

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАКОВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)
НА ОСНОВЕ ОСТРАКОДОВОГО АНАЛИЗА****Е.И. Шорников**

*Институт биологии моря ДВО РАН, ул. Пальчевского, 17, Владивосток, 690041, Россия.
E-mail: eschornikov@imb.dvo.ru*

В рамках исследований по определению факторов, снижающих качество воды, поставляемой г. Уссурийск, в Раковском водохранилище и басс. р. Лихачевка обнаружено 11 видов остракод. Три из них стигобнты – индикаторы наиболее чистых природных вод. В самом водохранилище нормально обитают всего два вида, *Candona candida* (Müller, 1776) и *Fabaeformiscandona cf. protzi* (Hartwig, 1898). Они встречаются только в его нижней части в небольшом количестве. Единичные створки и раковина еще четырех видов вероятно занесены в него паводковыми водами. Водоохранилище и его водосборный бассейн характеризуются как свободные от антропогенного воздействия, но с весьма бедным донным населением его ложа, дефицитным для нормального «биологического самоочищения вод». Это может быть связано с тем, что в зоне затопления водохранилища не было достаточно крупных водоемов с фауной, способной заселить его ложе, а реофилы, населяющие водотоки, не могут в нем жить.

**THE ECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE RAKOVSKY RESERVOIR
(PRIMORYE TERRITORY) ON BASIS OF THE OSTRACOD ANALYSIS****E.I. Schornikov**

Institute of Marine Biology, Russian Academy of Sciences, Far East Branch, Palchevsky Str. 17, Vladivostok, 690041, Russia. E-mail: eschornikov@imb.dvo.ru

Within the framework of studies on determination of the factors reducing quality of water, provided for Ussuriysk City, 11 ostracod species are found in Rakovsky reservoir and basin of Lihatchovka River. Three of them are stygobionts – indicators of the cleanest natural waters. Normally only two species – *Candona candida* (Müller, 1776) and *Fabaeformiscandona cf. protzi* (Hartwig, 1898) – live in the reservoir. They occur only in its lower part in a small number. Individual valves and a shell of four species are probably brought in it by floodwater. Reservoir and its drainage basin are characterized as free from anthropogenic impact, but with the rather poor bottom population of its bed, deficient for the normal «biological self-cleaning of waters». It can be connected with the fact that in the flood zone of the reservoir there were no sufficiently large water bodies with fauna, capable to inhabit its bed and rheophiles inhabiting streams can not live there.

Раковское водохранилище образовано в 1987 г., находится на территории Приморского края, в муниципальном образовании г. Уссурийск, и обеспечивает его потребности в питьевой воде. Водоохранилище расположено в средней части р. Раковка, в 44,5 км от ее впадения в р. Комаровка в басс. р. Раздольная, в 1,5 км от с. Раковка, в суженом месте ее долины ниже впадения р. Лихачевка. По генезису водохранилище является долинным, питаемым из рек. Оно образовано в результате отсыпки земляной плотины длиной по

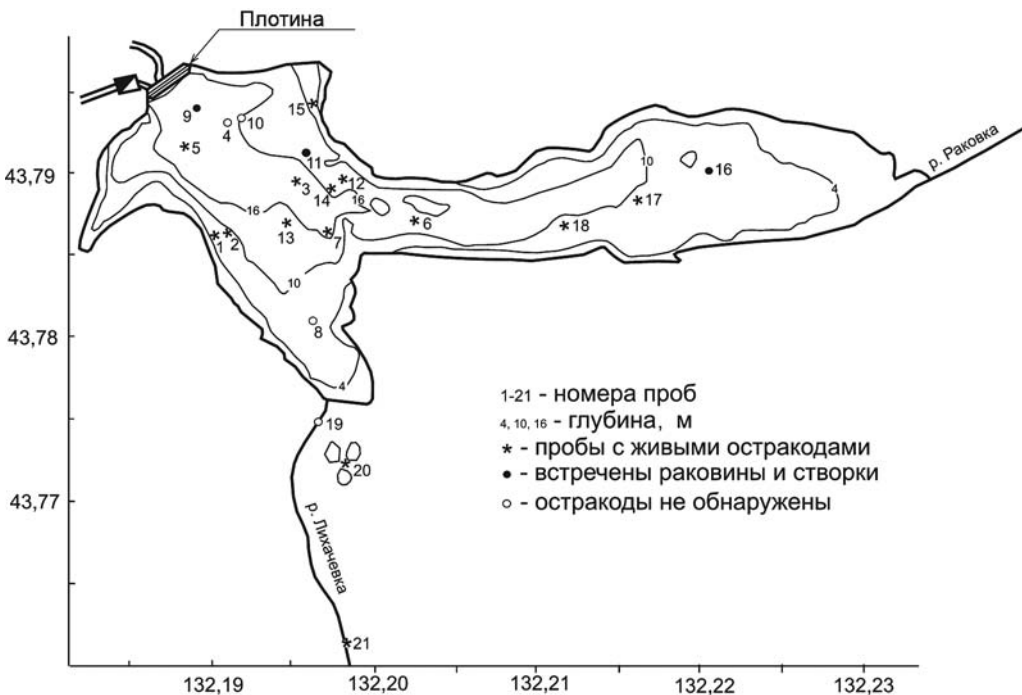
гребню 502 м, шириной 6 м и высотой 24,5 м. Водоохранилище вытянуто с юго-запада на северо-восток, имеет длину 4,55 км, ширину 2,11 км, глубину 22 м (среднюю – 9,24 м), площадь 55 тыс. га, емкость 42,78 млн м³ и максимальную водоотдачу 104 тыс. м³/сут. По характеру регулирования стока—это многолетнее водоохранилище, имеющее 10-летний водообмен. По термическому режиму является голомиктическим.

В 1997–1999 гг. Т.В. Никулина (2001) исследовала фитопланктон и водоросли перифитона водоохранилища, его притоков и резервуаров отстойных и очистных сооружений Раковского гидроузла в связи с проблемами, связанными с качеством воды, поставляемой г. Уссурийск. В водоохранилище было зарегистрировано 138 видов водорослей, но лишь 10 из них являются доминантными. Вода водоохранилища в различные периоды ее исследований относилась к ко-сапробной и β-мезосапробной зонам, что соответствует II и III классам чистоты вод.

Настоящее исследование проводилось в 2002 г. в рамках исполнения работ по заказу МУП «Уссурийск-Водоканал», руководимых Б.В. Преображенским, заведующим Лабораторией морских ландшафтов Тихоокеанского института географии (ТИГ) ДВО РАН, по теме «Разработка мероприятий по улучшению качества питьевой воды из Раковского водоохранилища», ее первого этапа: «Ландшафтно-экологическое исследование Раковского водоохранилища с целью определения факторов, снижающих качество воды». Гидрохимические показатели воды в различных точках водоохранилища во время работ в 2002 г. имели следующие параметры: рН – 5,06–6,33; железо – 0,97–2,31; CO₂ – 9,90–90,2; HS, сульфиды – 0,–0,34; растворенный O₂ – 5,30–12,90; БПК₅ – 0,0–1,05

Материал и методы

Всего было обработано 17 проб из водоохранилища и 3 пробы из басс. р. Лихачевка (см. рисунок). В водоохранилище пробы собраны дражкой нашей модификации, представ-



Карта-схема Раковского водоохранилища и мест отбора проб

ляющей собой небольшую, шириной 36 см, драгу с мешком из нейлонового сита (ячей 0,15x0,15 мм). Этой дражкой аквалангист-исследователь отбирал верхний слой ила (не более 5 см) с площади около 0,5 м². Объем каждой пробы в среднем составлял 12 л. Пробы № 1–8 собраны 15–17.03.2002 г. при нырянии в майну под лед толщиной 0,7 м, пробы № 9–18 собраны 15–18.05.2002 г. при нырянии с моторной лодки «Прогресс». В р. Лихачевка пробы № 19 и 21 собраны методом принудительного дрефта, а проба № 20 получена методом сбора взмученного осадка. Описания, используемых нами методов сбора и обработки проб с остракодами, опубликованы в двух статьях (Шорников, Требухова, 2002; Шорников, 2007). Кроме информации об остракодах, в процессе исследований были получены также данные о грунтах, макробентосе и другие сведения, которые уместно привести в настоящем сообщении, поскольку они характеризуют сложившуюся в водоеме экологическую обстановку.

Результаты

Донные осадки Раковского водохранилища в местах сбора проб представлены темно-серыми илами со значительной примесью растительного детрита. Верхний 0,5-сантиметровый слой ила имеет рыжеватый, а остальная толща голубоватый оттенок. Мест с заморными явлениями, с черным илом, с запахом сероводорода не обнаружено. Ил буквально переполнен хитиновыми панцирями отмерших планктонных Cladocera (*Bosmina*). Эти панцири могут сохраняться в осадках сотни лет и используются для изучения истории озер. В глубоководной части, прилегающей к плотине (пробы № 4, 5, 9, 10), скопление полужидкого ила, содержащего небольшую примесь растительного детрита, доходит до 70 см. Максимальное количество детрита содержится в пробах, взятых на некотором удалении от плотины (пробы № 1–3, 11, 12, 15), много его также в пробе из средней части восточного залива (проба № 17). В средней части водохранилища (пробы № 6–8, 13, 14, 18) илы содержат умеренное количество детрита. Этот детрит состоит из почти не перегнивших остатков сухопутных растений: обломков стеблей полыни, злаков, мелких древесных веточек, коры и др. В пробе №12 попались даже экскременты косули в виде плотных шариков. Принесенные во время паводков в нижнюю часть водохранилища остатки сухопутных растений, намкнув, опускаются на дно в максимальном количестве в тех местах, где формируются наиболее стойкие завихрения поверхностных течений. В восточной части водохранилища (проба № 16) донный осадок в значительной степени состоит из торфа.

Макробентос водохранилища характеризуется чрезвычайной бедностью как в качественном, так и в количественном отношении. Здесь отсутствуют многие группы макробентоса, обычно многочисленные в других пресноводных водоемах Приморья, в частности моллюски. В пробах регулярно встречались в небольшом количестве личинки комаров каретры (*Chaoboridae*). Кроме того, в некоторых пробах встречены единичные экземпляры малошетинок червей (*Oligochaeta*) и личинок комаров-звонцов (*Chironomidae*). В средней части восточного залива (проба № 18) макробентос отсутствовал. *Chaoboridae* имеют максимум численности в глубоководной части, у плотины. В пробах № 4 и 5 обнаружено 200 и 100 экз. соответственно, а в пробах № 9 и 11–по 50 экз. В остальных пробах их численность колеблется от 3 до 30 экз. Согласно устному сообщению Е.А. Макаренко, в Арсеньевском водохранилище личинки *Chaoboridae* достигали такой численности, что забивали собой водозаборные решетки. Так что в Раковском водохранилище их численность значительно ниже. Олигохеты также имеют максимум численности в глубоководной части водохранилища, в пробах № 9 и 11 обнаружено 25 и 15 экз. соответственно. Они встречены еще в пробах № 1, 10, 17 и 19 – 3, 4, 1 и 9 экз. соответственно. Личинки хирономид встречены только в трех пробах: № 1, 16 и 18 – 2, 1 и 4 экз. соответственно. В районе водохранилища практически отсутствуют кулики и утки из-за недостатка кормов. Согласно

данным, полученным под руководством Б.В. Преображенского, в водохранилище обитает 5 видов в основном вселенных рыб. Численность их низкая. В уловах преобладает серебряный карась, но коэффициент его упитанности имеет тенденцию к снижению с увеличением возраста, что говорит о недостаточности кормовой базы этого вида.

В р. Лихачевка, представляющей собой небольшой полугорный водоток, макрофауна вполне сходна с таковой в других аналогичных водоемах Приморья. Кроме личинок насекомых здесь встречены 2 вида амфипод, в том числе 10 экз. представителя подземной фауны, а также молодь речных раков.

Состав и распределение остракод

В исследованных пробах встречено 11 видов остракод надсемейства Cypridoidea из 9 родов и 3 семейств: Candonidae, Cyprididae и Cypridopsidae. В трех № 4, 10 (взятой в том же месте), № 8 пробах из водохранилища, и в пробе № 19 из р. Лихачевка в 50 м от устья остракоды не обнаружены.

Аннотированный список видов остракод, встреченных в районе Раковского водохранилища

В списке и последующем тексте приняты следующие обозначения: звездочкой (*) обозначены живые экземпляры и пробы, в которых обнаружены живыми определенные виды, отсутствие звездочки значит, что в пробе встречены только створки или раковины; f – самка, m – самец, А-1, А-2, и т. д. – личинки соответствующих стадий, s – раковина, v – створка. Сведения о распространении рассматриваемых видов, за исключением *Fabaeformiscandona cf. protzi* (Hartwig, 1898), опубликованы нами ранее (Schornikov, Trebuchova, 2001; Шорников, Требухова, 2002; Шорников, 2004а).

Candona candida (Müller, 1776)

Материал. Проба № 1: 1vA-3; № 2: 2vA-3; № 6: 1vA-3; № 9: 3vA-2; № 12: 2vA-1, 5s63vA-2, 1*1vA-3, 2*A-4, 2*A-5; № 13: 1vA-2, 2*1vA-4, 1*A-5; № 14: 1*A-4; № 15: 1*A-4; № 18: 1s8vA-2 (5 из них полурасстворены), 1*A-4; № 21: 1*A-6; № 19: 6*A-3, 14*A-5, 36*A-6. Западная часть водохранилища, 15–17 марта и 15–18 мая, гл. 6–15 м, ил с различным количеством растительного детрита, иногда с песком и глиной, 11*A-3-A-5, 95vA-1-A-4; 15 мая, р. Лихачевка, на перекатах и плесах; гл. до 0,3 м, галька, камни 1*A-6; ee старицы, гл. до 0,2 м, листовой опад, камни, 56*A-3-A-6.

Экология, биология. Отмечен в самых разнообразных водоемах, в том числе в водохранилищах и озерах, обычно в прибрежье, на глубине до 5–6 м, но встречен и на глубине до 311 м. В подземных местообитаниях проникает в грунт на глубину до 60 см. Сравнительно холодолюбивый вид, наиболее обычен в родниках и ручьях с летней температурой до 10–16 °С. Половозрелые особи встречаются преимущественно в холодное время года. При температуре воды выше 10–11 °С превращение поздних личиночных стадий тормозится, и развитие завершается лишь при её понижении. По наблюдениям Л.М. Семеновской (1979), *C. candida* в Рыбинском водохранилище наибольшей численности достигает в августе–сентябре (до 4000 экз./м²). Весной встречаются лишь самки, откладывающие яйца при температуре 4–10 °С, молодь появляется в начале мая. Осенью рачки достигают половой зрелости. Самцы созревают быстрее и, по мере спаривания, к концу декабря отмирают. Общая продолжительность жизни самок около года, самцы живут на 2–3 месяца меньше. Вид размножается преимущественно партеногенетически. Популяции, размножающиеся амфигонией, очень редки. На Дальнем Востоке самцы встречены

нами в ручье на о-ве Путятина в зал. Петра Великого и в р. Вал на севере о-ва Сахалин. Реозврипластический, эврипластический по отношению к рН, титаноэврипластический, олиготермопластический, возможно, мезогалофильный вид. Милхау с соавторами (Milhau et al., 1997) относят этот вид к индикаторам чистых вод. Однако, по нашим наблюдениям, он иногда встречается и в относительно загрязненных водоемах, расположенных в черте населенных пунктов. Согласно «Жизни пресных вод СССР» (1950), этот вид отнесен к индикаторам β-мезотрофного антропогенного загрязнения, что безусловно ошибочно. В этих условиях *C. candida* встречается как редкое исключение, нормально же он обитает в олиготрофных условиях.

***Cryptocandona* sp. 4 Schornikov et Trebuchova, 2001**

Материал. 15.05.2002, проба № 20: 1*f; старицы в пойме нижнего течения р. Лихачевка, совместно с гипогейной амфиподой, гл. до 0,2 м, листовая опад, камни. Вероятно, в одной из стариц имеется выход подземных вод.

Экология, биология. Стигиобионт, обитает в водах подруслового потока холодноводных родниковых ручьев, преимущественно в местах выхода подземных вод и родниках. Размножается амфигонией, постоянный вид.

***Fabaeformiscandona* cf. *holzkampfi* (Hartwig, 1900)**

Материал. 15. 05. 2002, проба 11: 1sf. Вероятно, раковина вынесена в водохранилище из пойменного водоема с паводковыми водами, поскольку этот вид встречен нами еще в мелких водоемах поймы р. Кипарисовка в басс. низовьев р. Раздольная.

***Fabaeformiscandona* cf. *protzi* (Hartwig, 1898)**

Материал. Проба № 1: 5*f, 2*m; № 2: 48*f, 7*m, 1vA-4; № 3: 5*f, 2sm; № 5: 41*4s10vf, 9*5vm, 2*1vA-1; № 6: 3*1sf, 1*A-3; № 7: 3vf; № 11: 1s2vm, 1vA-1, 1vA-2; № 12: 2*(с яйцами)4vf, 3vm, 1s4vA-1, 2s12vA-2, 3s1vA-3; № 13: 1sf, 1*A-2; № 14: 1vf; № 15: 1*f, 1*m. Только западная часть водохранилища, 15–17 марта и 15–18 мая, гл. 6–21 м, ил с различным количеством растительного детрита, иногда с глиной, песком и дрсвой, 105*32vf, 19*16vm, 5*33vA-1-A-4.

Распространение. Кроме того, этот вид встречен нами в марте в оз. Ханка, в авандельте р. Илистая, на глубине 2 м на песке с налетом детрита, а также в ее дельтовых озерах Лопуховое и Кривое на илу среди зарослей лотоса и других макрофитов. Палеархеарктический вид.

Экология, биология. Ближайший к нашему новому виду европейский вид *Fabaeformiscandona protzi* (Hartwig, 1898) обитает в крупных водоемах и встречается в половозрелом состоянии только в холодное время года. Судя по всему, наш вид имеет сходную экологию.

***Nannocandona faba* Ekman, 1914**

Материал. 15.05.2002, проба № 21: 2*f; р. Лихачевка, на перекатах и плесах; гл. до 0,3 м, галька, камни.

Экология, биология. Преимущественно гипогейный интерстициальный вид. Может встречаться на поверхности субстрата, но обычен на глубине 20 см и наиболее многочислен в толще осадков на глубине 40–100 см (Marmonier, Danielopol, 1988). Характерен для вод подруслового потока холодноводных родниковых ручьев, преимущественно в местах выхода подземных вод и родниках. Встречается в пещерах, а так же в горных водотоках на высоте до 1700 м над ур. м. Партеногенетический постоянный вид.

***Pseudocandona* sp. 2 Schornikov et Trebuchova, 2001**

Материал. 15.05.2002, проба № 20: 1*m, 4*2vA-1; старицы в пойме нижнего течения р. Лихачевка, гл. до 0,2 м, листовая опад, камни.

Экология, биология. Один из наиболее обычных и массовых в Приморье видов. Встречается в разнообразных мелких постоянных и заросших пересыхающих водоёмах: болотах (преимущественно), заболоченных лугах, рисовых чеках, лужах, ручьях с медленным течением, родниках, мочажинах и в прибрежных зарослях более крупных водоёмов,

реже – в средней части небольших озер, стариц, прудов, русловой части каналов и рек, на глубине до 1,2 м. При пересыхании водоемов рачки мигрируют в толщу грунта и там переживают неблагоприятные условия в состоянии анабиоза. Размножается амфигонией, постоянный вид.

Cyclocypris ovum (Jurine, 1820)

Материал. 18.05.2002, проба 17: 1*Ad; водохранилище, глубина 6 м, ил.

Экология, биология. Один из наиболее обычных и массовых видов. Убиквист, встречается в водоёмах самого разнообразного типа. Размножается амфигонией. Термоэврипластический, реоэврипластический, эврипластический по отношению к рН, титаноэврипластический, мезогалофильный постоянный вид.

Physocypris kraepelini Müller, 1903

Материал. 18.05.2002, проба № 16: 3vAd, декальцинированы. По-видимому, они вынесены в центр восточного залива водохранилища с паводковыми водами из кутовой его части, заросшей водной растительностью.

Экология, биология. Обитает преимущественно среди водной растительности в различного типа постоянных водоёмах, от крупных озер, рек и каналов на глубине до 3 м до болот и заболоченных лугов. Хорошо плавает. Имеет очень толстую эпикутикулу, которая хорошо сохраняется после декальцинации раковины. Поэтому его декальцинированные створки легко выносятся водными потоками далеко от мест обитания. Они иногда встречается даже в прибрежных морских осадках. Размножается амфигонией. Термоэврипластический, реотолерантный, мезо- полититанофильный, олигогалофильный, постоянный вид.

Eucypris pigra (Fisher, 1851)

Материал. 15.05.2002, проба № 20: 2*А-2, 70*А-3, 160*А-4, 20*А-5 = 252*А-2 – А-5; № 21: 3*А-3; старицы в пойме р. Лихачевка и ее русло.

Экология, биология. Один из наиболее обычных кренофилов, но может встречаться в весенних временных водоёмах, реках и литоральной зоне крупных озер (в профундали отсутствует). Близок к стенотермным холодолюбивым видам. Предпочитает температуру воды не выше 15–16 °С. В пересыхающих водоёмах дает одну весеннюю генерацию, существующую с марта по май. В родниках с низкой температурой весенняя генерация может быть сдвинута на лето. В постоянных водоёмах дает две генерации, весеннюю и летнюю, и встречается в течение круглого года. Размножается преимущественно путем партеногенеза, самцы встречаются очень редко. Олиготермофильный, реоэврипластический, весенний или постоянный вид.

Cypridopsis parva Müller, 1900

Материал. 15.05.2002, проба № 20: 1*А-5; старица в пойме р. Лихачевка.

Экология, биология. Весьма обычный и многочисленный в Приморье вид. Обитает преимущественно в открытых солнцу, с обильными зарослями мелких водоемов и в прибрежных зарослях более крупных. Встречен в прибрежье озер, старицах, прудах, рисовых чеках, лужах, болотах и на заболоченных лугах (в том числе загрязненных канализационными стоками), а также в русловых частях рек и каналов на глубине до 1,5 м. Размножается путем партеногенеза, имеет две генерации, весеннюю и летнюю. Способен выживать в α -мезосапробных условиях.

Cavernocypris subterranea (Volf, 1919)

Материал. 18.05.2002, проба №17: 1vf. Створка несомненно вынесена в водохранилище из русла впадающего в него водотока.

Экология, биология. Стигиобионт, характерный элемент фауны пещер, колодцев, родников, источниковых мочажин, а также вод подруслового потока водотоков. Размножается в основном путем партеногенеза. Полиреофил, полититанофил, холодостенотермный постоянный вид.

Обсуждение

Остракоды едва ли не самая замечательная группа организмов, которые могут служить индикаторами состояния и динамики водных экосистем и организации на этой основе экологического мониторинга. Прежде всего они характеризуются как тончайшие биоиндикаторы, поскольку реагируют изменением своего состава даже на незначительные изменения среды, которые успешно переживает большинство других групп гидробионтов. В условиях полисапробной зоны они не живут, поскольку не переносят сильного загрязнения. В Европе и Израиле их с успехом использовали для определения качества воды пресноводных водотоков (Дубовский, 1927; Макрушин, 1974; Sladeček, 1978; Ghetti, 1980; Horne, 1992; Mezquita et al., 1999; Milhau et al., 1997; Rosenfeld et al., 2000, и др.). Однако, несмотря на многие преимущества, остракоды редко привлекаются для целей биоиндикации по сравнению с другими группами водных организмов в связи с дефицитом достаточно квалифицированных специалистов по остракодам. В последние годы нами проведен ряд исследований по использованию дальневосточных пресноводных остракод в качестве индикаторов состояния среды. Пока опубликованы только некоторые предварительные данные (Шорников, 1990, 2004б; Schornikov, 1991, 2000, 2001; Шорников, Требухова, 2002). Во всех случаях остракоды оказались весьма перспективными для организации биомониторинга и решения других проблем, связанных с биоиндикацией. Особенно интересными организмами-индикаторами представляются стигобионты – обитатели подземных вод. Они характеризуют не только качество воды поверхностных водотоков, но и экологическое состояние прилегающих территорий. Подземные остракоды обитают в пещерах, колодцах, родниках, а также под слоем грунта в местах выхода подземных вод на дне и в водах подруслового потока. Это наиболее чувствительные представители фауны остракод, реагирующие на самое незначительное загрязнение водосборных бассейнов, причиной которого могут быть кислотные дожди, пыль и дым, свалки мусора и др. Они также являются индикаторами мест, пригодных для нереста лососевых рыб. Исчезновение подземных остракод может служить признаком начальной стадии негативных экологических изменений в бассейне водотока.

Фауна остракод Раковского водохранилища характеризуется чрезвычайной бедностью как в качественном, так и в количественном отношении, подобно другим компонентам его донного населения. Здесь отсутствуют многие виды и даже целые группы остракод (например, Darwinulidae, Pycnosyprididae, Limnocytheridae), которые характерны для илистых грунтов относительно крупных пресноводных водоемов Приморья: крупных прудов и стариц, речных затонов, пойменных озер и заливов оз. Ханка (Schornikov, 1991; Шорников, Требухова, 2002).

В самом водохранилище встречено 6 видов остракод, причем 3 из них – только в виде створок. Нормально в нем обитают лишь два вида, *C. candida* и *F. cf. protzi*. Они встречены только в его нижней части. В их распределении наблюдается пятнистость. Так, в точке взятия проб № 4 и 10 остракоды не обнаружены, а рядом (проба № 5) расположено место с наибольшей численностью остракод: 52*23v, т.е. примерно 104*46v/m². В максимальном количестве створки встречены в пробе № 12: 7*112v, т.е. примерно 14*224v/m².

Наиболее многочислен *F. cf. protzi*, встреченный в 11 пробах, в 8 из них живым. В пробах № 2 и № 5 обнаружено соответственно 55 и 52 живых экземпляра и 1 и 16 створок. В шести пробах встречено от 1 до 7 живых экземпляров, а в тех пробах – только створки (1–5 экз.). *C. candida* найден в 9 пробах, в 4 из них только в виде створок. В наибольшем количестве (5 живых экз. и 76 створок) он встречен в пробе № 12. В одной пробе встречено 3, а в трех пробах – по одному живому экземпляру. В наших пробах были только личинки *C. candida*, и ни одной створки половозрелых экземпляров. Это значит, что раковины половозрелых экземпляров, которые могли отмереть не ранее февраля, за месяц полностью растворились. Это обычное явление для крупных водоемов в районах с гумидным клима-

том, к которым относится Приморье. Например, в оз. Ханка из-за дефицита кальция в воде активно растворяются раковины отмерших моллюсков, раковины же остракод полностью растворяются в течение нескольких дней. В некоторых приморских водоемах раковины не растворяются столь активно. В районах же с аридным климатом донные осадки озер бывают буквально переполнены створками остракод и с успехом используются при изучении истории водоемов. Например, в бассейне высокогорного оз. Чатыркуль на Тянь-Шане встречается до 244 млн створок остракод в пробе (Шорников, 2007).

Единичные створки, раковина и один живой экземпляр еще четырех видов, обнаруженных в открытой части водохранилища, вероятно занесены в места сбора проб паводковыми водами. В пробе № 11 встречена одна раковина *Fabaeformiscandona* sp. 2, обитающего преимущественно в болотах и ручьях. В пробе № 17 обнаружен один экземпляр *C. ovum*. Этот хорошо плавающий убиквист в наиболее массовых количествах концентрируется в ручьях и прибрежных зарослях. В пробе № 16 обнаружены три декальцинированных створки *P. kraepelini*, которые легко выносятся водными потоками далеко от мест обитания. Обнаруженная в пробе № 17 створка стигобионта *C. subterranea*, несомненно была вынесена в водохранилище из русла впадающего в него водотока.

Аналогичные исследования не производились в других водохранилищах Дальнего Востока. По сравнению же с тем, что известно в этом отношении для водохранилищ в Европе, фауна остракод Раковского водохранилища характеризуется чрезвычайной бедностью по видовому разнообразию и численности. Так, по данным Л.М. Семеновской (1985), в водохранилищах Верхней Волги обитает 60 видов остракод, в том числе в Рыбинском водохранилище 52 вида, в Угличском 49 видов, Ивановском 51 вид. Весной в разных водохранилищах их средняя численность составляет от 4,8 до 10 тыс. экз./м². По нашим данным в крупных заливах оз. Ханка встречается не менее чем по 10 видов остракод. В самом озере их численность нередко превышает 1000 экз. в пробе.

В басс. р. Лихачевка встречено 6 видов остракод, в том числе 2 стигобионта: *Cryptocandona* sp. 4 и *N. faba*, а также обитатель чистых вод, реофил *E. pigra*, свидетельствующие о том, что этот район чист от загрязнения. Однако и здесь фауна остракод бедна по сравнению с басс. р. Барсуковка, который непосредственно с ним граничит. В басс. р. Барсуковка зарегистрировано 22 вида остракод, в том числе 6 стигобионтов (Вшивкова, 1995). Но эта река значительно крупнее Лихачевки, с широкой поймой и разнообразными пойменными водоемами. В басс. р. Лихачевка просто нет биотопов для обитания многих видов остракод.

В пресноводных водоемах обычно различают пять зон в зависимости от степени загрязнения воды.

I. Совершенно чистая, катаробная зона. Эта зона свойственна, в частности, подземным водам, где обитают остракоды-стигиобионты. Обнаружение трех стигобионтов в басс. Раковского водохранилища свидетельствует о том, что он чист от загрязнения.

II. Практически чистая, олигосапробная зона. Подавляющее большинство остракод находит в этой зоне наиболее благоприятные для себя условия обитания.

III. Умеренно загрязненная, β-мезосапробная зона. В этих условиях, по-видимому, вполне нормально существуют эврибионтные виды остракод, где формируют достаточно многочисленные популяции. В более чистых водах они находят не менее (если не более) благоприятные условия обитания.

IV. Значительно загрязненная α-мезосапробная зона. Подавляющее большинство остракод не переносит условий этой зоны загрязнения. Лишь немногие из наиболее эврибионтных видов, например *C. parva*, попав в эту зону, могут здесь выживать, не формируя устойчивых популяций. Наряду с этим ряд представителей рода *Heterocypris* предпочитает загрязненные водоемы и встречается в α-мезосапробных условиях в массовых количествах. Эти виды, являющиеся синантропами и индикаторами загрязненных вод, в районе

Отношение остракод к загрязнению.

Вид	Зоны загрязнения			
	I	II	III	IV
<i>Candona candida</i>	+	++	+	
<i>Cryptocandona</i> sp. 4	++			
<i>Fabaeformiscandona</i> cf. <i>holzkampfi</i>		++	+	
<i>Fabaeformiscandona</i> cf. <i>protzi</i>		++		
<i>Nannocandona faba</i>	++			
<i>Pseudocandona</i> sp. 2		++	++	
<i>Cyclocypris ovum</i>	+	++	++	
<i>Physocypris kraepelini</i>		++	++	
<i>Eucypris pigra</i>	++	++		
<i>Cavernocypris subterranea</i>	++			
<i>Cypridopsis parva</i>		++	++	+

Примечание. + – вид иногда может встречаться в условиях определенной зоны; ++ – вид достигает большой численности или встречается исключительно в условиях этой зоны.

Раковского водохранилища не обнаружены.

V. Сильно загрязненная, полисапробная зона. В таких условиях остракоды не живут, хотя там и могут процветать олигохеты, некоторые насекомые и другие организмы. Остракоды ценны как весьма тонкие индикаторы именно слабого загрязнения. Для того же, чтобы вынести суждение о сильной загрязненности водоемов, нет нужды прибегать к особым ухищрениям, достаточно их внешнего вида.

В таблице отражено отношение найденных остракод к степени загрязнения воды.

Заключение

Как известно, общая продуктивность водохранилищ в обязательном порядке сказывается на качестве воды. При хорошо сбалансированных экологических показателях, когда общая первичная продуктивность бассейна сбалансирована со вторичной, когда общий трофодинамический баланс водоема приближается к нулевому значению, показатели воды приближаются к олиготрофным, что соответствует стандарту идеальной питьевой воды (Жизнь пресных вод СССР, 1950).

В целом Раковское водохранилище и его водосборный бассейн можно характеризовать как зону, свободную от антропогенного воздействия, но с весьма бедным (дефицитным) донным населением его ложа. В его фауне отсутствует ряд крупномасштабных компонентов, участвующих в процессах «биологического самоочищения вод». В первую очередь, это может быть связано с тем, что в зоне затопления водохранилища не было достаточно крупных пойменных водоемов с фауной, способной заселить его ложе, а реофилы, населяющие полугорные водотоки, не могут в нем жить. Для исправления положения можно попытаться вселить в водохранилище недостающие фаунистические компоненты из пойменных водоемов долины р. Раковка, расположенных ниже водохранилища. Но к этому надо относиться с крайней осторожностью. Нам не известно ни одного случая, когда бы польза от интродукции превышала наносимый при этом вред. На заключительном этапе полевых работ под руководством Б.В. Преображенского было осуществлено вселение в водохранилище двустворчатых моллюсков (*Middendorffinaia*, *Buldowskia*, *Sinadonta*) из пойменных водоемов окрестностей с. Раковка. Результаты этого мероприятия неизвестны, поскольку работы были прекращены в связи со сменой руководства гидроузла. Другим лимитирующим фактором развития донного населения может быть слишком интенсивное осадконакопление, характерное для водохранилищ в горных ландшафтах.

Благодарности

Выражаем глубокую признательность заведующему лабораторией морских ландшафтов ТИГ ДВО РАН Б.В. Преображенскому, обеспечившему участие в исследованиях,

участвовавшему в сборе проб и предоставившему материалы «отчета», а также сотрудникам этой лаборатории В.В. Жарикову, Н.А. Иванову и А.М. Лебедеву, добывавшим пробы. Особую благодарность выражаем аспирантке ИБМ ДВО РАН М.А. Зениной за помощь в подготовке рукописи.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО РАН № 06-III-A-06-172.

Литература

- Вишкова Т.С.* 1995. Гидробиологические исследования в Уссурийском заповеднике им. академика В.Л. Комарова. Часть 1. Пресноводная фауна (видовой и биогеографический состав). Владивосток: Дальнаука. 40 с.
- Дубовский Н.В.* 1927. Материалы к познанию фауны и биологии Ostracoda бассейна реки Северный Донец // Тр. Харківського Товариства дослідників природи. Харків. Т. 5, вып. 2. С. 107–120.
- Жизнь пресных вод СССР.* 1950. М.–Л.: Изд-во АН СССР. Т. 3. 910 с.
- Макрушин А.В.* 1974. Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 60 с.
- Никulina Т.В.* 2001. Современное состояние альгофлоры Раковского водохранилища (Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 76–86.
- Семенова Л.М.* 1979. Основные черты биологии *Candona candida* O.F. Müller (Ostracoda, Crustacea) // Гидробиол. журн. Т. 15, № 2. С. 26–31.
- Семенова Л.М.* 1985. Ракушковые ракообразные (Ostracoda) водохранилищ Верхней Волги: автореф. дис. ...канд. биол. наук. М. 24 с.
- Шорников Е.И.* 1990. Остракоды – биоиндикаторы водных экосистем // Экологические проблемы охраны живой природы: тез. Всесоюз. конф. Ч. 3. М. С. 235–236.
- Шорников Е.И.* 2004а. Класс Ostracoda – Ракушковые ракообразные. Глава 3. Аннотированный список биоты островов // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота / ред. Тюрин А.Н. Т. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 458–465.
- Шорников Е.И.* 2004б. Мониторинг состояния среды по остракодам // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования / ред. Тюрин А.Н. Т. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 656–659.
- Шорников Е.И.* 2007. Современные и ископаемые (четвертичные) остракоды бассейнов высокогорных озер Тянь-Шаня Сонкуль и Чатыркуль // ред. Романовский В.В. Климат, ледники и озера Тянь-Шаня: путешествие в прошлое; Ин-т водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, МНТЦ. Бишкек: Илим. С. 110–140 + 163–166.
- Шорников Е.И., Требухова Ю.А.* 2002. Пресноводные и солоноватоводные остракоды юго-западного побережья залива Петра Великого // Экол. состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. Т. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 60–87 (русский вариант статьи: Schornikov, Trebuchova, 2001).
- Ghetti P.F.* 1980. Biological indicators of the quality of running water // Bolletino di Zoologica. Vol. 47. P. 381–390.
- Horne D.J.* 1992. Water quality monitoring using freshwater Ostracoda in Catalogue of technological opportunities // Kent County Council and Conseil Regional Nord-Pas de Calais. P. 30–42.
- Marmonier P., Danielopol D.L.* 1988. Découverte de *Nannocandona faba* Ekman (Ostracoda, Candoninae) en Basse Autriche. Son origine et son adaptation au milieu interstitiel // Vie et Milieu. Vol. 38. P. 35–48.
- Mezquita F., Hernandez R. and Rueda J.* 1999. Ecology and Distribution of Ostracods in a polluted Mediterranean River // Palaeogeography palaeoclimatology palaeoecology. V. 148, N 1/3. P. 87–103.
- Milbau B., Dekens N., Wouters K.* 1997. Evaluation de l'utilisation des ostracodes comme bio-indicateurs potentiels de pollution application aux eaux de la Slack (Boulonnais, France) // Ecologie. Vol. 28, N 1. P. 3–12.
- Rosenfeld A., Ortal R., Honigstein A.* 2000. Ostracodes as indicators of river pollution in Northern Israel (Chapter 7) // Environmental Micropaleontology: the application of microfossils to environmental geology / Topics in Geobiology. N.Y.: Kluwer Academic / Plenum Publishers. Vol. 15. P. 167–180.

- Schornikov E.I.* 1991. Ostracods of the Khanka Lake Basin // Progr. and Abstr. 11th Intern. Symp. on Ostracoda. Warrnambool, Victoria, Australia. P. 78.
- Schornikov E.I.* 2000. Ostracoda as Indicators of Conditions and Dynamics of Water Ecosystems (Chapter 8) / ed. Martin R.E. Environmental Micropaleontology: the application of microfossils to environmental geology // Topics in Geobiology. Vol. 15. Kluwer Academic. N.Y.: Plenum Publishers. P. 181–187.
- Schornikov E.I.* 2001. Ostracod analysis: results and perspectives // Environmental evolution in East Asia: Shanghai–Vladivostok Bilateral Workshop, December 12–13, 2001 / Program and Abstracts. Key laboratory of Marine Geology, MOE, Tongji University, Shanghai, China. P. 18.
- Schornikov (Shornikov) E.I., Trebuchova Yu.A.* 2001. Ostracods of brackish and fresh waters of southern coast of Peter the Great Bay // The state of environment and biota of the southwestern part of Peter the Great Bay and the Tumen River mouth. Vol. 3. Vladivostok: Dalnauka. P. 56–84.
- Sladeček V.* 1978. Indicator value of Freshwater Ostracoda // Acta hydrochim. et hydrobiol. Vol. 6, № 6. P. 561–565.

Приложение

Список исследованных проб

Пробы № 1–18 собраны в водохранилище дражкой с использованием акваланга Н.А. Ивановым, А.М. Лебедевым и Б.В. Преображенским. В бассейне р. Лихачевка пробы собраны Е.И. Шорниковым: № 19 и 21 – методом принудительного дрейфа, а проба № 20 получена методом сбора взмученного осадка.

- № 1, 15.03.2002; гл. 6 м, ил с примесью песка и растительным детритом.
- № 2, 15.03.2002; гл. 8 м, ил, много детрита, коряги, остатки кустов.
- № 3, 16.03.2002; гл. 18 м, ил, много детрита.
- № 4, 16.03.2002; гл. 18 м, ил. Остракод нет.
- № 5, 16.03.2002; гл. 21 м, ил, детрита мало.
- № 6, 17.03.2002; гл. 14 м, ил, детрита мало.
- № 7, 17.03.2002; гл. 17 м, ил, детрит.
- № 8, 17.03.2002; гл. 7 м, ил, детрит. Остракод нет.
- № 9, 15.05.2002; гл. 15 м, ил, глина с примесью песка, детрита очень мало.
- № 10, 15.05.2002; гл. 17 м, ил, камни, детрита и песка почти нет.
- № 11, 15.05.2002; гл. 13 м, ил, глина, с примесью плохо сортированного песка и дресвы, гравий, хворост, много детрита.
- № 12, 15.05.2002; гл. 11 м, ил с небольшой примесью песка, камни, хворост, детрита очень много.
- № 13, 15.05.2002; гл. 10 м, ил, глина, дресва, детрита умеренное количество.
- № 14, 18.05.2002; гл. 12 м, ил, глина, много песка, детрита умеренное количество.
- № 15, 18.05.2002; гл. 8 м, ил, глина с песком, дресва, много детрита.
- № 16, 18.05.2002; гл. 4 м, ил, хворост, очень много торфа.
- № 17, 18.05.2002; гл. 6 м, ил, глина с примесью песка, хворост, много детрита.
- № 18, 18.05.2002; гл. 8 м, ил, глина, хворост, детрита умеренное количество.
- № 19, 15.05.2002; р. Лихачевка в 50 м от устья, на перекатах и плесах; гл. до 0,2 м, галька, камни. Икра пескаря, остракод нет.
- № 20, 15.05.2002; старицы в пойме нижнего течения р. Лихачевка, гл. до 0,2 м, лиственной опад, камни. Головастики, личинки кулицид, гипогейная амфипода (1 экз.).
- № 21, 15.05.2002, р. Лихачевка в 2 км от устья, на перекатах и плесах; гл. до 0,3 м, галька, камни. Молодь речных раков, гипогейные (10 экз.) и эпигейные (2 экз.) амфиподы, личинки поденок.