

## Региональные особенности вселения чужеродных видов макробеспозвоночных в водные экосистемы бассейна р. Обь

Л. В. ЯНЫГИНА

*Институт водных и экологических проблем СО РАН  
656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1  
E-mail: zoo@iiver.ru*

*Алтайский государственный университет  
656099, Барнаул, ул. Димитрова, 66*

Статья поступила 28.07.15

Принята к печати 23.11.15

### АННОТАЦИЯ

Проанализированы особенности вселения чужеродных макробеспозвоночных в водоемы Обского бассейна. Отмечена ведущая роль гидростроительства и последующего рыбохозяйственного использования искусственных водоемов в проникновении элементов чужеродной фауны. Выявлены основные коридоры инвазий и определены тенденции их многолетних изменений. Установлены общие и отличительные черты чужеродной фауны Обского бассейна от вселенцев в бассейны крупных европейских рек. Показано, что значительную долю среди вселенцев составляют непреднамеренно интродуцированные виды.

**Ключевые слова:** скорость инвазии, макробеспозвоночные, р. Обь, чужеродные виды, рыбоводство.

Река Обь – одна из крупнейших в России, по протяженности (5410 км от истока р. Иртыш) и площади водосборного бассейна (2990 тыс. км<sup>2</sup>) она входит в число самых крупных речных систем мира. Огромные размеры Обского бассейна и разнообразие природных условий в различных его частях обуславливают широкое использование его водных ресурсов. Одним из наиболее значимых для водных экосистем бассейна воздействий стало создание водохранилищ, самыми крупными из которых являются Новосибирское на

р. Обь и Бухтарминское на ее главном притоке р. Иртыш. Создание новых водохранилищ позволило расширить возможности рыбохозяйственного использования зарегулированных участков речной системы, в том числе и путем проведения работ по интродукции новых видов рыб и кормовых беспозвоночных.

Создание водохранилищ и их последующее использование в рыбоводных целях привели к существенному изменению условий обитания аборигенной фауны рек на зарегу-

лированных участках, а также к массовому развитию и распространению преднамеренно и непреднамеренно интродуцированной чужеродной фауны. Особенности освоения интродуцированными видами отдельных водных экосистем бассейна р. Обь, тенденции распространения чужеродных видов, многолетняя динамика численности и биомассы некоторых видов-вселенцев рассмотрены в ряде работ [Визер, 2006; Шарапова, 2008, 2010; Баженова и др., 2009; Девятков, 2012]. Однако в большинстве случаев эти сведения фрагментарны, касаются преимущественно отдельных водоемов и не дают представлений об инвазионных процессах в бассейне в целом. Кроме того, целый ряд вопросов, касающихся анализа таксономического состава, происхождения видов-вселенцев, выявления преобладающих путей проникновения чужеродных видов в бассейн, оценки скорости инвазионного процесса, остаются нераскрытыми. Цель данной работы – проанализировать региональные особенности проникновения и расселения чужеродной фауны в водных экосистемах бассейна р. Обь.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использованы материалы исследований, проведенных в 1989–2014 гг. в водотоках и водоемах бассейна Верхней и Средней Оби. Пробы зообентоса отбирали стандартными гидробиологическими методами [Руководство..., 1992]: на каменистых субстратах использовался сачок (с последующим определением площади камней по их проекции на плоскость), на мягких грунтах – коробчатый дночерпатель. Всего обработано более 1,5 тыс. количественных проб макрозообентоса.

При анализе таксономического состава и способов переноса чужеродных видов в водоемах бассейна р. Иртыш использованы данные О. П. Баженовой с соавт. [2009], Т. А. Шарapовой [2007, 2008; Sharapova, 2010], В. И. Девяткова [2012].

Скорость инвазии рассчитывали как среднее число чужеродных видов, впервые обнаруженных в водоеме за каждый десятилетний период [Ricciardi, 2015]. При сравнении скорости инвазии в водные объекты бас-

сейна р. Обь с крупнейшими речными системами Европы данные усреднены за последние 50 лет – период наиболее интенсивного вселения чужеродных видов в водные экосистемы различных регионов.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Таксономическая структура чужеродной фауны.** В водных объектах бассейна р. Обь к настоящему времени зарегистрирован 21 чужеродный вид, прошедший стадию натурализации (см. таблицу). Только семь видов из этого списка целенаправленно вселялись в водоемы в целях повышения кормовой базы рыб, и ареалы обитания только двух видов не выходят за пределы водоемов, в которые их вселили. Соответственно, более 90 % чужеродных для фауны водоемов бассейна р. Обь видов попали в водоемы случайно либо расширили свое распространение за границы, предусмотренные интродукционными мероприятиями.

Видовое богатство чужеродных видов в рассматриваемых водоемах бассейна р. Обь составляет 2–5 % от видового списка макробеспозвоночных и приближается по этому показателю к такому признанному “центру ксеноразнообразия”, как Финский залив Балтийского моря [Orlova et al., 2006].

Среди чужеродных для бассейна р. Обь видов отмечены представители моллюсков и ракообразных приблизительно в равных пропорциях. При этом в водоемах с естественным температурным режимом наибольшее число видов среди вселенцев относилось к ракообразным, в подогреваемых водоемах – к моллюскам. Моллюски и ракообразные принадлежат к наиболее активно расселяющимся за пределы естественных ареалов группам водных макробеспозвоночных и в других регионах мира [Karatayev et al., 2009].

По регионам происхождения виды-вселенцы бассейна р. Обь можно разделить на североамериканские, европейские, байкальские, понто-каспийские, южноамериканские, тихоокеанские и восточноафриканские. Наибольшая часть видов (24 %) имеет европейское происхождение, 19 % – североамериканское, 14 % – байкальское, 14 % – понто-каспийское, остальные группы представ-

**Список чужеродных видов макробеспозвоночных водоемов бассейна р. Обь**

Таксон	Естественный ареал	Реципиент	Способ вселения
1	2	3	4
Тип Arthropoda класс Crustacea			
<i>Gmelinoides fasciatus</i> (Stebbing, 1899)	Оз. Байкал	Бухтарминское водохранилище р. Иртыш Новосибирское водохранилище р. Обь Водоем-охладитель Беловской ГРЭС р. Иня	Промышленное рыбоводство Непреднамеренно Промышленное рыбоводство Непреднамеренно То же »
<i>Micruropus possolskii</i> Sowinsky, 1915	Оз. Байкал	Новосибирское водохранилище Бухтарминское водохранилище	Промышленное рыбоводство То же
<i>M. kluki</i> (Dybowsky, 1874)	Оз. Байкал	То же	Непреднамеренно
<i>Mysis relicta</i> Loven, 1862	Север Евразии	То же	Промышленное рыбоводство
<i>Neomysis intermedia</i> (Czerniavsky, 1882)	Дальний Восток	Новосибирское водохранилище р. Обь	То же Непреднамеренно
<i>Paramysis intermedia</i> Czerniavsky, 1882	Понто-Каспийский	Бухтарминское водохранилище р. Иртыш	Промышленное рыбоводство Непреднамеренно
<i>P. lacustris</i> (Czerniavsky, 1882)	Понто-Каспийский	Бухтарминское водохранилище Шульбинское р. Иртыш	Промышленное рыбоводство Непреднамеренно То же
<i>Pallaseopsis quadrispinosa</i> (Sars, 1867)	Европа	Бухтарминское водохранилище	Промышленное рыбоводство
<i>Stenocypris</i> sp.	Средиземноморье	Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1	Непреднамеренно
<i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholtz, 1823	Европа	Реки бассейна р. Обь	Аквакультура
Тип Cnidaria класс Hydrozoa			
<i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771)	Понто-Каспийский	р. Иртыш	Непреднамеренно
Тип Mollusca класс Gastropoda			
<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	Европа	Бухтарминское водохранилище р. Черный Иртыш	Непреднамеренно Непреднамеренно
<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	Европа	Новосибирское водохранилище Бухтарминское водохранилище	То же »

1	2	3	4
<i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfeiffer, 1828)	Понто-Аральский	То же	»
<i>Pomacea canaliculata</i> (Lamarck, 1828)	Южная Америка	Водоем-охладитель Беловской ГРЭС	Аквакультура
<i>Melanoides tuberculata</i> (Müller, 1774)	Восточная Африка	То же	Непреднамеренно
<i>Borysthenia naticina</i> (Menke, 1845)	Европа	Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1 Бухтарминское водохранилище	То же »
<i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863)	Северная Америка	Водоем-охладитель Беловской ГРЭС Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1	» »
<i>Costatella integra</i> (Haldeman, 1841)	Северная Америка	Водоем-охладитель Беловской ГРЭС Водоем-охладитель Тюменской ТЭЦ-1	» »
<i>Costatella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	Северная Америка	То же	»
<i>Planorbella anceps</i> (Menke, 1830)	Северная Америка	Водоем-охладитель Беловской ГРЭС	»

Примечание. Использованы литературные данные [Визер, 2006; Шарапова, 2007, 2008; Баженова и др., 2009; Yanygina, Vinarski, 2010; Девятков, 2012].

лены по одному виду (около 5 % видового состава вселенцев).

В отличие от европейских водоемов, для которых характерно вселение преимущественно понто-каспийских и североамериканских видов, для водоемов бассейна р. Обь среди вселенцев преобладают виды североамериканского комплекса. Эти различия обусловлены характером основных векторов инвазии: появление понто-каспийских вселенцев в европейских водоемах связано со строительством каналов и развитием судоходства [Alexandrov et al., 2007; Gherardi et al., 2009; Rapov et al., 2007], в западносибирских – с преднамеренной интродукцией кормовых организмов. Вселение североамериканских видов и в Европе, и в бассейне р. Обь связано преимущественно с аквариумным рыбоводством.

Особого внимания заслуживает анализ причин высокой доли чужеродных видов моллюсков европейского происхождения, вселившихся в неподогреваемые водохранилища

бассейна р. Обь (Бухтарминское и Новосибирское). На протяжении длительного исторического периода (со второй половины олигоцена) фауна моллюсков Сибири формировалась под влиянием североамериканского и Южно-Уральского коридоров [Долгин, 2005; Красногорова, 2011]. Эти факторы, а также сходство климатических, географических и экологических условий Западной Сибири с Европой предопределяет преобладание европейской фауны моллюсков на большей части территории Западной Сибири [Старобогатов, 1970]. Вероятно, современные тенденции проникновения европейских видов моллюсков в Западную Сибирь при участии человека ускоряют эволюционно обусловленные закономерности формирования фауны моллюсков этого региона.

**Основные векторы (способы) инвазий.** Для водоемов бассейна можно выделить четыре основных вектора вселения чужеродных видов.

1. Целенаправленная интродукция макробеспозвоночных. К этой группе вселенцев относится появление семи видов ракообразных (*Gmelinoides fasciatus*, *Micruropus possolskii*, *Neomysis intermedia*, *Mysis relicta*, *Paramysis intermedia*, *P. lacustris*, *Pallaseopsis quadripinosa*), вселенных в крупные водохранилища бассейна р. Обь – Новосибирское и Бухтарминское – для повышения кормовой базы рыб. Несмотря на высокую частоту встречаемости и постоянное присутствие большинства этих видов в донных сообществах, преднамеренно интродуцированные виды в целом для водохранилищ создают сравнительно небольшую долю биомассы зообентоса (например, в Бухтарминском водохранилище в разные годы от 10 до 20 % [Баженова и др., 2009]). В комплекс доминирующих видов гаммариды входят преимущественно в песчаной литорали водохранилищ, наименее используемой аборигенными видами, мизиды – в глубоководной зоне [Визер, 2006; Баженова и др., 2009]. К этому же вектору инвазий можно отнести и появление речного рака *Astacus leptodactylus* в водоемах бассейна. Попытки вселения речного рака в реки бассейна р. Обь предпринимались неоднократно еще с начала XIX в., однако периодически возникающие эпизоотии приводили к практически полному уничтожению популяции. Последняя успешная попытка интродукции речного рака в водоемы бассейна Верхней Оби предпринята в конце 1970-х гг. В настоящее время на отдельных участках бассейна речной рак достигает достаточно высокой численности, что позволяет вести его добычу. Отсутствие аборигенных видов со схожей жизненной стратегией позволило преднамеренно вселенным видам занять свободные экологические ниши без обострения конкурентной борьбы.

2. Распространение интродуцированных видов за пределы водоемов, в которые их вселили по гидрографической сети. Большинство преднамеренно интродуцированных видов (5 из 7) смогли освоить речные биотопы, распространившись по гидрографической сети выше и ниже водохранилищ. Это *Gmelinoides fasciatus*, *Micruropus possolskii*, *Neomysis intermedia*, встречающиеся в р. Обь выше и ниже Новосибирского водохранилища [Ви-

зер, 2006], а также понтокаспийские мизиды, расселившиеся из Бухтарминского водохранилища по р. Иртыш до Омска [Баженова и др., 2009]. Несмотря на многочисленные находки интродуцированных в водохранилища видов на значительном расстоянии выше (до 250 км) и ниже (до 1100 км) по течению зарегулированных рек, эти виды обычно представлены единичными экземплярами и не создают заметной доли в численности и биомассе зообентоса.

3. Случайное вселение видов вместе с преднамеренно интродуцированными рыбами и макробеспозвоночными. К этой группе можно отнести вселение *Gmelinoides fasciatus* в водоем-охладитель Беловской ГРЭС, *Viviparus viviparus* в Новосибирское и Бухтарминское водохранилища, а также *Micruropus kluki* (Dybowsky), *Unio pictorum* (Linnaeus), *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer), *Borysthenia naticina* (Menke) в Бухтарминское водохранилище. Большинство из этих видов (*G. fasciatus*, *V. viviparus*, *U. pictorum*, *L. naticoides*) достигают высокой численности и биомассы в водоемах-реципиентах, что приводит к существенному изменению структурных характеристик донных сообществ на участках инвазии.

4. Вселение аквариумных видов в искусственно подогреваемые зоны водохранилищ. К этой группе относятся моллюски *Ferrissia fragilis*, *Pomacea canaliculata*, *Costatella integra*, *C. acuta*, *Melanoides tuberculata*, *Borysthenia naaticina*, *Planorbella anceps*. В отличие от европейских водоемов, в которых отмечено распространение некоторых аквариумных видов макробеспозвоночных в водоемах с естественным температурным режимом [Сон, 2007], в условиях Сибири эти виды встречаются исключительно в подогреваемых водах. Большое разнообразие естественных ареалов распространения и исходных условий обитания аквариумных видов отражается и в особенностях пространственного распределения этих видов в водоемах-охладителях. Тропический вид восточноафриканского происхождения *Melanoides tuberculata* заселяет зону максимального подогрева – исток сбросного канала Беловской ГРЭС, где температура воды достигает 38 °С. Виды североамериканского комплекса (*Ferrissia fragilis*, *Costatella*

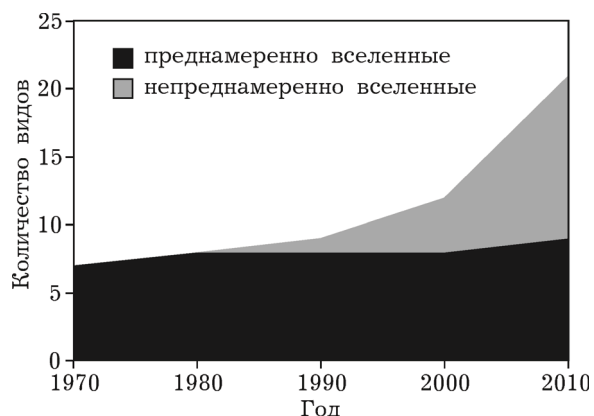


Рис. 1. Число видов чужеродной фауны, обнаруженное в водоемах бассейна р. Обь в различные периоды

*integra*, *Planorbella* sp.) предпочитают менее подогреваемые зоны устья сбросного канала с температурой до 30 °С. Тропический вид южноамериканского происхождения *Potamocorbula amurensis* встречается вдоль всего сбросного канала водоема-охладителя Беловской ГРЭС.

В последнее десятилетие отмечено значительное увеличение доли непреднамеренно интродуцированных видов в общем количестве интродуцентов, что связано, прежде всего, с заселением водоемов-охладителей моллюсками аквариумного комплекса (рис. 1).

Следует обратить внимание, что первичные очаги инвазий в большинстве случаев вселения макробеспозвоночных в водные объекты бассейна р. Обь зафиксированы в водохранилищах, в том числе в водоемах-охладителях. Исключение составляют только инвазии речного рака, периодически бесконтрольно завозимого любителями в различные водоемы, и гидроридов, отмеченных только в р. Иртыш. Места распространения большинства чужеродных видов (15 из 19) до сих пор не выходят за пределы водохранилищ, в которые они вселились. Для четырех видов ракообразных *Gmelinoides fasciatus* Steb., *Neomysis intermedia* (Czerniavsky), *Paramysis intermedia* и *P. lacustris* отмечены миграции по гидрографической сети в реки выше и ниже водохранилищ – первичных очагов инвазий. При этом единичные экземпляры этих видов встречаются в 200–250 км выше

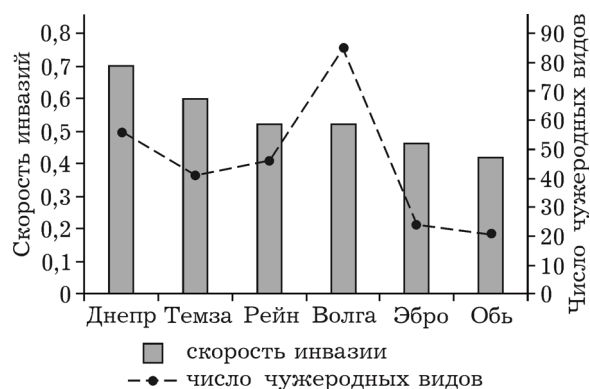


Рис. 2. Скорость инвазий (среднее число видов в год за период 1960–2010 гг.) и общее число чужеродных видов макробеспозвоночных, зарегистрированных в крупнейших речных системах [Panov et al., 2007; Oscoz, 2010; Jackson, Grey, 2013; Семенченко и др., 2014; Ricciardi, 2015]

и ниже Новосибирского водохранилища и 1100 км ниже Бухтарминского. Вселение новых видов рыб и кормовых организмов для повышения биологической продуктивности водохранилищ является основным вектором инвазий макробеспозвоночных в водоемах бассейна р. Обь с естественным температурным режимом.

**Оценка скорости инвазий.** Несмотря на то, что общее число чужеродных видов в бассейне р. Обь ниже, чем в наиболее подверженных инвазиям речных системах Европы, скорость инвазий макробеспозвоночных в Обском бассейне за последние 50 лет сравнима с аналогичными показателями других речных систем (рис. 2).

Многолетние изменения скорости инвазии макробеспозвоночных в бассейне р. Обь обусловлены изменениями основных коридоров инвазий в различные периоды (рис. 3). Если рассматривать бассейн в целом, можно выделить четыре периода его освоения чужеродными видами.

Начальный период (1960-е гг.) – характеризуется высокой скоростью инвазий (в среднем 0,7 видов в год), что связано с интенсивным рыбохозяйственным освоением новых водохранилищ, планомерным вселением в них макробеспозвоночных для повышения кормовой базы интродуцированных рыб.

Второй период (1970–80-е гг.) – период минимальной скорости инвазий (до 0,1 вида



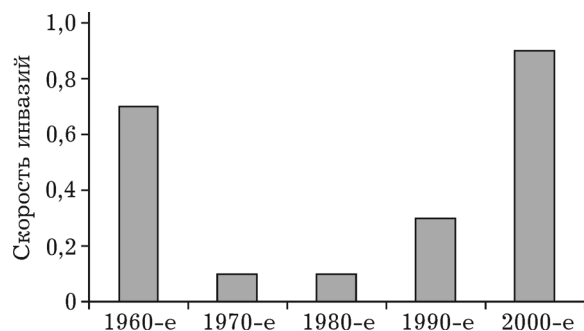


Рис. 3. Скорость инвазий (количество видов в год) в водоемы бассейна р. Обь (рассчитана как среднее из числа зарегистрированных чужеродных видов за каждое десятилетие)

в год), в это время появление новых видов связывалось с неорганизованным выпуском промысловых ракообразных (речного рака) и первыми находками случайно вселенных при интродукции кормовых организмов видов.

Третий период (1990-е гг.) характеризуется ростом скорости инвазий преимущественно за счет непреднамеренно вселенных при интродукции рыб макробеспозвоночных.

Четвертый период (с начала 2000-х гг.) – период увеличения скорости инвазий до максимальных за весь период значений (0,9 видов в год). Стремительный рост инвазий связан с массовым выпуском аквариумных видов в различные водоемы и их успешной натурализацией в исследованных водоемах-охладителях. Значительное увеличение зарегистрированных инвазий аквариумных видов в последнее десятилетие связано и с повышенным интересом гидробиологов к исследованиям водоемов-охладителей в этот период при практически полном отсутствии их исследований в предшествующее десятилетие.

В 2000-е гг. скорость инвазий макробеспозвоночных в водоемы Обского бассейна приблизилась к значениям, характерным для наиболее подверженных инвазиям европейских бассейнов. Невысокое общее видовое богатство чужеродных видов в бассейне р. Обь при высокой скорости инвазии связано со сравнительно коротким периодом антропогенно обусловленного вселения чужеродных видов в его водоемы: в отличие от европейских

водоемов, инвазии в которые продолжаются более 150 лет, в водоемах Обского бассейна этот период составляет около 60 лет.

В отличие от некоторых бассейнов европейских рек [Jackson, Grey, 2012], для которых в последние годы наметилась тенденция снижения скорости инвазий, что явилось результатом эффективного управления использованием водных ресурсов, в Западной Сибири все еще отмечается рост данного показателя. Это связано как с отсутствием политики управления риском инвазий, так и с активным участием в переносе чужеродных видов любителей-аквариумистов, действия которых сложно контролировать.

Известно, что наиболее подвержены инвазиям нарушенные, обедненные и эволюционно молодые экосистемы, близкие к уже заселенным чужеродными видами зоны, а также участки транспортировки и торговли чужеродными видами [Биологические инвазии..., 2004; Stohlgren, Schnase, 2006]. В бассейне р. Обь водохранилища являются эволюционно молодыми экосистемами. Кроме того, их можно отнести и к водоемам с интенсивной торговлей чужеродными видами, так как в них происходит разведение и торговля интродуцированными в разные годы видами рыб. Использование таких эволюционно молодых экосистем, как водохранилища, для разведения и торговли интродуцированными видами сделало эти водоемы центрами распространения чужеродных видов в регионе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на относительную изолированность водоемов Западной Сибири от бассейнов других рек, скорость инвазий чужеродных видов в последнее десятилетие приблизилась к значениям, характерным для высоко урбанизированных европейских водоемов. Появление значительной доли чужеродных видов связано с неорганизованным выпуском декоративных видов аквариумистами, что затрудняет контроль и регулирование инвазий в регионе.

Среди факторов, способствовавших вселению в водоемы бассейна р. Обь чужеродных видов макробеспозвоночных можно выделить следующие.

1. Зарегулирование стока рек. В бассейне р. Обь наиболее подвержены вселению чужеродных видов водохранилища, что связано с относительной эволюционной молодостью их экосистем, продолжающимся формированием биоценозов и связанной с этим высокой восприимчивостью сообществ к чужеродным видам.

2. Использование водоема для разведения интродуцированных видов рыб. При этом появление чужеродных видов может быть связано как с преднамеренным их вселением для повышения кормовой базы рыб, так и со случайным заносом с другими интродуцированными гидробионтами.

3. Использование водоема в рекреационных целях, наличие близкорасположенных населенных пунктов, что увеличивает риск инвазий аквариумными видами.

4. Создание водоемов-охладителей. Изменение термического режима водоемов в результате сброса подогретых вод является одной из главных предпосылок вселения в них беспозвоночных тепловодного комплекса, преимущественно моллюсков.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баженова О. П., Куликов Е. В., Куликова В. Е., Девятков В. И., Евсеева А. А. Сукцессии биоценозов Бухтарминского водохранилища. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2009. 244 с.
- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: КМК, 2004. 436 с.
- Визер А. М. Акклиматизация байкальских гаммарид и дальневосточных мизид в Новосибирском водохранилище: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2006. 173 с.
- Девятков В. И. О разнообразии макрозообентоса Бухтарминского водохранилища в 2005–2009 годах // Вестн. КазНУ. Сер. экологическая. 2012. № 1. С. 162–164.
- Долгин В. Н. История и пути формирования пресноводной малакофауны севера Сибири // Проблемы гидробиологии Сибири: мат.-лы Всерос. конф. / под ред. В. И. Романова. Томск: Дельтаплан, 2005. С. 76–85.
- Красногорова А. Н. Двустворчатые моллюски семейства Sphaeriidae Южного, Среднего Урала и Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2011. 24 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 320 с.
- Семенченко В. П., Сон М. О., Новицкий Р. А., Квач Ю. В., Панов В. Е. Чужеродные макробеспозвоночные и рыбы в бассейне реки Днепр // Рос. журн. биол. инвазий. 2014. № 4. С.76–94.
- Сон М. О. Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья. Одесса: Друк, 2007. 132 с.
- Старобогатов Я. И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. Л.: Наука, 1970. 372 с.
- Шарапова Т.А. Зооперифитон внутренних водоемов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2007. 167 с.
- Шарапова Т. А. Особенности экологии и распространения моллюсков-вселенцев в водоеме-охладителе Тюменской ТЭЦ-1 в Западной Сибири // Вестн. зоологии. 2008. Т. 42 (2). С. 185–187.
- Alexandrov B., Boltachev A., Kharchenko T., Lyashenko A., Son M., Tsarenko P., Zhukinsky V. Trends of aquatic alien species invasions in Ukraine // Aquatic Invasions. 2007. Vol. 2, Is. 3. P. 215–242.
- Gherardi F., Gollasch S., Minchin D., Olenin S., Panov V. E. Alien invertebrates and fish in European inland waters // The Handbook of Alien Species in Europe, Series: Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology. 2009. Vol. 3. P. 81–92.
- Jackson M. C., Grey J. Accelerating rates of freshwater invasions in the catchment of the River Thames // Biol. Invasions. 2013. Vol. 15. P. 945–951. <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-012-0343-5>.
- Karatayev A. Y., Burlakova L. E., Padilla D. K., Mastitsky S. E., Olenin S. Invaders are not a random selection of species // Ibid. 2009. Vol. 11, N 9. P. 2009–2019.
- Orlova M. I., Telesh I. V., Berezina N. A., Antsulevich A. E., Maximov A. A., Litvinchuk L. F. Effects of nonindigenous species on diversity and community functioning in the eastern Gulf of Finland (Baltic Sea) // Helgol. Mar. Res. 2006. Vol. 60. P. 98–105.
- Oscoz J., Tomas P., Duran C. Review and new records of non-indigenous freshwater invertebrates in the Ebro River basin (Northeast Spain) // Aquat. Invasions. 2010. Vol. 5, Is. 3. P. 263–284.
- Panov V. E., Dgebuadze Y. Yu., Shiganova T. A., Filippov A. A., Minchin D. A risk assessment of biological invasions in the inland waterways of Europe: the Northern Invasion Corridor case study // Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats / ed. F. Gherardi. Dordrecht: Springer, 2007. P. 639–656.
- Ricciardi A. Ecology of invasive alien invertebrates // Ecol. and general biol. 2015. P. 83–91.
- Sharapova T. A Invader species in the zooperiphyton of the Tumen region // The III Int. Symposium Invasion of alien species in Holarctic: Programme and Book of Abstracts. October 5th–9th 2010, Borok–Myshkin, Yaroslavl District, Russia. 2010. P. 121.
- Stohlgren T. J., Schnase J. L. Risk Analysis for Biological Hazards: What We Need to Know about Invasive Spe-



cies // Risk Analysis. 2006. Vol. 26, N 1. P. 163–173.  
Yanygina L. V., Vinarski M. V. Macroinvertebrates invasion in aquatic ecosystems of the Upper Ob basin //

The III International Symposium Invasion of alien species in Holarctic. Programme and Book of Abstracts. October 5th–9th 2010, Borok; Myshkin, Yaroslavl District, Russia. 2010. P. 98–99.

## **Regional Features of Invasion of Alien Macroinvertebrates into the Water Ecosystems of the Ob River Basin**

L. V. YANYGINA

*Institute of Water and Ecological Problems, SB RAS  
656038, Barnaul, Molodezhnaya str., 1  
E-mail: zoo@iwep.ru*

*Altai State University  
656099, Barnaul, Dimitrova str., 66*

The peculiarities of invasion of alien macroinvertebrates into the water bodies of the Ob river basin were studied. It was noted that building of hydropower plants and fishery management played the key role in the invasion of alien fauna. The main invasion corridors and the tendencies of long-term alterations in them were revealed. The common and distinctive features of the alien fauna of the Ob river basin and the invasive species of large European rivers were determined. It was shown that a considerable number of alien invertebrates were introduced into the Ob river accidentally.

**Key words:** invasion rate, macroinvertebrates, the Ob river, alien species, fish farming.