

УДК 574.587

doi: 10.17223/19988591/49/8

Л.В. Яныгина¹, А.М. Визер²

¹ Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

² Новосибирский филиал ВНИРО, г. Новосибирск, Россия

Многолетняя динамика и современное распределение речной живородки (*Viviparus viviparus*) в Новосибирском водохранилище

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского
фонда фундаментальных исследований, грант № 18-04-01001.

Представлены результаты многолетних исследований (2002–2018) пространственного распределения, численности и биомассы чужеродных моллюсков *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) в Новосибирском водохранилище. Отмечена высокая скорость расселения моллюсков по водохранилищу, что может быть связано с их переносом рыболовными и туристическими судами. Средняя и максимальная биомасса *V. viviparus* на отдельных участках Новосибирского водохранилища существенно превышает значения, известные для водоемов в их естественном ареале, что свидетельствует о благоприятности условий обитания моллюсков в водоеме-реципиенте. Успешному освоению живородками водохранилища способствуют их высокая приспособленность к сезонным колебаниям уровня воды, способность к выживанию на временно обсыхающих участках литорали. Живородки избегают наиболее проточные участки в верхней части водохранилища с песчаными грунтами, что делает маловероятным их расселение в русле р. Обь выше и ниже водохранилища, однако могут осваивать пойменные водоемы бассейна, создавать помехи в эксплуатации расположенных в протоках гидротехнических сооружений.

Ключевые слова: чужеродные виды; моллюски; инвазии; бассейн р. Обь.

Введение

Биоразнообразие является одним из основополагающих характеристик живой природы, способствующих поддержанию ее устойчивости и обеспечивающих предоставление экосистемных услуг. Несмотря на всеобщее признание важности сохранения биологического разнообразия, усиливающееся антропогенное воздействие на экосистемы ведет к их загрязнению, разрушению местообитаний видов и снижению видового разнообразия. К числу наиболее опасных видов антропогенной трансформации водных экосистем относится биологическое загрязнение водоемов, связанное с вселением чужеродных видов. Инвазии чужеродных видов ведут к гомогенизации биоты, снижению видового разнообразия и нарушению функций экосистем.

На борьбу с чужеродными видами только в Великих озерах тратится 168 млн долларов ежегодно [1]. 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 [2, 3]. Несомненно, эволюционно молодыми экосистемами являются водохранилища. Кроме того, водохранилища можно отнести и к водоемам с интенсивной торговлей чужеродными видами, так как интенсивное рыбохозяйственное использование водохранилищ предполагает разведение и торговлю интродуцированными видами рыб. Все это, а также многочисленные находки вселенцев позволяют рассматривать водохранилища как центры распространения чужеродных видов в бассейнах рек [4].

Новосибирское водохранилище – единственное крупное равнинное водохранилище на р. Обь. Первое появление чужеродных видов гидробионтов в водохранилище связано с целенаправленным вселением ценных промысловых видов рыб, приспособленных к неблагоприятному гидрологическому режиму. Из всего многообразия вселяемых в 1957–1964 гг. видов в Новосибирском водохранилище натурализировались сазан *Cyprinus carpio* (Linnaeus), лещ *Abramis brama* (Linnaeus) и судак *Lucioperca lucioperca* (Linnaeus). Преднамеренная интродукция в водохранилище кормовых организмов была продолжительнее и завершилась в 1980 г. В результате донная фауна пополнилась дальневосточными мизидами *Neomysis intermedia* (Czern) и двумя видами байкальских амфипод *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.) и *Micruropus possolskii* (Sow.), которые заняли ведущее положение в экосистеме водоема и вошли в питание большинства видов рыб. Прекращение интродукционных мероприятий не стало препятствием для самостоятельного проникновения чужеродных видов в водохранилище. В последующие годы происходит приток таких видов рыб, как верховка *Leucaspis delineatus* Heckel, ротан-головешка *Perccottus glenii* Dybowski, уклея *Alburnus alburnus* (Linnaeus). Из промысловых беспозвоночных вселился речной рак *Pontastacus leptodactylus* Esch. В целом преднамеренные и непреднамеренные интродукции привели к вселению в водоем 11 видов макробеспозвоночных и рыб, пять из которых относятся к случайным вселенцам. Наиболее массовым чужеродным видом для донных сообществ водохранилища стала речная живородка *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda, Viviparidae) – вид европейского происхождения, естественный ареал которого охватывает всю Европу (кроме Крайнего Севера и юга), а также восточное и южное Причерноморье [5].

Среди моллюсков сем. Viviparidae многие виды активно расселяются за пределы своих естественных ареалов. Так, *Bellamya chinensis* – нативный для Юго-восточной Азии вид, ныне встречается в США, Канаде, Нидерландах и Бельгии [6–8]. *Sinotaia quadrata* (Benson), также азиатский вид, расселяется в Аргентине, где является единственным представителем сем. Viviparidae [9]. Центральноевропейский вид *Viviparus acerosus* теперь встречается и в Нидерландах, *V. georgianus* расширяет свой ареал в Северной

Америке [19, 11]. Вид *I. viviparus* кроме Новосибирского водохранилища отмечен в качестве чужеродного в Бухтарминском водохранилище, р. Тура, пойменном водоеме бассейна р. Иртыш, водоемах Крымского полуострова [12–14]. Успешному внедрению в водные экосистемы способствуют такие особенности биологии вивипарид, как наличие крышечки, позволяющей моллюскам длительное время сохранять жизнеспособность без воды; отрождение довольно крупных, покрытых раковинами особей, что повышает их шансы на выживание; высокая плодовитость, способствующая быстрому росту численности вивипарид в водоеме-реципиенте. Живородки обычно встречаются на зарегулированных участках рек, предпочитая слабопроточные местообитания [15–17]. Для эффективного управления чужеродными видами, прогнозирования их дальнейшего расселения и анализа последствий инвазии необходимы знания особенностей распространения вселенцев в водоемах-реципиентах.

Цель данной работы – анализ особенностей пространственного распределения речной живородки *I. viviparus* в Новосибирском водохранилище на различных этапах расселения.

Материалы и методики исследований

Новосибирское водохранилище (54°84'N, 82°99'E) является равнинным водохранилищем сезонного регулирования с наполнением преимущественно во время весеннего половодья (май–июнь) и осенне-зимней сработки. Водохранилище создано на р. Обь в 1957 г., его протяженность около 200 км; площадь зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ) 1 070 км², средняя глубина 9 м, наибольшая – 25 м. Особенностью водохранилища является его высокая проточность: среднемноголетний коэффициент водообмена 6,55, при этом в маловодные годы его значения опускаются ниже 5 (например, в 2012 г. – 4,35), а в многоводные могут повышаться выше 8–9 (например, в 2010 г. – 8,32) [18]. Водохранилище относится к мезотрофно-эвтрофным водоемам, характеризуется благоприятным кислородным режимом (5,1–12,0 мг/л), слабощелочными водами (рН 7,3–8,6), преобладанием ионов Ca²⁺ (30–80 мг/л) среди катионов [19, 20]. Динамика гидрохимических показателей Новосибирского водохранилища имеет сезонный характер и определяется изменениями гидрохимического стока р. Обь [18].

По морфометрическим и гидрологическим характеристикам в Новосибирском водохранилище принято выделять три зоны: верхнюю (от г. Камень-на-Оби до с. Усть-Алеус), среднюю (от с. Усть-Алеус до с. Завьялово) и нижнюю (от с. Завьялово до плотины). Верхняя часть водохранилища мелководная, имеет протяженность 35 км, представляет собой затопленную пойму Оби и характеризуется наличием большого количества островов. Средняя часть самая длинная (100 км длиной), суженная, с крутыми обрывистыми берегами. Нижняя часть (65 км) озеровидная с глубинами, дости-

гающими 25 м [18]. Донные отложения Новосибирского водохранилища представлены преимущественно заиленными песками и илами, в верхней наиболее проточной части водохранилища преобладают пески.

Зообентос исследовали в различные сезоны 2002–2018 гг. в трех зонах Новосибирского водохранилища: верхнем (в районе г. Камень-на-Оби, с. Усть-Алеус), среднем (в районе сел Спирино, Ордынское и Завьялово), нижнем (Ирменский плес в районе сел Боровое, Ленинское, Береговое, устье Бердского залива и около плотины). При отборе проб использовали стандартные гидробиологические методы [21]. Донные отложения центральной части водохранилища отбирали дночерпателем Петерсена и Экмана – Берджи (площадь захвата 0,025 и 0,035 м² соответственно), в заливах и на мелководьях – дночерпателем Гр-91 (площадь захвата 0,007 м²). Затем донные отложения промывали и выбирали из них моллюсков, которых фиксировали 70% этанолом. В лаборатории подсчитывали количество моллюсков в каждой пробе и взвешивали их с точностью до 0,01 г. Таксономическая идентификация моллюсков проведена по «Определителю пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий» 2004 г. [22]. Всего отобрано и проанализировано 593 пробы зообентоса.

Статистический анализ данных выполнен с использованием программы StatSoft STATISTICA 6.0. Данные представлены в виде средней арифметической со стандартной ошибкой (Mean/SEM). При сравнении выборок (численности, биомассы на различных участках водохранилища) использовали непараметрический метод Краскела – Уоллисса. Нулевую гипотезу об отсутствии различий между выборками отвергли при $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение

Несмотря на имеющиеся сведения о возможном обитании *V. viviparus* в Новосибирском водохранилище с конца 1990-х, первые задокументированные данные о нахождении этих моллюсков (со сбором и хранением в гидробиологических коллекциях) появились в сентябре 2002 г. Моллюски собраны на илистых грунтах в районе пос. Ордынское (средняя часть водохранилища), их численность составляла около 65 экз./м², а биомасса – 5 г/м². Уже через два года живородки эпизодически стали встречаться на участках, расположенных в 35 км выше по течению (у пос. Спирино), а через три года – в 40 км ниже по течению (Ирменский плес) (рис. 1). Скорость распространения моллюсков составила около 15 км/год в каждом направлении. При этом новые находки живородок, как и зона первичной инвазии, приурочены к местам базирования и разгрузки рыболовецкого флота.

Пути переноса живородки в Новосибирское водохранилище не известны. Вселению азиатских вивипарид (*Bellamya chinensis*) в новые водоемы способствовало их широкое использование в качестве продукта питания с продажами через фудмаркеты. Вероятные векторы инвазии в Европе могут

быть связаны с разведением живородок аквариумистами, их использованием в качестве декоративных видов в садовых прудах [8].

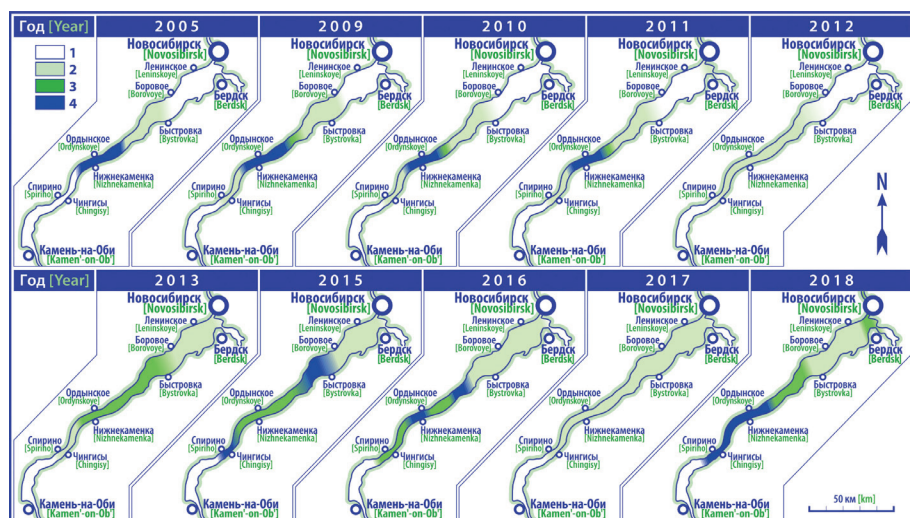


Рис. 1. Схема пространственного распространения *Viviparus viviparus* на различных этапах освоения Новосибирского водохранилища (1 – вид не обнаружен; 2 – биомасса *Viviparus viviparus* менее 300 г/м²; 3 – от 300 до 1 000 г/м², 4 – более 1 000 г/м²)

[Fig. 1. Scheme of spatial distribution of *Viviparus viviparus* at different invasion stages of the Novosibirsk reservoir (1 - Species are not detected; 2 - *Viviparus viviparus* biomass is less than 300 g/m²; 3 - Biomass is 300-1000 g/m²; 4 - Biomass exceeds 1000 g/m²)]

В качестве наиболее вероятных дополнительных векторов инвазии живородки в Новосибирское водохранилище могут быть рассмотрены следующие версии:

1. Вселение из водоемов бассейнов рек Волга, Западная Двина и Неман с рыбопосадочным материалом судака в период активных акклиматизационных работ (1959–1964-е гг.). Рыбоводство (аквариумное и промышленное) является основным вектором инвазии чужеродных видов макробеспозвоночных в водоемы бассейна р. Обь – относительно изолированный и не имеющий общих судоходных каналов с бассейнами других рек [4]. Однако длительный лаг-период (период после окончания ихтиологических интродукционных мероприятий до первого обнаружения живородок составил более 30 лет) в сочетании со стремительным последующим расселением моллюсков на различных участках водохранилища ставит под сомнение эту версию.

2. Случайный занос с судами, прибывшими в 1990-х гг. по р. Иртыш (приток р. Обь) с Бухтарминского водохранилища, в котором моллюск обнаружен еще в начале 1990-х гг. [12]. Зарегулированный каскадом ГЭС верхний участок р. Иртыш в конце XX в. характеризовался активными грузоперевоз-

ками: ежегодно проводилось от нескольких десятков до нескольких тысяч шлюзований [23]. Однако, несмотря на регулярное судоходство по р. Иртыш, до сих пор нет данных об обнаружении живородок в реке ниже Бухтарминского водохранилища по пути следования судов. Единичные находки *V. viviparus* за пределами основных судоходных путей (например, в р. Тура), вероятнее всего, связаны с другими способами переноса особей [14].

3. Перенос с рыболовными снастями. Вселение чужеродных видов с рыболовными сетями рассматривается как один из наиболее вероятных способов распространения и других чужеродных видов. Например, расселение элодеи канадской по Уралу и Западной Сибири приурочено к рыбопромысловым водоемам, при этом перенос с неочищенными рыболовными сетями определяет успех продвижения этого вида к югу против основного направления стока рек [24]. Моллюски с закрытым крышечкой устьем раковины способны длительное время переносить обсыхание, сохраняя при этом жизнеспособность, что делает возможным их перенос на значительное расстояние. Косвенным подтверждением этой версии служит также приуроченность первичных очагов инвазии живородки в Новосибирском водохранилище к местам базирования рыболовецкого флота и рыбоприемных пунктов (Ордынское, Береговое, Спирино).

К 2010 г. вселенцы освоили уже всю русловую часть средней зоны водохранилища на протяжении 76 км. В течение последующих лет моллюски постепенно заселили Ирменский плес, в 2013 г. они обнаружены в литорали Бердского залива. На приплотинном участке единичные экземпляры *V. viviparus* эпизодически встречаются с 2013 г., однако большей численности не достигают. Все находки относятся к нижней литорали в границах прибрежных населенных пунктов. В течение всего периода освоения водоема наиболее активное расселение живородок происходило в средней и нижней части водохранилища. Верхняя зона Новосибирского водохранилища менее пригодна для обитания *V. viviparus*: выше с. Спирино отдельные особи моллюсков встречаются очень редко и до сих пор не отмечены выше с. Дресвянка. Ограничивают распространение вселенца в верхней зоне высокие скорости течения и песчаные грунты. Кроме того, обширная пойма этого участка мелководна и обсыхает на длительное время, что также является неблагоприятным фактором для моллюсков. Однако в прибрежной зоне верхнего участка в скоплениях детрита периодически отмечаются отложения раковин погибших моллюсков. На поверхности водохранилища на этом участке обнаружены сносимые течением погибшие моллюски с закрытым оперкулюмом. Все это может свидетельствовать о наличии поселений живородок на необследованных участках водохранилища или на пойменных участках Оби выше Новосибирского водохранилища.

Существенное разнообразие условий обитания на отдельных участках водохранилища обусловили и значимые различия в темпах их освоения живородками. Наиболее благоприятными оказались условия в средней части

водохранилища у пос. Ордынское: ее проточность в сочетании с плотными грунтами наиболее полно отвечает потребностям этого реофильного моллюска, поэтому он быстро заселил всю русловую зону с глубинами 5–12 м. Уже к 2004 г. (через 2 года после обнаружения первых единичных экземпляров) численность *V. viviparus* достигала 2 320 экз./м², а биомасса – 1 876 г/м², при максимуме до 6 000 экз./м² и 5 687 г/м². С 2009 г. частота встречаемости живородки в литорали этого участка в отдельные годы достигает 100%. Здесь же отмечены и максимальные значения численности и биомассы моллюсков, которые в большинстве случаев превышают 750 экз./м² и 1000 г/м² соответственно. В последние годы (2016–2017) отмечена тенденция к снижению численности и биомассы живородки на данном участке (см. рис. 1), однако следует учесть, что спады отмечены и в сентябре 2005, августе 2008 и сентябре 2009 г., после которых численность и биомасса вновь повышались до характерных для этой зоны значений. В 2018 г. популяция живородки восстановилась, ее средняя биомасса на створе у пос. Ордынское составила 1 428±295 г/м². Существенные межгодовые колебания численности и биомассы живородки в Новосибирском водохранилище могут быть связаны с особенностями регулирования уровня воды в разные годы. При позднем заполнении водохранилища в сочетании с ночными заморозками в литорали погибает до 92% моллюсков [25].

Первые особи *V. viviparus* у пос. Спирино обнаружены в 2004 г. – на два года позже, чем у пос. Ордынское. Однако и спустя 15 лет частота встречаемости живородок на этом участке составляет около 30%. Средняя численность и биомасса моллюсков на створе Чингисы–Спирино на порядок ниже, чем у пос. Ордынское, и, как правило, не выходят за пределы 80 экз./м² и 100 г/м². В последние годы (2013–2016) отмечено увеличение численности и биомассы моллюсков, которые в отдельные периоды (август 2015 г.) образуют на этом участке массовые скопления с численностью до 7 720 экз./м² и биомассой до 4 385 г/м².

Освоение живородками Ирменского плеса началось в 2005 г. Основным очагом их распространения на этом участке стала акватория в районе с. Береговое – месте разгрузки и отстоя рыболовецких судов. С июня по октябрь на протяжении ряда лет моллюск регулярно попадал в водную среду в процессе разборки тралов и уборки палуб. В многоводный 2010 г., характеризовавшийся высокими скоростями стоковых течений, живородки освоили русловую часть Ирменского плеса, а с 2013 г. стали встречаться на всем его протяжении. Однако и спустя 10 лет после первого появления моллюсков на этом плесе частота их встречаемости составляет около 25%, а средняя численность и биомасса не превышают 530 экз./м² и 570 г/м².

Следует отметить, что современные средние и максимальные значения численности и биомассы *V. viviparus* в Новосибирском водохранилище выше, чем значения, характерные для нативного ареала вида (рис. 2). Так, в водах Украинского Полесья биомасса живородки не превышала 184,1 г/м², а в среднем составляла 108,5±14,0 г/м² [26]; в р. Малая Кокшага (бассейн

р. Волга) максимальные значения биомассы составляли 220 г/м^2 при средних значениях $100,5 \pm 13,3 \text{ г/м}^2$ [27], на различных участках Западной Двины биомасса изменялась от $8,6 \pm 0,48$ до $10,7 \pm 0,15 \text{ г/м}^2$ [28]. Биомасса *V. viviparus* в разнотипных водных объектах Польши не превышала 200 г/м^2 , средняя биомасса составляла около 100 г/м^2 [29]. Таким образом, значения средней биомассы *V. viviparus* в различных водоемах естественного ареала сходны и составляют около 100 г/м^2 . В Новосибирском водохранилище средняя многолетняя биомасса *V. viviparus* в наиболее освоенной моллюсками зоне первичной инвазии (на створе напротив сел Нижнекаменка и Ордынское) составила $866,6 \pm 219,1 \text{ г/м}^2$. По архивным данным, в 1950–1980-е гг. отмечены единичные скопления *V. viviparus* в водоемах бассейна р. Припять, а также пойменных водоемах и водохранилищах Днепра с максимальной биомассой до 2000 г/м^2 [30–32], однако и эти значения в несколько раз ниже, чем в Новосибирском водохранилище, где они достигают 16000 г/м^2 .

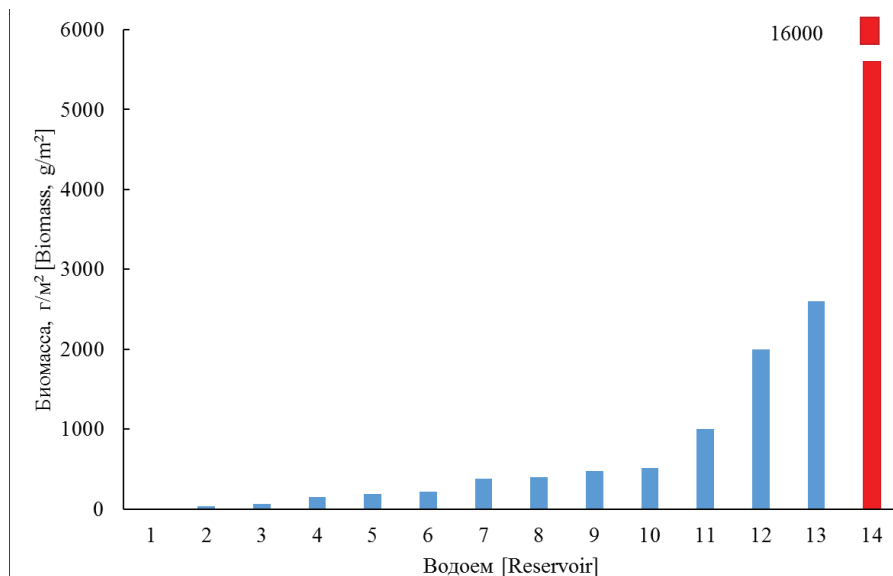


Рис. 2. Максимальные значения биомассы (B , г/м^2) *Viviparus viviparus* в разнотипных водоемах естественного ареала (1–13) и Новосибирском водохранилище (14).

1 – р. Западная Двина [28]; 2 – оз. Лихеньское [33]; 3 – оз. Солдатское [34]; 4 – оз. Круглое [34]; 5 – водоемы Украинского Полесья [26]; 6 – р. Малая Кокшага [27]; 7 – водоем-охладитель Змиевской ТЭЦ [33]; 8 – Саратовское вдхр. [34]; 9 – Днепровские вдхр. [31]; 10 – Зегжинское вдхр. [29]; 11 – водоем-охладитель Ровенской АЭС [33]; 12 – р. Днепр [30]; 13 – Киевское вдхр. [31]; 14 – Новосибирское вдхр.

[Fig. 2. Maximum *Viviparus viviparus* biomass (B , g/m^2) in different-type reservoirs of the natural range (1–13) and the Novosibirsk reservoir (14). 1 - Western Dvina River [28]; 2 - Lake Likhenskoye [33]; 3 - Lake Soldatskoye [34]; 4 - Lake Krugloye [34]; 5 - Reservoirs of Ukrainian Polesie [26]; 6 - Small Kokshaga River [27]; 7 - Reservoir-cooler of Zmievska HPP [33]; 8 - Saratov reservoir [34]; 9 - Dnieper reservoir [31]; 10 - Zegrzynski reservoir [29]; 11 - Reservoir-cooler of Rovno NPP [33]; 12 - Dnieper River [30]; 13 - Kiev reservoir [31]; 14 - Novosibirsk reservoir]

Освоение чужеродными видами новых водоемов может сопровождаться резким увеличением численности вселенца [2]. Такие «экологические взрывы» связаны с потреблением вселенцами трофических ресурсов, не востребованных аборигенными видами, а также со слабыми биотическими взаимодействиями с местными видами (например, слабая конкуренция, отсутствие паразитов) [35]. Анализ всплеск численности после натурализации лежит в основе концепции одиночных популяционных волн, используемой для прогноза численности интродуцентов [36]. При обострении биотических отношений численность чужеродного вида снижается, популяция стабилизируется на новом уровне [35]. Несмотря на существенные межгодовые колебания численности и биомассы живородки в Новосибирском водохранилище, снижения плотности и стабилизации популяции до сих пор не произошло. Для инвазии *V. viviparus* в Новосибирское водохранилище характерно быстрое локальное нарастание численности и биомассы в зоне инвазии с образованием скоплений и постепенным нарастанием количества таких «пятен» [37]. Эти особенности проявляются в большой мозаичности распределения *V. viviparus*, сравнительно невысокой их частоте встречаемости на большинстве участков водохранилища и большом разрыве между средней и максимальной биомассой. Существенное превышение средней и максимальной биомассы *V. viviparus* в Новосибирском водохранилище по сравнению со значениями, известными для водоемов в их естественном ареале, свидетельствует о высокой благоприятности условий обитания моллюсков в водоем-реципиенте. Показателем формирования в Новосибирском водохранилище оптимальных для живородки условий является также превышение отдельными особями максимальных размеров, характерных для вида [38].

Благодаря своим крупным раковинам, живородки на участках распространения существенно модифицируют среду обитания других беспозвоночных, что приводит к сокращению числа видов беспозвоночных, снижению индекса Шеннона, изменению структуры донных сообществ [39].

В настоящее время вселенец освоил около 70% (136 км) протяженности водохранилища, продвинувшись от первоначального места обнаружения на 38 км вверх и 88 км вниз по течению. Быстрое освоение обширной акватории может быть связано с активным движением рыболовецкого и туристического водного транспорта по водохранилищу. Несмотря на расселение моллюсков на большей части водохранилища, расположение участка до сих пор является наиболее значимым фактором их пространственного распределения: численность и биомасса живородки на среднем участке статистически значимо выше, чем на верхнем (критерий Краскела – Уоллиса $H = 6,09$, $p = 0,013$ для численности и $H = 6,08$, $p = 0,014$ для биомассы) и нижнем ($H = 6,45$, $p = 0,011$ и $H = 6,50$, $p = 0,010$ соответственно).

В Новосибирском водохранилище живородки успешно приспособились к значительным сезонным изменениям уровня воды, что, по-видимому, способствовало их успешному внедрению в донные биоценозы. Снижение

уровня воды в водохранилище обычно происходит зимой, что препятствует промерзанию донных отложений подо льдом и позволяет моллюскам пережить неблагоприятные условия, зарывшись во влажный заиленный грунт. Массовая гибель *V. viviparus* отмечается только на более плотных глинистых и песчаных грунтах [25]. Весной после оттаивания грунта и до наполнения водохранилища до НПУ живородки, в отличие от аборигенного бентоса, не гибнут от высыхания, а выходят на поверхность и по влажному грунту передвигаются к урезу воды. Во временно осушенной литоральной зоне живородки часто собираются на обводненных участках в понижениях дна, что увеличивает их шансы на выживание. Биомасса моллюсков в 2008 г. на таких участках достигала 42 390 г/м².

Плотина Новосибирской ГЭС не стала препятствием для распространения моллюсков вниз по течению р. Обь. В 2014 г. отмечено образование массовых поселений живородки в Яренской протоке р. Оби в 27 км ниже плотины ГЭС, на участках расположения основных мест зимнего отстоя речного флота и маломерных судов. В 2015 г. живородки начали создавать сложности в эксплуатации двух тепловых электростанций, использующих воду из этой протоки, так как преодолевают сорозащитные и рыбозащитные сооружения и создают поселения в водопроводящей системе. Наиболее вероятным способом попадания моллюсков в протоку, как и в случае распространения по водохранилищу, является непреднамеренный перенос судами речного флота и маломерными судами рыбаков-любителей.

Заключение

Проведенные исследования показали, что живородки *V. viviparus* сформировали устойчивую популяцию в Новосибирском водохранилище, за пределами своего основного ареала. За 15-летний период они заселили все зоны водохранилища за исключением верхней. Медленное освоение завершающего участка нижней зоны приплотинного плеса связано с большими глубинами и слабым развитием литорали. Низкая заселенность этого участка водохранилища, отсутствие рыболовных тоней и мест отстоя судов также ограничивают влияние антропогенных факторов на расселение моллюсков. Важным фактором быстрого распространения моллюсков по водохранилищу является активное использование рыболовного и туристического водного транспорта, к местам дислокации которого приурочены как первые находки, так и массовые скопления живородок. Анализ многолетних данных по пространственному распределению живородки в водохранилище, особенностям заселения различных участков позволяет предположить возможность дальнейшего распространения моллюсков в пойменных водоемах и протоках р. Обь. Отсутствие моллюсков на верхнем, наиболее проточном участке водохранилища делает маловероятным расселение *V. viviparus* на русловых участках р. Обь как вверх, так и вниз по течению.

Литература

1. Rothlisberger J.D., Finnoff D.C., Cooke R.M., Lodge D.M. Ship-borne nonindigenous species diminish Great Lakes ecosystem services // *Ecosystems*. 2012. Vol. 15. PP. 462–476. doi: [10.1007/s10021-012-9522-6](https://doi.org/10.1007/s10021-012-9522-6)
2. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богущкой. М. : КМК, 2004. 436 с.
3. Stohlgren T.J., Schnase J.L. Risk analysis for biological hazards: what we need to know about invasive species // *Risk analysis*. 2006. Vol. 26, № 1. PP. 163–173.
4. Yanygina L.V. Pathways of macroinvertebrate invasions in the Ob River basin (West Siberia) // *Limnology*. 2017. Vol. 18. PP. 243–249. doi: [10.1007/s10201-016-0511-x](https://doi.org/10.1007/s10201-016-0511-x)
5. Анистратенко В.В., Дегтяренко Е.В., Анистратенко О.Ю., Прозорова Л.А. Современное распространение брюхоногих моллюсков семейства Viviparidae (Caenogastropoda) в континентальных водоемах Евразии // *Зоологический журнал*. 2014. Т. 93, № 2. С. 211–220.
6. McAlpine D.F., Lepitzki D.A.W., Schueler F.W., McAlpine F.J.T., Hebda A., Forsyth R.G., Nicolai A., Maunder J.E., Noseworthy R.G. Occurrence of the Chinese mystery snail, *Cipangopaludina chinensis* (Gray, 1834) (Mollusca: Viviparidae) in the Saint John River system, New Brunswick, with review of status in Atlantic Canada // *BioInvasions Rec*. 2016. Vol. 5. PP. 149–154. doi: [10.3391/bir.2016.5.3.05](https://doi.org/10.3391/bir.2016.5.3.05)
7. Matthews J., Collas F.P.L., de Hoop L., Van der Velde G., Leuven R.S.E.W. Risk assessment of the alien Chinese mystery snail (*Bellamya chinensis*). Nijmegen: Radboud University, 2017. 73 p.
8. Van den Neucker T., Schildermans T., Scheers K.T. The invasive Chinese mystery snail *Bellamya chinensis* (Gastropoda: Viviparidae) expands its European range to Belgium // *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst*. 2017. Vol. 418 (8). PP. 1–3.
9. Ovando X.M.C., Cuezco M.G. Discovery of an established population of a non-native species of Viviparidae (Caenogastropoda) in Argentina // *Molluscan Research*. 2012. Vol. 32 (3). PP. 121–131.
10. Bury J.A., Sietman B.E., Karns B.N. Distribution of the non-native viviparid snails, *Bellamya chinensis* and *Viviparus georgianus*, in Minnesota and the first record of *Bellamya japonica* from Wisconsin // *Journal of Freshwater Ecology*. 2007. Vol. 22. PP. 697–703.
11. Soes M. *Viviparus acerosus* (Bourguignat, 1862) (Gastropoda: Viviparidae), a new exotic snail species for the Dutch fauna // *Aquatic Invasions*. 2009. Vol. 4 (2). PP. 373–375. doi: [10.3391/ai.2009.4.2.12](https://doi.org/10.3391/ai.2009.4.2.12)
12. Сукцессии биоценозов Бухтарминского водохранилища / под ред. О.П. Баженовой. Омск : Издательство Омского государственного университета, 2009. 244 с.
13. Хлус Л.Н., Алергруш М.Г. Внутрипопуляционная изменчивость *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda: Vivipariformes) в предгорье Крыма // *Вестник ИГПИ им. П.П. Ершова*. 2014. № 4 (16). С. 105–110.
14. Бабушкин Е.С., Винарский М.В. Первая находка речной живородки *Viviparus viviparus* в реке Тура (Тюменская область) // *Фауна Урала и Сибири*. 2017. № 1. С. 19–24.
15. Jezewski W. Occurrence of Digenea (Trematoda) in two *Viviparus* species from lakes, rivers and a dam reservoir // *Helminthologia*. 2004. Vol. 41. PP. 147–150.
16. Hubenov Z. Fauna and zoogeography of marine, freshwater and terrestrial Mollusks (Molluska) in Bulgaria // *Biogeography and ecology of Bulgaria*. Dordrecht: Springer, 2007. PP. 141–198.
17. Jakubik B. Food and feeding of *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda) in dam reservoir and river habitat // *Pol. J. Ecol*. 2009. Vol. 57, № 2. PP. 321–330.
18. Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища / под ред. О.Ф. Васильева. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2014. 391 с.

19. Васильев О.Ф., Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Тарасенко С.Я., Попов П.А., Хабидов А.Ш. Экологическое состояние Новосибирского водохранилища // Сибирский экологический журнал. 2000. № 2. С. 149–163.
20. Котовщиков А.В., Яныгина Л.В. Пространственное распределение содержания хлорофилла в Новосибирском водохранилище // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2018. № 3. С. 46–52.
21. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб. : Гидрометеоздат, 1992. 320 с..
22. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. СПб. : Наука, 2004. Т. 6. 528 с.
23. Татур В.В., Тихомиров А.А., Ляпунов В.М., Омаролинова О.Н. Исследование Усть-Каменогорского шлюза методом лазерного дальнометрирования // Безопасность в техносфере. 2012. № 3. С. 9–14.
24. Свириденко Б.Ф., Свириденко Т.В., Ефремов А.Н., Токарь О.Е., Евженко К.С. Элодея канадская *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae) на Западно-Сибирской равнине // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 3 (23). С. 46–55.
25. Vizer A.M. Zoobenthos of the drainage zone of Novosibirsk Reservoir // Contemporary Problems of Ecology. 2011. Vol. 4, № 1. PP. 50–55. doi: 10.1134/S1995425511010085
26. Уваева Е.И., Стадниченко А.П. Седиментационная активность *Viviparus viviparus* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) в водохранилище Видсичном // Гидробиологический журнал. 2016. Т. 52, № 3. С. 19–25.
27. Бедова П.В. Состояние популяции живородки речной *Viviparus viviparus* L. (Mollusca, Gastropoda) реки Малая Кокшага // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2010. Т. 3, № 3. С. 335–341.
28. Лешко Г.А. Экология лужанки речной (*Viviparus viviparus* L.) в Западной Двине // Весн. Вшебск. дзярж. ун-та. 2005. № 4. С. 134–139.
29. Jakubik B. Life strategies of Viviparidae (Gastropoda: Caenogastropoda: Architaenioglossa) in various aquatic habitats: *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) and *V. contectus* (Millet, 1813) // Folia Malacologica. 2012. Vol. 20. PP. 145–179. doi: 10.2478/v10125-012-0013-3
30. Мирошниченко А.З. Плодовитость пресноводного моллюска *Viviparus viviparus* L. // Зоологический журнал. 1958. Т. 37, № 11. С. 1635–1644.
31. Левина О.В. Моллюски семейства Viviparidae водохранилищ Днепровского каскада // Гидробиологический журнал. 1992. Т. 28, № 1. С. 60–65.
32. Хмелева Н.Н., Голубев А.П., Левандовски К. Динамика популяций живородки *Viviparus viviparus* (Gastropoda, Prosobranchia) в водоемах зоны Чернобыльской АЭС (Беларусь) и Зегжиньском водохранилище (Польша) // Гидробиологический журнал. 1995. Т. 31, № 5. С. 11–21.
33. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев : Институт гидробиологии НАН Украины, 2012. 274 с.
34. Михайлов Р.А. Эколого-фаунистический анализ пресноводных моллюсков Средней и Нижней Волги: дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2015. 188 с.
35. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М. : Пищевая промышленность, 1975. 432 с.
36. Ковалев О.В., Тютюнов Ю.В. Роль уединенных популяционных волн в обеспечении эффективности интродукции насекомых-фитофагов при подавлении заносных сорных растений // Энтомологическое обозрение. 2014. Т. 93, № 1. С. 16–29.
37. Яныгина Л.В. Особенности многолетней динамики зообентоса на зарегулированном участке р. Обь // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2016. Т. 9, № 4. С. 427–440.
38. Кузменкин Д.В. Морфометрическая характеристика и некоторые особенности роста живородки обыкновенной *Viviparus viviparus* (L.) в условиях Новосибирского

- водохранилища // Алтайский зоологический журнал. 2014. № 8. С. 3–10.
39. Yanygina L.V. The role of *Viviparus viviparus* (L.) (Gastropoda, Viviparidae) in formation of macrozoobenthos communities in the Novosibirsk Reservoir // Russian Journal of Biological Invasions. 2012. Vol. 3, № 1. PP. 64–70.

Поступила в редакцию 22.11.2019 г.; повторно 10.02.2020 г.;
принята 13.02.2020 г.; опубликована 27.03.2020 г.

Авторский коллектив:

Яныгина Любовь Васильевна – д-р биол. наук, в.н.с. лаборатории гидробиологии, Институт водных и экологических проблем СО РАН (Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1).

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6738-2769>

E-mail: zoo@iwep.ru

Визер Александр Михайлович – канд. биол. наук, в.н.с. Новосибирского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Писарева, 1).

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Для цитирования: Яныгина Л.В., Визер А.М. Многолетняя динамика и современное распределение речной живородки (*Viviparus viviparus*) в Новосибирском водохранилище // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2020. № 49. С. 149–165. doi: 10.17223/19988591/49/8

For citation: Yanygina LV, Vizer AM. Long-term dynamics and current distribution of the River snail (*Viviparus viviparus*) in the Novosibirsk reservoir. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya* = *Tomsk State University Journal of Biology*. 2020;49:149-165. doi: 10.17223/19988591/49/8 In Russian, English Summary

Liubov V. Yanygina¹, Alexander M. Vizer²

¹*Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul, Russian Federation*

²*Novosibirsk Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Novosibirsk, Russian Federation*

**Long-term dynamics and current distribution of the River snail
(*Viviparus viviparus*) in the Novosibirsk reservoir**

Reservoirs often account for alien species spread in river basins. Intensive use of reservoirs for fish farming, aquaculture, recreation and navigation contributes to mass introduction of invaders. The Novosibirsk reservoir is the only large plain reservoir on the Ob River. Since the early 1960s, a total of 11 alien hydrocole species, five of which are incidental invaders, have naturalized in the Novosibirsk reservoir in spite of a relative isolation of the Ob basin and the absence of operating inter-basin channels. The most widespread invader for bottom communities of the reservoir is the river snail *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda, Viviparidae), the European species inhabiting all over Europe (except for its north and south). Many species from the family Viviparidae actively spread beyond their natural habitat. An operculum keeps a mollusk viable without water for long; hatching of shell-covered mollusks contributes to their survival and high fertility ensures a rapid increase in the abundance in the reservoir-recipient. Thus, all these biological features provide a successful introduction of viviparids into aquatic ecosystems. The aim of this study was to analyze the spatial distribution of *V. viviparus* in the Novosibirsk reservoir at various stages of its invasion.

The Novosibirsk reservoir (54°84'N, 82°99'E) is a lowland reservoir with a seasonal regulation filled mainly during the periods of spring flood (May-June) and the autumn-winter release. The reservoir was constructed on the Ob River in 1957; its length is about 200 km, the water area at a normal affluent level (NAL) is 1070 km², the average depth is 9 m and the maximum one is 25 m. Zoobenthos was studied in different seasons of 2002-2017 in three zones of the Novosibirsk reservoir, i.e. the upper (near Kamen-on-Ob, Ust-Aleus village), mid (near villages Spirino, Ordynskoye and Zavyalovo) and low (near villages Borovoye, Leninskoye and Beregovoye, the mouth of the Berd Bay and at the dam) parts. Bottom sediments from the mid zone of the reservoir were sampled using the Petersen and Ekman-Bergey dredgers (the capture area of 0.025 and 0.035 m², respectively), whereas in bays and in shallow waters it was done by the dredger Gr-9 (the capture area of 0.007 m²). In the field, the bottom sediments were washed using 0.35 mm mesh sieves. Mollusks were collected and preserved in 70% ethanol. In the laboratory, we counted the number of mollusks in each sample and weighed them with an accuracy of 0.01 g. A total of 593 samples of zoobenthos was collected and analyzed. Mollusks taxonomic identification was carried out according to Key to Freshwater Invertebrates of Russia and Adjacent Lands (2004).

In the middle part of the Novosibirsk reservoir, we detected *V. viviparus* for the first time in 2002. Mollusks (65 ind./m², biomass of 5 g/m²) were sampled from muddy soils nearby Ordynskoye village. In two years, they were found at sites located 35 km upstream (at Spirino village), and three years later – in 40 km downstream (Irmensky Pl'es) (See Fig. 1). The rate of mollusks spread made up approximately 15 km/year. Remarkably, the fishing fleet base was a zone of primary invasion and new findings of *V. viviparus*. The ways of *V. viviparus* invasion into the Novosibirsk reservoir are still unknown; it was highly likely made by chance under fish introduction from the reservoirs of the European part of Russia as well as due to shipping, aquarian activities and the use of foul fishing tackles. By 2010, the invaders had covered the entire channel part in the middle zone of the reservoir, and by 2013 they had been occasionally encountered throughout the low zone. The average (866.6±219.1 g/m²) and maximum (16000 g/m²) biomass of *V. viviparus* in the middle part of the Novosibirsk reservoir is higher than that typical of the native species habitat (See Fig. 2). The excessive maximum size of some individuals is evidence of favorable reservoir conditions. At present, *V. viviparus* has invaded approximately 70% (136 km) of the reservoir that is 38 km upstream and 88 km downstream from the site of its initial discovery. The species rapid spread on the vast water area can be associated with the overall use of water transport and foul fishing equipment. The dam of the Novosibirsk HPP did not become an obstacle for its mass colonization of the Yarenskaya tributary of the Ob River, i.e. 27 km below the dam, at sites of winter moorage of the river fleet and small vessels. In 2015, *V. viviparus* even began to impede proper operation of thermal power plants. The study suggests that *V. viviparus* have formed a stable, beyond its natural range, population in the Novosibirsk reservoir. Over a 15-year period, they have inhabited all zones of the reservoir, except for the upper one. First finds and current mass dwelling of these invaders occur in places of intensive use of tourist water transport and fishing activities responsible for rapid spread of mollusks in the reservoir. The analysis of the long-term data on spatial distribution of *V. viviparus* in the reservoir, including the peculiarities of their settlement in various areas is evidence of species probable distribution in the future in the floodplain reservoirs and tributaries of the Ob River. *V. viviparus* is unlikely to settle at the channel sites of the Ob River both upstream and downstream because of the mollusks absence in the upper, the most running, section of the reservoir.

The paper contains 2 Figures and 39 References.

Key words: alien species; mollusks; invasion; the Ob River basin.

Funding: The study was partially funded by the Russian Foundation for Basic Research (Project No 18-04-01001).

The Authors declare no conflict of interest.

References

1. Rothlisberger JD, Finnoff DC, Cooke RM, Lodge DM. Ship-borne nonindigenous species diminish Great Lakes ecosystem services. *Ecosystems*. 2012;15:462-476. doi: 10.1007/s10021-012-9522-6
2. *Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems*. Alimov AF and Boguczkaya NG, editors. Moscow: KMK Scientific Press Ltd.; 2004. 436 p. In Russian, English Summary
3. Stohlgren TJ, Schnase JL. Risk analysis for biological hazards: What we need to know about invasive species. *Risk Analysis*. 2006;26(1):163-173.
4. Yanygina LV. Pathways of macroinvertebrate invasions in the Ob River basin (West Siberia). *Limnology*. 2017;18:243-249. doi: 10.1007/s10201-016-0511-x
5. Anistratenko VV, Degtyarenko EV, Anistratenko OYu, Prozorova LA. The current distribution of gastropod mollusks of the family Viviparidae (Caenogastropoda) in continental water bodies of Eurasia. *Biology Bulletin*. 2014;41(9):742-751. doi: 10.1134/S1062359014090027
6. McAlpine DF, Lepitzki DAW, Schueler FW, McAlpine FJT, Hebda A, Forsyth RG, Nicolai A, Maunder JE, Noseworthy RG. Occurrence of the Chinese mystery snail, *Cipangopaludina chinensis* (Gray, 1834) (Mollusca: Viviparidae) in the Saint John River system, New Brunswick, with review of status in Atlantic Canada. *BioInvasions Rec*. 2016;5:149-154. doi: 10.3391/bir.2016.5.3.05
7. Matthews J, Collas FPL, de Hoop L, Van der Velde G, Leuven RSEW. Risk assessment of the alien Chinese mystery snail (*Bellamya chinensis*). Nijmegen: Radboud University Publ.; 2017. 73 p.
8. Van den Neucker T, Schildermans T, Scheers KT. The invasive Chinese mystery snail *Bellamya chinensis* (Gastropoda: Viviparidae) expands its European range to Belgium. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst*. 2017;418(8):1-3.
9. Ovando XMC, Cuezso MG. Discovery of an established population of a non-native species of Viviparidae (Caenogastropoda) in Argentina. *Molluscan Research*. 2012;32(3):121-131.
10. Bury JA, Sietman BE, Karns BN. Distribution of the non-native viviparid snails, *Bellamya chinensis* and *Viviparus georgianus*, in Minnesota and the first record of *Bellamya japonica* from Wisconsin. *J Freshwater Ecology*. 2007;22:697-703.
11. Soes M. *Viviparus acerosus* (Bourguignat, 1862) (Gastropoda: Viviparidae), a new exotic snail species for the Dutch fauna. *Aquatic Invasions*. 2009;4(2):373-375. doi: 10.3391/ai.2009.4.2.12
12. *Suktsessii biotsenozov Bukhtarminskogo vodokhranilishcha* [Successions of biocenoses of the Bukhtarma reservoir]. Bazhenova OP, editor. Omsk: Omsk State University Publ.; 2009. 244 p. In Russian
13. Khilus LN, Alergush MG. Vnutripopulyatsionnaya izmenchivost' *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda: Vivipariformes) v predgor'ye Kryma [The changeability of *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda: Vivipariformes) within its population in the foothill of the Crimea]. *Vestnik Ishimskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Instituta im. P.P. Ershova*. 2014;4(16):105-110. In Russian
14. Babushkin ES, Vinarski MV. First finding of the freshwater mollusc *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) in the River Tura (the Tyumen region). *Fauna of the Urals and Siberia*. 2017;1:19-24. In Russian
15. Jeżewski W. Occurrence of Digenea (Trematoda) in two *Viviparus* species from lakes, rivers and a dam reservoir. *Helminthologia*. 2004;41:147-150.

16. Hubenov Z. Fauna and zoogeography of marine, freshwater and terrestrial Mollusks (Molluska) in Bulgaria. In: *Biogeography and ecology of Bulgaria*. Fet F and Popov A, editors. Dordrecht: Springer; 2007. pp. 141-198.
17. Jakubik B. Food and feeding of *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda) in dam reservoir and river habitat. *Pol. J. Ecol.* 2009;57(2):321-330.
18. *Long-term dynamics of water and ecological regime of Novosibirsk Reservoir*. Vasil'ev OF, editor. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS; 2014. 391 p. In Russian, English Summary
19. Vasilyev OF, Savkin VM, Dvurechenskaya SYa, Tarasenko SYa, Popov PA, Khabidov ASH. Ecological States of the Novosibirsk Reservoir. *Siberian Journal of Ecology*. 2000;2:149-163. In Russian, English Summary
20. Kotovshchikov AV, Yanygina LV. Spatial heterogeneity of chlorophyll a content in Novosibirsk reservoir. *Bulletin AB RGS*. 2018;3:46-52. In Russian, English Summary
21. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem* [Manual on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. Abakumov VA, editor. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ.; 1992. 320 p. In Russian
22. *Key to Freshwater Invertebrates of Russia and Adjacent Lands*. Vol. 6. Tsalolikhin SJ, editors. St. Petersburg: Nauka Publ.; 2004. 528 p. In Russian
23. Tatur VV, Tikhomirov AA, Lyapunov VM, Omarolinova ON. Study of Ust-Kamenogorsk lock with laser range finding method. *Safety in Technosphere*. 2012;3:9-14. In Russian
24. Sviridenko BF, Sviridenko TV, Efremov AN, Tokar OE, Evzhenko KS. Canadian pondweed *Elodea canadensis* (Hydrocharitaceae) in the West Siberian Plain. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2013;3(23):46-55. In Russian, English Summary
25. Vizer AM. Zoobenthos of the drainage zone of Novosibirsk Reservoir. *Contemporary Problems of Ecology*. 2011;4(1):50-55. doi: [10.1134/S1995425511010085](https://doi.org/10.1134/S1995425511010085)
26. Uvayeva OI, Stadnichenko AP. Sedimentation activity of *Viviparus viviparus* (Mollusca: Gastropoda: Pectinibranchia) in the Vidsichne Reservoir. *Gidrobiologichnyi Zhurnal= Hydrobiological J.* 2016;52(3):19-25. In Ukraine, English Summary
27. Bedova PV. Biology characteristics of the population of river snail *Viviparus viviparus* L. (Mollusca, Gastropoda) of the Small Kokshaga River. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2010;3(3):335-341. In Russian
28. Leshko GA. Ekologiya luzhanki rechnoy (*Viviparus viviparus* L.) v Zapadnoy Dvine [Ecology of the river snail (*Viviparus viviparus* L.) in the Western Dvina]. *Vesn. Vshchebsk. dzyarzh. universiteta*. 2005;4:134-139. In Russian
29. Jakubik B. Life strategies of Viviparidae (Gastropoda: Caenogastropoda: Architaenioglossa) in various aquatic habitats: *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) and *V. contectus* (Millet, 1813). *Folia Malacologica*. 2012;20:145-179. doi: [10.2478/v10125-012-0013-3](https://doi.org/10.2478/v10125-012-0013-3)
30. Miroshnichenko AZ. Plodovitost' presnovodnogo mollyuska *Viviparus viviparus* L. [Fecundity of the freshwater mollusk *Viviparus viviparus* L.]. *Zoologicheskii Zhurnal*. 1958;37(11):1635-1644. In Russian
31. Levina OV. Mollyuski semeystva Viviparidae vodokhranilishch Dneprovskogo kaskada [Mollusks of the family Viviparidae of the Dnieper cascade reservoirs]. *Gidrobiologichnyi Zhurnal= Hydrobiological J.* 1992;28(1):60-65. In Russian
32. Khmeleva NN, Golubev AP, Levandovski K. Dinamika populyatsiy zhivorodki *Viviparus viviparus* (Gastropoda, Prosobranchia) v vodoyemakh zony Chernobyl'skoy AES (Belarus') i Zegzhin'skom vodokhranilishche (Pol'sha) [Dynamics of *Viviparus viviparus* (Gastropoda, Prosobranchia) populations in reservoirs of the Chernobyl nuclear power plant zone (Belarus) and the Zegrze reservoir (Poland)]. *Gidrobiologichnyi Zhurnal= Hydrobiological J.* 1995;31(5):11-21. In Russian

33. Protasov AA, Syliaeva AA. Marginal groups of hydrobionts in the techno-ecosystems of thermal and nuclear power plants. Kyiv: Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine; 2012. 274 p. In Russian
34. Mikhaylov RA. *Ekologo-faunisticheskiy analiz presnovodnykh mollyuskov Sredney i Nizhney Volgi* [Ecological and faunal analysis of freshwater mollusks of the Middle and Lower Volga. CandSci. Dissertation, Ecology]. Togliatti: Institute of the Ecology of the Volga River Basin; 2015. 188 p. In Russian
35. Karpevich AF. *Teoriya i praktika akklimatizatsii vodnykh organizmov* [Theory and practice of acclimatization of aquatic organisms]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost' Publ.; 1975. 432 p. In Russian
36. Kovalev OV, Tyutyunov YuV. The role of solitary population waves in attainment of efficiency of the introduction of phytophagous insects in suppression of adventive weeds. *Entomological Review*. 2014;93:16-29. In Russian, English Summary
37. Yanygina LV. Features of zoobenthos long-term dynamics in regulated area of Ob River. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2016;9(4):427-440. In Russian, English Summary
38. Kuzmenkin DV. Morfometricheskaya kharakteristika i nekotoryye osobennosti rosta zhivorodki obyknovennoy *Viviparus viviparus* (L.) v usloviyakh Novosibirskogo vodokhranilishcha [Morphometric characteristics and some features of growth of river snail *Viviparus viviparus* (L.) in the conditions of the Novosibirsk reservoir]. *Altai Zoological Journal*. 2014;8:3-10. In Russian
39. Yanygina LV. The role of *Viviparus viviparus* (L.) (Gastropoda, Viviparidae) in formation of macrozoobenthos communities in the Novosibirsk Reservoir. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2012;3(1):64-70.

Received 22 November 2019; Revised 10 February 2020;

Accepted 13 February 2020; Published 27 March 2020.

Author info:

Yanygina Liubov V, Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Hydrobiology, Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 1 Molodezhnaya Str., Barnaul 656038, Russian Federation.

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6738-2769>

E-mail: zoo@iwep.ru

Vizer Alexander M, Cand. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Novosibirsk Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 1 Pisareva Str., Novosibirsk 630091, Russian Federation.

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru