

УДК 556.54:574.58:591.524.1(282.257.42–43/265.53)

УСЛОВИЯ СРЕДЫ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ СООБЩЕСТВО ГИПЕРПРИЛИВНОГО ЭСТУАРИЯ РЕК ПЕНЖИНА И ТАЛОВКА (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА)

© 2017 г. М.В. Коваль¹, С.Л. Горин², Ф.А. Романенко³, Е.В. Лепская¹,
А.А. Полякова¹, Р.А. Галямов¹, Е.В. Есин²

¹Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
географический факультет, Москва, Россия
e-mail: koval.m.v@kamniro.ru; gorinser@mail.ru

Поступила в редакцию 11.03.2016 г.

После доработки 02.06.2016 г.

Впервые получены данные по условиям обитания, видовому составу, количественному распределению, миграциям и пищевым отношениям в сообществе гиперприливного эстуария рек Пенжина и Таловка. В теплое время года гидрологический режим эстуария определяется сезонными колебаниями речного стока и изменчивостью морских приливов. Согласно особенностям распределения гидробионтов, выделяются три экологических зоны: пресноводная (с соленостью 0–0.1‰), эстуарная (0–12.3‰) и неритическая (11.2–18.9‰). Развитию фитопланктона в эстуарной зоне препятствует повышенная мутность воды; бентосные сообщества обеднены в связи с сильным опреснением и широким распространением алевритовых илов. Максимальную численность и биомассу формируют неритические копеподы и солоноватоводные нектобентосные ракообразные. Доминируют виды, адаптированные к экстремальным гидрологическим условиям эстуарной зоны. Из позвоночных в эстуарной зоне преобладают проходные рыбы (корюшки, лососи, гольцы, колюшки). Орнитофауна представлена крачками, моевками, бакланами, глупышами, топорками, кайрами, пыжиками, плавунчиками; морские млекопитающие — ларгой, кольчатой нерпой, лахтаком, белухой. Общая численность указанных животных существенно выше, чем в сопредельных водах.

DOI: 10.7868/S0030157417040086

Эстуарным системам присуща высокая пространственно-временная изменчивость гидрологических характеристик — в первую очередь, солености воды, которая в этих объектах систематически переходит рубеж 5–8‰, критический для биологических процессов [34]. Столь стрессовые условия способны выдержать немногие виды живых организмов, поэтому эстуарная фауна обычно характеризуется меньшим разнообразием, чем соседние с ней пресноводные и морские системы [51]. В то же время большое количество аллохтонного органического материала, поступающего в эстуарии из рек и прилегающих участков моря, превращает эстуарии в одни из самых высокопродуктивных водных экосистем в мире [25, 41, 43, 46, 49, 50, 53, 54]. К настоящему времени в мире проведено множество специальных исследований, направленных на выявление продукционных механизмов и адаптаций эстуарных гидробионтов к стрессовым условиям [43, 46, 49, 50, 53, 54]. В России комплексные исследования эстуариев проводились в меньшем масштабе, но все же был выполнен ряд работ, охвативших

основные абиотические факторы и трофические уровни эстуарных экосистем [7, 19, 25, 41]. При этом большая часть Тихоокеанского побережья России осталась почти не исследованной. Помимо прочего, неизученными остались приливные эстуарии Камчатского края, для которых характерно максимальное в России типологическое разнообразие [4].

Цель настоящей работы состоит в описании условий среды и сообщества одного из самых своеобразных водных объектов Камчатского края — эстуария рек Пенжина и Таловка. Для него характерны экстремально высокие приливы, достигающие 13 м и более [2, 32], относительно большой приток речной воды в теплое время года, а также удлиненность и мелководность акватории, прилегающей к устьям рек [6]. Благодаря этому, внутри эстуария сформировалась протяженная зона смешения речных и морских вод, в пределах которой существует устойчивое сообщество эстуарных гидробионтов, адаптированных к условиям гиперприливов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Ранее о бассейнах рек Пенжина и Таловка, а также об их эстуарии, почти ничего не было известно [6, 16, 30, 38]. Это было связано с труднодоступностью района и сложностью проведения здесь наблюдений из-за тяжелых навигационных условий на водных объектах.

В основу настоящей статьи положены материалы двух экспедиций, проведенных в теплые сезоны 2014 и 2015 гг. Основные результаты первого этапа экспедиционных работ, состоявшегося в 2014 г., были опубликованы в [6, 16, 17, 18, 30, 38]. Результаты исследований 2015 г. публикуются впервые.

Основная часть полевых работ была проведена на надувных лодках с подвесными моторами. Некоторые геоморфологические и гидрологические наблюдения проведены с борта попутных речных и морских транспортных судов.

Гидрологические исследования проводились в июле–сентябре 2014 г. и июне–сентябре 2015 г. Они охватили нижнее течение рек Пенжина и Таловка, а также северную часть Пенжинской губы (рис. 1). Полевые работы выполнялись в соответствии с принятыми в гидрологии устьев рек методами [1, 31]. Были получены данные о пространственно-временной изменчивости уровня, температуры, солености, мутности, скорости и направления течения воды, а также о морфометрических характеристиках водных объектов [5, 6].

Режим уровня воды изучался с помощью автономных гидростатических датчиков, установленных на дно водных объектов. Использовались отечественные приборы (ГМУ-2, STD-2, ГРС-3М производства Центрального конструкторского бюро гидрометеорологии, г. Обнинск) и зарубежное оборудование — DST centi-TD, DST tilt (Star-Oddi Ltd.). В русле реки Пенжина в 2014 и 2015 гг.

работали 5 постов, в реке Таловка в 2015 г. работал 1 пост (рис. 1). В култушной части Пенжинской губы между устьевым створом рек и линией м. Крайний — о. Орночка было установлено 4 прибора, которые работали в 2014 г. Еще 2 датчика стояло в северной части губы: пост около о. Орночка работал в 2014 и 2015 гг., пост около м. Этаучью работал в 2015 г. (рис. 1). Измерения уровня производились через каждые 15 минут и продолжались от 2 до 5 недель в 2014 г. и от 4 до 8 недель в 2015 г. Точность измерений — от 1 см (5 приборов) до 10 см (7 приборов). Примеры результатов измерений см. на рис. 2.

Режим температуры и солености воды исследовался с помощью наблюдений на автоматических постах (там же, где стояли уровнемеры), а также гидрологических съемок (рис. 1). Посты были оборудованы приборами STD-2, ГРС-3М и ГМУ-2 (ЦКБ ГМП, г. Обнинск), а также DST CT (Star-Oddi Ltd.). В русле реки измерения проводились в придонном горизонте, а в губе — у дна и на поверхности. Дискретность измерений на всех постах составляла 15 мин, а продолжительность от 2 до 5 недель в 2014 г. и от 4 до 8 недель в 2015 г. Точность измерений температуры и солености воды составляла 0.1 °C и 0.5‰, соответственно. Продольные гидрологические съемки проводились в нижних участках речных русел и в северной части Пенжинской губы (рис. 1) с использованием гидрологических зондов Minisonde 4a (Hydrolab), 600 XLM (YSI Inc.), U-50 (Horiba Ltd.). В 2014 и 2015 гг. было проведено 14 съемок, которые охватили весь теплый период года с июня по сентябрь. Этот вид работ выполнялся в основном в полные воды, как во время высоких сизигийных, так и в периоды низких квадратурных приливов. В речном русле измерения делались через каждые 1–2 км, а в Пенжинской губе — через 2–4 км. Точность измерений температуры составляла 0.1 °C, а солености воды — от 0.5‰ (в диапазоне 0–2‰) до 0.1‰ в диапазоне 2–33‰.

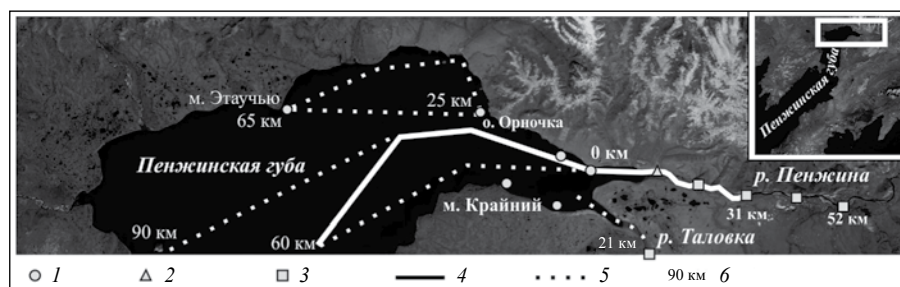


Рис. 1. Схема размещения автономных постов и проведения гидрологических съемок в устьевой области рек Пенжина и Таловка (на фоне космического снимка). 1 — Посты, на которых у дна стояли датчики уровня (H), температуры (T) и солености (S) воды, а у поверхности датчики T , S ; 2 — пост с датчиками H , T , S и скорости течения (V) у дна; 3 — посты с датчиками H , T у дна; 4 — линии систематических съемок; 5 — линии разовых съемок; 6 — расстояния от устьев до створа рек.

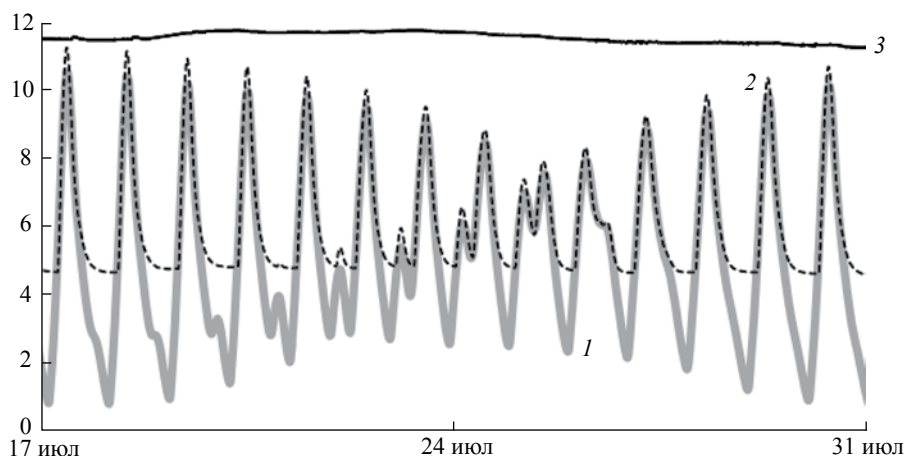


Рис. 2. Совмещенные графики изменения уровня воды в устьевой области рек Пенжина и Таловка (июль 2015 г.). 1 — В Пенжинской губе около о. Орnochка; 2 и 3 — в реке Пенжина в 11.5 и 51.5 км (соответственно) от устьевого створа.

Мутность воды измерялась одновременно с температурой и соленостью во время гидрологических съемок. Измерения производились оптическими датчиками в условных единицах (NTU). При этом использовались гидрологические зонды Minisonde 4a (Hydrolab) и U-50 (Horiba Ltd.). Точность измерений — от 1 NTU (в диапазоне 0–20 NTU) до 50 NTU (при достижении верхнего предела измерений, равного 1000 NTU). Скорость и направление течений воды измерялись с помощью акустического прибора ГРС-3М (ЦКБ ГМП, г. Обнинск) установленного в 11 км от устьевого створа реки Пенжина (рис. 1). Дискретность измерений составляла 15 мин, продолжительность — 2 недели в 2014 г. и 8 недель в 2015 г. Кроме этого, в реках эпизодические измерения скорости проводились речной вертушкой ГР-21, а в Пенжинской губе — поплавками с GPS приемниками.

Промеры глубин выполнены эхолотом GPSMAP Sounder (Garmin Lmt.). В нижнем течении рек (65 км в реке Пенжина и 45 км в реке Таловка) промеры проводились по косым галсам и поперечникам, а в култушной части Пенжинской губы — по поперечникам (рис. 1). Среднее расстояние между косыми галсами составляло 200–300 м, а между поперечниками — 1 км. К единой системе отсчета все глубины были приведены по показаниям автоматических уровнемеров.

Биологические исследования выполнены в июле–сентябре 2014 г. и июне–августе 2015 г. с охватом нижнего течения рек Пенжина и Таловка (участки длиной 75 км), а также северной части Пенжинской губы (участок длиной 70 км от устьев рек до линии м. Крайний — м. Этаучью, рис. 3). Основными объектами биологических исследований являлись мезопланктон, нектобентос и рыбы. Кроме этого, была проведена качественная оценка видового состава сетного

фитопланктона, фито- и зообентоса на отдельных участках литорали эстуария, а также визуальное наблюдение за птицами и крупными млекопитающими, встречающимися в районе исследований (в соответствии с [33, 45]).

Для количественной оценки распределения мезопланктона, а также отбора качественных проб для оценки видового состава фитопланктона использовали малую сеть Джеди (диаметр входного отверстия 12 см, ячея 0.145 мм), которой обливали слой от дна до поверхности.

Для изучения нектобентосных ракообразных и молоди рыб использовали мальковый бим-трал 2.6/8.2 м и мальковый закидной невод 3/8 м (ячея в кутке у обоих орудий лова 4 мм; слой облова — от поверхности до глубины 2 м), разработанные в КамчатНИРО [12, 13, 14]. Взрослых рыб отлавливали жаберными сетями (ячея 25, 40, 50, 55 мм). Для изучения пространственного распределения и суточных миграций гидробионтов использовали эхолот BioSonics DT-X (США) с частотой антенны 200 кГц.

Гидробиологические и ихтиологические исследования проводили на контрольных и суточных станциях, а также в режиме площадных и продольных съемок по описанной ранее методике [12, 13, 14]. Эти исследования сопровождались измерениями основных гидрологических характеристик.

Суммарно за период полевых исследований 2014–2015 гг. выполнено 43 планктонных станции сетью МСД, 139 траловых и 152 неводных станций, а также 151 облов жаберными сетями в 14 точках эстуария и нижнего течения обеих рек (рис. 3).

Сетные пробы фито- и мезопланктона анализировали стандартными методами [10]. Оценки

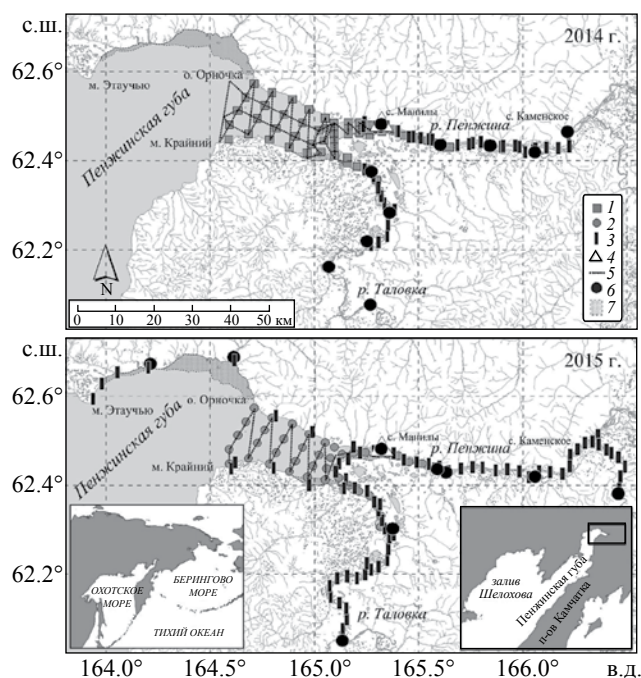


Рис. 3. Схема расположения гидробиологических и ихтиологических станций (включая галсы гидроакустических съемок), выполненных в устьевой области рек Пенжина и Таловка в июле–сентябре 2014 г. и июне–августе 2015 г. 1 — Траловые станции; 2 — траловые и планктонные станции; 3 — неводные станции; 4 — суточные станции; 5 — галсы гидроакустических съемок; 6 — сетные станции; 7 — приливные осушки.

биологических показателей и трофических отношений в ихтиоценозе основаны на результатах биологического (4578 экз.) и трофологического (2002 экз.) анализов, которые проводили на свежем материале по общепринятым методикам [26, 29]. Оценку пищевых предпочтений крупных млекопитающих выполняли визуально и на основе опросных сведений.

Распределение биомассы мезопланктона оценено на основе результатов обловов МСД, пересчитанных на единицу площади (тыс. экз (кг)/км²). Характеристика распределения нектобентоса и молоди рыб дана по уловам малькового бим-трала, нормированным на единицу усилия (стандартное 15-мин траление), а также по результатам гидроакустических учетов. Относительную численность (N) и биомассу (B) нектобентосных беспозвоночных и молоди рыб (тыс. экз (кг)/км²) для каждой контрольной станции рассчитывали по формуле: $N(B) = n(b)/(H \cdot S) \cdot 1000$, где $n(b)$ — суммарная численность (n) или биомасса (b) гидробионтов на станции за стандартное 15-мин траление, экз (г); H — горизонтальное раскрытие трала, м; S — дистанция траления, м. В наших исследованиях по техническим причинам при количественных расчетах коэффициент уловистости

трала был принят равным 1, хотя это могло быть источником ошибки [47, 55].

Все данные, полученные в ходе гидробиологических и ихтиологических съемок, а также результаты камеральной обработки биологических материалов, вносили в единую электронную реляционную базу данных RDBaseMIL [11], которую использовали для анализа и статистической обработки результатов. Анализ результатов гидроакустических учетов проводили в программе Muriax EchoView 6.0 методом эхоинтегрирования [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе результатов полевых исследований 2014–2015 гг. установлено, что по особенностям распределения состава водных сообществ в пределах устьевой области рек Пенжина и Таловка сформировалось три экологических зоны с подвижными границами [18]. Эти зоны (с некоторой степенью условности) определены как пресноводная (ПЗ, $S = 0–0.1\%$), эстуарная (ЭЗ, $0–12.3\%$) и неритическая (НЗ, $11.2–18.9\%$). Границы эстуарной зоны в целом совпадали с границами эстуария, выделенными по гидрологическим критериям с опорой на представления, изложенные в [27]. В местах соприкосновения основных экологических зон существовали переходные подзоны, фауна которых была сформирована представителями двух смежных сообществ (рис. 4а).

Абиотические условия. Площадь водосбора реки Пенжина 73500 км², величина среднемноголетнего расхода воды в вершине устьевой области — 682 м³/с [6]. Период без льда на реке обычно продолжается с последних чисел мая до середины октября. Весеннее половодье начинается в середине мая, достигает своего пика в первой половине июня, а заканчивается в конце июля. Максимальный расход половодья в среднем составляет 6644 м³/с, но может превышать 10000 м³/с. После половодья (в июле–сентябре) наступает период высокой водности, обусловленной дождевыми паводками (среднеминимальный расход воды 365 м³/с). Площадь водосбора реки Таловка 24100 км² [6]. Среднемноголетний расход этой реки составляет 230 м³/с, среднемаксимальный на пике половодья — 2074 м³/с, а среднеминимальный в летне-осенний период — 141 м³/с.

Максимальная величина приливов в северной части Пенжинской губы может превышать 13 м [2, 32]. Во время наших работ величина тропических (июньских) приливов находилась в пределах от 5–6 м в квадратуры до 10–12 м в сизигии, а величина равноденственных (сентябрьских) приливов изменялась от 3–4 м в квадратуры до 7–8 м в сизигии.

Устьевая область рек Пенжина и Таловка состоит из четырех основных элементов: двух устьевых участков соответствующих рек, а также общих для обоих водотоков эстуария и взморья. Верхние границы устьевых участков рек соответствуют пределам распространения приливных колебаний уровня [27], которые в теплые периоды 2014–2015 гг. достигали 52 км от устьевого створа реки Пенжина и ~ 40 км от устья реки Таловка. Нижние границы устьевых участков рек, соответствующие пределам приливной интрузии осолоненных вод в речные русла [27], в 2014–2015 гг. находились в ~ 15–17 км от устьевых створов рек. Внешняя граница устьевой взморья, определяемая по предельному положению поверхностной изогалины 30‰, во время наших исследований находилась в ~160 км от устьев рек — в проливе, соединяющем северную и южную части Пенжинской губы (см. рис. 1). Основываясь на [27], эстуарием рек Пенжина и Таловка следует считать культурную часть Пенжинской губы (рис. 1), а также примыкающие к ней участки речных русел и северной части губы, где соленость воды имеет выраженную приливную изменчивость.

В русле реки Пенжина в 6 км от ее устьевого створа находится порог, ограничивающий проникновение приливов вверх по реке. На нижнем участке реки есть еще 4 мощных переката, каждый из которых “срезает” некоторую часть приливной кривой. Культурная часть Пенжинской губы представляет собой мелководную акваторию, на большей части которой глубины в низкие малые воды не превышают 4–6 м (в полные воды глубины становятся больше на величину прилива). От устьевого створа реки Пенжина к проливу между берегом и о. Аппапель (рис. 4) тянется ложбина, в пределах которой глубины достигают 8–17 м в низкие малые воды. Несмотря на очень большую величину приливов, площадь осушек в культурной части губы относительно невелика (рис. 3). В северной части Пенжинской губы глубины в отлив в основном составляли 15–20 м и более. У северо-западного берега губы широко распространены мелководья и приливные осушки (рис. 3).

Наши измерения показали, что в теплое время года для эстуария рек Пенжина и Таловка характерны очень большие приливные колебания уровня воды (до 10–12 м), которые затухают при входе в речные русла (рис. 2); сильные реверсивные течения (до 1.0–1.5 м/с и более); значительные приливные колебания солёности (от 0 до 6–9‰ в районе устьевых створов рек и от 6–8 до 14–16‰ в районе о. Орночка, см. рис. 1); закономерное увеличение солёности в продольном направлении от реки к морю; высокая мутность воды; интенсивное ветровое перемешивание водной толщи

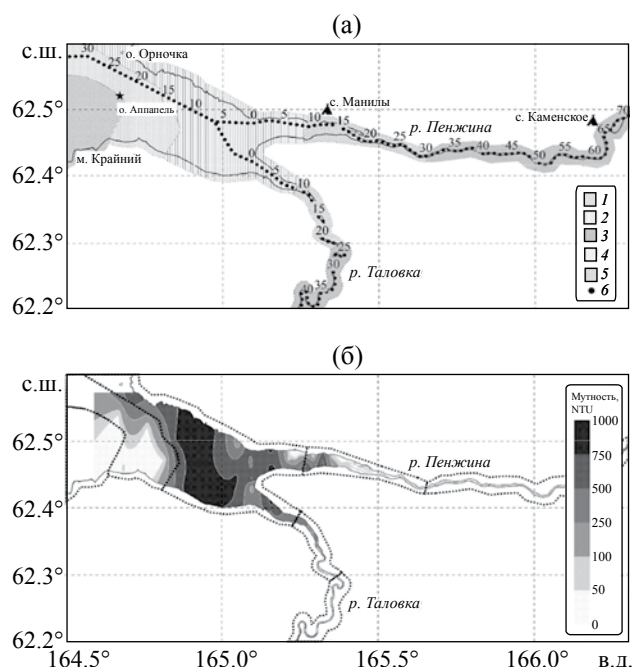


Рис. 4. Экологическое районирование устьевой области рек Пенжина и Таловка (а) и распределение мутности воды (NTU) на ее акватории в августе 2014 г. (б). 1 — Неритическая зона (НЗ); 2 — эстуарная зона (ЭЗ); 3 — пресноводная зона (ПЗ); 4 — переходная подзона между НЗ и ЭЗ (НЭпз); 5 — переходная подзона между ЭЗ и ПЗ (ЭПпз); 6 — расстояния от устьевых створов рек, км.

до дна. В 2014 и 2015 гг. в полные воды мутность в эстуарии систематически превышала 1000 NTU, тогда как на устьевых участках рек и на взморье она не поднималась выше 60 NTU (рис. 4б). По всей видимости, столь сильное замутнение воды в эстуарии было связано с интенсивным волновым и эрозионным размывом плотных лагунных или озерно-аллювиальных глин на берегах эстуария [30]. Температура воды в эстуарии имела выраженную сезонную изменчивость: с середины июня до начала августа она повышалась от 8–10 °С до 15–17 °С, соответственно, а затем к началу сентября понижалась до 12–14 °С. Суточные колебания температуры обычно были меньше 1 °С, и лишь в отдельные дни достигали 2 °С. Величина рН в эстуарии составляла 7–9; среднее содержание растворенного кислорода в водной толще было в пределах 11–12 мг/л.

Видовой состав и структура сообществ. За весь период исследований в различных экологических зонах устьевой области рек Пенжина и Таловка отмечены представители более 30 таксономических групп гидробионтов. В пелагиали неритической зоны (НЗ) преобладали эвригалитные виды планктонных водорослей, ракообразных и рыб, но встречались и типичные представители

морских экосистем (например, медуза *Aurelia aurita*). Пресноводную зону (ПЗ) населяли стеногалинные речные виды. В фитопланктоне преобладали диатомовые (Bacillariophyta), динофитовые (Dinophyta) и зеленые (Chlorophyta) водоросли. Основу речного зоопланктона, дрефта и зообентоса составляли личинки амфибиотических насекомых — веснянки (Plecoptera), поденки (Ephemeroptera), ручейники (Trichoptera) и хиромиды (Chironomidae), реже — малощетинковые черви (Oligochaeta). Среди рыб преобладали представители пресноводной ихтиофауны [18]. Фитобентос в этой зоне практически отсутствовал, хотя в уловах невода постоянно присутствовали представители фитоперифитона — зеленые нитчатые водоросли относящиеся к родам *Urospora*, *Zignema*, *Mougeotia*, *Ulotrix* и др.

В эстуарной зоне (ЭЗ), фито- и мезопланктон был представлен смесью типичных неритических видов, характерных для прибрежной зоны Охотского моря (водорослями *Fragilariopsis* sp., *Tabellaria fenestrata*, рачками *Eurytemora affinis*, *Acartia longiremis* и др.) [21, 40], и пресноводных видов, обычных для внутренних водоемов Камчатки (*Fragilaria* sp.) [20]. Эти организмы, по-видимому, были принесены сюда приливными и стоковыми течениями из соседних экологических зон. Литоральные бентосные сообщества были бедными. Среди зообентоса преобладали нектобентосные солоноватоводные ракообразные, из которых доминировали мизида *Neomysis mirabilis*, морской таракан *Saduria entomon*, бокоплав *Gammarus setosa* и креветка *Crangon septemspinosa*. На отдельных участках дна встречались кумовые раки, малощетинковые и многощетинковые черви, реже — двустворчатые моллюски *Macoma balthica*.

Из рыб в эстуарии рек Пенжина и Таловка чаще всего встречались полупроходные и проходные виды. В пелагиали преобладали зубатая (*Osmerus dentex*) и малоротая (*Hypomesus olidus*) корюшки, девятииглая колюшка (*Pungitius pungitius*), навага (*Eleginus gracilis*) и кета (*Oncorhynchus keta*), а в сублиторали — плоскоголовая широколобка (*Megalocottus platycephalus*) и желтоперая камбала (*Limanda aspera*). Реже в ЭЗ встречались проходные виды: мальма (*Salvelinus malma*), кунджа (*S. leucomaenis*), голец Леванидова (*S. levanidovi*), а также горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) и молодь пресноводных жилых рыб, которая активно использует устьевую область рек Пенжина и Таловка для нагула в летний период [16, 18]. В последней группе преобладали речной голец (*Phoxinus phoxinus*), сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian*), пенжинский омуль (*Coregonus subautumnalis*), сибирская ряпушка (*Coregonus sardinella*), обыкновенный валек (*Prosopium cylindraceum*), камчатский хариус (*Thymallus arcticus mertensii*), тонкохвостый

налим (*Lota lota leptura*), пестроногий подкаменщик (*Cottus poecilopus*).

Большинство видов нектобентоса и молоди рыб в уловах мальковых орудий лова имели схожие размерные показатели: длина их тела по большей части не превышала 10 см, масса — 15 г. В уловах жаберных сетей доминировали взрослые рыбы длиной 30–60 см и массой 300–3000 г.

Среди птиц в устьевой области рек и на акватории северной части Пенжинской губы доминировали чайки (род *Larus*), крачки (р. *Sterna*), моевки (р. *Rissa*), бакланы (р. *Phalacrocorax*), глупыши (р. *Fulmarus*), топорки (р. *Lunda*), кайры (р. *Uria*), пыжики (р. *Brachyramphus*), плавунчики (р. *Phalaropus*). Из уток наиболее многочисленной была шилохвость (*Anas acuta*). В открытых водах губы летом 2015 г. были отмечены значительные скопления турпана (*Melanitta fusca*).

Из морских млекопитающих в устьевой области рек наиболее часто встречались три вида тюленей: ларга (*Phoca largha*) кольчатая нерпа (акиба) (*Pusa hispida*), лахтак (*Erignathus barbatus*). Из зубатых китов преобладала белуха (*Delphinapterus leucas*). В открытых водах Пенжинской губы наблюдали косаток (*Orcinus orca*). Неоднократно (как в 2014 г., так и в 2015 г.) отмечены заходы в северную часть Пенжинской губы группы гренландских китов (*Balaena myticetus*), численностью 2–4 особи.

Количественное распределение и миграции. В силу методических ограничений достоверная оценка количественного распределения гидробионтов на акватории эстуария сделана только для мезопланктона, нектобентоса и молоди рыб. Для других групп организмов (фитопланктон, взрослые рыбы, птицы и морские млекопитающие) получены лишь ориентировочные количественные оценки.

Постоянные ветры, мощные приливные течения и малые глубины определяют хорошую перемешанность водной толщи в эстуарии в теплое время года. В результате, планктон и нектобентос распределяются в пелагиали достаточно равномерно, и, по сути, представляют собой единое сообщество. Именно этим обстоятельством можно объяснить присутствие в уловах бим-трала в поверхностном слое воды от 0 до 2 м большого количества равноногих раков *S. entomon*, которые обычно встречаются только у дна.

В августе 2015 г. суммарная численность водорослей в пробах колебалась от 0.1 (в ЭЗ) до 32.7 (в НЗ) млн клеток/м³. В пробах, собранных на акватории ЭЗ — в зоне с повышенной мутностью — присутствовали, как правило, мертвые особи или остатки фитопланктонных водорослей.

Относительная биомасса мезопланктона в ЭЗ изменялась от 1.3 до 2203.8 кг/км² (в среднем 467.3 кг/км², таблица, рис. 5). По данным тралового лова, численность и биомасса нектобентосных гидробионтов и молоди рыб в пелагиали ЭЗ были больше, чем в сопредельных зонах. Причем, прослеживалась четкая связь между показателями мутности и общей численностью эстуарных нектобентосных ракообразных и молоди рыб в уловах бим-трала (рис. 6). В эстуарии биомасса нектобентоса в августе 2014 г. варьировала от 0.2 до 360 (в среднем 46.3) кг/км² [18], а в августе 2015 г. — от 0.04 до 686 (175.3) кг/км² (таблица). Биомасса молоди рыб в те же периоды составляла 0.1–282 (35.4) кг/км² и 1.5–124 (27.3) кг/км² соответственно. По данным гидроакустического учета биомасса нектобентоса на отдельных участках ЭЗ в августе 2014 г. колебалась от 5.7 до 3199 (в среднем 534.1) кг/км², а молоди рыб — от 2.2 до 1227 (204.8) кг/км² [18]. Разница в количественных оценках, полученных траловым и гидроакустическим методами, по-видимому, объясняется недоучетом гидробионтов при тралении, во время которого облавливался только поверхностный слой воды толщиной 2 м, а также определенной селективностью трала.

Количественное распределение гидробионтов в устьевой области рек Пенжина и Таловка было связано с их миграциями в период суточного приливного цикла. В прилив представители пелагического эстуарного сообщества (мизиды, изоподы, молодь корюшек, колюшек, наваги) массово мигрировали в нижнее течение рек. При этом максимальные дистанции, на которые их скопления могли проникать вверх по руслу в сизигийный прилив в р. Пенжина достигали 30 км, а в р. Таловка — 25 км от устьевого створа. В квадратуру эта дистанция снижалась почти в 2 раза и не превышала в р. Пенжина 14–15 км, а в р. Таловка — 11–12 км. В тоже время на обширных мелководьях, расположенных в нижнем течении рек, в независимости от фазы прилива всегда наблюдалась высокая численность гаммарусов и молоди омуля, ряпушки, сига-пыжьяна. Различия в миграционном цикле у представителей пелагического и литорального сообществ обусловлены тем, что скорости приливных течений на мелководьях были значительно ниже, чем в пелагиали.

Уловы жаберных сетей в июне–сентябре 2014–2015 гг. показали, что среди взрослых рыб в ЭЗ самым многочисленным видом была половозрелая кета, которая мигрировала из Охотского моря. Нерестовый ход кеты начинается здесь в июне и продолжается, как правило, до конца августа — начала сентября, однако массовые подходы наблюдаются в конце июля и в августе [16, 17]. Доля кеты от общей численности рыб в уловах сетей

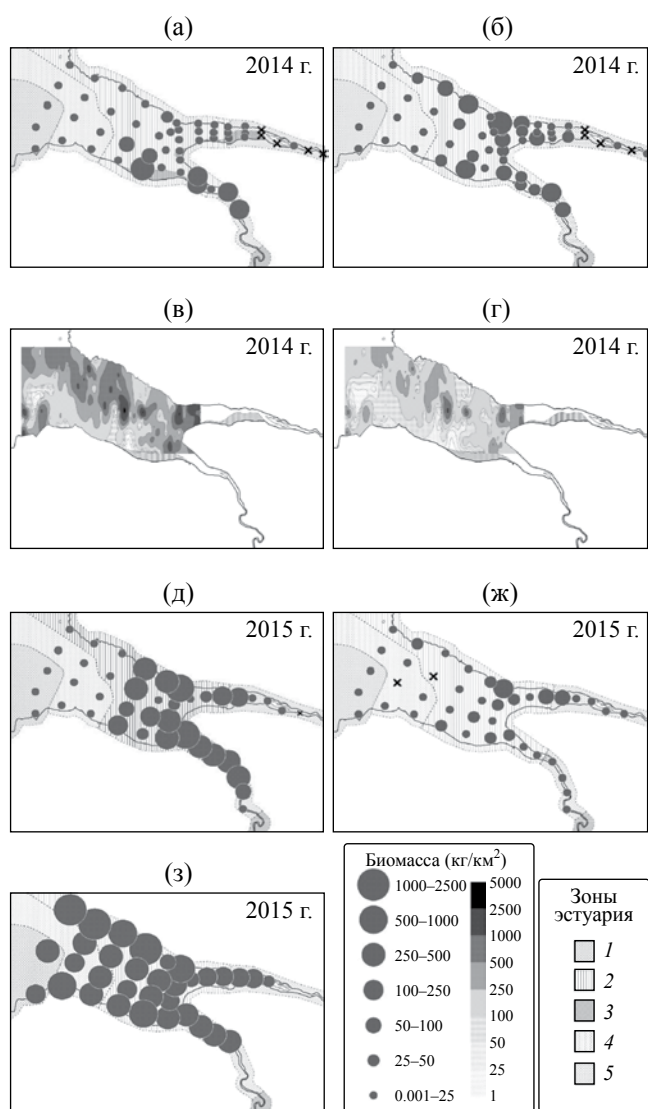


Рис. 5. Распределение биомассы (кг/км²) мезопланктона (з), нектобентоса (а, в, д) и молоди рыб (б, г, ж) в устьевой области рек Пенжина и Таловка в августе 2014 и 2015 гг. (а, б, д, ж — уловы бим-тралом, слой 0–2 м; (в, г) — гидроакустический учет эхолотом BioSonic DT-X, дно–поверхность; (з) — уловы Малой сетью Джели, дно–поверхность; крестики — улова нет. Обозначения зон эстуария те же, что и на рис. 3.

(649 экз) составила за весь период наблюдений 89.5%. Значительно реже в этой зоне встречались другие взрослые проходные рыбы (мальма — 5.8%; кунджа — 3.7%; горбуша — 0.6%; голец Леванидова — 0.2%, зубатая корюшка — 0.1%), а также навага (0.1%).

По визуальным оценкам некоторые виды птиц на отдельных участках Пенжинской губы образовывали концентрации в несколько сотен и даже тысяч особей (например, тихоокеанская чайка и турпан). Основные гнездовья морских птиц были расположены на островах, реже — на

Средняя относительная численность (N, тыс. экз / км²) и биомасса (B, кг/км²) мезопланктона, нектобентоса и молоди рыб в эпипелагиали различных экологических зон устьевой области рек Пенжина и Таловка в августе 2015 г.

Состав уловов	Неритическая зона (НЗ)		Эстуарная зона (ЭЗ)		Пресноводная зона (ПЗ)	
	N	B	N	B	N	B
Мезопланктон (по уловам МСД в слое 0—дно)						
<i>Foraminifera gen. spp.</i>	143.155	0.215	479.608	0.719	206.312	0.309
<i>Synchaeta gen. spp.</i>	0	0	398.557	3.188	0	0
<i>Polychaeta gen. spp.</i>	0	0	2.679	0.054	0	0
<i>Podon leuckartii</i>	0	0	8.038	0.563	0	0
<i>Podon intermedius</i>	0	0	16.076	1.125	0	0
<i>Eurytemora affinis</i>	978.929	38.311	8298.923	263.626	29.473	0.884
<i>Acartia longiremis</i>	9001.940	249.492	4103.633	68.292	0	0
<i>Tortanus dirjugini</i>	0	0	2.679	0.080	0	0
<i>Tachidius incisipes</i>	94.735	3.789	14.290	0.572	0	0
<i>Halectinosoma curticorne</i>	328.415	13.137	89.424	3.577	0	0
Сорепода gen. spp. (nauplius)	4677.809	46.778	6459.698	64.597	0	0
Cumacea gen. spp.	0	0	32.153	0.008	0	0
<i>Neomysis mirabilis</i>	303.152	0.215	1261.986	3.333	383.151	0.914
<i>Neomysis mirabilis</i> (furcilia)	0	0	16.076	1.125	0	0
<i>Gammarus setosa</i>	0	0	48.229	1.610	0	0
<i>Idothea ochotensis</i>	0	0	2.679	0.142	0	0
Gastropoda gen. spp. (veliger)	12.631	0.758	2.512	0.151	0	0
Bivalvia gen. spp. (veliger)	18.947	0.133	27.296	0.191	0	0
Суммарное количество мезопланктона						
<u>Минимум</u>	<u>2741.002</u>	<u>44.740</u>	<u>88.419</u>	<u>1.326</u>	<u>265.258</u>	<u>0.398</u>
Максимум	23519.569	554.390	140542.686	2203.832	1061.033	3.272
Среднее	15559.715	352.827	21264.538	412.954	618.936	2.107
Нектобентосные ракообразные (по уловам бим-трала в слое 0—2 м)						
<i>Neomysis mirabilis</i>	0	0	928.614	157.039	0	0
<i>Saduria entomon</i>	0.043	0.090	5.011	3.783	0	0
<i>Gammarus setosa</i>	0.043	0.005	8.872	1.204	0	0
<i>Crangon septemspinosa</i>	0	0	15.852	13.276	0	0
<i>Idothea ochotensis</i>	3.644	0.662	0.199	0.034	0	0
<i>Idothea pelagica</i>	0.129	0.007	0	0	0	0
Суммарное количество нектобентоса						
Минимум	1.029	0.206	0.343	0.041	0	0
Максимум	14.746	2.651	3561.385	685.761	0	0
Среднее	3.858	0.764	958.549	175.336	0	0
Молодь рыб (по уловам бим-трала в слое 0—2 м)						
<i>Osmerus dentex</i>	5.401	0.514	17.976	13.054	0	0
<i>Hypomesus olidus</i>	0.043	0.091	9.049	3.744	0	0
<i>Coregonus subautumnalis</i>	0	0	0	0	0.043	0.062
<i>Oncorhynchus keta</i>	0.171	0.278	1.007	1.227	0.040	0.060
<i>Eleginus gracilis</i>	0	0	12.124	7.533	0	0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	0.011	0.007	0	0
<i>Pungitius pungitius</i>	3.044	0.442	7.058	1.712	0	0
Суммарное количество молоди рыб						
<u>Минимум</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0.686</u>	<u>1.553</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
Максимум	30.864	3.714	254.115	124.005	0.343	0.497
Среднее	8.659	1.325	47.226	27.277	0.042	0.035

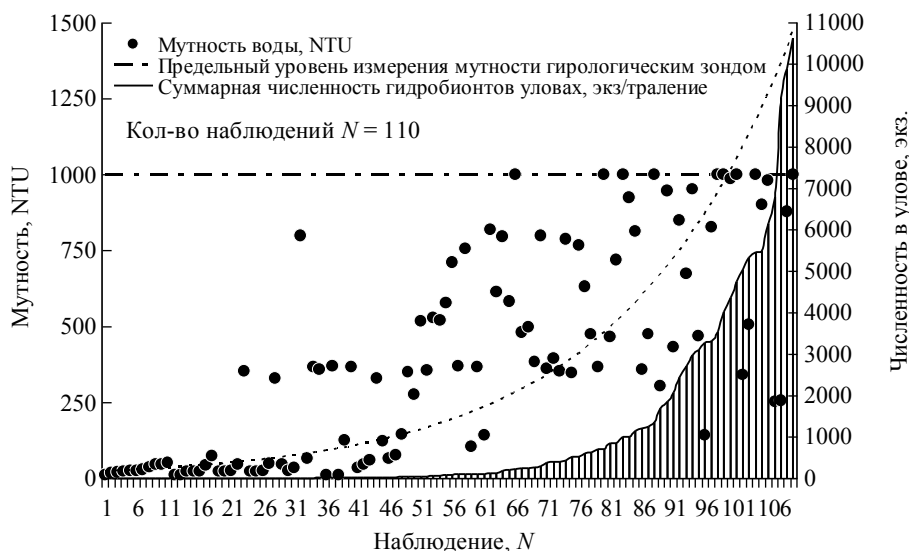


Рис. 6. Связь между мутностью воды (NTU) и суммарной численностью нектобентосных ракообразных и молоди рыб в уловах бим-трала (экз / траление) в пелагиали эстуария рек Пенжина и Таловка в августе 2014 и 2015 гг. (интегрированные данные).

побережье Пенжинской губы. Из тюленей максимальную численность имела ларга, общая численность которой по нашим оценкам может достигать нескольких тысяч голов. Наиболее многочисленные залежки тюленей отмечены на побережье скалистого о. Аппапель (см. рис. 4а), а также на прилегающих к нему каменистых отмелях. Численность белух, для которых Пенжинская губа является важным районом летнего нагула [3, 52], в устьевой области рек и на акватории северной части губы достигала нескольких сотен экземпляров.

Пищевые отношения. По данным трофологического анализа основу питания молоди большинства пелагических и придонных рыб (корюшек, кеты, мальмы, наваги) в ЭЗ составляли мизиды (*Neomysis* spp.) (рис. 7). Массовая доля этих рачков в пищевом комке рыб в районе устьевых створов рек Пенжина и Таловка достигала 100%. В нижнем течении рек, куда эстуарные рыбы заходили с приливом, в составе их пищи начинали встречаться личинки и имаго амфибиотических насекомых — веснянок, поденок, комаров и мошек. Во время миграции рыб с отливом в открытые воды губы все планктоноядные рыбы (корюшки, колюшки) начинали активно потреблять неритический морской мезопланктон (веслоногих *Eurytemora* и *Acartia*, ветвистоусых *Podon* и *Evadne*, фурцилий эвфаузиид р. *Thysanoessa*).

У взрослых особей зубатой корюшки и кунджи в ЭЗ существенную роль в рационе играл ихтиопланктон и мелкий нектон (рис. 7). В питании молоди рыб, населяющих сублитораль (омуль, ряпушка, налим, подкаменщик, голянь,

широколобка), доминировали молодые особи бокоплавов родов *Gammarus* и *Eogammarus*, встречались личинки амфибиотических и имаго воздушных насекомых. В желудках камбал достаточно часто отмечали полихет рода *Nereis*, реже — мизид, кумовых и изопод.

Молодь всех видов рыб в ЭЗ очень интенсивно питалась. Индексы наполнения желудков (ИНЖ) у наваги, широколобки, кеты, девятиглазой колюшки достигали 1200‰ и более. Средняя накормленность рыб составляла 220–700‰ (рис. 7). У взрослых проходных рыб высокая интенсивность питания зарегистрирована лишь у зубатой корюшки (средний ИНЖ составил 189‰). У половозрелых тихоокеанских лососей и голец показатель ИНЖ был на порядок ниже и не превышал 20‰. Это определялось тем, что проходные резко снижают интенсивность питания еще в эстуарии [9, 16, 37].

По данным визуальных наблюдений белухи и тюлени вели активную охоту на взрослых андромных рыб, которые в летний период составляют основу их рациона [39, 52]. Основными объектами питания морских птиц и гренландских китов на акватории ЭЗ, по-видимому, являлись нектобентосные ракообразные, ихтиопланктон и мелкий нектон.

Антропогенная нагрузка на экосистему эстуария в настоящее время практически отсутствует [17, 18]. Немногочисленное местное население изымает незначительную часть биоресурсов в рамках потребительского и спортивно-любительского рыболовства. По нашим оценкам,

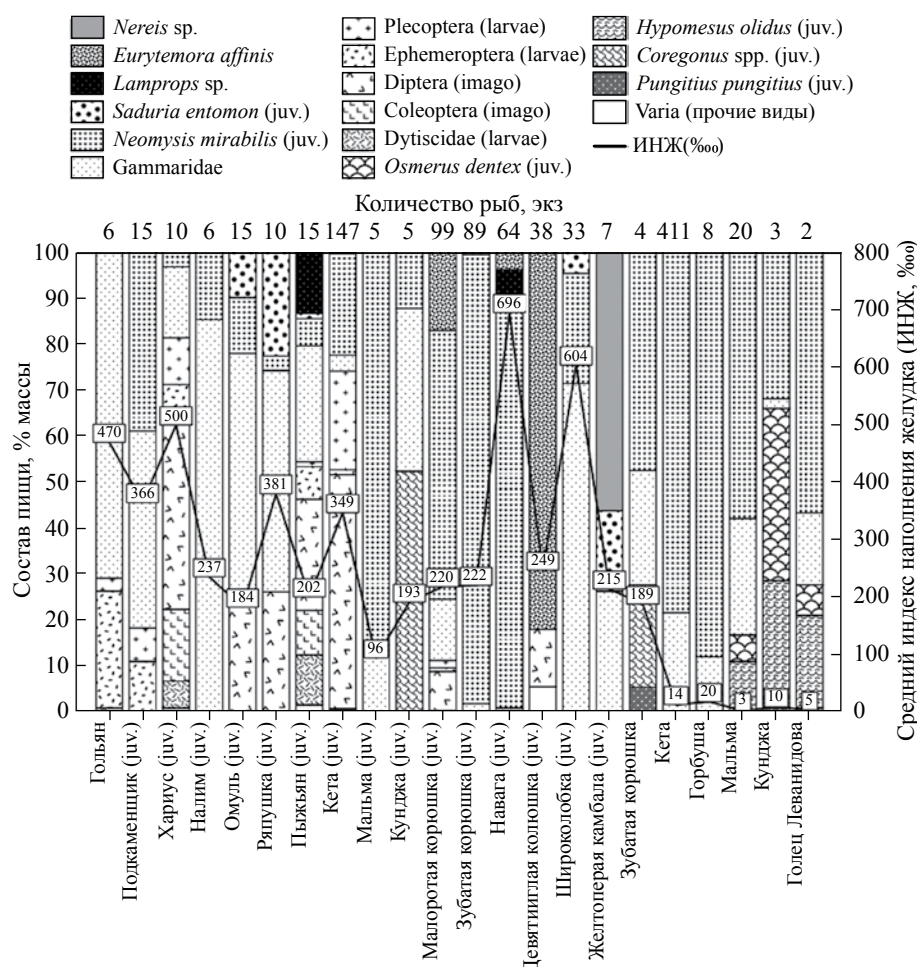


Рис. 7. Состав пищи (% массы) и интенсивность питания (‰) молоди (juv.) и взрослых рыб в эстуарной зоне (ЭС) устьевой области рек Пенжина и Таловка в августе 2015 г.

суммарный потребительский вылов всех промысловых видов рыб в устьевой области рек не превышает нескольких десятков тонн в год. Массовой охоты на морских птиц и млекопитающих в районе Пенжинской губы в настоящее время не ведется.

ОБСУЖДЕНИЕ

Экосистема гиперприливного эстуария рек Пенжина и Таловка находится под определяющим влиянием гидролого-морфологических факторов. По своим размерам этот объект значительно превосходит все эстуарии Камчатки [4] и северного побережья Охотского моря. Благодаря этому, а также вытянутости вдоль своей оси, гидрологические характеристики внутри эстуария относительно постоянны — в нем преобладает не короткопериодная, а сезонная динамика зоны смешения. Это создает благоприятные условия для формирования специфического стабильного

сообщества солоноватоводных гидробионтов, включающего представителей разных трофических уровней.

Важно отметить открытость эстуария со стороны моря и его сравнительную мелководность. Первое способствует свободному водообмену с прибрежной зоной моря и позволяет крупным обитателям открытых морских экосистем проникать в эстуарий. Со вторым обстоятельством связано интенсивное перемешивание водной толщи под воздействием волнения и приливных течений, и, как следствие, отсутствие в эстуарии устойчивой стратификации вод и значительное насыщение его водной толщи кислородом (в среднем на уровне 11–12 мг/л). Это создает условия для эффективного аэробного окисления аллохтонного органического вещества, поступающего в эстуарий из рек и моря, а также для переработки эстуарного детрита.

Сравнение результатов полевых исследований 2014 и 2015 гг. с материалами наших предыдущих

работ [13, 14, 48] и литературными данными [22, 36, 37] показало, что по составу сообществ эстуарий рек Пенжина и Таловка существенно отличается от других эстуариев Камчатского края. Из-за экстремальных гидрологических условий биологическое разнообразие мезопланктона в нем существенно обеднено. В связи с пограничным географическим положением эстуария, в нем обитают представители материкового пресноводного ихтиокомплекса (речной голяк, сигпыжьян, ряпушка, хариус, налим, пестроногий подкаменщик), которые на п-ове Камчатка почти не встречаются (за исключением нескольких рек между бассейнами рр. Пенжина и Рекинники [36]). В эстуарии встречаются и узкоареальные эндемики: пенжинский омуль и голец Леванидова [16, 36, 37].

Особая специфика в этом эстуарии наблюдается и в составе бентосных сообществ. Литораль култушной части Пенжинской губы существенно обеднена морским бентосом [8]. Для северного побережья Охотского моря характерны сообщества макробентоса, которые, по терминологии Хлебовича [35], относятся к Голарктической солонатоводной области. Их основные компоненты: *S. entomon*, *Abarenicola pacifica*, *M. baltica*, *Lyocima fluctuosa*, *Mya arenaria*, *Enteromorpha profifera*, *Zostera marina* [8]. Но данные [8] и наши наблюдения 2014–2015 гг. показали, что сообщества бентоса в култушной части Пенжинской губы в основном сформированы нектобентосными солонатоводными ракообразными с доминированием *N. mirabilis*, *S. entomon*, *G. setosa* и *C. septemspinosa*. Иногда встречаются кумовые раки, малошетиновые и многшетиновые черви, реже — двустворчатые моллюски *M. balthica*. Фитобентос практически отсутствует и лишь на локальных участках отмечаются зеленые и бурые водоросли, принадлежащие к родам *Enteromorpha*, *Spongomorpha*, *Mastocarpus*, *Pilayella*, *Fucus*. Вероятно, низкое видовое разнообразие макробентоса в эстуарии рек Пенжина и Таловка вызвано не только ее сильным опреснением, но и широким распространением глубоких алевритовых илов, которые не подходят для обитания большинства донных видов. Другими факторами могут быть глубокое промерзание грунта и ледовая эрозия дна в зимний период.

Нами показано, что относительная численность нектобентосных ракообразных и молоди рыб в эстуарии рек Пенжина и Таловка существенно выше, чем в других эстуариях Камчатки. Средняя плотность распределения нектобентоса и молоди рыб в эпипелагиали в августе 2014–2015 гг. составила 130–750 и 40–65 тыс. экз./км², соответственно, тогда как в эстуариях рек Камчатка, Хайрюзова, Белоголовая и Ковран этот

показатель для обеих групп не превышал 10–15 тыс. экз./км² [13, 14, 48]. Это может косвенно свидетельствовать о том, что по биологической продуктивности эстуарий рек Пенжина и Таловка значительно превосходит все ранее исследованные эстуарии камчатских рек. В пользу этого свидетельствует узкий спектр и высокая интенсивность питания молоди рыб в этом районе. В других эстуариях п-ова Камчатка молодь рыб имеет более широкий спектр питания, включающий почти все доступные для нее кормовые организмы [20, 21, 22]. У рыб в эстуарии рек Пенжина и Таловка средние индексы наполнения желудков выше 200‰ — вполне обычное явление [15, 17], тогда как в других эстуариях Камчатки они, как правило, не превышают 200‰ [22, 23, 24].

Развитию фитопланктона и фитобентоса в ЭЗ препятствует очень высокая мутность воды. Вероятно, главным источником органического вещества для экосистемы эстуария является аллохтонный растительный детрит преимущественно наземного происхождения. Основная часть отмершей растительности поступает в Пенжинскую губу из бассейнов рек Пенжина и Таловка. В детритном стоке рек очень велика роль плавника, о чем свидетельствуют многокилометровые древесные завалы на берегах губы, а также постоянное присутствие листового опада в уловах малькового невода на сублиторали губы. Вторым по значимости источником аллохтонной органики для эстуария является неритическая морская зона, из которой во время приливов в виде детрита приносятся останки прибрежноморского фито- и зоопланктона и, вероятно, нектона.

Литературные данные об эстуариях с большими приливами и высокой мутностью воды в других районах мира [42, 43, 44, 46, 50, 53] указывают на то, что основными потребителями детрита в эстуарии рек Пенжина и Таловка могут быть аэробные бактерии. Другими важными детритофагами могут быть нектобентосные ракообразные, которые, в свою очередь, формируют основу пищи молоди рыб. Следующий уровень трофической пирамиды составляют взрослые рыбы, морские птицы и усатые киты, эпизодически посещающие северную часть Пенжинской губы. Венчается пирамида зубатыми китами (белуха) и тюленями (ларга, лахтак, акиба).

Полученные данные позволяют предположить, что в соответствии с классификацией Одума [28], трофическая структура эстуария рек Пенжина и Таловка основана на “детритной пищевой цепи”.

Исследования в эстуарии рек Пенжина и Таловка проводилась в рамках многолетней программы по комплексному изучению эстуариев

Камчатского края [5]. Полевые работы выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 14-05-00510, № 14-05-00549, № 14-05-10043 и № 15-05-10198).

Авторы благодарят А.А. Сазонова, П.П. Терского, А.Н. Василенко и А.А. Калугина за помощь в полевых работах, В.В. Ковбасюка и Л.П. Кравчука за данные гидрометеорологических наблюдений и предвычисления приливов, С.А. Лапина за ценные советы.

Особая благодарность безвременно ушедшей из жизни коллеге и другу, участнице экспедиции в устье реки Пенжина Ольге Александровне Шиловцевой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек. Методические указания. РД 52.10.324-92. М.: Гидрометеиздат, 1993. 183 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. IX. Охотское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат, 1998. 342 с.
3. Глазов Д.М., Черноок В.И., Шнак О.В. и др. Итоги авиаучетов белух (*Delphinapterus leucas*) в Охотском море в 2009 и 2010 гг. // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов по материалам седьмой международной конференции (Суздаль, 24–28 сентября 2012 г.). 2012. Т. 1. С. 167–172.
4. Горин С.Л. Эстуарии полуострова Камчатка: теоретические подходы к изучению и гидролого-морфологическая типизация. Итоги 10 лет исследований // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2012. № 27. С. 5–12.
5. Горин С.Л., Коваль М.В. Состояние и перспективы исследований в эстуариях Камчатского края // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. Тр. Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием (Москва, 15–18 сентября 2015 г.). М.: ИВП РАН, 2015. С. 402–405.
6. Горин С.Л., Коваль М.В., Сазонов А.А., Терский П.Н. Современный гидрологический режим нижнего течения реки Пенжины и первые сведения о гидрологических процессах в ее эстуарии (по результатам экспедиции 2014 г.) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 33–52.
7. Гуков А.Ю. Гидробиология устьевой области реки Лены. М.: Научный мир, 2001. 288 с.
8. Иванова М.Б. Макробентос литорали вершины Пенжинской губы (Охотское море) // Современный мир, природа и человек. Сб. науч. трудов. 2009. Т. 1. № 2. С. 119–121.
9. Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах. Петропавловск-Камчатский: Изд. КамчатНИРО, 2013. 304 с.
10. Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. Л.: ЗИН АН СССР, 1956. Т. IV. Ч. 1. С. 253–258.
11. Коваль М.В. База данных лаборатории МИЛ ФГУП “КамчатНИРО” по численности, распределению и условиям обитания тихоокеанских лососей в море (RDBaseMIL). Реестр баз данных Российского агентства по патентам и товарным знакам (Роспатент) 21 мая 2004 г. (Св-во об офиц. регистрации базы данных № 2004620132).
12. Коваль М.В., Субботин С.И., Маркевич Г.Н. Опыт применения бим-трала с целью оценки роли озера Нерпичье (эстуарий реки Камчатки) как нагульного водоема для молоди тихоокеанских лососей // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XI науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2010. С. 173–177.
13. Коваль М.В., Маркевич Г.Н., Субботин С.И., Базаркин Г.В. Результаты исследований молоди тихоокеанских лососей в эстуарии реки Камчатка и прилегающих водах Камчатского залива в летний период 2010 г. // Бюл. реализации “Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей”. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2010. № 5. С. 215–225.
14. Коваль М.В., Горин С.Л., Козлов К.В. и др. Ихтиологические исследования эстуариев рек Хайрюзова, Белоголовая и Ковран (Западная Камчатка) в июле–августе 2012 г. // Бюл. реализации “Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей”. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012. № 7. С. 91–106.
15. Коваль М.В., Лепская Е.В., Дубынин В.А. и др. Опыт гидроакустических исследований лососей в пелагиали некоторых озер Камчатки // Бюл. реализации “Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей”. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2013. № 8. С. 207–225.
16. Коваль М.В., Есин Е.В., Бугаев А.В. и др. Пресноводная ихтиофауна рек Пенжина и Таловка (Северо-Западная Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 53–145.
17. Коваль М.В., Горин С.Л., Бугаев А.В. и др. Многолетняя динамика и современное состояние ресурсов промысловых рыб рек Пенжина и Таловка (Северо-Западная Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 5–20.
18. Коваль М.В., Горин С.Л., Калугин А.А. Экологическая характеристика сообщества молоди рыб и нектобентоса гиперприливного эстуария рек Пенжина и Таловка (Северо-Западная

- Камчатка) в августе 2014 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 164–191.
19. *Колпаков Н.В., Долганова Н.Т., Надточий В.А. и др.* Экосистемные исследования биоресурсов прибрежных и эстуарных вод южного Приморья // ТИНРО-85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг. Сб. науч. трудов. 2010. Сборник статей. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2010. С. 103–128.
 20. *Лепская Е.В.* Фитопланктон эстуария реки Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана (Эстуарий реки Камчатки. Итоги комплексного изучения экосистемы. Ч. II). 2014. № 32. С. 146–163.
 21. *Лепская Е.В.* Фитопланктон северной части западно-камчатского шельфа в летний период 2008 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 36. С. 87–98.
 22. *Максименков В.В.* Питание и пищевые отношения молоди рыб, обитающих в эстуариях рек и побережье Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2007. 278 с.
 23. *Максименкова Т.В., Максименков В.В.* Предварительные данные о питании рыб в эстуариях рек Хайрюзова и Ковран (северо-запад Камчатки) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XIV науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2013. С. 278–280.
 24. *Максименкова Т.В., Максименков В.В.* Питание молоди некоторых лососевых рыб в эстуариях рек Хайрюзова и Ковран // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XV науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. С. 193–195.
 25. *Матишов Г.Г., Гаргона Ю.М., Бердников С.В., Дженьюк С.Л.* Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
 26. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 254 с.
 27. *Михайлов В.Н., Горин С.Л.* Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей — эстуариев // Водн. ресурсы. 2012. Т. 39. № 3. С. 243–257.
 28. *Одум Ю.* Экология. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.
 29. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
 30. *Романенко Ф.А.* Рельеф и рыхлые отложения нижнего течения реки Пенжины и прилегающей части Пенжинской губы // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 7–20.
 31. Руководство по гидрологической практике. Т. 1. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. ВМО-№ 168. 6-е изд., 2011. 514 с.
 32. *Сгибнева Л.А.* О распространении приливных волн в Пенжинской губе Охотского моря // Тр. ГОИН, 1975. Вып. 126. С. 51–62.
 33. *Тарасян К.К., Шулежко Т.С., Удовик Д.А. и др.* Применение метода фотоидентификации для изучения летних скоплений белухи (*Delphinapterus leucas*) в эстуариях рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. № 28. С. 41–49.
 34. *Хлебович В.В.* Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974. 235 с.
 35. *Хлебович В.В.* К биологической типологии эстуариев Советского Союза // Тр. ЗИН АН СССР. 1986. Т. 141. С. 5–16.
 36. *Черешнев И.А.* Биологическое разнообразие пресноводной ихтиофауны северо-востока России. Владивосток: Дальнаука, 1996. 197 с.
 37. *Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В.* Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2002. 496 с.
 38. *Шиловцева О.А., Шабанова Н.Н., Кононова Н.К.* Изменения климата бассейна реки Пенжины во второй половине XX — начале XXI вв. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 21–32.
 39. *Шулежко Т.С., Соловьев Б.А., Горин С.Л. и др.* Предварительные результаты изучения летнего скопления белух (*Delphinapterus leucas*) в эстуариях рек Хайрюзова, Белоголовая и Морощечная, Западная Камчатка // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2013. № 28. С. 71–83.
 40. *Шунтов В.П.* Биология дальневосточных морей. Т. 1. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. 580 с.
 41. Экосистема эстуария реки Невы: Биологическое разнообразие и экологические проблемы / Под ред. Алимova А.Ф., Голубкова С.М. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 477 с.
 42. *Baross, J.A., Crump B., Simenstad C.A.* Elevated 'microbial loop' activities in the Columbia River estuary turbidity maximum // Changes in fluxes in estuaries: Implications from science to management (ECSA22/ERF symposium, Plymouth, September 1992). Publisher: Olsen&Olsen, 1994. P. 459–464.
 43. *Day J.W., Crump B.C., Kemp W.M., A. Yáñez-Arancibia.* Estuarine Ecology (Second Edition). John Wiley & Sons Inc., Hoboken. NJ, 2012. 550 p.
 44. *Elliott M., Hemingway K.* Fishes in Estuaries. Blackwell Science Ltd. Oxford, 2002. 636 p.

45. *Gould P.J., Forsell D.J.* Techniques for Shipboard Surveys of Marine Birds. Nabu Press, 2010. 12 p.
46. *Green J.* The biology of estuarine animals. London: Sidgwick & Jackson, 1968. 401 p.
47. *Hayne D.W.* Two methods for estimating populations from trapping records // *J. Mammalogy*. 1949. V. 30. P. 399–411.
48. *Koval M.V., Gorin S.L.* Influence of the conditions in the Hairuzova and Belogolovaya Estuaries (Western Kamchatka) on total Pacific salmon abundance // *NPAFC Technical Report*. 2013. № 9. P. 222–227.
49. *Little C.* The Biology of Soft Shores and Estuaries. Biology of habitats. Oxford: Oxford University Press, 2000. 264 p.
50. *McLusky D.S., Elliott M.* The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management: third ed. University Press, Oxford, 2004. 214 p.
51. *Remane A.* Die Brackwasserfauna // *Zoologischer Anzeiger (Suppl.)*. 1934. Bd. 7. S. 34–74.
52. *Solovyev B.A., Shpak O.V., Glazov D.M. et al.* Summer distribution of beluga whales (*Delphinapterus leucas*) in the Sea of Okhotsk // *Russian Journal of Theriology*. 2015. № 14(2). P. 201–215.
53. *Treatise on estuarine and coastal science (V. 1–12) / Eds McLusky D., Wolanski E.* Academic Press, 2011. 4594 p.
54. *Wolanski E., Elliott M.* Estuarine Ecohydrology: An Introduction (2 ed.). Elsevier Science, 2015. 322 p.
55. *Zippin C.* The removal method of population estimation // *J. Wildlife Manag.* 1958. V. 22. P. 82–90.

Environmental Conditions and Biological Community of the Penzhina and Talovka Hypertidal Estuary (Northwest Kamchatka) in Ice Free Season

**M.V. Koval, S.L. Gorin, F.A. Romanenko, E.V. Lepskaya, A.A. Polyakova,
R.A. Galyamov, E.V. Esin**

The new data on abiotic conditions, species composition and abundance, distribution and migrations of fauna, and feeding interactions in the estuary ecosystem was obtained during expeditions in the mouth of Penzhina and Talovka Rivers (northwest Kamchatka). It was revealed that the ice free season hydrological regime of the estuary is defined by seasonal fluctuations of river runoff, as well as fortnightly and daily variation of tides. The estuary is characterized by hyper tidal fluctuations (up to 10–12 m); strong reverse flows (up to 1.0–1.5 m/s); considerable tidal variations in salinity (from 0 to 6–9‰ on the river boundary and from 6–8 to 14–16‰ at the offshore); and high water turbidity (up to 1 000 NTU or more). Based on the spatial structure of the community three ecological zones with mobile boundaries were allocated: freshwater (salinity 0–0.1‰), estuarine (EZ, 0–12.3‰) and neritic (11.2–18.9‰). High turbidity prevents the development of phytoplankton in the EZ, and the local benthic community is significantly depleted due to the desalination and wide spread of aleuritic silts. The neritic copepods and nektobenthonic brackish-water crustaceans generate the maximum number and biomass here. The species adapted to the local extreme hydrologic conditions dominate and form the basis of estuarine food chain. Among the EZ vertebrates such groups dominate as anadromous fishes (smelts, pacific salmons, charrs, sticklebacks); waterfowl birds (terns, kittiwakes, cormorants, fulmars, puffins, guillemots, auklets, wadepipers) and predatory marine mammals (larga, ringed seal, bearded seal, white whale). Total abundance and biomass of these animals are much higher in the pelagic EZ comparing with the neighbouring zones.