

# СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ АМФИПОД И МИЗИД В ОСНОВНЫХ РЕКАХ БЕЛАРУСИ

© 2021 Семенченко В.П.\*, Липинская Т.П., Макаренко А.И.

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск 220072, Беларусь;  
e-mail: \*semenchenko57@mail.ru

Поступила в редакцию 19.08.2020. После доработки 13.05.2021. Принята к публикации 27.05.2021

Рассчитаны величины скоростей распространения чужеродных видов отрядов Amphipoda и Mysida в реках Днепр, Припять и Неман на территории Беларуси. Максимальные значения скоростей распространения получены для амфипод *Dikerogammarus villosus* (в р. Припять – 37.8 км/год, в р. Днепр – 17.0 км/год) и *Dikerogammarus haemobaphes* (в р. Припять – 53.6 км/год, в р. Днепр – 17.0 км/год), а минимальные – для мизид *Paramysis lacustris* (в р. Днепр – 0.4 км/год) и *Limnomysis benedeni* (в р. Днепр – 0.6 км/год), а также для некоторых амфипод *Chelicorophium robustum* (в р. Днепр – 0.5 км/год) и *Echinogammarus trichiatus* (р. Днепр – 1.3 км/год). Различия в скоростях распространения видов связаны со временем их первого нахождения в точках мониторинга и интенсивностью судоходства на исследованных реках.

**Ключевые слова:** неаборигенные виды, Amphipoda, Mysida, скорость распространения.

**DOI:** 10.35885/1996-1499-2021-14-2-85-92

## Введение

Распространение и увеличение численности чужеродных видов является экспоненциальным процессом, который имеет тенденцию к быстрому возрастанию во всём мире. Во многих случаях чужеродные виды являются r-стратегами, что позволяет им быстро увеличивать свою численность и колонизировать новые для них местообитания [Hui, Richardson, 2017].

Распространение чужеродных видов – это любое продвижение вида в новом приобретённом ареале, происходящее посредством различных путей и векторов [Sandvik et al., 2013]. На скорость распространения влияют: биологические особенности вида (мобильность, скорость размножения, выживаемость), пригодность новых местообитаний [Fraser et al., 2015], хозяйственная деятельность человека, а также процессы глобального изменения климата и его последствия [Walther et al., 2009].

Зная биологические и экологические характеристики чужеродных видов, а также факторы окружающей среды, можно, в конечном счёте, предсказать потенциальный ареал этих видов и скорость их распространения. В то же время чужеродные виды могут харак-

теризоваться крайне низкой численностью, ввиду специфических условий среды, особенно на начальных этапах вселения [Byers et al., 2015]. Другими словами, существуют некоторые условия, которые задерживают распространение вида, в том числе и его эффективное размножение [Arim et al., 2006]. Данное явление хорошо описано на различных примерах по динамике численности чужеродных видов в новых условиях [Rejmánek, Richardson, 1996].

Время с начала первой интродукции чужеродного вида является самым важным показателем для расчёта скорости его дальнейшего распространения на основании мониторинговых данных [Byers et al., 2015]. С другой стороны, это время является относительной величиной, связанной с размером популяции, при которой вид может быть обнаружен. Отметим, что величина скоростей распространения включает в себя расстояние, преодоленное видом за единицу времени не только самостоятельно, но и с помощью хозяйственной деятельности человека (судоходство, рыбоводство, преднамеренное вселение и др.).

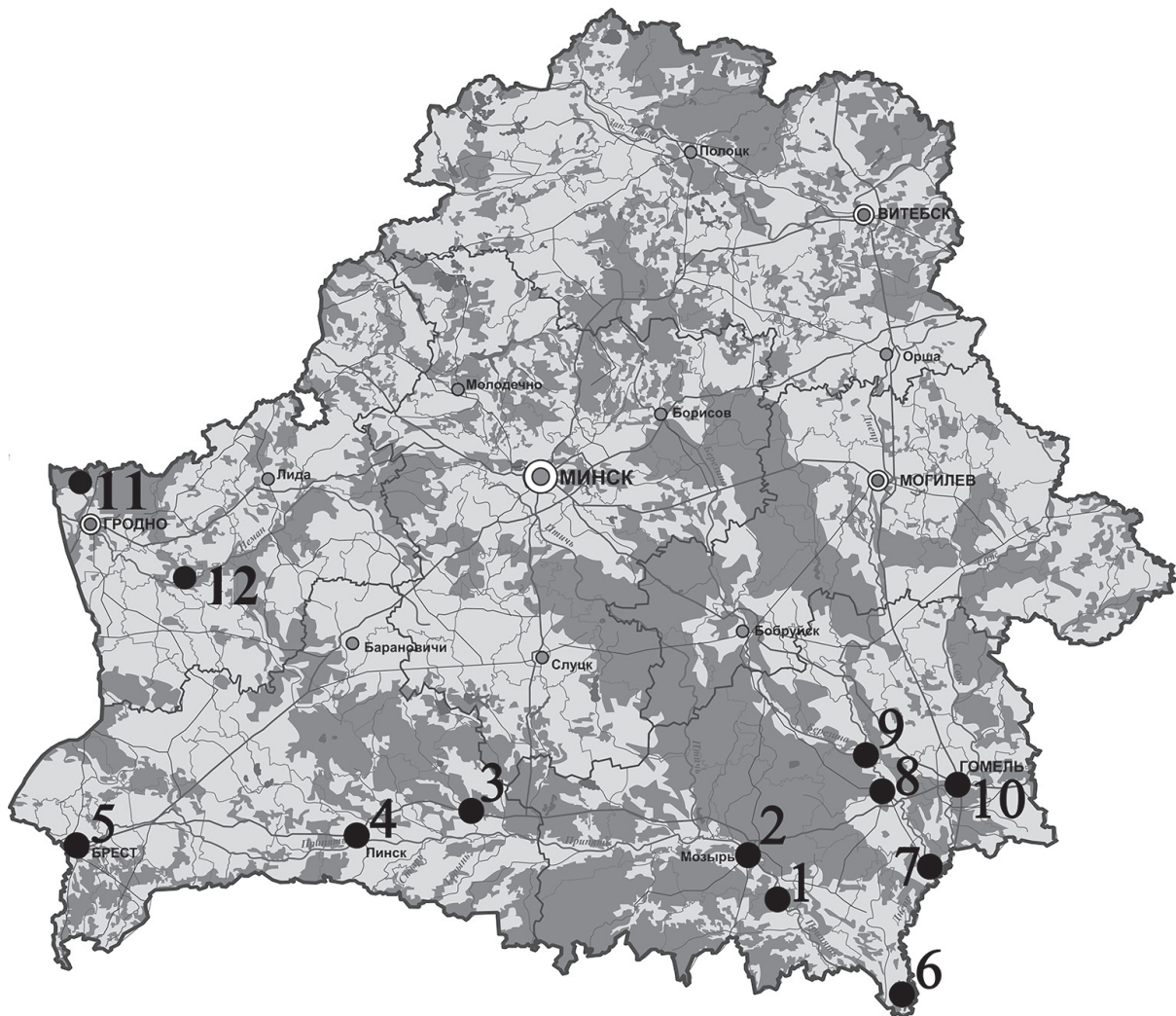
В реках Беларуси на данный момент известно 9 видов чужеродных амфипод и 2

вида мизид понто-каспийского происхождения [Semenchenko et al., 2009; Lipinskaya et al., 2018]. Для целого ряда чужеродных видов рассчитаны величины рисков от их вселения [Semenchenko et al., 2018]. Относительно недавно были рассчитаны величины скоростей распространения девяти видов амфипод по рекам Беларуси [Макаренко, 2018], где расчёт скоростей распространения производился для территории Беларуси как между локальными точками за короткий промежуток времени, так и с учётом продвижения чужеродных видов от их первоначального места интродукции (Киевское и Каунасское водохранилища).

Цель работы – рассчитать величины скоростей распространения чужеродных видов водных беспозвоночных в основных реках Беларуси по обновлённой методике.

## Материал и методика

Величина скорости распространения чужеродного вида обусловлена комплексом факторов. Было показано, что наилучшим показателем скорости распространения вида является отсчёт от времени его начальной интродукции [Byers et al., 2015]. Учитывая факт крупномасштабных мероприятий по интродукции беспозвоночных в водохранилища Днепра, которые проводились в 1947–1949 и 1956–1966 гг. в Украине [Плигин и др., 2013], и невозможность установления точной даты вселения конкретного вида, а также по причине того, что было осуществлено многократное вселение некоторых видов, нами было решено использовать данные о первом обнаружении вида в бентосе Киевского водохранилища (вдхр.) [Плигин и др., 2013] как



**Рис. 1.** Точки мониторинга за чужеродными видами водных беспозвоночных животных. 1 – г. Наровля, 2 – г. Мозырь, 3 – г. Микашевичи, 4 – г. Пинск, 5 – г. Брест, 6 – д. Нижние Жары, 7 – д. Холмеч, 8 – д. Стайки, 9 – г. Речица, 10 – г. Гомель, 11 – д. Гожа, 12 – г. Мосты.

начальную точку отсчёта распространения вида. В дополнение, можно отметить, что данные о первом обнаружении чужеродного вида в бентосе водохранилища учитывают время натурализации вида и увеличение численности его популяции, что немаловажно для адекватного расчёта скорости распространения. Кроме этого, использовали и данные о первом обнаружении чужеродных видов вверх по течению на створах рек Центрального Европейского инвазионного коридора (р. Припять – Днепроовско-Бугский канал – р. Висла) и р. Днепр (рис. 1) как основу расчётов скоростей распространения. Для расчёта скорости распространения понто-каспийских видов по р. Неман применялась та же методика. В этом случае водоёмом-донором являлось Каунасское вдхр., в котором мероприятия по интродукции проводились единожды в 1961 г. [Arbačiauskas, 2005]. Следует отметить, что если вид был обнаружен в водотоках Польши раньше, и было показано, что его распространение шло по рекам и каналам Беларуси, то эту дату и место обнаружения использовали для расчётов необходимых величин.

### Результаты

В настоящее время в р. Припять отмечены следующие чужеродные виды амфипод и мизид: *Chelicorophium curvispinum* (Sars, 1895), *Chelicorophium robustum* (Sars, 1895), *Dikerogammarus villosus* (Sowinski, 1894), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Obesogammarus crassus* (Sars, 1894), *Obesogammarus obesus* (Sars, 1894), *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894), *Echinogammarus ischnus* Stebbing, 1899 и *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882 [Semenchenko et al., 2016; Lipinskaya et al., 2017, 2018; Мороз, Липинская, 2020; Липинская, Мороз, 2021].

В р. Днепр на территории Беларуси обитают те же виды амфипод и мизид, что и в р. Припять, а также амфипода *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932) и мизиды *Paramysis lacustris* (Czerniavsky, 1882) [Липинская, Мороз, 2020].

В р. Неман, в настоящее время, обнаружены только два чужеродных вида из изучаемых отрядов ракообразных: *Ch. curvispinum* и *P.*

*lacustris*. Следует отметить, что в притоке р. Неман (р. Чёрная Ганча) и в Августовском канале был недавно обнаружен *D. haemobaphes* [Lipinskaya et al., 2021].

Были проанализированы имеющиеся собственные и литературные данные (табл. 1) о первой регистрации видов на территории Беларуси [Mastitsky, Makarevich, 2007; Semenchenko et al., 2009; Lipinskaya et al., 2018] и Польши [Jazdzewski et al., 2002; Konopacka, 2004; Grabowski et al., 2007]; данные по первому обнаружению видов в бентосе Киевского [Grigorovich et al., 2002; Плигин и др., 2013] и Каунасского [Grigelis, 1999] водохранилищ; и данные по длине различных участков исследуемых рек Центрального Европейского инвазионного коридора.

В анализ данных по рекам Припять и Днепр не был включен *Ch. curvispinum* и *E. ischnus*, так как эти виды регистрировались в р. Днепр в окрестностях г. Киева ещё до построения водохранилищ [Плигин и др., 2013]. Первая находка *Ch. curvispinum* на территории Беларуси датируется 1936 г. [Wolski, 1930], а первая находка *E. ischnus* была отмечена на территории Польши в 1931 г. [Grabowski et al., 2007].

Наиболее полные данные по скорости распространения понто-каспийских видов амфипод и мизид получены для рек Припять (рис. 2) и Днепр (рис. 3), водоёмом-донором для которых выступало Киевское вдхр.

Согласно данным польских учёных [Jazdzewski et al., 2002; Konopacka, 2004; Grabowski et al., 2007], первые находки чужеродных видов гаммарид *D. haemobaphes* и *D.*

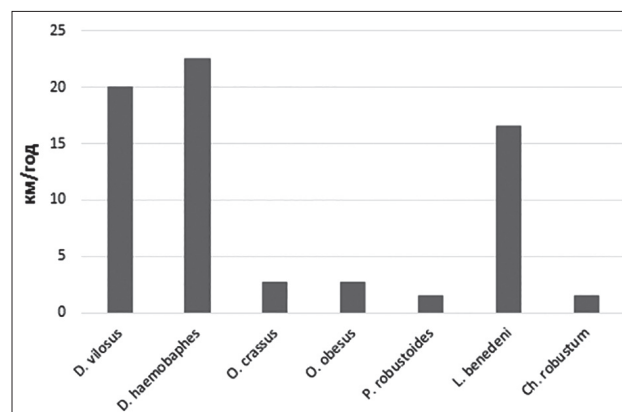


Рис. 2. Величины скоростей распространения (км/год) чужеродных видов амфипод и мизид в р. Припять.



**Таблица 1.** Данные о находках чужеродных видов амфипод и мизид в реках Центрального Европейского инвазионного коридора

Вид	Год обнаружения вида в бентосе Киевского вдхр.	Река	Год первого обнаружения на территории Беларуси	Ближайший населённый пункт (точка мониторинга*)	Расстояние, км
<i>Ch. robustum</i>	1977	Припять	2014	Наровля	140
		Днепр	2008	Нижние Жары	15
<i>D. villosus</i>	1976	Западный Буг	2003	Новы-Двур-Мазовецкий	1020
		Днепр	2006	Стайки	510
<i>D. haemobaphes</i>	1976	Висла	1997	Влоцлавское водохранилище	1125
		Днепр	2006	Стайки	510
<i>O. crassus</i>	1966	Припять	2008	Мозырь	180
		Днепр	2008	Речица	215
<i>O. obesus</i>	1976	Припять	2008	Мозырь	180
		Днепр	2008	Речица	215
<i>P. robustoides</i>	1966	Припять	2014	Наровля	140
		Днепр	2006	Холмеч	185
<i>E. trichiatus</i>	<1998	Припять	–	–	–
		Днепр	2010	Нижние Жары	15
<i>L. benedeni</i>	1981	Припять	2007	Микашевичи	393
		Днепр	2008	Нижние Жары	15
<i>P. lacustris</i>	1966	Припять	–	–	–
		Днепр	2008	Нижние Жары	15

\* – см. расположение точек мониторинга на территории Беларуси на рис. 1, исключение г. Новы-Двур-Мазовецкий и Влоцлавское вдхр. (Польша).

*villosus*, которые проникли в водотоки Польши через р. Припять и Днепро-Бугский канал, отмечены в р. Висла в 1997 г. и в р. Зап. Буг в 2003 г., соответственно. Таким образом, *D. villosus* преодолел за 27 лет расстояние приблизительно в 1020 км (р. Припять – Дне-

провско-Бугский канал – р. Зап. Буг (место впадение в р. Висла)) со скоростью 37.8 км/год, тогда как *D. haemobaphes* преодолел 1125 км за 21 год (р. Висла, Влоцлавское вдхр.) со скоростью 53.6 км/год.

Несколько более низкие величины скоростей распространения понто-каспийских видов были получены для р. Днепр (рис. 3). Это может быть связано с интенсивностью судоходства на р. Днепр, которая значительно меньше по сравнению с р. Припять.

Скорость распространения двух чужеродных видов (*P. lacustris* и *Ch. curvispinum*) в р. Неман была практически сходной 6.7 и 5.8 км/год, соответственно.

### Обсуждение

Скорость распространения – один из ключевых показателей при оценке рисков рас-

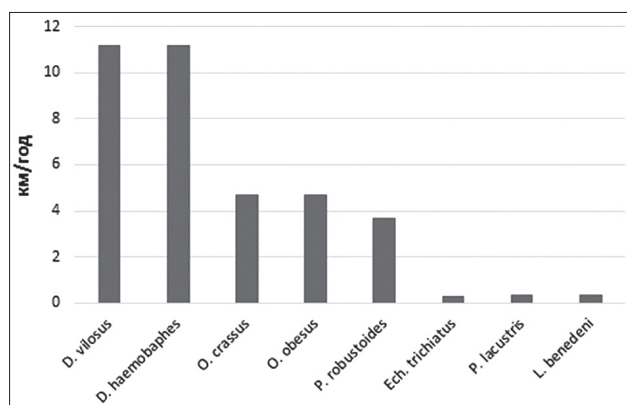


Рис. 3. Величины скоростей распространения (км/год) чужеродных видов амфипод и мизид в р. Днепр.

пространения чужеродных видов [Sandvik et al., 2013]. На скорость распространения может влиять способность амфипод прикрепляться к обрастаниям судов [Jazdzewski et al., 2004] и хозяйственная деятельность (рыболовство, а именно, случайное перемещение видов во влажных сетях). Следовательно, скорость распространения чужеродного вида зависит от комплекса путей и векторов, обуславливающих инвазионный процесс [CBD..., 2014].

Полученные величины скоростей отражают способность вида к продвижению от начальной точки интродукции. Следует отметить, что эти скорости в действительности могут быть несколько выше. Так, после вселения понто-каспийских видов в Киевское вдхр., для последующей экспансии видов требовалось определённое время для увеличения численности их популяций, поэтому за основу расчётов скоростей распространения были взяты данные о первом обнаружении вида в бентосе Киевского вдхр. [Плигин и др., 2013], а не дата вселения видов в водохранилище, как было сделано ранее [Макаренко, 2018]. Сравнивая полученные величины скоростей распространения амфипод с ранее полученными данными для Беларуси [Макаренко, 2018], можно отметить, что рассчитанные величины более адекватно отражают скорость распространения с учётом времени натурализации вида и увеличения численности его популяции.

Важным отличием в распространении чужеродных видов амфипод в бассейне р. Днепр по отношению к р. Припять является их продвижение по двум основным притокам: р. Березина и р. Сож (рис. 1). Однако наличие судоходства на этих реках не позволяет определить скорость распространения видов естественным путём. Практическое отсутствие этих видов в притоках р. Припять может быть связано с большим количеством болотных вод, которые поступают с водосборной территории и содержат низкое количество минеральных веществ, которое может выступать лимитирующим фактором для солоноватоводной понто-каспийской фауны [Dedju, 1967].

Максимальные величины скорости распространения в исследованных реках отмече-

ны для *D. haemobaphes* и *D. villosus*. При этом первый вид в р. Днепр продвинулся вверх по течению за последние 15 лет на 200 км выше по сравнению со вторым. Высокая скорость распространения этих видов в р. Припять может быть связана с судоходством, максимальная интенсивность которого была отмечена в период с 1990 по 1995 г. [Semenchenko et al., 2011]. По данным Гаддардо и Олдридж [Gallardo, Aldridge, 2013], *D. haemobaphes* и *D. villosus* были первыми амфиподами, заселившими территорию Великобритании.

Величины скоростей распространения двух близкородственных видов *O. obesus* и *O. crassus* весьма сходны. В то же время, в Западной Европе *O. crassus* расселился на более обширной территории по сравнению с *O. obesus*. Кроме того, *O. crassus* характеризуется высокой эвригалинностью, что способствовало его расселению в прибрежных водах Балтийского моря [Jażdżewski et al., 2004]. В р. Волга скорость распространения *O. obesus* составляет около 35 км/год [Shakhmatova, Antonov, 1988].

По данным Арбакаускаса [Arbačiauskas, 2005], скорость распространения *P. robustoides* в реках Литвы составляет около 4 км/год. Данный вид, который уже достиг границы с Республикой Беларусь, характеризуется близкими значениями скоростей распространения в р. Днепр.

Самая низкая скорость распространения получена для мизид *P. lacustris* (0.4 км/год) и *L. benedeni* (0.6 км/год), а также амфипод *Ch. robustum* (0.5 км/год) и *E. trichiatus* (1.3 км/год) в р. Днепр. *Chelicorophium robustum* является одним из наиболее поздних понто-каспийских инвайдеров в реках Западной Европы и Беларуси [Bernauer, Jansen, 2006].

Интересно отметить, что мизида *L. benedeni* имеет высокую скорость распространения по р. Припять. Данный вид был впервые обнаружен в канале порта г. Микашевичи и только потом в русле реки, то есть его распространение напрямую связано с судоходством.

Высокие скорости распространения чужеродных видов амфипод и мизид наблюдаются в реках Рейн и Дунай. Средняя скорость распространения *Ch. curvispinum* в р. Рейн

составляет 44 км/год [Leuven et al., 2008], а *L. benedeni* в среднем течении р. Дунай – около 40 км/год [Raunovic et al., 2015]. *D. villosus* преодолел расстояние около 100 км по Кильскому каналу за 4 года, то есть со скоростью 25 км/год. Скорость распространения *D. villosus* в р. Рейн оказалась ниже, чем р. Эльба [Hellmann et al., 2017]. Вид *O. obesus* впервые был отмечен в 1995 г. в р. Рейн (Германия), преодолев расстояние в 171 км по каналу Дунай – Майн – Рейн со скоростью 57 км/год [Raunovic et al., 2015].

Таким образом, величины скоростей распространения могут существенно различаться для разных рек Европы. В первую очередь, это может быть связано с разной интенсивностью судоходства. Так количество круизных судов на р. Дунай в 2017 г. составляло около 340 единиц [Hader, 2017], на р. Волга – около 70 единиц, в то время как на р. Днепр (Украина) – 5, а на р. Припять – 1. Количество барж, перевозящих грузы на румынском участке р. Дунай, более чем в два раза превышает такое на среднем участке реки для территории Сербии [Scholten, Rothstein, 2008], что обусловило быстрое распространение понто-каспийской фауны в нижней части Дуная. В то же время, грузооборот Белорусского речного пароходства и, соответственно, интенсивность судоходства, в 2017 г. снизился практически в два раза по сравнению с 2013 г.

### Заключение

Величины скоростей распространения видов – один из ключевых показателей при разработке прогнозов инвазий. Полученные данные по этим показателям для различных чужеродных видов водных беспозвоночных в основных реках Беларуси показывают, что кроме биологических характеристик рассматриваемых видов (скорость увеличения численности, способность прикрепляться к обрастаниям судов), крайне важную роль играет хозяйственная деятельность (использование водного транспорта и его интенсивность, рыболовство и др.).

Различия в скоростях распространения амфипод и мизид в реках Припять и Днепр связаны со временем их первого обнаруже-

ния. Так *D. haemobaphes* и *D. villosus*, которые раньше заселили Центральный Европейский инвазионный коридор (в 1997 г. и 2003 г., соответственно), характеризуются более высокими скоростями распространения по сравнению с *O. obesus* и *O. crassus*, первые находки которых отмечены в 2008 г. в средней части р. Припять. Кроме того, эти два вида до настоящего времени не преодолели всё расстояние белорусской части Центрального Европейского инвазионного коридора. Таким образом, можно предположить, что скорость дальнейшего расселения любого чужеродного вида связана с периодом его натурализации в новых условиях, а также с интенсивностью хозяйственной деятельности человека.

### Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность научным сотрудникам НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам В.В. Вежновцу и М.Д. Морозу за оказанную помощь в сборе полевого материала, а также анонимным рецензентам за их комментарии и предложения по улучшению текста статьи.

### Финансирование работы

Исследования были выполнены частично в рамках бюджетной темы № 68 ГПНИ «Природопользование и окружающая среда».

### 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

- Липинская Т.П., Мороз М.Д. Аборигенные и чужеродные виды макрозообентоса рек белорусской части Днепровского бассейна // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. 2021. Т. 66. № 1. С. 64–73. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-1-64-73>
- Макаренко А.И. Прогноз вселения и колонизации водотоков Беларуси чужеродными видами амфипод // Природные ресурсы. 2018. № 2. С. 69–78.

- Мороз М.Д., Липинская Т.П. Аборигенные и чужеродные виды макрозообентоса водотоков белорусской части Центрального Европейского инвазивного коридора // Гидробиологический журнал. 2020. Т. 56, № 2. С. 18–31 (на укр. языке)
- Плигин Ю.В., Матчинская С.Ф., Железняк Н.И., Линчук М.И. Распространение чужеродных видов макробеспозвоночных в экосистемах водохранилищ р. Днепра в многолетнем аспекте // Гидробиологический журнал. 2013. Т. 49. № 6. С. 21–36.
- Arbačiauskas K. The distribution and local dispersal of Ponto-Caspian Pericarida in Lithuanian fresh waters with notes on *Pontogammarus robustoides* population establishment, abundance and impact // Oceanological and Hydrobiological Studie. 2005. Vol. 34. No. 1. P. 93–111.
- Arim M., Abades S.R., Neill P.E., et al. Spread dynamics of invasive species // PNAS. 2006. Vol. 103. No. 2. P. 374–378.
- Bernauer D., Jansen W. Recent invasions of alien macroinvertebrates and loss of native species in the upper Rhine River, Germany // Aquatic Invasions. 2006. Vol. 1. No. 2. P. 55–71.
- Byers J.E., Smith R.S., Pringle J.M., et al. Invasion Expansion: Time since introduction best predicts global ranges of marine invaders // Scientific Reports. 2015. Vol. 5. No. 12436.
- CBD Convention on Biological Diversity. UNEP/CBD/SBSTTA/18/9/Add.1. Pathways of introduction of invasive alien species, their prioritisation and management. Montreal, Canada, 2014. 18 p.
- Dedju I.I. Amphipods and mysids in the Dnister and Prut river basins. Moscow: Nauka, 1967. 172 p. (in Russian)
- Fraser E.J., Lambin X., Travis J.M.J. Range expansion of an invasive species through a heterogeneous landscape – the case of American mink in Scotland // Diversity and Distributions. 2015. Vol. 21. P. 888–900.
- Gallardo B., Aldridge D.C. Review of the ecological impact and invasion potential of Ponto Caspian invaders in Great Britain // In: A Great Britain strategy for Ponto-Caspian freshwater invaders. Cambridge: Environmental Consulting, 2013. 130 pp.
- Grabowski M., Jazdzewski K., Konopacka A. Alien Crustacea in Polish waters – Amphipoda // Aquatic Invasions. 2007. Vol. 2. No. 1. P. 25–38.
- Grigelis A. Zoobenthos // In: Hydrobiological research in the Baltic Countries. Part 1. Rivers and Lakes (Volskis R., comp.). 1999. P. 146–158.
- Grigorovich I.A., MacIsaac H.J., Nikolai V., Shadrin N.V., Mills E.L. Patterns and mechanisms of aquatic invertebrate introductions in the Ponto-Caspian region // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2002. 59. P. 1189–1208. <https://doi.org/10.1139/f02-088>.
- Hader A. River Cruise Fleet: Handbook 2017/18. Printed Baureuth. 2017.
- Hellmann C., Schöll F., Worischka S. et al. River-specific effects of the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda) on benthic communities // Biol. Invasions. 2017. Vol. 19. P. 381–398.
- Hui C., Richardson D.M. Invasion Dynamics. Oxford University Press, 2017. 336 pp.
- Jazdzewski K., Konopacka A., Grabowski M. Four Ponto-Caspian and one American gammarids (Crustacea, Amphipoda) recently invading Polish waters // Contribution to Zoology. 2002. Vol. 71. No. 4. P. 115–122.
- Jazdzewski K., Konopacka A., Grabowski M. Recent drastic changes in the gammarid fauna (Crustacea, Amphipoda) of the Vistula River deltaic system in Poland caused by alien invaders // Diversity and Distributions. 2004. Vol. 10. P. 81–87.
- Konopacka A. Inwazyjne skorupiaki obunogie (Crustacea, Amphipoda) w wodach Polski // Przegląd Zoologiczny. 2004. 48. P. 141–162.
- Leuven R.S.E.W., van der Velde G., Baijens I. et al. The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species // Biol. Invasion. 2009. Vol. 11. P. 1989–2008.
- Lipinskaya T., Makaranka A., Semenchko V., Vezhnovets V.V. 10-year monitoring of alien amphipods in Belarus: state of the art // Biodiversity Journal. 2017. Vol. 8. No. 2. P. 649–651.
- Lipinskaya T., Makaranka A., Razlutskiy V., Semenchko V. First records of the alien amphipod *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841) in the Neman River basin (Belarus) // BioInvasions Records. 2021. Vol. 10 (2). P. 319–325.
- Lipinskaya T., Radulovici A., Makaranka A. First DNA-barcoding based record of *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932) (Crustacea, Gammaridae) in Belarus // BioInvasions Records. 2018. Vol. 7. No. 1. P. 55–60.
- Mastitsky S.E., Makarevich O.A. Distribution and abundance of Ponto-Caspian amphipods in the Belarussian section of the Dnieper River // Aquatic Invasions. 2007. No. 2. P. 39–44. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2007.2.1.4>
- Paunovic M., Csanyi B., Simonovic P., Zoric K. Invasive Alien Species in the Danube // In: The Danube River Basin. Edition: The Handbook of Environmental Chemistry. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2015. 13 pp.
- Rejmanek M., Richardson D.M. What Attributes Make Some Plant Species More Invasive? // Ecology. 1996. Vol. 77. No. 6. P. 1655–1661.
- Sandvik H., Sæther B-E., Holmern T. et al. Generic ecological impact assessments of alien species in Norway: a semi-quantitative set of criteria // Biodivers Conserv. 2013. Vol. 22. P. 37–62.
- Scholten A., Rothstein B. Navigation on the Danube – Limitations by low water levels and their impacts; EUR 28374 EN. 2008.
- Semenchenko V., Grabowska J., Grabowski M. et al. Non-native fish in Belarussian and Polish areas of the European central invasion corridor // Oceanological and Hydrobiological Studies. 2011. Vol. 40. No. 1. P. 57–67.
- 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.
- Semenchenko V., Rizevsky V., Mastitsky S., Vezhnovets V., Pluta M., Razlutsky V., Laenko T. Checklist of aquatic alien species established in large river basins of Belarus // Aquatic Invasions. 2009. Vol. 4. No. 2. P. 337–347. <https://doi.org/10.3391/ai.2009.4.2.5>.



- Semenchenko V., Son M., Novitski R. et al. Check-list of non-native benthic invertebrates and fish in the Dnieper River basin // *BioInvasions Records*. 2016. Vol. 5. No. 3. P. 185–191.
- Shakhmatova R.A., Antonov P.I. Seasonal dynamics of biomass, density and production of gammarids of the Volga River. *Proceedings of Gorky University // Terrestrial and Aquatic ecosystems*. 1988. Vol. 11. No. 2. P. 102–112.
- Walther G-R., Roques A., Hulme P.E. et al. Alien species in a warmer world: risks and opportunities // *Trends Ecol. Evol.* 2009. Vol. 24. No. 12. P. 686–693.
- Wolski T. *Corophium curvispinum* G.O. Sars in der Prypeć und in der Warschauer Wasserleitungsanlagen // *Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Poloniae*. 1930. Vol. 1. P. 152–159.

## SPREAD RATE OF ALIEN AMPHIPODS AND MYSIDS IN THE MAIN RIVERS OF BELARUS

© 2021 Semenchenko V.P.\*, Lipinskaya T.P., Makarenko A.I.

Scientific and Practical Centre for bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk 220072, Belarus;  
e-mail: \*semenchenko57@mail.ru

The spread rates of alien species of Amphipoda and Mysida were calculated for the Dnieper, Pripyat and Neman rivers in the territory of Belarus. The maximal values of spread rate were obtained for *Dikerogammarus villosus* (in the Pripyat River – 37.8 km/year, in the Dnieper River – 17 km/year) and *Dikerogammarus haemobaphes* (in the Pripyat River – 53.6 km/year, in the Dnieper River – 17 km/year), while the minimal values of spread rate were calculated for mysids *Paramysis lacustris* (in the Dnieper River – 0.4 km/year) and *Limnomysis benedeni* (in the Dnieper River – 0.6 km/year), also for amphipods *Chelicorophium robustum* (in the Dnieper River – 0.5 km/year) and *Echinogammarus trichiatus* (in the Dnieper River – 1.3 km/year). The differences in the spread rates of species connected with the time of their first records at the monitoring points and the intensity of economic activities in the studied rivers.

**Keywords:** non-indigenous species, Amphipoda, Mysida, spread rate.