

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ-ВСЕЛЕНЦЫ СРЕДИ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ПРЕСНОВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ БЕЛАРУСИ

© 2025 Липинская Т.П.*, Семенченко В.П.**, Чайковский А.И.***

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 220072, Беларусь

e-mail: *tatsiana.lipinskaya@gmail.com, **semenchenko57@mail.ru, ***chaikovski@biobel.by

Поступила в редакцию 5.11.2024. После доработки 29.06.2025. Принята к публикации 18.08.2025

Проблема биологических инвазий в настоящее время является одной из самых важных и известных в свете влияния на биоразнообразие во всех экосистемах. Чтобы выяснить, какие новые виды могут появиться и натурализоваться в водных экосистемах Беларуси в ближайшем будущем (5–10 лет), была проведена оценка ареалов, путей расселения и биологии ряда потенциальных видов-вселенцев. Из 89 потенциальных чужеродных видов только 32 были включены в список наиболее вероятных потенциальных чужеродных видов, которые с высокой долей вероятности вселятся в водные объекты Беларуси в ближайшее время. Кроме того, из общего списка потенциальных чужеродных видов было выделено 7 видов, обладающих высоким инвазивным потенциалом.

Ключевые слова: чужеродные виды, инвазивные виды, макрозообентос, планктон, пути вселения, система раннего обнаружения.

DOI: 10.35885/1996-1499-18-3-108-121

Введение

На сегодняшний день проблема биологических инвазий признана одной из наиболее острых и значимых в контексте её воздействия на биоразнообразие во всех типах экосистем. Недавние исследования показали, что во всём мире наблюдается растущая тенденция к интродукции новых чужеродных видов и, как следствие, к увеличению числа потенциальных инвазивных видов [Díaz et al., 2019; IPBES, 2023; Дгебуадзе, 2023].

Как только инвазивные виды попадают в природную среду непреднамеренно или преднамеренно, часто требуются значительные ресурсы для уменьшения причиняемого ими ущерба и осуществления мер, необходимых для их искоренения или контроля. Подсчитано, что общая стоимость затрат в Европе (с точки зрения ущерба и управления) в период с 1960 по 2020 г. составила 116,61 млрд евро [Haubrock et al., 2021].

В большинстве случаев предотвратить вселение инвазивного вида гораздо проще и менее затратно, чем бороться с натурализовавшимся видом, поэтому во многих странах

существуют системы контроля чужеродных видов с целью раннего обнаружения и быстрого реагирования [EEA, 2010; Reaser et al., 2020]. Первое, что необходимо для работы таких систем, – это создание списка потенциальных видов-вселенцев, которые будут контролироваться при мониторинге как классическими методами, так и новыми молекулярными методами. В различных странах существует практика проводить предварительный анализ потенциальных видов-вселенцев, которые могут стать угрозой биоразнообразию в ближайшее время, чтобы вовремя начать целенаправленные действия, позволяющие предотвратить вселение этих видов или ограничить их распространение в случае обнаружения [Roy et al., 2019].

Первые предположения по списку потенциальных к вселению видов для Беларуси были сделаны в статье А.Ю. Каратаева и соавторов в 2008 г. [Karatajev et al., 2008], где авторы указывали на 10 видов водных беспозвоночных, которые, возможно, уже присутствовали или могли появиться в ближайшем времени в водотоках и водоёмах страны.

Цель данной работы – создание списка потенциальных чужеродных видов водных беспозвоночных, которые могут проникнуть в водные экосистемы Беларуси в ближайшие 5–10 лет. Также задачей исследования стало рассмотрение возможных путей их расселения из других регионов в водоёмы Беларуси. Решение этих вопросов поможет разработать превентивные меры для недопущения вселения данных видов и/или их быстрого обнаружения.

Материал и методы

Для составления списка потенциальных чужеродных видов водных беспозвоночных, которые могут вселиться самостоятельно или за счёт преднамеренной или случайной интродукции человеком в речные и озёрные экосистемы Беларуси, использовали GBIF-списки чужеродных и инвазивных видов соседних стран [Латвия – Balalaikins, Pagad, 2020; Литва – Pagad, 2022; Польша – Solarz et al., 2020; Украина – Kostiushyn et al., 2023; Россия – Petrosyan et al., 2020], а также другие доступные ресурсы. Особое внимание уделяли местам обитания в водных объектах, расположенных вблизи Беларуси. Был также проанализирован список инвазивных видов Европы [Regulation EU, 2014], Топ-100 инвазивных видов РФ [Самые опасные..., 2018] и недавно опубликованные статьи по новым находкам чужеродных видов в сопредельных странах.

Для создания списка потенциальные чужеродные виды были отсортированы по следующим критериям: 1) животные, 2) беспозвоночные и 3) виды пресноводных экосистем. Следует отметить, что по месту обитания виды были отсортированы в ручном режиме, так как в базах данных имелись неточности в указании мест обитания. К примеру, *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 в базе данных GBIF указан как исключительно морской вид, а он хорошо адаптировался не только к солоноватым водам, но и к пресноводным условиям рек и озёр Европы [Rewicz et al., 2019]. Ближайшая к границам Беларуси точка его распространения обнаружена на р. Висла в окрестностях д. Клудзи (51.31854 N, 21.914601 E) Мазовецкого воеводства

[Rewicz et al., 2019]. Этот вид есть в списках чужеродных видов всех соседних стран, кроме Украины. Учитывая то, что данные списки используются для составления списков потенциальных видов-вселенцев, стоит обращать внимание на такие нюансы при автоматической сортировке списков и дополнительно проверять информацию.

Классификацию видов по их местам обитания уточняли на сайте Всемирного регистра морских видов WoRMS [World Register..., 2024], а также обращали внимание на принятые латинские названия видов и их синонимы, так как один и тот же вид мог упоминаться в списке GBIF несколько раз. Например, разные названия рода выявлены у корофиума: *Chelicorophium curvispinum* и *Corophium curvispinum*. Также синонимами являются названия *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith, 1889) и *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843). Кроме того, из анализа исключили виды с неясным таксономическим положением.

Для создания списка наиболее вероятных потенциальных видов были использованы данные по распространению и местам обитания видов в сопредельных странах, а также информация о возможных путях вселения и способах (векторах) распространения этих видов по водоёмам Беларуси. В список наиболее вероятных потенциальных видов были включены виды из списка потенциальных видов, которые с большой вероятностью вселятся в водотоки и водоёмы Беларуси в ближайшие 5–10 лет.

Для проверки распространения видов по территории сопредельных стран использовали литературные данные и базы данных [CABI, 2024; GBIF, 2024; UkrBIN, 2024].

Возможные пути вселения новых видов были предсказаны на основе биологии видов и имеющихся данных об их вселении и натурализации в других странах.

В данные списки входят только виды, обитающие в пресноводных внутренних экосистемах (водоёмы, водотоки и их устья), тогда как виды заливов Балтийского, Чёрного, Азовского и Каспийского морей не рассматривались. Так как территория Украины разнообразна по ландшафтам и водным эко-

системам, то потенциальные чужеродные виды выбирались из списков видов, обитающих в водохранилищах р. Днепр с особым вниманием к Киевскому и Каневскому водохранилищам [Плигин и др., 2013], а также из списка видов, которые натурализовались в ближайших к границе с Беларусью водотоках и водоёмах (например, Шацкие озёра, притоки р. Припять). При рассмотрении списка чужеродных видов РФ, принимая в расчёт огромную территорию страны, учитывали только те виды, которые натурализовались в Верхней Волге (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское водохранилища), а также в Онежском и Ладожском озёрах.

Результаты

Анализ списков чужеродных видов пресноводных беспозвоночных в сопредельных странах показал, что их количество варьирует: Латвия – 14, Литва – 15, Польша – 42, Украина – 77, европейская часть России (Верхняя Волга, Онежское и Ладожское озёра) – 44 вида (табл. 1).

Список потенциальных чужеродных видов для водотоков и водоёмов Беларуси. Анализ списков чужеродных видов водных беспозвоночных сопредельных стран показал, что 89 видов являются потенциальными

для вселения в пресноводные экосистемы Беларуси. Эти виды принадлежат к 6 типам (Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria, Entoprocta, Mollusca), 10 классам и являются представителями 40 семейств. Следует отметить, что 46 видов из данного списка относится к высшим ракам (Malacostraca). Наибольшее количество (56) потенциальных чужеродных видов ожидается с территории Украины, 29 – с территории России, 22 – с территории Польши, 7 – с территории Латвии и 4 – с территории Литвы.

Анализ данных списка GBIF чужеродных видов на территории *Латвии* показал, что из 170 чужеродных видов животных только 11 видов являются пресноводными, кроме того, ещё 3 вида (амфиподы *Gammarus tigrinus* Sexton, 1940 (Rewicz et al., 2019) и *Pontogammarus robustoides* Sars, 1894, мизиды *Paramysis lacustris* Czerniavsky, 1882 (Grudule et al., 2007)) были добавлены из публикаций. Таким образом, список чужеродных видов пресноводных беспозвоночных Латвии составил 14, семь из которых были включены в список потенциальных видов-вселенцев в водотоки и водоёмы Беларуси.

В *Литве* из 67 чужеродных видов животных только 16 относятся к пресноводным беспозвоночным. Четыре вида были включе-

Таблица 1. Списки чужеродных видов животных в сопредельных странах

Страна	Общее количество чужеродных видов животных	Общее количество водных чужеродных беспозвоночных	Общее количество чужеродных пресноводных беспозвоночных (GBIF-список)	Общее количество чужеродных пресноводных беспозвоночных (включая все источники данных: GBIF, национальные сайты, статьи, отчеты и др.)	Длинный список потенциальных видов для вселения в Беларусь	Короткий список потенциальных видов для вселения в Беларусь в ближайшем будущем (5–10 лет). Новые для страны / новые для бассейна
Латвия	170	116	11	14	7	2/4 (бассейн р. Зап. Двина)
Литва	67	37	15	15	4	4/9 (бассейн р. Немана)
Польша	721	541	42	42	22	9/13 (бассейны рек Неман и Зап. Буг)
Украина	296	181	62	77	56	17/17 (бассейны рек Днепр и Припять)
Россия	331	167	27	44	29	11/11 (бассейны рек Днепр и Зап. Двина)

ны в список потенциальных чужеродных видов для водоёмов и водотоков Беларуси.

В **Польше** из 721 вида чужеродных животных только 42 вида являются чужеродными видами в пресноводных экосистемах, 22 из которых были включены в список потенциальных видов-вселенцев.

Анализ данных списка GBIF чужеродных видов на территории **Украины** показал, что из 296 чужеродных видов животных только 62 вида обитает в пресноводных экосистемах, кроме того, ещё 15 видов (кольчатый червь *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 и *Tubifex deserticola* (Ostroumov, 1897); гидроидный полип *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771); ракообразные *Eucyclops agiloides roseus* Ishida, 1997, *Mesocyclops isabellae* Dussart et Fernando, 1988 и *Mesocyclops pehpeiensis* (Hu, 1943); мшанка *Lophopodella carteri* (Hyatt, 1866); мизиды *Paramysis intermedia* (Czerniavsky, 1882); моллюск *Planorbella duryi* (Wetherby, 1879); амфиподы *Pontogammarus maeoticus* (Sovinskij, 1894), *Kuzmelina kusnezowi* (Sars, 1894) и *Lanceogammarus andrussowi* (Sars, 1896); высшие раки *Procambarus virginalis* Lyko, 2017 (Son, 2019; Son et al., 2020), *Schizorhynchus scabriusculus* (G. O. Sars) и *Schizorhynchus eudorelloides* (G. O. Sars)) были добавлены из публикаций [Alexandrov et al., 2007; Плигин и др., 2013, Son, 2019]. Таким образом, список чужеродных видов пресноводных беспозвоночных Украины состоит из 72 видов, из которых только 52 были включены в список потенциальных вселенцев в водотоки и водоёмы Беларуси.

В GBIF-список чужеродных видов **России** включён 331 вид животных, 27 из которых обитают в пресноводных экосистемах. Также для анализа были добавлены 17 видов (кольчатый червь *Archaeobdella esmonti* Grimm, 1876; высшие раки *Caspiocuma campylaspoides* (G.O. Sars, 1897) и *Pseudocuma cercaroides* Sars, 1894; амфиподы *Chaetogammarus warpachowskyi* Sars, 1894, *Chelicorophium sowinskyi* (Martynov, 1924), *Dikerogammarus fluviatilis* Martynov, 1919, *Dikerogammarus bispinosus* Martynov, 1925, *Stenogammarus compressus* (G.O. Sars, 1894), *Stenogammarus dzjubani* (G.O. Sars, 1894), *Shablogammarus chablenisis* (S. Căărăusu, 1943), *Chelicorophium mucro-*

natum Sars, 1895, *Pontogammarus maeoticus* (Sowinsky, 1894), *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) и *Micruropus possolskii* Sowinsky, 1915; мизиды *Katamysis warpachowskyi* G.O. Sars, 1893; полихеты *Hypania invalida* (Grube, 1860) и *Hypaniola kowalewskii* (Grimmin Annenkova, 1927), из публикаций [Курина и Селезнева, 2019; Panov et al., 2009]. Таким образом, список чужеродных видов пресноводных беспозвоночных Европейской части России состоит из 44 видов, из которых только 29 были включены в список потенциальных видов-вселенцев в водотоки и водоёмы Беларуси.

Список наиболее вероятных потенциальных чужеродных видов для водотоков и водоёмов Беларуси. Из 89 потенциальных видов-вселенцев только 32 вида беспозвоночных (табл. 2) были включены в список наиболее вероятных потенциальных видов, которые с высокой долей вероятности могут вселиться в водные объекты Беларуси в ближайшее время (5–10 лет), так как их натурализовавшиеся популяции обнаружены в трансграничных бассейнах рек в непосредственной близости от границы Беларуси. Также в расчёт брали информацию о путях вселения и способах (векторах) распространения этих видов по сопредельным территориям. В таблице 2 для большинства видов указали саморасселение как способ вселения в водные объекты Беларуси. Под самостоятельным расселением было принято вторичное расселение вида из его приобретённого ареала (водотоки и водоёмы сопредельных стран).

Два новых вида декапод в ближайшее время могут проникнуть в Беларусь из водотоков Латвии. Это *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), который обнаружен в озёрах на границе с Литвой недалеко от границы с Беларусью [Kouba et al., 2014], и *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, который обитает в р. Зап. Двина в окрестностях г. Рига [Invažīvo sugu pārvaldnieks, 2000]. Следует обратить внимание, что данные по точным местам обнаружения четырёх видов моллюсков (*Petancylus clessiniana* (Jickeli, 1882), *Planorbella duryi* (Wetherby, 1879), *Melanoides tuberculata* (O.F. Müller, 1774), *Pseudosuccinea columella* (Say, 1817)) отсутствуют в опубликованных

Таблица 2. Список наиболее вероятных потенциальных чужеродных видов водных беспозвоночных

Вид	Нативный ареал	Страна-донор	Бассейн-реципиент	Вероятные способы вселения
<i>Archaeobdella esmonti</i> Grimm, 1876	Понто-Каспийский регион	Россия	Зап. Двина	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом (в обрастаниях корпусов водного транспорта)
<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard, 1892	Восточная Азия	Польша	Неман, Зап. Буг	Случайная интродукция, связанная с торговлей аквариумными видами
<i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars, 1894	Понто-Каспийский регион	Россия, Украина, Литва	Зап. Двина, Припять, Днепр, Неман	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Corbicula fluminea</i> (O.F. Müller, 1774)	Азия	Россия, Польша	Зап. Двина, Неман, Зап. Буг	Орнитохория. Случайная интродукция (аквариумистика, наживки для лова рыбы). Случайная интродукция с транспортом
<i>Cornigerius lacustris</i> (Spandl, 1923)	Понто-Каспийский регион	Украина	Припять, Днепр	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Dreissena bugensis</i> (Andrusov, 1897)	Понто-Каспийский регион	Украина, Россия	Припять, Днепр, Зап. Двина	Случайная интродукция с транспортом
<i>Eriocheir sinensis</i> H. Milne Edwards, 1853	Восточная Азия	Россия, Украина, Литва, Латвия	Зап. Двина, Припять, Днепр, Неман	Саморасселение. Преднамеренная и случайная интродукция
<i>Eucyclops agiloides roseus</i> Ishida, 1997	Дальний Восток, Япония	Украина	Припять, Днепр	Случайная интродукция
<i>Gammarus tigrinus</i> Sexton, 1939	Северная Америка	Польша	Неман, Зап. Буг	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Gmelinoides fasciatus</i> (Stebbing, 1899)	Байкал	Россия	Зап. Двина	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Hemimysis anomala</i> G.O.Sars, 1907	Понто-Каспийский регион	Литва	Неман	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Hypaniola kowalewskii</i> (Grimm, 1877)	Понто-Каспийский регион	Россия	Зап. Двина	Случайная интродукция
<i>Jaera sarsi</i> Valkanov, 1936	Понто-Каспийский регион	Украина	Припять, Днепр	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Katamysis warpachowskyi</i> G.O. Sars, 1893	Понто-Каспийский регион	Россия	Зап. Двина	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Lophopodella carteri</i> (Hyatt, 1866)	Южно-восточная Азия	Украина	Припять, Днепр	Случайная интродукция
<i>Micruropus possolskii</i> Sowinsky, 1915	Байкал	Россия	Зап. Двина	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Melanoides tuberculata</i> (O.F.Müller, 1774)	Африка и Азия	Польша	Неман, Зап. Буг	Случайная интродукция [Duggan and Knox, 2022]
<i>Menetus dilatatus</i> (Gould, 1841)	Северная Америка (Восток США)	Польша	Неман, Зап. Буг	Случайная интродукция [Rader et al., 2003]

<i>Mesocyclops isabellae</i> Dussart et Fernando, 1988	Азия	Украина	Припять, Днепр	Орнитохория
<i>Mesocyclops pehpeiensis</i> (Hu, 1943)	Азия	Украина	Припять, Днепр	Орнитохория
<i>Paramysis intermedia</i> (Czerniavsky, 1882)	Понто-Каспийский регион	Украина	Припять, Днепр	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852)	Северная Америка	Латвия, Литва, Польша	Зап. Двина, Неман, Зап. Буг	Саморасселение. Преднамеренная и случайная интродукция
<i>Pectinatella magnifica</i> (Leidy, 1851)	Северная Америка	Украина	Припять, Днепр	Орнитохория [Schwaha and Bauder, 2021]. Случайная интродукция
<i>Planorbella duryi</i> (Wetherby, 1879)	Северная Америка (Флорида)	Украина	Припять, Днепр	Случайная интродукция [Mahapatra et al., 2003]
<i>Pontogammarus maeoticus</i> (Sovinskij, 1894)	Понто-Каспийский регион	Украина	Припять, Днепр	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Potamothena vejvodskyi</i> (Hrabě, 1941)	Понто-Каспийский регион	Россия	Зап. Двина	Случайная интродукция с транспортом (в обрастаниях судов)
<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	Северная Америка (Мексика и Юг США)	Польша	Неман, Зап. Буг	Саморасселение. Преднамеренная и случайная интродукция
<i>Procambarus virginalis</i> Lyko, 2017	Северная Америка	Польша, Украина	Неман, Зап. Буг, Припять, Днепр	Саморасселение. Преднамеренная и случайная интродукция
<i>Sinanodonta woodiana</i> (I.Lea, 1834)	Восточная Азия	Польша, Украина	Неман, Зап. Буг, Припять, Днепр	Расселение глотидий на плавниках рыб
<i>Stenogammarus compressus</i> (G.O. Sars, 1894)	Понто-Каспийский регион	Россия	Зап. Двина	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Turcogammarus aralensis</i> (Uljanin, 1875)	Понто-Каспийский регион	Украина	Припять, Днепр	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом
<i>Uratella gracilis</i> Leidy, 1851	Северная Америка	Украина	Припять, Днепр	Саморасселение. Случайная интродукция с транспортом (в обрастаниях судов)

источниках, поэтому эти виды не были включены в список наиболее вероятных потенциальных видов.

Четыре вида ракообразных: амфипода *Ch. warpachowskyi*, мизиды *Hemimysis anomala* Sars, 1907, краб *E. sinensis* и десятиногий рак *P. leniusculus*, были обнаружены рядом с границей и в трансграничных водотоках [Rakauskas et al., 2010; Arbačiauskas et al., 2010]. Эти виды могут попасть в ближайшее время в Беларусь с территории Литвы.

С территории Польши ожидается 9 новых чужеродных видов для пресноводных экосистем Беларуси, с территории Украины – 17,

тогда как с территории европейской части России (Верхняя Волга, озера Ладожское и Онежское) – 11 чужеродных видов (см. табл. 2).

Обсуждение результатов

Анализ списков чужеродных видов водных беспозвоночных сопредельных стран показал, что количество потенциальных чужеродных видов, которые могут вселиться в тот или иной бассейн, варьирует. Так в бассейн р. Зап. Двина могут вселиться с высокой вероятностью 12 новых для Беларуси чужеродных видов из Латвии и европейской части России; 17 чужеродных видов водных

беспозвоночных может попасть в бассейны рек Днепр и Припять, тогда как в бассейны рек Неман и Зап. Буг – 12 и 9 новых для Беларуси видов соответственно (см. табл. 2). Помимо того, в ближайшие 5–10 лет в водотоках белорусской части бассейна р. Неман могут быть обнаружены чужеродные виды амфипод (*Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894), *Obesogammarus crassus* Sars, 1894, *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899) и мизиды *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882), которые ранее уже натурализовались в белорусской части бассейнов рек Припять и Днепр и выявлены в бассейне р. Неман на территории Литвы [Arbačiauskas et al., 2011; Corilaş-Ciocianu et al., 2021]. Есть большая вероятность случайной интродукции водным транспортом (обрастания судов) или с влажными рыболовными сетями в водотоки бассейна р. Неман амфиподы *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) из озёр Мазурской группы (Польша), где она была недавно зарегистрирована [Podwysocki et al., 2024] так же, как и *P. robustoides* (Jażdżewska, Jażdżewski, 2008). Следует отметить, что вид *D. villosus* обитает в прибрежных зонах Балтийского моря на территории России (Калининградская обл.), Литвы и Латвии, но пока не обнаружен в реках этих стран [Minchin et al., 2019]. Такая же ситуация и с чужеродными видами в р. Зап. Двина, к примеру, американский полосатый рак [Birzaks, Škute, 2019] и амфипода *P. robustoides* [Grudule et al., 2007; Paidere and Brakovska, 2022] отмечаются в ней на территории Латвии, а в белорусской части р. Зап. Двина эти виды пока не были обнаружены.

Большинство (13) потенциальных чужеродных видов, которые наиболее вероятны для вселения в ближайшее время, являются видами понто-каспийского происхождения (рис. 1) и расселяются по Центральному и Северному Европейскому коридору [Bij de Vaate et al., 2002]. Восемь чужеродных видов относятся к североамериканскому региону происхождения, семь видов из Азии, 2 байкальских вида и по одному виду с Дальнего Востока и Африки.

Для большинства потенциальных чужеродных видов водных беспозвоночных характерно несколько способов вселения (см. табл.

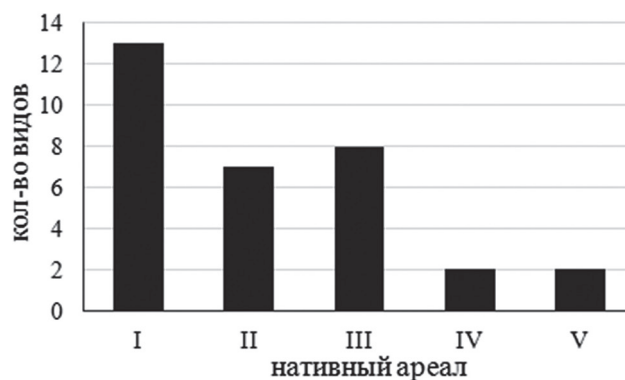


Рис. 1. Распределение потенциальных чужеродных видов по их нативному ареалу: I – Понто-Каспийский регион; II – Азия (исключая байкальские виды); III – Северная Америка; IV – Байкал; V – другое.

2). Так, 23 вида могут проникнуть в водотоки и водоёмы Беларуси за счёт расселения как самостоятельно (высшие ракообразные), так и прикрепившись к рыбам (глохидии моллюска *S. woodiana*) или водоплавающим птицам – орнитохория (моллюск *C. fluminea*, циклопы *M. isabellae*, *M. pehpeiensis* и др.); 17 видов могут попасть в Беларусь с водным транспортом в обрастаниях судов. Также большое значение во вселении новых чужеродных видов будет играть аквариумистика, когда завозятся новые чужеродные виды для торговли или когда виды попадают случайно с ввозимыми аквариумными видами (на растениях или животных). Из 32 потенциальных для вселения в Беларусь чужеродных видов водных беспозвоночных 15 напрямую или косвенно связаны с аквариумистикой.

Среди потенциальных чужеродных видов можно выделить 7 видов, представляющих опасность для биологического разнообразия (то есть инвазивных видов): моллюски *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) и *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897), амфипода *G. fasciatus*, краб *E. sinensis* и речные раки *P. leniusculus*, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) и *P. virginialis*.

Азиатский двустворчатый моллюск *C. fluminea*, известный также как корбикула речная, может стать потенциальным инвазивным видом в Беларуси. В настоящее время он встречается в водотоках и водоёмах Польши (на всем протяжении рек Одер и Висла от г. Краков до г. Варшава, а также в Канинском водохранилище) и успешно переживает зим-

ний период. Важно отметить, что тщательных исследований мест обитаний этого моллюска в Польше не проводилось, а имеющиеся данные были получены в ходе мониторинга за аборигенными видами [Urbańska et al., 2018; Cebulska, Krodkiewska, 2019]. Личинки корбикулы способны распространяться по течению крупных рек, а также переноситься водоплавающими птицами из одного водотока в другой. Взрослые особи могут прикрепляться к днищам судов и распространяться в биообрастаниях. В Северной и Южной Америке этот вид наносит экономический ущерб системам водоснабжения и энергетическим объектам, засоряя водозаборных труб в процессе обрастания [Post et al., 2000]. Кроме того, благодаря своей активной фильтрационной деятельности он напрямую конкурирует с аборигенными видами моллюсков за пищевые ресурсы и пространство, меняет среду обитания и нарушает естественные потоки веществ [Richardson, 2020].

Моллюск *D. bugensis* (дрейссена бугская) был обнаружен в Киевском водохранилище [Плигин и др., 2013] и может стать инвазивным видом для водотоков и водоёмов Беларуси, как и *D. polymorpha*. Моллюски проникают в водозаборные трубы и системы фильтрации воды электростанций, противопожарные системы, судоходные дамбы, доки, буи, корпуса различных судов, засоряя и повреждая их, что приводит к увеличению эксплуатационных расходов [Molloy et al., 2007]. Кроме экономических потерь, этот вид негативно влияет на аборигенные виды моллюсков [Burlakova et al., 2014].

Китайский мохнаторукий краб *E. sinensis* был обнаружен в пресноводных экосистемах — реки Одер, Зап. Двина, Лиелупе, Ладожское и Онежское озёра [Ojaveer et al., 2007; Шкляревич, Кучко, 2018]. Молодые особи этого вида способны совершать длительные перемещения (например, миграция вниз по течению р. Эльба достигает примерно 700 км), при этом скорость передвижения молоди варьирует от 1 до 3 км в сутки, в зависимости от их размера. Следует отметить, что взрослые особи обладают способностью обходить преграды по земле или даже взбираться вверх, подобно альпинистам [Семенькова, 2003]. Китайский

мохнаторукий краб наносит ущерб, разрушая своими норами (до 0,5 м глубиной) плотины, повреждая сети и пойманную в них рыбу. Он также конкурирует с другими видами десятиногих ракообразных за ресурсы питания и жизненное пространство. Необходимо подчеркнуть, что этот вид наряду с другими декаподами (сигнальным, красным болотным и мраморным раками) внесён в список видов, вызывающих озабоченность в странах ЕС [EU Regulation 1143/2014].

Байкальский бокоплав *G. fasciatus* успешно адаптировался в водоёмах вселения после преднамеренной интродукции, которая началась с 1960-х гг.: Горьковское водохранилище (1962–1965 гг.), озёра Ленинградской обл. (1971–1975 гг.). В 1973–1981 гг. *G. fasciatus* вселён в озеро Ильмень. Из озёр Карельского перешейка проник в крупнейший водоём Европы — Ладожское озеро [Panov, 1996], где был зарегистрирован в 1988–1990 гг. на северной и западной литорали губы Петрокрепость. В Ладожском озере этот вид массово встречается в основном на глубинах до 1 м, как и во многих озёрах, в зарослях высшей водной растительности и на каменистой прибойной литорали [Panov, 1996], но недавно было показано, что *G. fasciatus* отмечен на глубинах 0,9–9 м и даже на 15 м [Зуев, 2023].

Паразитологические исследования показали, что *G. fasciatus* является основным промежуточным хозяином трематоды *Nicollia skrjabini* Iwanitzky, 1929 в бассейне Верхней Волги [Тютин и др., 2012]. Кроме того, *G. fasciatus* является переносчиком нескольких видов скребней *Acanthocephala* и прямым пищевым конкурентом местным аборигенным видам амфипод и микроспоридий [Кузьменкова и др. 2008]. Вид-вселенец практически полностью вытеснил аборигенный вид *Gammarus lacustris* Sars, 1863, обильный ранее в Ладожском озере в 1960-х гг. Похожая ситуация была отмечена в Псковско-Чудском и Онежском озёрах, что способствует снижению видового разнообразия аборигенных бентосных сообществ. При огромных количествах (например, до 74–83 тыс. экз/м² в оз. Псковско-Чудском) рачки *G. fasciatus* способны значительно сокращать запасы растительных и животных кормов [Berezina, 2007].

Сигнальный рак *P. leniusculus* населяет несколько озёр в бассейне р. Вилия, а также был обнаружен в р. Жеймяна (приток р. Вилия) и её притоке р. Мьяра [Arbačiauskas et al., 2011]. В Польше данный вид обнаружен в озёрах Poblędzie и Ганча в бассейне р. Чёрная Ганча [Ulikowski, Chybowski, 2018]. Он также распространился на север России [Тамуленис et al., 2023]. Сигнальный рак является самым распространённым в Европе инвазивным раком, который устойчив к рачьей чуме, но является её носителем [Holdich, 2001]. В Латвии полностью вытеснил широкопалого рака из р. Салаца, встречается в р. Гауя. Распространяется преднамеренно людьми и незаконно в коммерческих целях. Сигнальный рак оказывает негативное влияние на видовое разнообразие бентосных сообществ [Girdner, 2018], поедает икру промысловых видов рыб, снижая тем самым их численность [Findlay et al., 2015].

Красный болотный рак *P. clarkii* населяет пруды и канал в окрестностях р. Висла (г. Варшава). Этот вид, согласно данным Maciaszek и коллег [Maciaszek et al., 2019], был намеренно выпущен в водоёмы из аквариумов. Красный болотный рак пользуется популярностью в качестве декоративного животного и широко реализуется в европейских зоомагазинах, а также через онлайн-платформы [Patoka et al., 2014], в том числе и в Польше [Maciaszek et al., 2019]. Ранее были зарегистрированы случаи его пассивного переноса птицами [Anastácio et al., 2014]. Несмотря на то что данный вид является теплолюбивым, он адаптировался к условиям открытых водоёмов Восточной Европы [Maciaszek et al., 2019]. Красный болотный рак считается серьёзным конкурентом аборигенным ракам из-за агрессивного поведения и хищничества [Holdich et al., 2009]. Известно, что рытье нор *P. clarkii* приводит к разрушению берегов рек и дамб, способствуя эрозии и увеличению количества взвешенных частиц в воде. Кроме того, уничтожение растительности и биотурбация, вызванные раком, негативно сказываются на среде обитания рыб. Дополнительно он является переносчиком рачьей чумы [Holdich et al., 2009].

Мраморный рак *Procambarus virginalis* Lyko, 2017 является партеногенетическим

десятиногим ракообразным [Scholtz et al., 2003; Lyko, 2017]. В ближайших к территории Беларуси странах вид обитает в р. Нарва (Эстония), р. Днепр (Украина, г. Днепр), а также в нескольких озёрах и каналах Польши [Maciaszek et al., 2022]. Известно, что *P. virginalis* является теплолюбивым видом, но экспериментальные исследования показывают, что он устойчив и к холоду [Vesely et al., 2015], что и подтверждается его распространением на северо-восток. Также есть находки мраморного рака в некоторых озёрах Полесского национального парка Польши (Miejskie, Kleszczów, Bialskie), которые расположены в 60 км от границы с РБ [EASIN, 2021]. Расселение *P. virginalis* в дикой природе является результатом преднамеренной или случайной интродукции [Patoka et al., 2014]. Несмотря на то что *P. virginalis* занесён в список инвазивных видов с 2016 г., он все ещё присутствует в аквариумной торговле в странах ЕС [Maciaszek et al., 2022]. Мраморный рак может вызывать снижение или даже локальное вымирание амфибий [Maciaszek et al., 2022], так же, как и красный болотный рак *P. clarkii* [Cruz et al., 2006, 2008]. Инвазивный *P. virginalis* является не только конкурентом за место обитания и пищу аборигенным видам раков, но также хищником и изменяет структуру и численность сообщества макрозообентоса, а кроме того, он переносчик рачьей чумы [Kouba et al., 2021].

Создание списков потенциальных чужеродных и инвазивных видов является не только ключевым фактором в контроле предотвращения вселения данных видов, но и основополагающим для системы раннего обнаружения и быстрого реагирования.

Ранее были опубликованы некоторые данные по потенциальным чужеродным видам водных беспозвоночных для вселения в водотоки и водоёмы Беларуси (табл. 3). Из первого списка потенциальных к вселению видов позднее было обнаружено только три вида ракообразных (*L. benedeni*, *O. crassus* и *P. lacustris*). В 2018 г. был опубликован ещё один список видов, который включал 7 видов, обитающих в Киевском и Каунасском водохранилищах. Стоит отметить, что один вид ракообразных *Chelicorophium robustum*

Таблица 3. Прогнозы вселения чужеродных видов водных беспозвоночных в водные объекты Беларуси

Прогноз Karatayev et al., 2008	Прогноз Semenchenko et al., 2018	Прогноз Макаренко, 2018 (на основании работы Семенченко, 2016)	Прогноз Lipinskaya et al., 2020
2 вида олигохет: <i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard, 1892 <i>Paranaïs frici</i> Hrabě, 1941 7 видов ракообразных: <i>Cercopagis pengoi</i> (Ostroumov, 1891) <i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars, 1894 <i>Gammarus tigrinus</i> Sexton, 1939 <i>Hemimysis anomala</i> Sars, 1907 <i>Limnomysis benedeni</i> Czerniavsky, 1882 <i>Obesogammarus crassus</i> (G.O. Sars, 1894) <i>Paramysis lacustris</i> (Czerniavsky, 1882) 1 вид моллюсков: <i>Dreissena rostriformis bugensis</i> Andrusov, 1897	6 видов ракообразных: <i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars, 1894 <i>Chelicorophium mucronatum</i> (Sars, 1895) <i>Chelicorophium robustum</i> (Sars, 1895) <i>Hemimysis anomala</i> Sars, 1907 <i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852) <i>Pontogammarus aralensis</i> (Uljanin, 1875) 1 вид моллюсков: <i>Dreissena rostriformis bugensis</i> Andrusov, 1897	3 вида ракообразных: <i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> (Sars, 1894) <i>Pontogammarus aralensis</i> (Uljanin, 1875) <i>Chelicorophium mucronatum</i> (Sars, 1895)	7 видов ракообразных: <i>Gammarus tigrinus</i> Sexton, 1939 <i>Hemimysis anomala</i> Sars, 1907 <i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars, 1894 <i>Chelicorophium mucronatum</i> (Sars, 1895) <i>Pontogammarus aralensis</i> (Uljanin, 1875) <i>Eriocheir sinensis</i> H. Milne Edwards, 1853 <i>Pacifastacus leniusculus</i> (Dana, 1852) 1 вид моллюсков: <i>Dreissena rostriformis bugensis</i> Andrusov, 1897

(Sars, 1895) был отмечен ошибочно как потенциальный к вселению вид. Данный вид на тот момент уже был обнаружен в р. Припять в 2008 г. [Semenchenko et al., 2009], а в р. Днепр – в 2014 г. [Lipinskaya et al., 2017].

А.И. Макаренко [2018] на основании работы В.П. Семенченко [2016] опубликовал список видов амфипод потенциальных для вселения, который включал амфипод *Ch. warpachowskyi*, *Pontogammarus aralensis* (Uljanin, 1875) и *Chelicorophium mucronatum* (G. O. Sars, 1895). Из нашего первого прогноза (Lipinskaya et al., 2020) только два вида не были включены в список наиболее вероятных потенциальных чужеродных видов водных беспозвоночных, а именно амфиподы *C. mucronatum* и *P. aralensis*. Бокоплав *P. aralensis*, которого сейчас принято называть *Turcogammarus aralensis* (Uljanin, 1875), был отмечен в списках видов водных беспозвоночных Кременчугского и Днепродзержинского (ныне Каменского) водохранилищ в 1984 и 1983 гг. [Плигин и др., 2013]. Новых данных о его находках в водохранилищах вверх по течению р. Днепр нет, поэтому можем предположить, что данный вид не натурализовался.

Обитание бокоплава *C. mucronatum* в Киевском водохранилище требует подтверждения [Плигин и др., 2013], а на территории России данный вид был обнаружен в р. Дон [Урюпова, Мюге, 2007] и в Чебоксарском водохранилище [Перова и др., 2018], что территориально далеко от границ с Беларусью.

Заключение

Создание списков потенциальных чужеродных и инвазивных видов водных беспозвоночных является не только ключевым фактором в контроле вселения данных видов, но и основополагающим для системы раннего обнаружения и быстрого реагирования. Кроме того, необходимо постоянно проводить оценку рисков для аквариумных видов, ввозимых с целью продажи на территории страны.

Финансирование работы

Работа была выполнена в рамках задания 2.2.10 ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг. Авторы благодарят рецензентов за ценные замечания и предложения, которые улучшили восприятие материала статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Дгебуадзе Ю.Ю. Биологические инвазии чужеродных видов – глобальный вызов последних десятилетий // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93, № 9. С. 814–823. DOI: 10.31857/S0869587323090050
- Зуев Ю.А. Особенности распределения массовых видов ракообразных на прибрежном склоне Ладожского озера // Биология внутренних вод. 2023. № 2. С. 210–223. DOI: 10.31857/S0320965223020298
- Кузьменкова Ж.В., Щербаков Д.Ю., Смит Д. Разнообразие микроспоридий, паразитирующих на байкальских амфиподах *Gmelinoides fasciatus* из разных популяций // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2008. № 1 (2). С. 56–61.
- Курина Е.М., Селезнёв Д.Г. Анализ закономерностей организации комплексов видов макрозообентоса понто-каспийского и понто-азовского происхождения в водохранилищах Средней и Нижней Волги // Экология. 2019. № 1. С. 62–71.
- Макаренко А.И. Прогноз вселения и колонизации водотоков Беларуси чужеродными видами амфипод // Природные ресурсы. 2018. № 2. С. 69–78.
- Перова С.Н., Пряничникова Е.Г., Жгарева Н.Н., Зубишина А.А. Таксономический состав и обилие макрозообентоса волжских водохранилищ // Разнообразие, распределение и обилие гидробионтов в водохранилищах Волжско-Камского бассейна. 2018. Вып. 82. С. 52–66.
- Плигин Ю.В., Матчинская С.Ф., Железняк Н.И., Линчук М.И. Распространение чужеродных видов макробеспозвоночных в экосистемах водохранилищ р. Днепра в многолетнем аспекте // Гидробиол. журн. 2013. Т. 49, № 6. С. 21–36.
- Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Г. Петросян, Л.А. Хляп. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018. 688 с.
- Семенченко В.П. Разработка прогноза расширения ареалов уже проникших чужеродных видов и новых возможных инвазий, основанного на результатах исследований о видовом состоянии, численности, путях и векторах инвазий в водные системы Беларуси, полученных в рамках международных проектов, в целях принятия превентивных мер и снижения рисков для аборигенных сообществ водных экосистем Беларуси: отчет о НИР (заключение) / ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»; рук. В. П. Семенченко. Минск, 2016. 48 с. № ГР20163843.
- Семенькова Е.Г. Обзор исследований биологии китайского мохнаторукого краба (*Eriocheir sinensis*) // Известия ТИНРО. 2003. Т. 135. С. 122–137.
- Тамуленис А.Ю., Стратаненко Е.А., Зуев Ю.А. Находка американского сигнального рака *Pacifastacus leniusculus* (DECAPODA) в Ленинградской обл. (Россия) // Биология внутренних вод. 2023. № 5. С. 642–646.
- Тютин А.В., Вербицкий В.Б., Вербицкая Т.И., Медянцев Е.Н. Паразиты гидробионтов-вселенцев в бассейне верхней Волги // Российский журнал биологических инвазий. 2012. № 4. С. 96–105.
- Урюпова Е.Ф., Мюге Н.С. Новые данные о распространении Понто-Каспийских корофиид (Amphipoda, Corophiidae) // Экология моря. 2007. Вып. 74. С. 76–77.
- Шкляревич Г.А., Кучко Т.Ю. Китайский мохнаторукий краб *Eriocheir sinensis* осваивает новый ареал обитания // Вестник МГТУ. 2018. Т. 21, № 2. С. 371–374.
- 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, No 3. P. 215–242.
- Anastácio P.M., Ferreira M.P., Banha F., Capinha C., Rabaça J.E. Waterbird-mediated passive dispersal is a viable process for crayfish (*Procambarus clarkii*) // Aquatic Ecology. 2014. Vol. 48. P. 1–10.
- Arbačiauskas K., Rakauskas V., Virbickas T. Initial and long-term consequences of attempts to improve fish-food resources in Lithuanian waters by introducing alien peracaridan species: a retrospective overview // Journal of Applied Ichthyology. 2010. Vol. 26, No 2. P. 28–37.
- Arbačiauskas K., Višinskien G., Smilgevičienė S. and Rakauskas V. Non-indigenous macroinvertebrate species in Lithuanian fresh waters, Part 1: Distributions, dispersal and future // Knowl. Managt. Aquat. Ecosyst. 2011. Vol. 402. P. 12.
- Balalaikins M., Pagad S. Global Register of Introduced and Invasive Species – Latvia [Electronic resource]. Version 1.3. Invasive Species Specialist Group ISSG. 2020. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/hb3hza> accessed via GBIF.org on 16.08.2023.
- Berezina N.A. Changes in aquatic ecosystems of the north-western Russia after introduction of Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* // Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats / Ed. F. Gherardi. Springer: Dordrecht the Netherlands, 2007. P. 479–493.
- Birzaks J., Škute A. Alien crayfish species in Latvian inland waters Environmental and Experimental // Biology. 2019. Vol. 17. P. 21–25.
- Bij de Vaate et al. Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe // Canad. J. Fisheries Aquatic Sci. 2002. Vol. 59. P. 1159–1174.
- Burlakova L.E. et al. Competitive replacement of invasive congeners may relax impact on native species: interactions among zebra, quagga, and native unionid mussels [Electronic resource] // PLOS ONE. 2014. DOI:10.1371/journal.pone.0114926. 09.12.2014.

- CABI – Research and learning in agriculture, the environment and the applied life sciences [Electronic resource]. CABI Compendium. Wallingford, UK: CAB International. 2024. <https://www.cabidigitallibrary.org>
- Cebulski K., Krodkiwska M. Further dispersion of the invasive alien species *Corbicula fluminea* (O. F. Müller, 1774) in the Oder River // *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2019. No 420. P. 14.
- Copilaş-Ciocianu D., Sidorov D.A., Šidagytė-Copilas E. Global distribution and diversity of alien Ponto-Caspian amphipods // *Biological Invasions*. 2021. Vol. 25. P. 179–195.
- Cruz M.J., Rebelo R., Crespo E.G. Effects of an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, on the distribution of south-western Iberian amphibians in their breeding habitats. *Ecography* 2006. № 29. P. 329–338. DOI: 10.1111/j.2006.0906-7590.04333.x.
- Cruz M.J., Segurado P., Sousa M., Rebelo R. Collapse of the amphibian community of the Paul do Boquilobo natural-reserve (central Portugal) after the arrival of the exotic American crayfish *Procambarus clarkii*. *Herpetological Journal*. 2008. № 18. P.197–204.
- Díaz S. et al. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. IPBES: Bonn, Germany, 2019. 60 p.
- Duggan I.C., Knox M.A. The origins of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) in New Zealand's aquarium trade and non-indigenous population // *Aquatic Invasions*. 2022. Vol. 17, No 3. P. 393–401.
- EASIN – European Commission – Joint Research Centre – European Alien Species Information Network (EASIN). 2021 [Electronic resource]. URL: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/>
- European Environment Agency (EEA). Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe [Electronic resource]. EEA: Copenhagen, 2010. 52 p. DOI: 10.2800/4167
- EU Regulation No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species [Electronic resource]. 2014. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1143/oj>
- Findlay J., Findlay F., Riley W., Lucas M. Signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) predation upon Atlantic salmon (*Salmo salar*) eggs // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2015. Vol. 25. P. 250–258.
- GBIF – the Global Biodiversity Information Facility [Electronic resource]. 2024. Home Page. Available from: <https://www.gbif.org>
- Girdner S.F., Ray A.M., Buktenica M.W., Hering D.K., Mack J.A., Umek J.W. Replacement of a unique population of newts (*Taricha granulosa mazamae*) by introduced signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in Crater Lake, Oregon // *Biological Invasions*. 2018. Vol. 20, No 3. P. 721–740.
- Grudule N., Parele E., Arbačiauskas K. Distribution of Ponto-Caspian amphipod *Pontogammarus robustoides* in Latvian waters // *Acta Zoologica Lituanica*. 2007. Vol. 17, No 1. P. 28–32.
- Haubrock P.J. et al. Economic costs of invasive alien species across Europe // *NeoBiota*. 2021. Vol. 67. P. 153–190.
- Holdich D.M. Biology of Freshwater Crayfish / Chapter 10 // Wiley, 2001. P. 377–438.
- Holdich D.M., Reynolds J.D., Souty-Grosset C., Sibley P.J. A review of the everincreasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species // *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*. 2009. Vol. 11. P. 394–395.
- Invazīvo sugu pārvaldnieks. Sugu datu lapas un novērojuma anketas. 2000 [Electronic resource]. URL: <https://ozols.gov.lv/kartes/apps/sites/#/invazivo-sugu-parvaldnieks>
- IPBES. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondizio E.S., H.T. Ngo, M. Guéze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis, and C.N. Zayas (eds.). 2023. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 p.
- Jażdżewska A., Jażdżewski K. *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894) (Crustacea, Amphipoda), a new Ponto-Caspian invader in Great Masurian Lakes (NE Poland) // *Fragmenta Faunistica*. 2008. Vol. 51, No 1. P. 1–7.
- Karatayev A.Y., Mastitsky S.E., Burlakova L.E., Olenin S. Past, current, and future of the central European corridor for aquatic invasions in Belarus // *Biol. Invasions*. 2008. Vol. 10. P. 215–232.
- Kostiushyn V. et al. Records of alien species in Ukraine [Electronic resource]. Version 1.5. Ukrainian Nature Conservation Group (NGO). 2023. Occurrence dataset: URL: <https://doi.org/10.15468/xfjq83> (accessed via GBIF.org on 16.08.2023).
- Kouba A., Petrusek A., Kozák P. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps [Electronic resource] // *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.* 2014. Vol. 413, No 05. DOI:10.1051/kmae/2014007 april 2014.
- Kouba A. et al. Survival, growth, and reproduction: comparison of marbled crayfish with four prominent crayfish invaders [Electronic resource] // *Biology*. 2021. Vol. 10, No 5. URL: <https://doi.org/10.3390/biology10050422> (publication date 10.05.2021).
- Lipinskaya T., Makarenko A., Semchenko V., Vezhnovets V. 10-year monitoring of alien amphipods in Belarus: state of the art / *Proceedings of the 17th International Colloquium on Amphipoda (17th ICA)*, September 4th–7th 2017, Trapani (Italy) // *Biodiversity Journal*. 2017. Vol. 8, No 2. P. 649–651.
- Lipinskaya T., Semchenko V., Minchin D. A pathways risk assessment of aquatic non-indigenous macroinvertebrates passing to, and through, the Central European invasion corridor // *Management of Biological Invasions*. 2020. Vol. 11, No 3. P. 525–540.
- Lyko F. The marbled crayfish (Decapoda: Cambaridae) represents an independent new species // *Zootaxa*. 2017.

- 4363 (4). P. 544–552. URL: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4363.4.6>
- Maciaszek R., Bonk M., Strużyński W. New records of the invasive red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) from Poland // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 2019. Vol. 420. P. 39.
- Maciaszek R., Jabłońska A., Prati S., Wróblewski P., Gruszczyńska, J. & Świderek W. Marbled crayfish *Procambarus virginalis* invades a nature reserve: how to stop further introductions? // The European Zoological Journal. 2022. Vol. 89, No 1. P. 888–901.
- Mahapatra B.B. et al. Global freshwater mollusk invasion: pathways, potential distribution, and niche shift [Electronic resource] // Hydrobiologia. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05299-z> (published: 26.07.2023).
- Minchin D, Arbačiauskas K., Daunys D., Ezhova E., Grudule N., Kotta J., Molchanova N., Olenin S., Višinskienė G., Strake S. Rapid expansion and facilitating factors of the Ponto-Caspian invader *Dikerogammarus villosus* within the eastern Baltic Sea // Aquatic Invasions. 2019. Vol. 14, No 2. P. 165–181.
- Molloy D.P., de Vaate A., Wilke T., Giamberini L. Discovery of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in Western Europe // Biological Invasions. 2007. Vol. 9, No 7. P. 871–874.
- Ojaveer H., Gollasch S., Jaanus A. et al. Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* in the Baltic Sea – a supply-side invader? // Biol Invasions. 2007. Vol. 9. P. 409–418.
- Pagad S. et al. Country Compendium of the Global Register of Introduced and Invasive Species – Lithuania [Electronic resource]. Scientific Data 2022. Article 391. DOI: 10.1038/s41597-022-01514-z (publication date 06.07.2022).
- Paidere J., Brakovska A. The Ponto-Caspian and native amphipod life history in the Daugava River, Latvia // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2022. Vol. 51, No 3. P. 268–282.
- Panov V.E. Establishment of the Baikalian endemic amphipod *Gmelinoides fasciatus* in Lake Ladoga // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 187–192.
- Panov V.E., Alexandrov B., Arbačiauskas K. et al. Assessing the Risks of Aquatic Species Invasions via European Inland Waterways: From Concepts to Environmental Indicators // Integrated Environmental Assessment and Management. 2009. Vol. 5, No 1. P. 110–126.
- Patoka J., Kalous L., Kopecký O. Risk assessment of the crayfish pet trade based on data from the Czech Republic // Biological Invasions. 2014. Vol. 16. P. 2489–2494.
- Petrosyan V., Dgebuadze Y., Khlyap L., Vinogradova Y., Krivosheina M., Feniova I., Bashinskiy I., Reshetnikov A., Omelchenko A., Goryaynova Z., Ozerova H.A., Dergunova N., Orlova-Bienkowskaja M.J., Wong L.J., Pagad S. Global Register of Introduced and Invasive Species – Russian Federation [Electronic resource]. Version 2.7. Invasive Species Specialist Group ISSG. 2020. Checklist dataset: URL: <https://doi.org/10.15468/f6joyb> (accessed via GBIF.org on 28.02.2024).
- Podwysocki K., Desiderato A., Mamos T., Rewicz T., Grabowski M., Konopacka A., Bącela-Spychalska K. Recent invasion of Ponto-Caspian amphipods in the Masurian Lakeland associated with human leisure activities. NeoBiota. 2024. № 90. 161–192. <https://doi.org/10.3897/neobiota.90.109221>
- Post R.M., Petrille J.C., Lyons L.A. A review of freshwater macrobiological control methods for the power industry [Electronic resource]. Technical paper. 2000. 21 p. URL: https://reabic.net/Publ/Post_et%20al_Dreissena.pdf (accessed 10.09.2016).
- Rader R.B., Belk M.C., Keleher M.J. The Introduction of an invasive snail (*Melanoides tuberculata*) to spring ecosystems of the Bonneville basin, Utah // Journal of Freshwater Ecology. 2003. Vol. 18, No 4. P. 647–657.
- Rakauskas V., Ruginis T., Arbačiauskas K. Expansion of the spinycheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque 1817), in the Nemunas River basin, Lithuania // Fresh, Crayfish. 2010. Vol. 17. P. 73–76.
- Reaser J.K., Burgiel S.W., Kirkey J. et al. The early detection of and rapid response (EDRR) to invasive species: a conceptual framework and federal capacities assessment // Biol. Invasions. 2020. Vol. 22. P. 1–19.
- Regulation EU No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. 2014 [Electronic resource]. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1143/oj> (accessed 17.07.2024).
- Rewicz T., Grabowski M., Tończyk G., Konopacka A., Bącela-Spychalska K. *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 continues its invasion in the Baltic Sea: first record from Bornholm (Denmark) // BioInvasions Records. 2019. Vol. 8, No 4. P. 862–870.
- Richardson T.D. The ecological consequences of nonindigenous *Corbicula fluminea* establishment on a benthic macroinvertebrate community // Aquatic Invasions. 2020. Vol. 15, No 3. P. 382–407.
- Roy H.E., Bacher S., Essl F., Adriaens T., Aldridge D.C., Bishop J.D.D., Blackburn T.M., Branquart E., Brodie J., Carboneras, C. Cottier-Cook E.J., Copp G.H., Dean H.J., Eilenberg J., Gallardo B., Garcia M., García-Berthou E., Genovesi P., Hulme Ph.E., Kenis, Kerckhof M.F., Kettunen M., Minchin D., Nentwig W., Nieto A., Pergl J., Pescott O.L., Peyton J.M., Preda C., Roques A., Rorke S.L., Scalera R., Schindler S., Schönrogge K., Sewell J., Solarz W., Stewart A.J.A., Tricarico E., Vanderhoeven S., van der Velde G., Vilà M., Wood Ch.A., Zenetos A., Rabitsch W. Developing a list of invasive alien species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the European Union // Global Change Biology. 2019. Vol. 25, No 3. P.1032–1048. URL: <https://doi.org/10.1111/gcb.14527>
- Scholtz G., Braband A., Tolley L., Reimann A., Mittmann B., Lukhaup C., Steuerwald F., Vogt G. Parthenogenesis in an outsider crayfish // Nature. 2003. Vol. 421. P. 806.
- Schwaha T., Bauder J.A.S. The freshwater bryozoan *Pectinatella magnifica* (Leidy, 1851) in the Austrian Danube: first evidence in the Upper Danube basin // BioInvasions Records. 2021. Vol. 10, No 2. P. 313–318.

- Semenchenko V.P., Rizevsky V.K., Mastitski S., Vezhnovetz V.V., Pluta M.V., Razlutsky V.I., Laenko T.M. Checklist of aquatic alien species established in large river basins of Belarus // *Aquatic Invasions*. 2009. Vol. 4, No 2. P. 311–320.
- Semenchenko V., Lipinskaya T., Vilizzi L. Risk screening of non-native macroinvertebrates in the major rivers and associated basins of Belarus using the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit // *Management of Biological Invasions*. 2018. Vol. 9, No 2. P. 127–136.
- Solarz W., Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Wong L.J., Pagad S. Global Register of Introduced and Invasive Species – Poland [Electronic resource]. Version 1.3. Invasive Species Specialist Group ISSG. 2020. Checklist dataset: URL: <https://doi.org/10.15468/xxgzzh> (accessed via GBIF.org on 16.08.2023).
- Son M.O. Alien invertebrates in Ukrainian inland waters in the context of basin approach to river management and monitoring // *Geo&Bio*. 2019. Vol. 17. P. 77–84 (In Ukrainian).
- UkrBIN, Database on Biodiversity Information [Electronic resource]. 2024. Available from: URL: <https://www.ukrbn.com> (accessed: 29.02.2024).
- Ulikowski D., Chybowski L. Lake Hańcza – a new site for signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus* Dana) occurrence in Poland // *Fisheries & Aquatic Life*. 2018. Vol. 26. P. 141–147.
- Urbańska M., Andrzejewski W., Riccardi N., Gierszal H., Golski J. The Invasive Asian Clam *Corbicula fluminea* in Polish Rivers: The Importance of Thermal Discharge from Power Plants for Its Spread // *Polish Journal of Ecology*. 2018. Vol. 66, No 1. P. 70–75.
- Veselý L., Buřič M., Kouba A. Hardy exotics species in temperate zone: Can “warm water” crayfish invaders establish regardless of low temperatures? // *Scientific Reports*. 2015. Vol. 5. P. 1–7.
- WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species [Electronic resource]. 2024. Available from: URL: <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 28.02.2024. DOI:10.14284/170

POTENTIAL NON-NATIVE SPECIES AMONG AQUATIC INVERTEBRATES IN THE FRESHWATER ECOSYSTEMS OF BELARUS

Lipinskaya T.*, Semenchenko V.**, Chaikouski A.***

Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 220072, Belarus

e-mail: *tatsiana.lipinskaya@gmail.com, **semenchenko57@mail.ru, ***chaikovski@biobel.by

The problem of biological invasions is currently one of the most significant and well-recognized one in the light of influence on biodiversity across all ecosystems. To examine which new species may be introduced and established in the aquatic ecosystems of Belarus in the near future (5-10 years), an evaluation of the ranges, the vectors of invasion and biology of potential invaders was made.

Of the 89 potentially non-native species only 32 were included in the list of the most probable alien species which are most likely to inhabit Belarusian waters in the near future. Besides, 7 species with high capacity for invasion were singled out from the list of the potential alien species.

Keywords: non-indigenous species, invasive alien species, macrozoobenthos, plankton, pathways, system of early revealing.