

УДК 574.583

ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООПЛАНКТОНА КАК КОРМОВОЙ БАЗЫ МОЛОДИ ЛОСОСЕЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЗАЛИВА АНИВА В МАЕ–ИЮНЕ 2014 ГОДА

И. Ю. Брагина (i.bragina@sakhniro.ru)

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

Брагина, И. Ю. Основные биологические показатели зоопланктона как кормовой базы молоди лососей северо-западной части залива Анива в мае–июне 2014 года [Текст] / И. Ю. Брагина // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2019. – Т. 15. – С. 280–295.

По результатам сборов зоопланктона (большая сеть Джели, тотальный лов), проведенных в период май–июнь 2014 г. в устьях рек Таранай и Марийка и на сопредельной акватории северо-западной части залива Анива (Охотское море), были определены видовой состав и размерно-весовые характеристики кормовых объектов молоди горбуши и кеты естественного происхождения и заводского воспроизводства. Учитывая видовой состав, общую биомассу, численность и размерные показатели, следует оценить устье реки Таранай и прилегающую зону северо-западной части залива Анива как участок, пригодный для успешной адаптации покатников к изменению питания в ранний морской период их жизни.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: молодь, горбуша, кета, рыбоводный завод, кормовая база, биомасса, численность.

Табл. – 4, ил. – 8, библиогр. – 27.

Bragina, I. Yu. Characteristics of zooplankton as forage resources for juvenile salmon in the northwestern part of Aniva Bay in May–June 2014 [Text] / I. Yu. Bragina // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the “SakhNIRO”. – Yuzhno-Sakhalinsk : “SakhNIRO”, 2019. – Vol. 15. – P. 280–295.

Species composition and size-weight characteristics of food objects for wild and hatchery-reared juvenile pink and chum salmon were determined from zooplankton samples totally collected in May–June 2014 in the estuaries of Taranai and Mariyka rivers and adjacent area of the northwestern Aniva Bay (Sea of Okhotsk) using a big Juday net. The analysis showed that taking into account species composition, total biomass, abundance, and size characteristics, the estuary of Taranai River and adjacent northwestern part of Aniva Bay should be estimated as the area fit for a successful adaptation of downstream fry migrants to changes in feeding during their sea life period.

KEY WORDS: juvenile, pink salmon, chum salmon, hatchery rearing, estuary, food base, biomass, abundance.

Tabl. – 4, fig. – 8, ref. – 27.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на территории Сахалинской области действуют более 40 лососевых рыболовных заводов, которые обеспечивают ежегодный выпуск более 800 млн мальков. Выпуск заводской продукции приходится на период с III декады мая по II декаду июля и зависит от сроков достижения молодью плановой навески и прогрева поверхностных вод приустьевой зоны базовых водоемов.

В ранний морской период жизни основными факторами, определяющими выживаемость молоди лососей, являются: температура в прибрежье и верхних слоях открытой акватории, динамика водных масс отдельных участков морской акватории (в том числе наличие апвеллинга), штормовые волнения, наличие остатков ледового покрова (или близость ледовых полей), распределенность прибрежных вод для успешного осуществления осморегуляции, доступность кормовых объектов необходимого размера и качества, пресс хищников (Механик, 1957; Шершнева, 1973; Каев, 1983; Иванов, 1984; Афанасьев, Михайлов, 1994; Шубин, 1994; Карпенко, 1998; Nagasawa, 2001; Fujiwara et al., 2007; Kaeriyama et al., 2007; Изергин, Изергина, 2008, 2008а).

Для оценки распространения, получения биологических показателей и определения численности молоди горбуши и кеты в период откочевки от берегов с 2002 по 2013 г. СахНИРО ежегодно проводились комплексные исследования в заливе Анива и на сопредельной акватории (южная часть Охотского моря). Наряду с тралениями среднегабаритным разноглубинным канатным тралом 48/200 м конструкции СахНИРО в слое 0–30 м в задачи проводимых работ входили получение океанологической информации и сбор проб зоопланктона по стандартной сетке станций в слое дно – 0 м.

По результатам учетных съемок в открытых водах залива перераспределение скатившейся в море молоди находится в непосредственной связи с температурными условиями в верхнем 20-метровом слое, основными потоками и вихревыми структурами вод залива Анива. Активная откочевка молоди из прибрежья в открытые воды залива наблюдается при прогреве верхнего 10-метрового слоя до 10 °С (Ковтун и др., 2006; Shubin et al., 2009). Сигналом к массовой миграции молоди из залива в море является прогрев поверхности воды (ТПО) до 14 °С, при более высоких значениях ТПО молодь на акватории залива отмечалась единично. В периоды, характеризующиеся значительными ($>2\sigma$) положительными аномалиями температуры воды как северной, так и восточной части залива, молодь в уловах отсутствовала вовсе. При отрицательной температурной аномалии в слое 0–20 м водной толщи наблюдается задержка откочевки молоди лососей из залива и широкое ее распространение на открытой акватории.

Что касается кормовой базы молоди лососей, то, по результатам планктонных съемок, проведенных в период с 2006 по 2013 г. в заливе Анива в летнее время, выявлены значительные межгодовые изменения основных показателей кормовой базы молоди лососей в частности и зоопланктона в целом (видовое разнообразие, биомасса, численность, размерная структура, калорийность, соотношение экологических и биогеографических группировок), а также характер пространственного распределения планктонов как отклик на локальные океанологические условия, глобальные климатические изменения, а также на динамику численности рыб-планктофагов (Брагина, 2005).

С точки зрения обеспеченности молоди лососей кормовыми объектами, увеличение содержания половозрелых сагитт и эвфаузиевых до 38% в общей биомассе является негативным фактором – в этом случае доля планктеров, избираемых молодью в пищу, снижается до 29% от общего показателя, так как, по результатам анализа питания молоди горбуши и кеты, основу их питания в заливе Анива в период откочевки в открытое море составляют копеподы (0,9–4,5 мм), яйца копепод (0,15 мм), икринки рыб и гиперииды (0,5–2,0 мм).

По результатам ранее проведенных сезонных съемок (1987–2005 гг.), позитивные изменения в состоянии кормовой базы молоди лососей залива Анива отмечаются, как правило, в условиях «нормального» уровня инсоляции, определяющего успешное развитие умеренно-холодноводной группировки неритического комплекса видов, которая наряду с крупными и средних размеров верхне-интерзональными и эпипелагическими копеподами, распространяющимися с сопредельной акватории пролива Лаперуза, обеспечивает высокий уровень биомассы зоопланктона, требуемого для питания молоди лососей, размера и калорийности (Брагина, 2005).

Так как упомянутые многолетние работы проводились за изобатой 13 м, открытым остается вопрос об условиях среды обитания и, в частности, о кормовой базе покатников в экстремальный период их жизни – перехода в морскую среду. Для решения данного вопроса необходимо проведение комплексных работ, включающих в себя, по крайней мере, отбор зоопланктона, облов молоди лососей в реке и побережье, облов хищников – основных потребителей молоди лососей, сбор гидрологической информации и определение основных гидрохимических показателей среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы результаты обработки уловов, полученных в устьях рек Таранай и Марийка (первоначально планировался базовый водоем Ольховатка) и в сопредельных прибрежных водах залива Анива 14–16 мая и 4–6 июня 2014 г. (рис. 1–3). В ходе работ в устьях указанных рек выполнялись суточные станции, на которых производились измерения температуры, солености воды, концентрации растворенного кислорода и отбирались пробы зоопланктона.

Отбор проб осуществлялся планктонными сетями Джеди (площадь входного отверстия 0,1 м², размер ячеей газа 0,112 мм) методом облова от дна до поверхности. На суточной станции в устье р. Марийка, в связи с небольшой глубиной места, пробы отбирались путем процеживания 100 л воды через планктонную сеть. Объем полученного материала представлен в **таблице 1**.



Рис. 1. Расположение станций зоопланктонной съемки, май–июнь 2014 г.

Fig. 1. Location of zooplankton survey stations in the northwestern part of Aniva Bay, May–June 2014

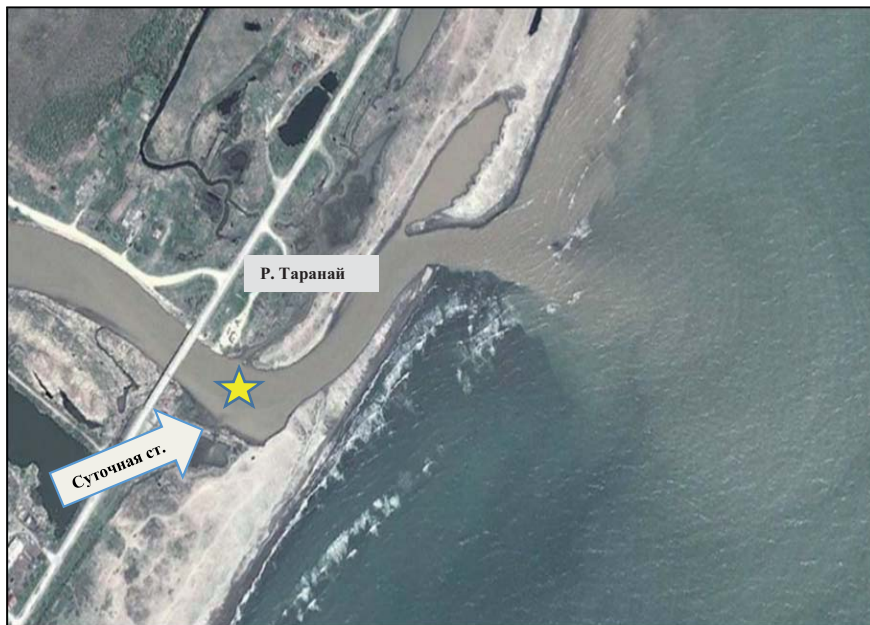


Рис. 2. Расположение суточной станции в устье р. Таранай, май–июнь 2014 г.

Fig. 2. Location of the daily station in the estuary of Taranaï River, May–June 2014



Рис. 3. Расположение суточной станции в устье р. Мари́йка, май–июнь 2014 г.
Fig. 3. Location of the daily station in the estuary of Mariyka River, May–June 2014

Таблица 1

Общее количество проб, полученных в северо-западной части залива Анива в 2014 г.

Table 1

Total Juday Net zooplankton samples obtained in the northwestern part of Aniva Bay in 2014

Период проведения работ	Зоопланктон	
	устье рек	прибрежная зона
14–16.05	18	4
04–06.06	18	6
Всего	36	10

Отобранные пробы зоопланктона фиксировались смесью спиртов и доставлялись в стационарную лабораторию СахНИРО. Полученные пробы с крайне низкими показателями биомассы и численности планктонных животных в них были просмотрены полностью. В пяти из 46 проб зоопланктонные формы отсутствовали вовсе. Численность мелкой и средней фракций в обильных пробах определялась посредством взятия подпроб (**Инструкция по обработке..., 1978**) после полного просмотра пробы для определения численности редких форм. Коэффициенты уловистости сетей Джели в расчеты биомассы и численности не вводились из-за применения различных способов отбора проб (**Волков, 1996**). Калорийность зоопланктона рассчитана по таблицам (**Кизеветтер, 1954; Борисов и др., 2004**).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Гидрологические условия. Следует учесть, что периоды проведения съемок характеризовались весьма различными условиями среды обитания молоди и объектов ее питания. Так, в мае в устье более крупной р. Таранай наблюдалась слабая суточная изменчивость температуры (6,8–7,3 °С), что, вероятно, было обусловлено паводковыми явлениями. Концентрация растворенного кислорода в воде отличалась наибольшими показателями во второй половине дня – 93,4%.

В более короткой и мелкой р. Марийка в мае отмечалась приливная динамика гидрологических показателей. Наибольший прилив отмечался с 6 до 9 часов. К этому времени была приурочена минимальная температура воды (6,3 °С) и максимальная соленость (0,8‰). Рост концентрации кислорода отмечался в дневное время и во время прилива (до 75,3%).

В прибрежной зоне в мае отмечена температурная стратификация. Верхний слой был более прогрет – до 8,7–9,1 °С. Температура нижнего слоя варьировалась от 2,8 до 3,2 °С. Термоклин отмечался на глубине 6–7 м. Наиболее распресненная вода (22–25,4‰) отмечалась на поверхности, у дна соленость составляла 29,8–30,5‰. Концентрация растворенного кислорода увеличивалась с ростом глубины (от 76% на поверхности до 98,1% у дна).

В июне в устье р. Таранай наблюдалась значительная суточная изменчивость температуры и солености воды, обусловленная приливоотливными явлениями. Минимальная температура воды (10,8 °С) при наибольшей солености (28,7‰) зафиксирована в первой половине дня, во время прилива. Концентрация растворенного кислорода в воде отличалась наиболее высокими показателями во второй половине дня у поверхности и в первой половине дня – у дна (до 128%).

Для р. Марийка в I декаде июня была характерна незначительная динамика гидрологических показателей. Наибольший прилив отмечался в 15 часов, к этому времени была приурочена максимальная соленость (0,5‰). Температура воды в устье изменялась от 12,9 °С в утреннее время до 20,1 °С в 18 часов. Рост концентрации кислорода отмечался в дневное время, в период прилива (84–128%).

В прибрежной зоне в июне прослеживался постепенный рост температуры воды с уменьшением глубины. Верхний слой был прогрет до 11,0–14,5 °С. У дна на глубине 10 м температура варьировалась от 6,5 до 7,9 °С. Термоклин отчетливо не выделялся. Наиболее распресненная вода отмечалась на поверхности (24,9–29,2‰), у дна соленость составляла 29,8–30,6‰. Концентрация растворенного кислорода незначительно увеличивалась с ростом глубины – от 90% у поверхности до 108% у дна.

При рассмотрении полученных результатов следует учесть значительную разницу в характеристиках рассматриваемых рек. Так, протяженность реки Таранай – 57 км, а площадь водосбора – 291 км². На левом берегу Тараная расположен лососевый рыболовный завод, на котором ведется воспроизводство горбуши и кеты. Площадь естественных нерестилищ – 103 670 м². Река Марийка ранее была правым притоком р. Таранай и значительно уступает ей – длина составляет лишь 9 км. Данный водоем не является базовым, и площадь нерестилищ горбуши составляет лишь 100 м². Объединяют обе реки значи-

тельная доля глинистых фракций донных отложений и постоянные замывания устья во время штормов.

Зоопланктон. В таблице 2 приведены основные группы гидробионтов на отдельных участках отбора проб. В полученном материале присутствовали как формы облигатного планктона, так и личинки беспозвоночных (*Bivalvia*, *Cirripedia*, *Decapoda*, *Polychaeta*), молодь медуз и рыб. Доля меропланктона в общей биомассе колебалась от 0,04 до 2,03%.

Таблица 2

Основные группы зоопланктона, БСД, северо-западная часть залива Анива, слой дно – 0 м

Table 2

Basic zooplankton taxa (Juday Net samples, bottom – 0 m) in the northwestern part of Aniva Bay in 2014

Участок отбора проб	Дата отбора проб	Foraminifera	Medusae	Polychaeta	Pterapoda	Bivalvia	Copepoda	Cirripedia	Mysidae	Cumacea	Euphausiidae	Decapoda	Pisces
р. Таранай, устье	14–15.05	–	–	+	–	–	+	–	+	–	+	+	+
р. Марийка, устье	15–16.05	–	–	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–
р. Таранай, устье	04–05.06	–	–	+	–	–	+	+	–	+	+	+	–
р. Марийка, устье	05–06.06	–	–	+	–	–	+	–	+	–	+	–	+
р. Таранай, прибрежная зона	15.05	+	–	+	+	+	+	–	–	–	+	–	–
р. Таранай, прибрежная зона	04.06	+	+	+	+	+	+	+	–	–	+	+	–
р. Марийка, прибрежная зона	04.06	+	–	+	–	+	+	–	–	–	+	–	–

Суточные станции. По результатам обработки проб, полученных на станции в устье р. Таранай, в мае биомасса в течение суток колебалась в значительных пределах – от 0,8 до 2 553,1 мг/м³ (табл. 3), наиболее высокие показатели отмечены в 9 часов и обусловлены присутствием в пробах мизид *Neomysis mirabilis* с длиной тела от 6 до 12,5 мм (рис. 4). Колебания численности невелики – 10,5–395 экз./м³ с пиком в 3 часа при доминировании яиц эвфаузиевых рачков. В устье р. Марийка основные показатели обилия кормовых объектов значительно ниже (рис. 5), а видовой состав – беднее (см. табл. 2).

Таблица 3

**Основные показатели зоопланктона северо-западной части
залива Анива, май–июнь 2014 г.**

Table 3

**Basic indices of zooplankton sampled in the northwestern part
of Aniva Bay, May–June 2014**

Участок отбора проб	Период отбора проб	Численность, экз./м ³ (мин.–макс.)/средн.	Биомасса, мг/м ³ (мин.–макс.)/средн.
р. Таранай, устье	14–15.05	10,5–395/74,8	0,8–2 553,1/394,6
р. Марийка, устье	15–16.05	0–150/22,2	0–218,1/27,8
р. Таранай, устье	04–05.06	73,3–36 140/12 177,9	0–1 222,7/292,4
р. Марийка, устье	05–06.06	10–930/130,0	0,24–861/175,5
р. Таранай, прибрежная зона	15.05	3 510–183 062/53 514,8	107,4–2 822,6/1 225,3
р. Таранай, прибрежная зона	04.06	10 226–65 475/26 758,4	200,1–2 600,8/871,0
р. Марийка, прибрежная зона	04.06	4 701–56 390/30 545,5	107,4–934,3/520,8

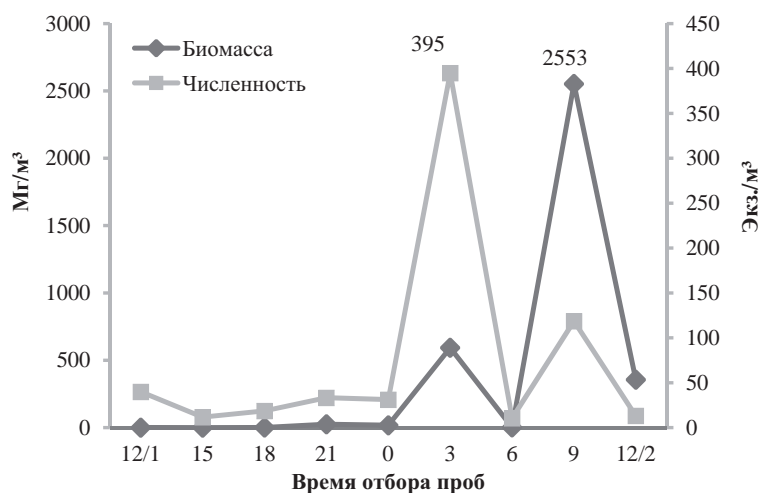


Рис. 4. Биомасса (мг/м³) и численность (экз./м³) зоопланктона в устье р. Таранай, суточная станция, БСД, дно – 0 м, май 2014 г.

Fig. 4. Zooplankton biomass (mg/m³) and abundance (ind./m³) in the estuary of Taranai River (daily station, bottom – 0 m, May 2014)

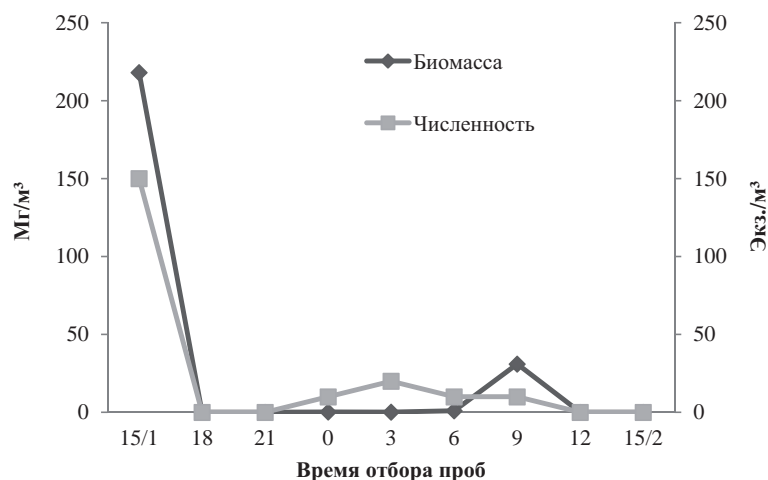


Рис. 5. Биомасса (мг/м³) и численность (экз./м³) кормовых организмов в устье р. Мариюка на суточной станции в мае 2014 г.

Fig. 5. Zooplankton biomass (mg/m³) and abundance (ind./m³) in the estuary of Mariyka River (daily station, bottom – 0 m, May 2014)

Повышенная биомасса (215 мг/м³) обусловлена, как и в устье р. Таранай, присутствием в уловах крупных мизид *N. mirabilis*, а относительно высокая численность (140 экз./м³) – за счет личинок двустворчатых моллюсков. Наиболее высокие показатели приурочены ко времени прилива.

В первой декаде июня на суточной станции в устье р. Таранай биомасса снизилась на четверть (292,4 мг/м³) при доминировании копепод и значительной доле личинок полихет (29,5%). При этом численность кормовых объектов значительно возросла, достигая в ночное время более 36 тыс. экз./м³ за счет характерных для солоноватых вод харпактицид (**рис. 6**).

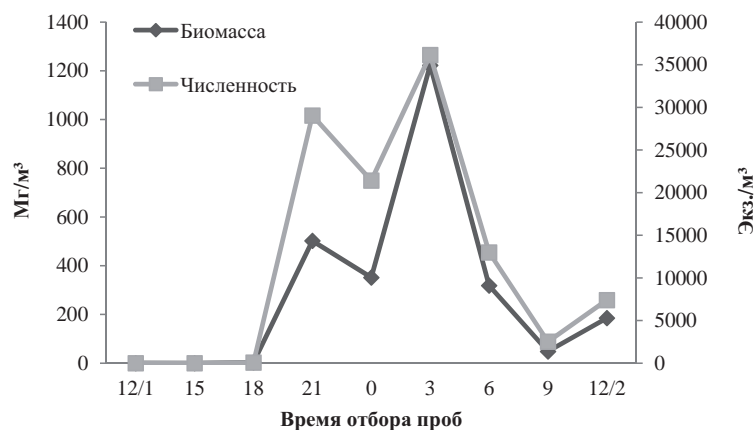


Рис. 6. Биомасса (мг/м³) и численность (экз./м³) зоопланктона в устье р. Таранай на суточной станции в июне 2014 г.

Fig. 6. Zooplankton biomass (mg/m³) and abundance (ind./m³) in the estuary of Taranai River (daily station, bottom – 0 m, June 2014)

В устье р. Марийка в начале июня биомасса увеличилась по сравнению с майской съемкой и достигла в среднем $175,5 \text{ мг/м}^3$ (рис. 7). Наиболее высокие показатели отмечены для периода от 21 часа до полуночи, когда доля мизид составила 99,9%. Возросла и численность кормовых объектов, в основном за счет харпактицид и калянид, пик показателя отмечен в полночь.

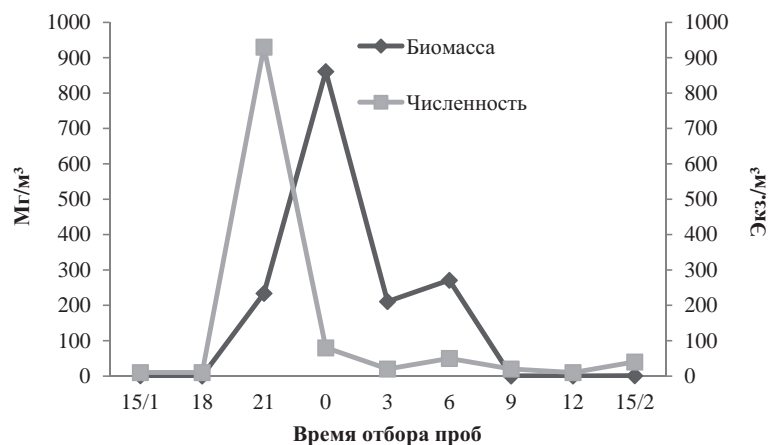


Рис. 7. Биомасса (мг/м^3) и численность (экз./м^3) зоопланктона в устье р. Марийка на суточной станции в июне 2014 г.

Fig. 7. Zooplankton biomass (mg/m^3) and abundance (ind./m^3) in the estuary of Mariyka River (daily station, bottom – 0 m, June 2014)

Прибрежная зона. В прибрежной зоне вблизи устья р. Таранай в мае биомасса в среднем достигла $1\,225,3 \text{ мг/м}^3$ при численности $53\,514,8 \text{ экз./м}^3$. В уловах, как по численности, так и по биомассе, преобладали фораминиферы *Globigerina bulloides* – 83,7 и 54,9% соответственно. Копеподы (в основном *Pseudocalanus minutus* и *Acartia longiremis*) составили около 40% от общей биомассы и лишь 13,7% от общей численности.

На этом же участке акватории в июне видовой состав уловов планктонных сетей был значительно богаче за счет появления молодежи медуз, ракушковых раков и личинок десятиногих раков. При этом численность планктеров снизилась почти вдвое, а биомасса – почти на 30%. Более чем на 50% эти уловы состояли из науплиев и яиц эвфаузиевых рачков по численности ($133\,386 \text{ экз./м}^3$) и на 43% – по биомассе ($372,4 \text{ мг/м}^3$). Доля веслоногих рачков в общей численности составила почти 36%, за счет тех же видов, что и в мае, – *A. longiremis* и копепод рода *Pseudocalanus*, а по биомассе увеличилась до 46,4% ($404,5 \text{ мг/м}^3$). Кроме того, в уловах значительно возросло содержание личинок полихет – до 8% по численности и до 6,1% по биомассе.

В прибрежной зоне вблизи устья р. Марийка в мае съемка не была проведена, но в июне биомасса зоопланктона и его численность в среднем были ниже, чем на северном участке акватории исследований (см. табл. 3). Беднее был и видовой состав. В уловах преобладали фораминиферы *G. bulloides*, как по численности, так и по биомассе, – 80,7 и 71,0% соответственно. Копеподы (в основном *Ps. minutus* и *Oithona similis*) составили лишь около 7% от общей биомассы и 12,8% от общей численности.

Обобщая изложенное, следует отметить, что видовой состав уловов в устье рек был несколько беднее, чем в прибрежных водах. Наименьшее число видов отмечено в пробах суточной станции в устье р. Марийка в мае. Лишь после максимального суточного прилива в 6–9 часов в пробах отмечены морские планктонные формы – копеподы р. *Pseudocalanus* и *Neocalanus plumchrus* и вид, типичный для эстуарных вод, – мизиды *Neomysis mirabilis*. Для этой же станции отмечено и минимальное среднее значение общей биомассы и численности планктеров. В июне видовой состав планктонных животных в эстуарии р. Марийка лишь незначительно обогатился за счет неритических эвфаузиевых *Thysanoessa raschii* и личинок полихет. Повышение биомассы обусловлено присутствием мизид *Neomysis mirabilis* в темное время суток.

В устье р. Таранай упомянутый выше вид в мае также обеспечивал свыше 98% общей биомассы кормовых объектов, преобладая в ночное и утреннее время. При этом максимальные уловы *N. mirabilis* (2 553 мг/м³) получены в 9 часов. В июньских уловах мизиды отсутствовали как в устьевой зоне, так и в прибрежье вблизи р. Таранай, что определило снижение общей биомассы. В июне, судя по результатам обловов, возросла роль копепод и личинок полихет.

В прибрежных зонах отмечены как виды распресненных вод, так и виды, характерные для открытых морских вод, и даже абиссально-пелагические (*Pareuchaeta japonica*, *Metridia pacifica*). Наиболее разнообразными по видовому составу в начале июня были уловы в прибрежье южнее устья р. Таранай.

По численности в пробах, полученных в устьях рек, доминировали личинки полихет и харпактициды (3 446 и 3 933,3 экз./м³ соответственно), в прибрежье – фораминиферы *Globigerina bulloides* (24 640 экз./м³), копеподы *Pseudocalanus minutus* (2 719,5 экз./м³), а также яйца и науплии эвфаузиевых рачков (2 200–2 922,8 экз./м³). Численность планктеров в пробах изменялась в диапазоне от 0 до 183 062 экз./м³, в среднем составляя 10 731 экз./м³. Наиболее высокие значения численности отмечены для приустьевой зоны р. Таранай в мае – 53 514,8 экз./м³ (см. табл. 3).

По биомассе преобладали вышеуказанные простейшие, в среднем достигшие 369,6–672 мг/м³ в водах прибрежной зоны в оба периода отбора проб; мизиды *N. mirabilis*, доля которых в уловах суточной станции в р. Таранай в мае достигала 98,4% (388,3 мг/м³); копеподы *Acartia longiremis*, наибольшие уловы которых наблюдались в приустьевой зоне р. Таранай и в мае, и в июне (204,7 и 242,6 мг/м³). Общая биомасса планктонных форм изменялась по результатам отдельных уловов от 0 до 2 600,8 мг/м³, в среднем составляя 378,8 мг/м³. Наиболее высокие значения биомассы отмечены для прибрежной зоны вблизи р. Таранай и в мае (1 225,3 мг/м³), и в июне (871 мг/м³).

Размерная структура уловов. Доля крупной фракции зоопланктона наиболее высока в устье р. Таранай в мае и р. Марийка в мае и июне – 98,2–99,6%, что определено высоким содержанием в пробах мизид *Neomysis mirabilis* и эвфаузиевых рачков *Thysanoessa raschii* (табл. 4). Высокая доля средней фракции (51%) рассчитана для устья р. Таранай в июне, что обусловлено значительным количеством копепод в этих пробах.

Таблица 4

Соотношение биомассы различных фракций зоопланктона, северо-западная часть залива Анива, май–июнь 2014 г.

Table 4

Biomass ratio of different zooplankton fractions, northwestern part of Aniva Bay, May–June 2014

Участок отбора проб	Период отбора проб	Средняя биомасса, мг/м ³	Соотношение размерных фракций, %		
			>3,3 мм	1,2–3,3 мм	<1,2 мм
р. Таранай, устье	14–15.05	394,6	99,5	0,2	0,3
р. Марийка, устье	15–16.05	27,8	98,2	0,4	1,4
р. Таранай, устье	04–05.06	292,4	0,6	51,0	48,4
р. Марийка, устье	05–06.06	175,5	98,4	0,9	0,7
р. Таранай, прибрежная зона	15.05	1 225,3	3,6	36,0	60,4
р. Таранай, прибрежная зона	04.06	892,0	1,0	37,6	61,4
р. Марийка, прибрежная зона	04.06	520,8	0	10,0	90,0

Организмы мелкой фракции доминировали по биомассе в прибрежной зоне исследований, составляя от 60 до 90% общей биомассы за счет фораминифер *Globigerina bulloides*.

Калорийность основной части зоопланктона по этапам и районам отбора изменялась от 99 до 116 ккал/100 г. Наиболее высокие значения калорийности (110–116 ккал/100 г) рассчитаны для июньских уловов суточной станции в устье р. Таранай и прилегающей прибрежной зоны в мае и июне. При этом следует учесть, что калорийность гранулированных кормов, применяемых на ЛРЗ в период подращивания молоди лососей, превышает 350 ккал/100 г.

Кроме указанных выше групп гидробионтов в уловах планктонных сетей на суточной станции в устье р. Марийка в мае обнаружена и молодь лососей – симы и горбуши. В желудке симы (АС 40 мм, масса тела 466 мг) содержались мизиды с длиной тела 8 и 18 мм. Желудок горбуши (АС 35 мм, масса тела 209 мг) был пуст.

ОБСУЖДЕНИЕ

Район проведенных исследований вследствие активного водообмена с бухтой Лососей и акваторией, расположенной к югу, отмечен высоким уровнем первичной продукции (Леонов, Пищальник, 2005) и наличием плотных скоплений зоопланктона, в частности мелких и средних копепод, служащих основной пищей молоди лососей.

На побережье северо-западной части залива Анива расположены три базовых водоема – р. Быстрая, р. Таранай и р. Ольховатка. Суммарный выпуск ЛРЗ «Анивский», «Таранайский» и «Ольховатка» в последние годы составляет около 56 млн мальков горбуши и 19,3 млн мальков кеты. Выпуск молоди производится при условии достижения мальками нормативной навески (300 мг для горбуши и 800 мг для кеты) в результате заводского подращивания и по

мере прогрева прибрежных вод до рекомендуемой температуры в 7 °С (Шубин, 1994; Карпенко, 1998).

Для северо-западной части залива Анива характерна самая высокая скорость прогрева поверхностного слоя прибрежных вод в пределах Сахалино-Курильского региона – в среднем около 1,59 °С/10 дней (Шершнева и др., 2007). Расчетная дата достижения температуры, рекомендованной для выпуска, – 23 мая. Но после наступления благоприятных температурных условий в прибрежье возможны резкие падения температуры воздуха и воды, как речной, так и морской, часто достигающие в летний период 10–13 °С (Петров, 2000, 2000а; Петров, Ванин, 2000). Столь резкие колебания температуры обусловлены однонаправленными приливоотливными и ветровыми эффектами. Для равномерного прогрева вод западного побережья залива Анива неблагоприятны северо-западные и западные ветры. В этом случае происходит резкое понижение температуры поверхностного слоя прибрежных вод. Примером может служить динамика ТПО в 2012 г. (рис. 8), когда уже в I декаде мая температура поверхности моря достигла 7,5 °С, превысив норму на 3,4 °С. Во II декаде мая была отмечена отрицательная температурная аномалия в 2,3 °С. В период адаптации молоди лососей в прибрежных водах после резкого увеличения температуры в I декаде июля, когда аномалия составила +7,4 °С, а абсолютное значение достигло 18,4 °С, во II декаде ТПО резко снизилась и едва достигла значений I декады мая.

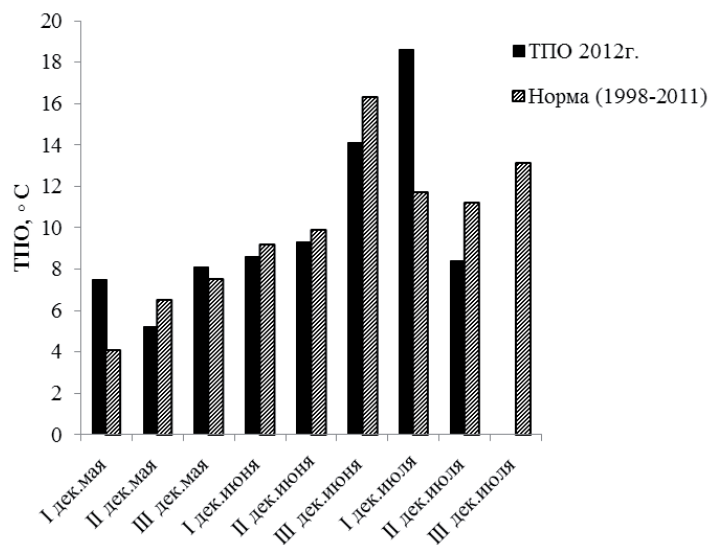


Рис. 8. Динамика ТПО, северо-западная часть залива Анива, май–июль 2012 г.

Fig. 8. SST dynamics in the northwestern part of Aniva Bay, May–July 2012

По мнению ряда исследователей (Шершнев, 1973; Карпенко, 1998; Kaeriyama et al., 2007; Каев и др., 2011), даже задержка в сроках прогрева поверхностного слоя моря вызывает нарушение ритма покатной миграции и снижение темпа роста молоди. А возможные столь резкие перепады температуры как поверхностного слоя прибрежных вод, так и базовых водоемов чреваты повышенной смертностью покатников в период их адаптации к изменению солёности среды обитания (Изергин, Изергина, 2008, 2008а), смене пищевых компонентов и степени их доступности.

Учитывая показатели общей биомассы зоопланктона залива Анива и общее количество молоди лососей за ряд лет, можно утверждать, что кормовая база не является фактором, лимитирующим развитие горбуши и кеты в ранний морской период их жизни, но претерпевают изменения и состав, и количество потребителей зоопланктона – пищевых конкурентов молоди лососей. И межгодовые изменения в состоянии сообщества зоопланктона весьма существенны. Величина общей биомассы зоопланктона в весенний период колеблется в пределах от 201 до 2 055 мг/м³, значительно изменяются и соотношения размерных фракций планктонных животных, и видовой состав кормовых объектов, и распределение зон повышенной продуктивности (Брагина, 2005).

Так, по результатам многолетних исследований раннего морского периода жизни лососей заводского происхождения, проведенных японскими учеными по стандартной сетке станций вдоль охотоморского побережья Хоккайдо, установлено, что при низком темпе прогрева вод молодь лососей задерживается в узкой прибрежной полосе, с течением времени плотность ее увеличивается, приводя к резкому ухудшению условий ее откорма (Fujiwara et al., 2007; Kaeriyama et al., 2007; Nagata et al., 2007). При этом следует учесть, что охотоморские воды северного побережья Хоккайдо значительно отличаются более высокой численностью, биомассой и калорийностью планктеров, наряду с размерной структурой зоопланктона, более приемлемой для питания молоди лососей, нежели присахалинские воды (Брагина, 2002).

Таким образом, в первую очередь встает вопрос не об общих показателях кормовой базы залива Анива, а о доступности и достаточности пищевых компонентов в зоне прохождения процесса адаптации молоди к морской среде обитания, причем при различных вариантах гидрологических условий.

Период проведения исследований 2014 г. характеризовался пониженным температурным фоном – в период со II декады мая по III декаду июня наблюдалась отрицательная аномалия ТПО от 1 до 3 °С. Задержка прогрева поверхностного слоя водной толщи составила почти 12 дней.

Комфортная для откочевки из прибрежных вод температура в 10 °С отмечена в конце июня. Таким образом, молодь, скатившаяся в приустьевую зону р. Таранай, располагала достаточным временем для адаптации к солености и изменению в составе кормовой базы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь только на данных, полученных в результате обработки проб, и принимая во внимание средневзвешенный размер планктонных организмов (0,4–0,72 мм), их численность (39 700 экз./м³) и видовой состав зоопланктона (высокая доля науплиев и яиц эвфаузиевых, копепод *Pseudocalanus minutus* и *Acartia longiremis*), следует предположить, что относительно благоприятные условия для откорма молоди лососей наблюдались в приустьевой зоне р. Таранай в июне.

Более высокие показатели численности (53 514,8 экз./м³), средневзвешенного размера планктонных частиц (0,4–1,2 мм) и общей биомассы планктонных организмов (1 225,3 мг/м³), отмеченные в мае, в значительной степени определены присутствием фораминифер (54,9% от общей биомассы), не являющихся ценным в пищевом отношении объектом.

Таким образом, выпуск 19 397,6 тыс. экз. молоди горбуши со средней навеской 271,5 мг, проведенный в период 23.05–02.06 с Таранайского ЛРЗ, происходил в относительно благоприятных условиях для адаптации молоди к морским условиям и изменившимся условиям питания. То же можно предположить и для выпуска первых партий кеты, выпущенных с того же ЛРЗ с навеской 849,7 мг в I декаде июня. Предположить состояние кормовой базы в прибрежье в период выпуска последующих партий кеты можно лишь на основании результатов стандартных учетных съемок, проведенных СахНИРО с 2006 по 2013 г. Общее количество молоди кеты, выпущенной с 3 по 27 июня, – 15 482,4 тыс. экз., выпуск производился партиями по 1,5–2,0 млн экз. молоди согласно научным рекомендациям (**Шубин, 1994; Карпенко, 1998**).

Выпуск кеты в базовый водоем Ольховатка (предположительно, аналог р. Марийка) в количестве 9 041,4 тыс. экз. с навеской ниже нормативной (725,4 мг и менее) произведен 25 июня единой партией. Если предположить, что состояние кормовой базы осталось на уровне, отмеченном в начале июня (а именно: низкие биомасса и численность планктонных животных в устье реки, значительное содержание в общей биомассе планктонов, не избираемых молодь лососей для питания, в прилегающей прибрежной зоне, а также режим выпуска), то следует оценить условия для адаптации и нагула покатников данного базового водоема как неблагоприятные, так как одновременный выпуск значительного количества молоди негативно влияет на процесс ее адаптации к морским условиям жизни, тем более в условиях отрицательной температурной аномалии поверхностного слоя прибрежной зоны и ограниченного доступа пищевых объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев, Н. Н. Кормовая обеспеченность молоди лососей в Тауйской губе Охотского моря и рекомендации рыболовным заводам [Текст] / **Н. Н. Афанасьев, В. И. Михайлов** // Биол. основы развития лососеводства в Магаданском регионе. – СПб. : ГосНИОРХ, 1994. – С. 55–61.
- Борисов, Б. М. Стандартные таблицы сырого веса и некоторых энергетических характеристик (калорийность, жиры, белки, углеводы, минеральный остаток) зоопланктона дальневосточных морей [Текст] / **Б. М. Борисов, А. Ф. Волков, К. М. Горбатенко** // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 138. – С. 355–367.
- Брагина, И. Ю.** Сезонная и межгодовая изменчивость зоопланктона по результатам исследований 1995–1999 гг. в проливе Лаперуза (Соя) и прилежащих водах [Текст] / И. Ю. Брагина // Тр. СахНИРО. – 2002. – Т. 4. – С. 48–69.
- Брагина, И. Ю.** Сезонные изменения состояния зоопланктона зал. Анива в 2001–2002 гг. [Текст] / И. Ю. Брагина // Тр. СахНИРО. – 2005. – Т. 7. – С. 197–223.
- Волков, А. Ф.** О методике взятия проб зоопланктона [Текст] / А. Ф. Волков // Изв. ТИНРО. – 1996. – Т. 119. – С. 306–311.
- Иванков, В. Н.** Питание горбуши во второй год жизни в море и влияние условий нагула на формирование ее конечной плодовитости [Текст] / В. Н. Иванков // Фауна и экология морских организмов. – Деп. в ВИНТИ 05.06.1984. № 3651-84. – 48 с.
- Изергин, И. Л. Изменения в эритроцитарной системе крови молоди кеты р. Ола в ходе постановочного опыта [Текст] / **И. Л. Изергин, Е. Е. Изергина** // Бюл. № 3 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток : ТИНРО-Центр, 2008. – С. 151–156.
- Изергин, И. Л. Изменения в эритроцитарной системе крови молоди кеты р. Ола в ходе постановочного опыта / **И. Л. Изергин, Е. Е. Изергина** // Бюл. № 3 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток : ТИНРО-Центр, 2008а. – С. 157–161.

Инструкция по обработке проб планктона счетным методом [Текст] / Под ред. О. М. Кожовой. – Иркутск : Иркут. гос. ун-т, **1978**. – 50 с.

Каев, А. М. Экология и формирование численности кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) (Salmonidae) в ранний морской период жизни [Текст] / А. М. Каев // Вопр. ихтиологии. – **1983**. – Т. 23, вып. 5. – С. 724–734.

Каев, А. М. К оценке численности поклатной молоди горбуши в реках восточного Сахалина и Южных Курильских островов [Текст] / **А. М. Каев, А. А. Антонов, А. В. Захаров** // Бюл. № 6 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток : ТИНРО-Центр, **2011**. – С. 112–117.

Карпенко, В. И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей [Текст] / В. И. Карпенко. – М. : Изд-во ВНИРО, **1998**. – 165 с.

Кизеветтер, И. В. О кормовой ценности планктона Охотского и Японского морей [Текст] / И. В. Кизеветтер // Изв. ТИНРО. – **1954**. – Т. 39. – С. 97–110.

Ковтун, М. В. Результаты изучения распространения молоди горбуши в заливе Анива (восточный Сахалин) в июле 2006 г. [Текст] / **М. В. Ковтун, А. О. Шубин, И. Н. Мухаметов** // Бюл. № 1 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток : ТИНРО-Центр, **2006**. – С. 203–212.

Леонов, А. В. Биотрансформация органогенных веществ в водах залива Анива: оценка с помощью математического моделирования [Текст] / **А. В. Леонов, В. М. Пищальник** // Вод. ресурсы. – **2005**. – Т. 32, № 5. – С. 558–574.

Механик, Ф. Я. К вопросу о голодании рыб [Текст] / Ф. Я. Механик // Зоол. журн. – **1957**. – Вып. 12. – С. 1125–1131.

Петров, А. Г. О характере изменений температуры воды в прибрежной зоне южного Сахалина [Текст] / А. Г. Петров // Тр. ДВНИГМИ. – **2000**. – Вып. 148. – С. 144–152.

Петров, А. Г. Характерные модели влияния ветра на резкие изменения температуры воды в отдельных пунктах побережья о. Сахалин [Текст] / А. Г. Петров // Тр. ДВНИГМИ. – **2000а**. – Вып. 148. – С. 160–168.

Петров, А. Г. Влияние ветра на резкие изменения температуры воды в отдельных пунктах побережья о. Сахалин [Текст] / **А. Г. Петров, Н. С. Ванин** // Тр. ДВНИГМИ. – **2000**. – Вып. 148. – С. 153–159.

Шершнева, А. П. Реакция молоди кеты и горбуши на соленость в прибрежной зоне [Текст] / А. П. Шершнева // Изв. ТИНРО. – **1973**. – Т. 91. – С. 49–54.

Шершнева, О. В. Температурные условия в районах выпуска молоди с лососевых рыбо-разводных заводов из устьев рек Сахалина и Итурупа [Текст] / **О. В. Шершнева, Г. В. Шевченко, Е. Г. Новиненко** // Изв. ТИНРО. – **2007**. – Т. 150. – С. 217–225.

Шубин, А. О. Особенности раннего морского периода жизни горбуши и кеты различных районов воспроизводства и его роль в становлении численности поколений на юго-востоке Сахалина [Текст] / А. О. Шубин // Материалы Пятого Всерос. совещ.: систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб. – СПб. : ГосНИОРХ, **1994**. – С. 225–228.

Fujiwara, M. Distribution and growth of Juvenile Pink Salmon in the Coastal Waters of Eastern Hokkaido Determined with Otolith_Marking [Text] / **M. Fujiwara, Y. Miyakoshi, D. Ando** // North Pacific Anadromous Fish Commission Bulletin. – **2007**. – No. 7. – P. 37–39.

Spatial and Temporal Changes in Growth Patterns and Survival of Hokkaido Chum Salmon Populations in 1970–2001 [Text] / **M. Kaeriyama, A. Yatsu, M. Noto, S. Saitoh** // North Pacific Anadromous Fish Commission Bulletin. – **2007**. – No. 4. – P. 251–256.

Nagasawa, K. Possible effects of sea ice in the southern Okhotsk Sea on the survival of pink salmon juveniles from Hokkaido and East Sakhalin [Text] / K. Nagasawa // NPAFC Technical Report. – **2001**. – No. 2. – P. 32.

Nagata, M. A shift in Pink Salmon Dominance in the Okhotsk Sea of Hokkaido in Relation to Coastal Environments during Early Sea Life [Text] / **M. Nagata, D. Ando, M. Fujiwara** // Bull. NPAFC. – **2007**. – No. 4. – P. 237–249.

Shubin, A. O. Results of trawl count surveys on juvenile salmon and attendant fish species along southern Sakhalin Island (southwestern Sea of Okhotsk) performed by RV “Dmitry Peskov” in July 2006–2008 [Text] / **A. O. Shubin, M. V. Kovtun, I. N. Moukhametov** // NPAFC. – **2009**. – Doc. 1201. – 42 p.