначительное преобладание самок (54,8%). Встречаемость неполовозрелых особей (гонады II стадии зрелости) составляла 9,4%, (2,9% самок, 18,1% самцов). Гонады II–III стадии зрелости наблюдались у 6,5% самок и 14,4% самцов. Подавляющее большинство особей (80%) имели гонады III стадии зрелости (90,0% самок и 67,4% самцов). Вероятнее всего, эти особи участвовали в нересте 2019 года (рис. 2).

У 3,1% особей в этом районе наблюдались аномалии гонад (нитевидные гонады). Длина таких рыб варьировала от 33 до 40 см (в среднем – 37,4 см), масса от 480 до 790 г (средняя 667 г). Масса нитевидных гонад не превышала 0,5 г, ГСИ – 0,1%.

В **Карагинской подзоне** наиболее плотные скопления наблюдались в южной части подзоны у м. Африка, общие уловы на траление в среднем составили 21,4 т, на промысловое усилие – 4,1 т/час. Доля терпуга колебалась от 50 до 100%, в среднем – 45%.

В уловах встречался терпуг длиной от 24 до 46 см (средняя – 38,7 см), массой от 120 до 1230 г (средняя – 766 г). Средняя длина самок составила 39,7 см, мода –

40–41 см, средняя длина самцов – 37,8 см, мода – 38–39 см.

В уловах преобладали самки (66%). Доля рыб с гонадами II стадии зрелости составляла 1,0% у самок и 12,9% у самцов. Гонады II–III стадии зрелости были у 1,7% самок и 9,5% самцов. У большей части самок (97,2%) были гонады III стадии зрелости, доля самцов с гонадами этой стадии зрелости была значительно ниже – 58,3%. Около 18% самцов имели гонады III–IV стадии зрелости. Нитевидные гонады наблюдались у 1,5% особей. Длина таких рыб колебалась от 28 до 41 см (в среднем – 34,3 см), масса – от 250 до 880 г (в среднем – 526 г).

В **Петропавловско-Командорской подзоне** основные скопления терпуга были отмечены в районе мыса Шипунский, а также в заливах Авачинский и Кроноцкий. Общие уловы на траление в среднем составили 28,1 т, на промысловое усилие – 8,7 т/час. Доля терпуга колебалась от 30 до 100%, в среднем – 70%.

Терпуг в уловах был представлен особями длиной от 24 до 47 см (средняя – 39,5 см), массой от 130 до 1190 г (средняя – 737 г). Средняя длина самок состав-

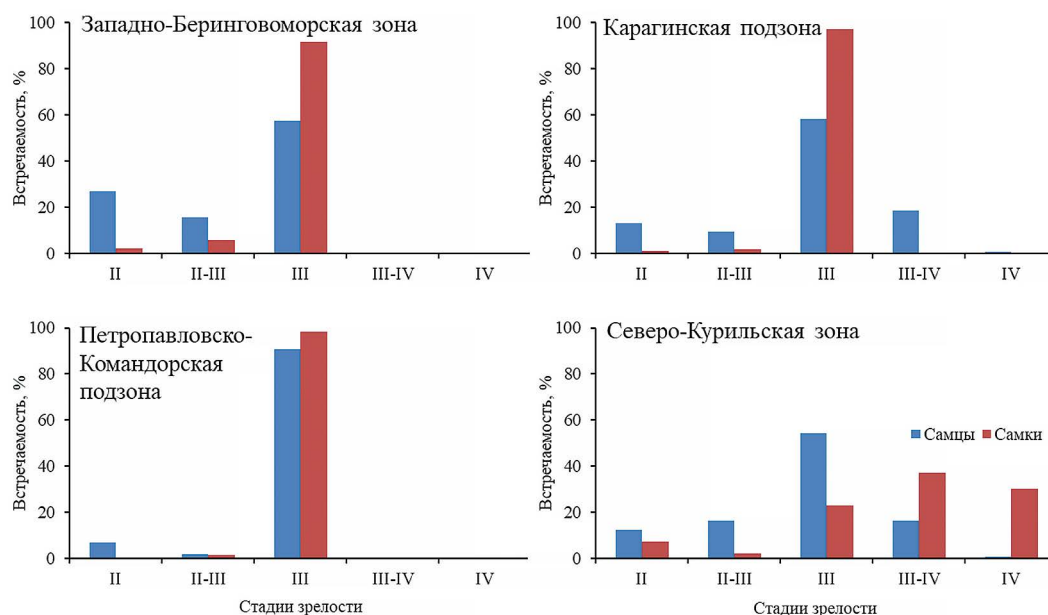


Рис. 2. Соотношение стадий зрелости гонад терпуга в разных промысловых районах в апреле–мае 2019 г.

Fig. 2. The ratio of stages of Atka mackerel gonad maturity in different fishing areas in April–May 2019

ляла 39,9 см, мода – 40 см, средняя длина самцов – 384 см, мода – 38 см.

Наблюдалось значительное преобладание самок (72,7%). Большая часть особей имели гонады III стадии зрелости (самок – 98,3%, самцов – 90,6%). Доля особей с нитевидными гонадами составляла около 1%.

В Северо-Курильской зоне плотные скопления терпуга наблюдались у островов Шиашкотан и Симушир. Общие уловы на траление в среднем составили 15,6 т, уловы на усилие – 4,7 т/час. Доля терпуга в уловах колебалась от 50 до 100%, в среднем – 85%.

Размеры рыб варьировали от 22 до 49 см, средняя длина рыб составила 36,9 см, модальная – 36–39 см. Среди самок доминировали особи 36–39 см (мода 37 см), среди самцов – 35–38 см (мода – 37 см). Масса варьировала от 100 до 1930 г (средняя – 673 г). Соотношение полов было близко 1:1 (самки – 48,5%, самцы – 50,6%). Доля неполовозрелых самок (II стадии зрелости гонад) составляла 7,3%, самцов – 12,6%. Большая часть самок имели гонады III–IV стадии зрелости (37%) и IV стадии зрелости (30,3%). Среди самцов преобладали (54%) особи с гонадами III стадии зрелости. Самцы с гонадами II–III и III–IV стадии зрелости составляли по 16%.

Таким образом, в большинстве районов подавляющее количество особей имели гонады III стадии зрелости (см. рис. 2). В Северо-Курильской зоне рыбы были более зрелыми, большая часть самок (55,1%) и значительная часть самцов (17,9%) находились в преднере-

стовом состоянии (III–IV и IV), что вероятно, объясняется более южным расположением района.

Сравнивая размерные характеристики терпуга в исследованных районах, можно отметить наличие клинальной изменчивости. В направлении с севера на юг средние размеры рыб постепенно увеличиваются: в Западно-Берингоморской зоне – 36,4 см, в Карагинской подзоне – 38,7 см, в Петропавловско-Командорской подзоне – 39,5 см (табл. 1). На среднюю длину безусловно повлияло относительно большое количество молоди в Западно-Берингоморской зоне (4,7%), однако модальные размеры особей в этой зоне также были меньше на 2 см, чем в Восточно-Камчатской зоне (подзоны Карагинская и Петропавловско-Командорская).

В Северо-Курильской зоне терпуг имел относительно небольшие размеры, средняя длина (36,9 см) была сходна с таковой у терпуга из наиболее удалённого от этой зоны района – Западно-Берингоморской зоны (36,4 см), кроме того, здесь также присутствовал значительный процент молоди (5,6%).

Почти во всех районах при общем сходстве размерного состава самки на 1–2 см опережали самцов (рис. 3). Так, в Западно-Берингоморской зоне средняя длина самок составила 37 см, самцов – 35,5 см, разница – 1,5 см; в Карагинской подзоне средняя длина самок – 39,7 см, самцов – 37,8 см, разница – 1,9; в Петропавловско-Командорской подзоне средняя длина самок – 39,9 см, самцов – 38,4 см, разница

Таблица 1. Размерные характеристики терпуга в разных промысловых районах

Table 1. Size characteristics of Atka mackerel in different fishing areas

Район работ показатели	Западно-Беринговоморская зона	Карагинская подзона	Петропавловско-Командорская подзона	Северо-Курильская зона
Средняя длина, см	36,4	38,7	39,5	36,9
Мода, см	38	40	40	37
Особи менее 30 см, %	4,7	1,2	0,09	5,6

1,5 см. По модальным размерам самки в Западно-Беринговоморской зоне на 1 см превосходили самцов, в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах – на 2 см. Это вполне закономерно, так как у рыб рост половозрелых самок рыб часто превосходит таковой у самцов, что связано с их разной репродуктивной стратегией [Wootton, Smith, 2014].

Однако размерные кривые самцов и самок терпуга в Северо-Курильской зоне практически совпали (см. рис. 3).

Средняя длина самок (37,5 см) была на 1 см больше, чем самцов (36,4 см), что было обусловлено большим количеством крупноразмерных самок. В данном аспекте более корректно рассмотрение модальных размеров, так как на этот показатель меньше влияют крайние

значения в выборке, что позволяет выявить истинный характер распределения. Сравнение модальной длины рыб разного пола в этой зоне показало их полное совпадение (37 см).

Для исследования выявленной пространственной изменчивости проведён сравнительный анализ показателей линейного роста самцов и самок терпуга из разных районов (табл. 2). Хотя объём материала невелик, прежде всего из-за малого количества рыб младших и старших возрастных групп, однако имеющиеся данные позволили оценить размеры рыб в доминирующих возрастных группах и выявить тенденции региональных различий роста.

Судя по тому, что к возрасту 2–3 года терпуг достигает длины 24 см, наиболее высокий темп роста

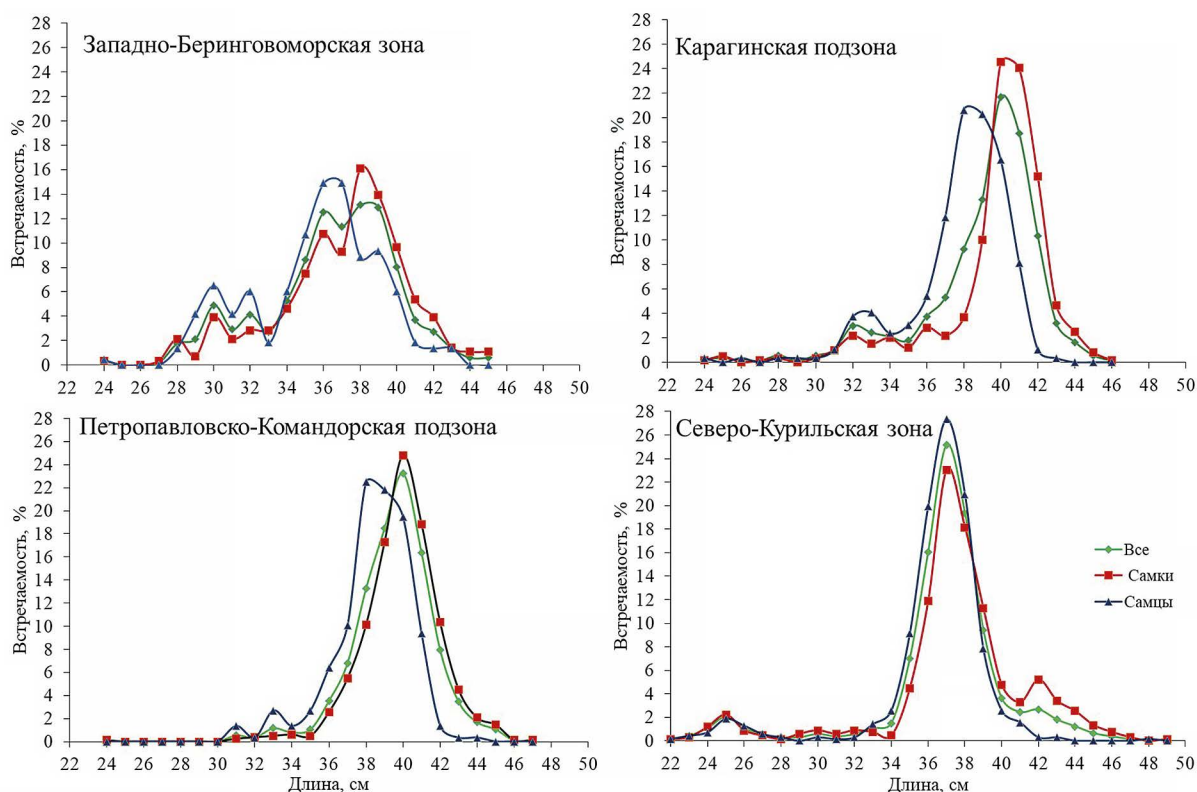


Рис. 3. Размерный состав терпуга в разных промысловых районах в апреле-мае 2019 г.

Fig. 3. Size composition of Atka mackerel in different fishing areas in April–May 2019

Таблица 2. Размер одновозрастных самцов и самок терпуга в разных районах промысла по возрастным группам
 Table 2. The size of Atka mackerel males and females of the same age in different fishing areas by age group

Возраст, полных лет	Западно-Беринговоморская зона		Карагинская подзона		Петропавловско-Командорская подзона		Северо-Курильская зона	
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
2	–	–	–	–	–	–	24,6	24,7
3	–	29,0	–	24,0	24,0	–	29,2	28,3
4	30,7	30,5	30,7	32,0	31,3	31,7	32,2	33,5
5	32,8	33,3	33,1	32,7	33,1	33,1	34,7	34,6
6	36,3	35,0	35,3	34,8	35,0	35,0	36,2	36,4
7	38,0	36,1	36,9	37,0	38,2	37,2	37,4	37,3
8	39,0	38,2	41,0	38,5	40,3	38,2	39,5	38,9
9	40,1	39,7	41,9	41,5	41,7	39,8	42,0	40,6
10	41,2	–	43,4	–	43,7	40,0	41,4	41,5
11	41,0	–	45,5	–	44,0	–	42,0	42,0

происходит в первые 2–3 года жизни. Далее рост замедляется, и годовые приросты составляют 1–2 см, по крайней мере, до 10 лет.

В Западно-Беринговоморской зоне до 6 лет, в Карагинской подзоне до 5 лет, в Петропавловско-Командорской подзоне до возраста 7 лет размеры рыб разного пола сходны либо самцы несколько превосходят в размерах самок, в последующий период одновозрастные самки примерно на 1 см превосходят самцов. Заметные различия в размерах рыб разного пола в трёх районах появляются после достижения длины 33–35 см. По литературным данным, массовое созревание терпуга происходит при длине 32–34 см в возрасте 4–5 лет [Золотов, 1983; Дудник, Золотов, 2000], следовательно, по достижении половозрелости у терпуга проявляется половой диморфизм по длине в пользу самок. Поскольку репродуктивный успех самок напрямую

связан с размерами, темп их роста после полового созревания хотя и замедляется, но меньше, чем у самцов.

Линейный темп роста самок терпуга в Северо-Курильской зоне также со временем начинает превосходить таковой у самцов, однако это наблюдается, по нашим данным, лишь в возрасте 8 лет (разница 0,5 см) и в возрасте 9 лет (1,5 см) (см. табл. 2). Кривые линейного роста самцов и самок в этом районе практически сливаются в отличие от кривых роста терпуга из других районов, например, из ближайшего района к Северо-Курильской зоне – Петропавловско-Командорской подзоны (рис. 4).

Именно эта особенность роста терпуга в Северо-Курильской зоне находит отражение в сходстве размерных кривых у особей разного пола (см. рис. 3). Видимо, в этом районе действуют специфические факторы, нивелирующие выраженный половой диморфизм, характерный для терпуга в других частях ареала.

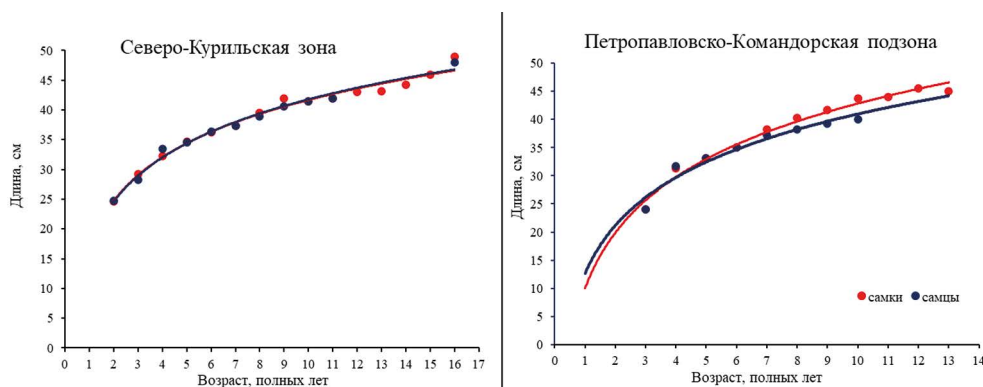


Рис. 4. Линейный рост самок и самцов терпуга в Северо-Курильской зоне и Петропавловско-Командорской подзоне (фактические данные)

Fig. 4. The growth rate of Atka mackerel females and males in the North Kuril zone and the Petropavlovsk-Komandorskaya subzone (actual data)

Линейный рост аппроксимируется уравнением Бер-
таланфи (рис. 5). Приводим уравнения для самок, так
как они представлены большим количеством возраст-
ных групп:

- Западно-Берингово-
морская зона $L(t)=44,7 \times (1 - e^{-0,21(t+1,56)})$
- Карагинская подзона $L(t)=55,7 \times (1 - e^{-0,12(t+2,7)})$
- Петропавловско-Коман-
дорская подзона $L(t)=48,2 \times (1 - e^{-0,22(t+0,34)})$
- Северо-Курильская зона . . $L(t)=49,7 \times (1 - e^{-0,14(t+3,16)})$

До 6-ти лет наиболее высокий темп линейно-
го роста наблюдается у терпуга из Западно-Беринго-
воморской и Северо-Курильской зон, по дости-

жении этого возраста – у терпуга из Карагинской
и Петропавловско-Командорской подзон. Также сле-
дует отметить сходство кривых роста у терпуга из двух
наиболее удалённых друг от друга зон – Западно-
Берингоморской и Северо-Курильской.

Сравнительный анализ весового роста самцов
и самок также выявил отличия терпуга из Северо-
Курильской зоны. Во всех исследованных районах по-
ловой диморфизм в весовом росте проявляется по до-
стижению рыбами пятилетнего возраста. Однако, если
в большинстве районов весовой рост самок с 5 лет
превосходит рост самцов, то в Северо-Курильской зоне
наблюдается обратная картина: самцы демонстрируют
более высокие показатели весового роста (рис. 6).

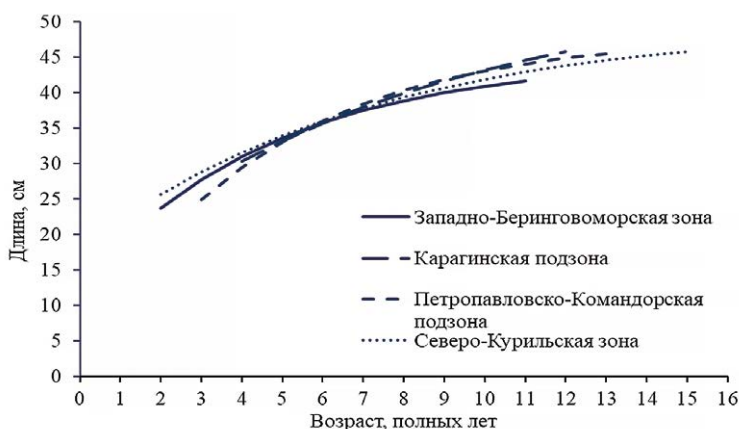


Рис. 5. Линейный рост самок терпуга в разных районах (уравнение Берталанфи)
Fig. 5. The growth rate of Atka mackerel females in different areas (the Bertalanffy equation)

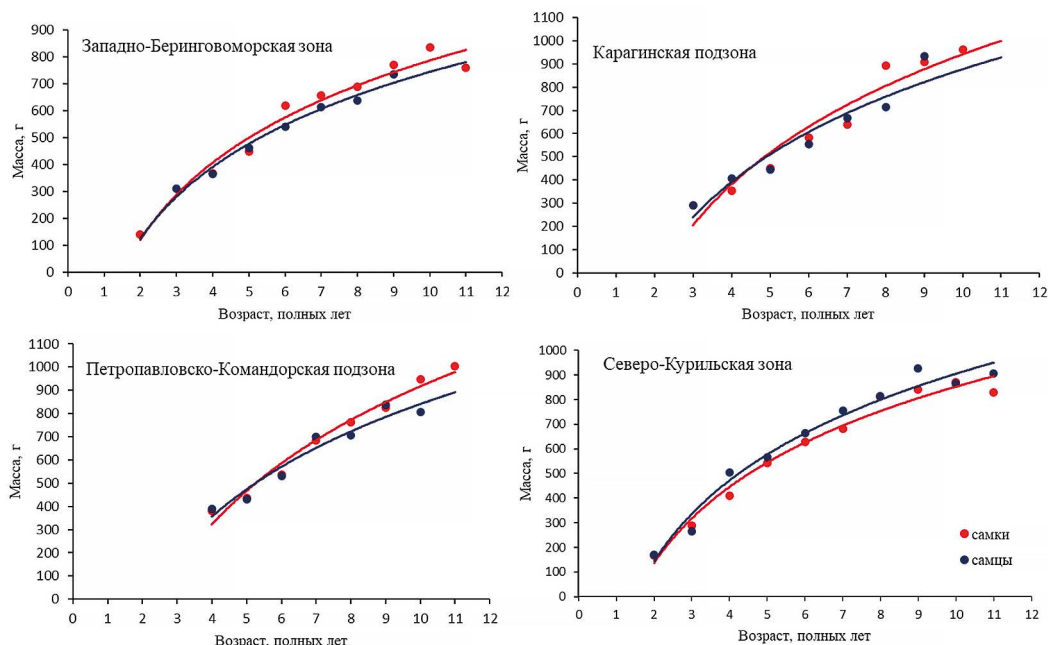


Рис. 6. Кривые весового роста самцов и самок терпуга в разных районах (фактические данные)
Fig. 6. The weight growth rate of Atka mackerel males and females in different areas (actual data)

Весовой рост терпуга хорошо аппроксимируется уравнением Гомперца (рис. 7), уравнения для самок выглядят следующим образом:

- Западно-Берингово-морская зона $W(t)=847,1 \times e^{-4,1 \exp(-0,4t)}$
- Карагинская подзона $W(t)=1347,1 \times e^{-3,8 \exp(-0,3t)}$
- Петропавловско-Командорская подзона $W(t)=1041 \times e^{-5,4 \exp(-0,4t)}$
- Северо-Курильская зона $W(t)=1750 \times e^{-2,3 \exp(-0,1t)}$

До 7-ми лет лучшие показатели весового роста наблюдаются у терпуга в Западно-Беринговоморской зоне, после чего следует его значительное замедление. У терпуга из других районов замедление весового роста с возрастом проявлено слабее. Относительно вы-

соким весовым ростом по достижении 7-ми лет характеризуется терпуг из Карагинской подзоны и Северо-Курильской зоны (см. рис. 7).

Получены следующие уравнения степенной зависимости массы ($W, \text{г}$) от длины тела ($FL, \text{см}$) для терпуга из разных районов:

- Западно-Берингово-морская зона $W=0,0175FL^{2,8648} (R^2 = 0,9382)$
- Карагинская подзона $W=0,0108FL^{3,0065} (R^2 = 0,953)$
- Петропавловско-Командорская подзона $W=0,0275FL^{2,7482} (R^2 = 0,8594)$
- Северо-Курильская зона $W=0,0088FL^{3,0561} (R^2 = 0,9591)$

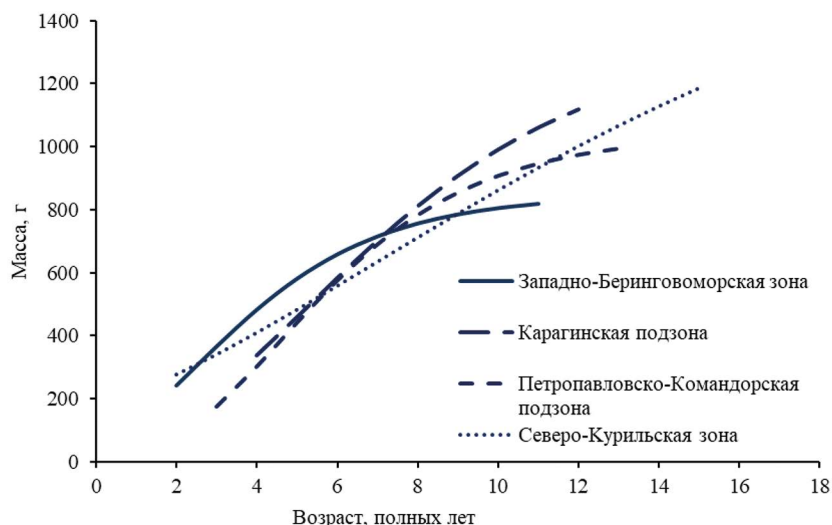


Рис. 7. Весовой рост самок терпуга в разных районах (уравнение Гомперца)

Fig. 7. The weight growth rate of Atka mackerel females in different areas (Gompertz equation)

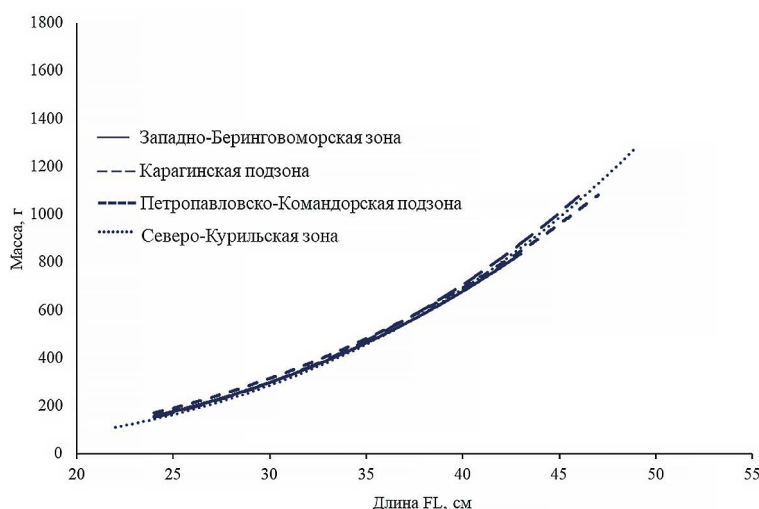


Рис. 8. Зависимость массы от длины терпуга из разных районов

Fig. 8. The dependence of weight on the Atka mackerel size from different areas

Изометрический рост наблюдается у терпуга в Карагинской подзоне и Северо-Курильской зоне. В Западно-Беринговоморской зоне и Петропавловско-Командорской подзоне степенной коэффициент чуть меньше 3 (рис. 8).

ОБСУЖДЕНИЕ

Северный однопёрый терпуг – важный объект отечественного промысла. Он встречается в промысловых зонах по всему континентальному шельфу от Южно-Курильской зоны до Западно-Беринговоморской ИЭЗ России. Динамика вылова терпуга по промысловым районам позволяет получить информацию о особенностях его распределения.

В настоящее время статистика уловов этого вида ведётся по 5-ти промысловым районам: Западно-Беринговоморской зоне, Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах, Северо-Курильской и Южно-Курильской зонах.

Многолетняя динамика вылова показывает, что основной промысел (85%) терпуга сосредоточен в двух смежных районах: Северо-Курильской зоне (59%) и Петропавловско-Командорской подзоне (26%). В период 1991–1995 гг. ежегодный вылов терпуга в Северо-Курильской зоне составлял в среднем 2,4 тыс. т, в Петропавловско-Командорской подзоне – 2,0 тыс. т, в 1996–2000-х гг. – 15,9 и 12,3 тыс. т соответственно [Золотов и др., 2015]. За период 2001–2015 гг. уловы в Северо-Курильской зоне в среднем составляли 32 тыс. т, максимальный вылов 43,2 тыс. т был достигнут в 2010 г. В Петропавловско-Командорской подзоне

вылов за 2000–2014 гг. колебался от 10 до 18 тыс. т, составив в среднем 15 тыс. т. В последние 10 лет средний вылов в Северо-Курильской зоне составляет около 14,9 тыс. т, в Петропавловско-Командорской подзоне – около 6,2 тыс. т. В других промысловых районах уловы терпуга невелики (рис. 9).

В Южно-Курильской зоне промысел терпуга ведётся на локальной акватории, прилегающей с запада к проливу Буссоль, включая узкий участок шельфа и сваловую область вокруг островов Черные Братья, Броутона и у северо-восточной оконечности о. Уруп [Золотов и др., 2015; Курбанов, 2019].

В северной части ареала основной промысел сосредоточен на стыке Западно-Беринговоморской зоны и Карагинской подзоны у мыса Олюторский. Сведения о встречаемости терпуга в Олюторском заливе имеются в ранних исследованиях [Рутенберг, 1962], однако его промысловые концентрации формируются здесь лишь в периоды высокой численности. В начале 2000-х гг. по результатам учётных съёмов, выполненных в Олюторском заливе, его биомасса была оценена в 40 тыс. т.

Границы ареала терпуга в различные годы существенно меняются. В предыдущий период его высокой численности (1968–1976 гг.) взрослые особи встречались южнее пролива Буссоль в Охотском море [Сафронов, Никифоров, 1980], а молодь в значительных количествах отмечалась от Сахалина до Камчатки [Золотов, 1986]. В годы низкой численности (80-е годы) в Охотском море были отмечены лишь незначительные скопления молоди в непосредственной близости от Курильских островов и у Юго-Западной Камчатки

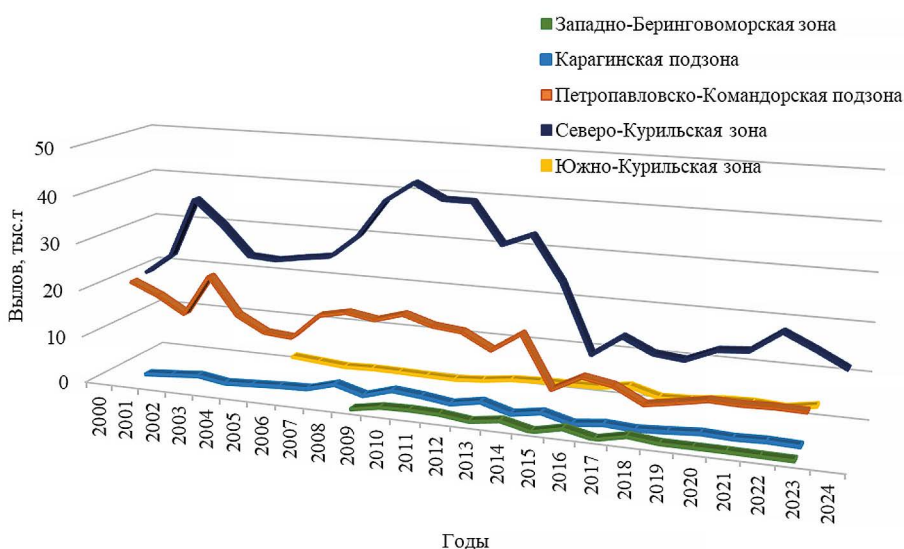


Рис. 9. Вылов северного однопёрого терпуга по районам промысла в 2001–2023 гг.

Fig. 9. Catch of Atka mackerel by fishing area in 2001–2023

[Дудник, Золотов, 2000]. В период следующего подъёма численности (2000-е годы) скопления терпуга были отмечены у берегов Юго-Восточного Сахалина, в заливах Анива и Терпения [Ким Сен Ток, 2006]. В 2003 году терпуг впервые был обнаружен в северной, наиболее холодноводной части Охотского моря у о. Спафарьева [Черешнев, Назаркин, 2004]. В Японском море терпуг встречался в заливе Петра Великого в Японском море [Антоненко и др., 2004] и в Татарском проливе [Соломатов и др., 2009].

Берингово море (Западно-Беринговоморская зона и Карагинская подзона) и Южно-Курильская зона являются периферийными акваториями ареала терпуга Курило-Камчатской популяции. При сравнении его уловов в этих районах просматривается отрицательная зависимость (рис. 10). За последние 9 лет коэффициент корреляции между уловами в этих районах промысла составил $r = -0,4$. Наблюдаемая зависимость может быть связана либо с направлением миграций терпуга, либо определяться стратегией или возможностью освоения запасов.

Сравнительный анализ размерного состава и темпов роста скоплений терпуга на обширной акватории северо-западной части Тихоокеанского шельфа выявил пространственную неоднородность этих показателей. Наиболее выраженные отличия отмечены у особей из Северо-Курильской зоны, которая является районом повышенной концентрации вида, обеспечивая, независимо от численности, более 50% вылова терпуга. Видимо, данный район характеризуется оптимальными для вида океанографическими условиями. Выявленные



Рис. 10. Динамика вылова терпуга в периферийных зонах ареала: северной (Карагинская подзона и Западно-Беринговоморская зона) и южной (Южно-Курильская зона) в 2000-е гг.

Fig. 10. Dynamics of Atka mackerel catch in the peripheral zones of their range: the northern (Karagininskaya subzone and West Bering Sea zone) and southern (South Kuril zone) in the 2000s

особенности роста и полового диморфизма отражают адаптацию к локальным условиям обитания, а также указывают на относительную обособленность группировки.

Наличие клинальной изменчивости наблюдается и у терпуга Командоро-Алеутской популяции, в районе западных Алеутских островов рыбы характеризуются меньшими размерами, чем в восточных районах [Lowe et al., 1997²], что также свидетельствует об относительной устойчивости локальных скоплений терпуга.

Исследования Командоро-Алеутской популяции терпуга показали высокую степень осёдлости вида и привязанность к конкретным локальным акваториям. Анализ отолитов с использованием геохимических маркеров выявил наличие уникальных «химических подписей» у рыб из разных регионов [Stark, Hussey, 2015]. Это говорит о том, что большую часть жизни терпуг проводит в пределах одного региона. Прямые данные мечения терпуга в районах Алеутских островов показали, что большинство меченых особей были пойманы в радиусе менее 50 км от места мечения, что также указывает на крайне ограниченные перемещения в течение жизненного цикла [Nichol, Somerton, 2002]. Дальние миграции (> 20 морских миль) у этого вида являются относительно редкими и не оказывают существенного влияния на структуру популяции [Lowe et al., 1997²].

Несмотря на значительные региональные различия роста терпуга, генетический анализ показал низкий уровень региональной изменчивости ($F_{ST} = 0,004$), что говорит о значительном потоке генов на всём протяжении ареала и генетически однородной Командоро-Алеутской популяции терпуга [McDermontt et al., 2005]. Видимо, обмен генами происходит внутри популяций терпуга за счёт расселения на ранних стадиях жизни (пелагических личинок и мальков). Скорее всего аналогичные процессы происходят и с Курило-Камчатской популяцией северного однопёрного терпуга, которая распределена на огромной акватории от Берингова моря до Южных Курильских островов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее интенсивный рост терпуга отмечается в первые три года жизни, после чего годовые приросты сокращаются до 1–2 см. По достижении длины 33–35 см, соответствующей возрасту массового полового созревания, в трёх из четырёх исследованных районов проявляются половые различия в размерах рыб разного пола – одновозрастные самки крупнее самцов.

² Lowe S.A, Fritz L.W. 1997. Atka mackerel // Stock Assessment and Fishery Evaluation Report for the Groundfish Resources of the Bering Sea. Aleutian Islands Regions as Projected for 1998.

Исключение составляет Северо-Курильская зона, где линейный рост самцов и самок терпуга практически идентичен, что отражается на размерной структуре уловов. Размерный состав рыб разного пола сходен, прежде всего по модальным значениям, в отличие от других районов, где модальные размеры самок на 1–2 см превосходят таковые самцов.

Наличие клинальной изменчивости размеров, а также специфические особенности роста рыб в Северо-Курильской зоне, свидетельствуют о неоднородности популяции терпуга на обширной акватории северо-западной части тихоокеанского шельфа. Учитывая относительно низкую миграционную активность вида, можно предположить существование нескольких обособленных группировок (субпопуляций), адаптированных к локальным условиям. Однако, несмотря на пространственную разобщённость группировок терпуга и привязанность к конкретным локальным акваториям, генетическое единство популяции поддерживается за счёт расселения на ранних стадиях жизни.

Благодарности

Авторы выражают благодарность к.б.н. К.А. Жуковой за совместную работу в экспедиционных исследованиях.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО».

ЛИТЕРАТУРА

Антоненко Д. В., Калчугин П. В., Соломатов С. Ф. 2004. О поимках новых для вод Приморья (Японское море) видов рыб // Вопросы ихтиологии. Т. 44. № 2. С. 283–284.

Антоненко Д. В., Соломатов С. Ф., Калчугин П. В. 2003. Об обнаружении северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* и окуня бараменуки *Sebastes baramenike* в водах Приморья (Японское море) // Вопросы ихтиологии. Т. 43. № 2. С. 281–282.

Горбунова Н. Н. 1962. Размножение и развитие рыб семейства терпуговых (Hexagrammidae) // Труды ИО АН СССР. 1962. Т. 59. С. 118–182.

Дудник Ю. И., Золотов О. Г. 2000. Распространение, особенности биологии и промысел однопёрых терпугов рода *Pleurogrammus* (Hexagrammidae) в прикурильских водах // Промыслово-биологические исследования рыб в ти-

хоокеанских водах Курильских островов и прилегающих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. М.: ВНИРО. С. 78–90.

Золотов А. О., Золотов О. Г., Курбанов Ю. К. 2020. Состояние запасов и современный промысел северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas, 1810) в Олюторско-Наваринском районе Берингова моря // Известия ТИНРО. Том 200. № 1. С. 38–57. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-38-57.

Золотов А. О., Золотов О. Г., Спиринов И. Ю. 2015. Многолетняя динамика биомассы и современный промысел северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов // Известия ТИНРО. Т. 181. С. 3–22.

Золотов О. Г. 1975 а. Распределение однопёрого терпуга в прибрежных водах северных Курильских островов // Известия ТИНРО. Т. 97. С. 37–43.

Золотов О. Г. 1975 б. Некоторые черты биологии и распределение северного однопёрого терпуга в водах западной части Командоро-Алеутской гряды // Известия ТИНРО. Т. 98. С. 89–98.

Золотов О. Г. 1984. Биология северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) в водах Камчатки и Курильских островов: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 24 с.

Золотов О. Г. 1986. Северный однопёрый терпуг // Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 310–319.

Золотов О. Г. 2010. О распространении и структуре ареала северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы 9-й науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 92–95.

Золотов О. Г., Орлов А. М. 2009. Роль подводных поднятий в структуре ареала северного однопёрого терпуга // Рыбное хозяйство. № 6. С. 53–57.

Ким Сен Ток. 2006. Особенности сезонной динамики стада северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* Pallas в тихоокеанских водах у средних Курильских островов в 2002–2004 гг. // Известия ТИНРО. Т. 147. С. 129–140.

Курбанов Ю. К. 2019. Современный промысел северного однопёрого терпуга (*Pleurogrammus monopterygius*, Hexagrammidae) в водах восточной Камчатки и Курильских островов // Вопросы рыболовства. Т. 20. № 3. С. 350–362. DOI: 10.36038/0234-2774-2019-20-3-350-362.

Рутенберг Е. П. 1962. Обзор рыб семейства терпуговых (Hexagrammidae) // Труды ИО АН СССР. Т. 59. С. 3–100.

Сафронов С. Н., Никифоров С. Н. 1980. К вопросу о биогеографическом районировании шельфа южных Курильских островов на примере родов *Pleurogrammus* и *Lepidopsetta* (Hexagrammidae, Pleuronectidae, Pisces) // Проблемы морской биогеографии: Тез. докл. Всесоюз. совещ. Владивосток. С. 98–99.

Соломатов С. Ф., Антоненко Д. В., Баланов А. А., Калчугин П. В. 2009. Новые данные о встречаемости северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius*

- (Hexagrammidae) в Японском море // Вопросы ихтиологии. Т. 49. № 1. С. 71–77. DOI: 10.1134/S0032945209010081.
- Федоров В.В. 1973. Ихтиофауна Берингова моря и некоторые аспекты ее происхождения и формирования // Известия ТИНРО. Т. 87. С. 3–41.
- Черешнев И.А., Назаркин М.В. 2004. Первая находка северного однопёрого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Scorpaeniformes: Hexagrammidae) в районе Тауйской губы (северная часть Охотского моря) // Вопросы ихтиологии Т. 44. № 3. С. 375–379.
- Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the ground program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V. 60. 102 p.
- McDermontt S.F. 2010. Introduction to a Special Section: Atka Mackerel Distribution, Life History, Ecology, and Management // Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science 2:304–305. American Fisheries Society. DOI: 10.1577/C10-038.1
- McDermontt, S. F., Mulligan, B. P., & Canino, M. F. 2005. Genetic heterogeneity of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) in the Aleutian Islands // Fishery Bulletin, 103(2), 297–310.
- Nichol D.G., Somerton D.A. 2002. The annual reproductive cycle of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) in the North Pacific Ocean // Fishery Bulletin. 100(3). P. 498–509.
- Stark K.E., Hussey A.M. 2015. Population structure of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) in the North Pacific Ocean: evidence from otolith chemistry // Environmental Biology of Fishes, 98(4), 1089–1105. DOI: 10.1007/s10641-014-0343-7.
- Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.
- Wootton R.J., Smith C. 2014. Reproductive Biology of Teleost Fishes. // Wiley-Blackwell. DOI: 10.1002/tafs.10212.
- area of the Bering Sea // Izvestiya TINRO. V. 200. № 1. P. 38–57. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-38-57. (In Russ.).
- Zolotov A.O., Zolotov O.G., Spirin I.Yu. 2015. Long-term dynamics of biomass and modern fishery of Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* in the Pacific waters of Kamchatka and Kuril Islands // Izvestiya TINRO. V. 181. P. 3–22. (In Russ.)
- Zolotov O.G. 1984. Biology of the Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) in the waters of Kamchatka and the Kuril Islands. PhD abstrt. in biology. Moscow: VNIRO. 24 p. (In Russ.).
- Zolotov O. G. 1986. Atka fish *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) // Biological resources of the Pacific Ocean. Moscow: Nauka. P. 310–319. (In Russ.).
- Zolotov O.G., Orlov A.M. 2009. Role of submarine uplands in the frame of geographic area of Atka mackerel // Fisheries. № 6. P. 53–57. (In Russ.).
- Kim Sen Tok. 2006. Seasonal dynamics of the stock of Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* in Pacific waters at middle Kuril Islands in 2002–2004 // Izvestiya TINRO. V. 147. P. 129–140 (In Russ.).
- Kurbanov Y.K. 2019. Characteristics of fishery of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*, Hexagrammidae) in eastern Kamchatka and Kuril Islands waters in 2010–2018 // Problems of Fisheries. V. 20. № 3. P. 350–362. DOI: 10.36038/0234-2774-2019-20-3-350-362. (In Russ.).
- Safronov S. N., Nikiforov S. N. 1980. On the issue of biogeographical zoning of the shelf of the southern Kuril Islands using the example of the genera *Pleurogrammus* and *Lepidopsetta* (Hexagrammidae, Pleuronectidae. Pisces) // Problems of marine biogeography: Abstr. of report of the All-Union Meeting. Vladivostok. P. 98–99. (In Russ.).
- Solomatov S.F., Antonenko D.V., Kalchugin P.V., Balanov A.A. 2009. New data on the occurrence of Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* (Hexagrammidae) in the Sea of Japan // Journal of Ichthyology. V. 49. № 1. P. 71–77. DOI: 10.1134/S0032945209010081. (In Russ.).
- Fedorov V.V. 1973. Ichthyofauna of the Bering Sea and some aspects of its origin and formation // Izvestiya TINRO. V. 87. P. 3–41. (In Russ.).
- Chereshnev I.A., Nazarkin M.V. 2004. The first finding of Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* (Scorpaeniformes: Hexagrammidae) in the Tauiskaya bay (northern part of the sea of Okhotsk) // Journal of Ichthyology. V. 44. № 3. P. 375–379. (In Russ.).
- Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the ground program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V. 60. 102 p.
- McDermontt S.F. 2010. Introduction to a Special Section: Atka Mackerel Distribution, Life History, Ecology, and Management // Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science 2:304–305. American Fisheries Society. DOI: 10.1577/C10-038.1
- McDermontt, S. F., Mulligan, B. P., & Canino, M. F. 2005. Genetic heterogeneity of Atka mackerel (*Pleurogrammus*

REFERENCES

- Antonenko D.V., Kalchugin P.V., Solomatov S.F. 2004. Catches of fish new for the Primorskii krai waters (the Sea of Japan) // Journal of Ichthyology. V. 44. № 2. P. 283–284. (In Russ.).
- Antonenko D.V., Solomatov S.F., Kalchugin P.V. Occurrence of *Pleurogrammus monopterygius* and *Sebastes baramenue* off Primore (the Sea of Japan) // Journal of Ichthyology. V. 43. № 2. P. 281–282. (In Russ.).
- Dudnik Yu.I., Zolotov O. G. 2000. Distribution, features of biology and fishery of arabesque greenling of the genus *Pleurogrammus* (Hexagrammidae) in the Kuril waters // Commercial and biological studies of fish in the Pacific waters of the Kuril Islands and adjacent areas of the Sea of Okhotsk and the Bering Sea in 1992–1998. Moscow: VNIRO Publish. P. 78–90. (In Russ.).
- Zolotov A.O., Zolotov O. G., Kurbanov Y.K. 2020. State of stocks and modern fishery of Atka mackerel *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas, 1810) in the Olyutorsky-Navarinsky

- monopterygius*) in the Aleutian Islands // Fishery Bulletin, 103(2), 297–310.
- Nichol D.G., Somerton D.A. 2002. The annual reproductive cycle of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) in the North Pacific Ocean // Fishery Bulletin. 100(3). P. 498–509.
- Stark K.E., Hussey A.M. 2015. Population structure of Atka mackerel (*Pleurogrammus monopterygius*) in the North Pacific Ocean: evidence from otolith chemistry // Environmental Biology of Fishes. 98(4), 1089–1105. DOI: 10.1007/s10641-014-0343-7.
- Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. DOI: 10.13140/RG.2.1.5186.0962.
- Wootton R.J., Smith C. 2014. Reproductive Biology of Teleost Fishes. // Wiley-Blackwell. DOI: 10.1002/tafs.10212.

Поступила в редакцию 22.04.2026 г.
Принята после рецензий 30.04.2026 г.