

РАНЖИРОВАНИЕ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ БЕЛАРУСИ ПО ВЕЛИЧИНАМ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ GISS (GENERIC IMPACT SCORING SYSTEM)

© 2023 Семенченко В.П.*, Липинская Т.П.**, Ризевский В.К.***, Алехнович А.В.****

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», Минск, 220072, Беларусь
e-mail: *semenchenko57@mail.ru, **tatsiana.lipinskaya@gmail.com, ***rvk869@mail.ru, **** alekhnovichav@gmail.com

Поступила в редакцию 19.12.2022. После доработки 06.02.2023. Принята к публикации 17.02.2023

Проведена сравнительная оценка опасности инвазивных видов водных беспозвоночных и рыб на основании GISS (Generic Impact Scoring System). Ранжирование видов по их суммарному экологическому и экономическому воздействию показало максимальные величины для *Faxonius limosus* и *Carassius gibelio*. Высокой инвазивной опасностью также характеризуется *Dreissena polymorpha*, в то время как балльные оценки для инвазивных видов рыб оказались относительно невысоки.

Проведён анализ уровня достоверности в ответах экспертов для тестируемых видов и выделены виды, для которых полученные результаты существенно различаются между экспертами.

Ключевые слова: инвазивные виды, водные беспозвоночные, рыбы.

DOI: 10.35885/1996-1499-16-1-139-145

Введение

Проблема оценки опасности инвазивных видов для биоразнообразия, экосистем, а также для здоровья и благополучия человека, одна из наиболее обсуждаемых в инвазивной биологии [Vilà et al., 2010; Roy et al., 2014].

Вполне очевидно, что бороться со всеми инвазивными видами практически невозможно ввиду высоких экономических затрат. В связи с этим необходимо выделение наиболее опасных видов [Дгебуадзе, 2014; Carboneras et al., 2017], которые оказывают негативное воздействие на естественные экосистемы и наносят максимальный экологический и экономический ущерб [Kumschick et al., 2012; Ricciardi et al., 2013].

Количественная оценка воздействия предполагает измерение уровня влияния вида (его опасности) на жизнеспособность и целостность популяций аборигенных видов и биоразнообразия в целом. Однако во многих случаях такого рода оценки воздействия инвазивных видов плохо изучены [Eschke et al., 2014].

Следует также отметить, что термин «воздействие (impact)», как и термин «инвазивность (invasiveness)» может различаться в зависимости от характера его использования в области менеджмента инвазивных видов [Heger et al., 2013, Boonman-Berson et al., 2014].

Воздействие инвазивных видов может иметь множественный характер, например инвазия американского полосатого рака в бассейн р. Неман, переносящего рачью чуму, с одной стороны вызывает исчезновение аборигенных видов раков [Alekhnovich, Вуїч 2017], с другой – подавляет развитие многих видов макрозообентоса [Šidagytė et al., 2017].

Основные принципы определения рисков в отношении инвазивных видов изложены в документе Европейского Парламента 2018/968 от 30 апреля 2018 г., раздел 5(1)(f). Соответственно, большинство протоколов по оценке воздействия инвазивных видов в той или иной мере учитывают эти принципы [Srebalienė et al., 2019].

Существует много различных протоколов для оценки негативных воздействий инвазив-

ных видов [Parker et al., 1999; D'hondt et al., 2015; Branquart et al., 2016; Dick et al., 2017; Roy et al., 2018]. Эти оценки могут быть качественными, полуколичественными и количественными, которые выражают опасность инвазивных видов в баллах. При этом уровень достоверности этих оценок имеет огромное значение, и он связан с имеющимися научными данными по наличию любого негативного воздействия и величинам ущерба. К примеру, классификация воздействий инвазивных видов на окружающую среду (Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT [2021])) и классификация социально-экономического воздействия инвазивных видов (Socio-economic impact classification of alien taxa (SEICAT)) используются достаточно часто. Классификация EICAT получила международную поддержку и была рекомендована специальной группой технических экспертов по инвазивным видам Конвенции о биологическом разнообразии [CBD, 2019].

Следует отметить, что в настоящее время отсутствует универсальный протокол, а также есть необходимость увеличения уровня достоверности оценок, касающихся социальных и экономических воздействий инвазивных видов. С другой стороны, необходимость оценки опасности инвазивных видов, независимо от используемого протокола, не вызывает сомнений.

Основной целью исследований было количественно оценить величины воздействия инвазивных видов водных беспозвоночных и рыб на основании GISS-протокола (Generic Impact Scoring System), который учитывает, как экологические, так и социально-экономические последствия биологических инвазий [Nentwig et al., 2016]. По данным González-Moreno et al. [2019] и Srèbalienè et al. [2019], этот протокол является одним из наиболее удобных при такого рода оценках, так как содержит относительно небольшое количество вопросов и не требует специальных углубленных знаний по биологии тестируемых видов. Кроме того, большинство протоколов учитывают исключительно воздействия на окружающую среду, а при оценках социальных и экономических воздействий результаты ранжирования инвазивных видов сильно варьируют [González-Moreno et al., 2019].

Материал и методы

GISS-протокол [Nentwig et al., 2016] содержит 12 вопросов (таблица 1), а также уровень достоверности в ответе на вопрос. Каждый из вопросов имеет градацию в ответах от 0 до 5 баллов, где 0 – данные отсутствуют, воздействие неизвестно, не поддается обнаружению или неприменимо; 1 – незначительные последствия, только на местном уровне, незначительные экономические потери; 2 – незначительные последствия, но более масштабные, незначительные экономические потери; 3 – средние воздействия, крупномасштабные или частые, средние экономические потери; 4 – серьезные воздействия с большим ущербом, часто происходящие или с высокой вероятностью, значительные экономические потери; 5 – серьезные последствия с полным разрушением и потерей рекреационной ценности, серьезные экономические потери. Уровень достоверности изменяется от 1 до 3 баллов (где 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий). GISS-протокол реализован в Excel-файле и имеется в доступе как приложение к статье Nentwig et al. [2016].

Для оценки величин воздействий были выбраны те виды, которые получили максимальные баллы согласно протоколу ASISK (Aquatic Species Invasiveness Screening Kit) и FISK (Fish Invasiveness Screening Kit) [Semenchenko et al., 2018; Ризевский, Винцек, 2018]. Из водных беспозвоночных были проанализированы три вида амфипод (*CheLICorophium curvispinum* (Sars 1895), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Dikerogammarus villosus* (Sowinski, 1894)), дрейссена (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)), литоглиф (*Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer, 1828)), американский полосатый рак (*Faxonius limosus* (Rafinesque, 1817)), а среди инвазивных видов рыб – бычок-песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), ротанголовешка *Perccottus gleni* Dybowski, 1877, американский сомик *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819), карась серебряный *Carassius gibelio* (Bloch, 1782). Каждый вид оценивался при помощи GISS независимо двумя-тремя экспертами исходя из наблюдаемых воздействий на территории Беларуси в настоящее время. Отметим, что выбор экспертов соот-

Таблица 1. Вопросы GISS-протокола

1. Воздействия на окружающую среду
1.1. Воздействия на растения (за счёт механизмов, отличных от конкуренции)
1.2. Воздействия на животных за счёт хищничества, паразитизма или интоксикации
1.3. Воздействия на другие виды за счёт конкуренции
1.4. Воздействия за счёт переноса заболеваний или паразитов на аборигенные виды
1.5. Воздействия за счёт гибридизации
1.6. Воздействия на экосистемы
2. Экономические воздействия
2.1. Воздействия на сельскохозяйственное производство
2.2. Воздействия на животноводство
2.3. Воздействия на лесное производство
2.4. Воздействия на инфраструктуру и администрацию
2.5. Воздействия на здоровье людей
2.6. Воздействия на социальную жизнь людей

ветствовал их квалификации в области исследований по биологии инвазивных видов. Результаты экспертных оценок были выражены в баллах.

Результаты

Для инвазивных видов водных беспозвоночных максимальные величины суммарного (экологического и социально-экономического) воздействия получены для *D. polymorpha* и *F. limosus*, а для инвазивных видов рыб – *C. gibelio* и *A. nebulosus* (рис. 1). Отметим, что суммарное воздействие инвазивных водных беспозвоночных несколько ниже тако-

вого для инвазивных видов рыб, исключая *D. polymorpha* и *F. limosus*. В то же время максимальные значения стандартного отклонения оказались велики только для одного вида – *F. limosus*.

Уровень достоверности в ответах на вопросы достаточно высок за исключением *L. naticoides*, что связано с недостаточной информацией по воздействию вида на нативную фауну (рис. 2).

Балльные оценки видов по их воздействию на нативные сообщества и окружающую среду оказались следующими (рис. 3). Максимальные баллы получены для *F.*

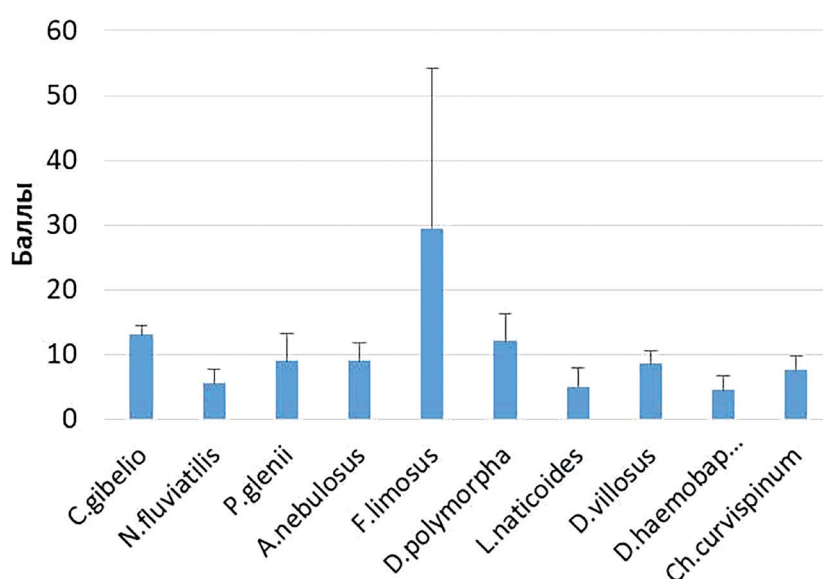


Рис. 1. Величины балльных оценок по суммарному (экологическому и социально-экономическому) воздействию инвазивных видов.

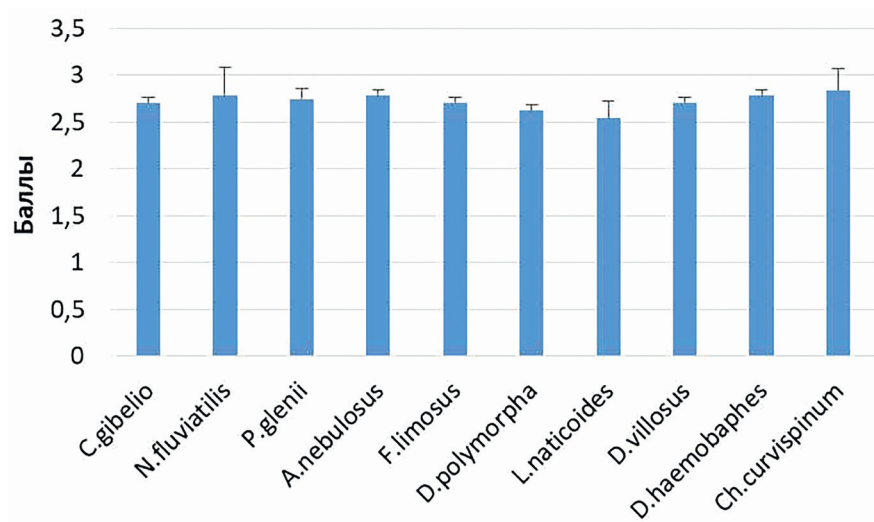


Рис. 2. Величины уровня уверенности в ответах на вопросы по суммарному воздействию инвазивных видов.

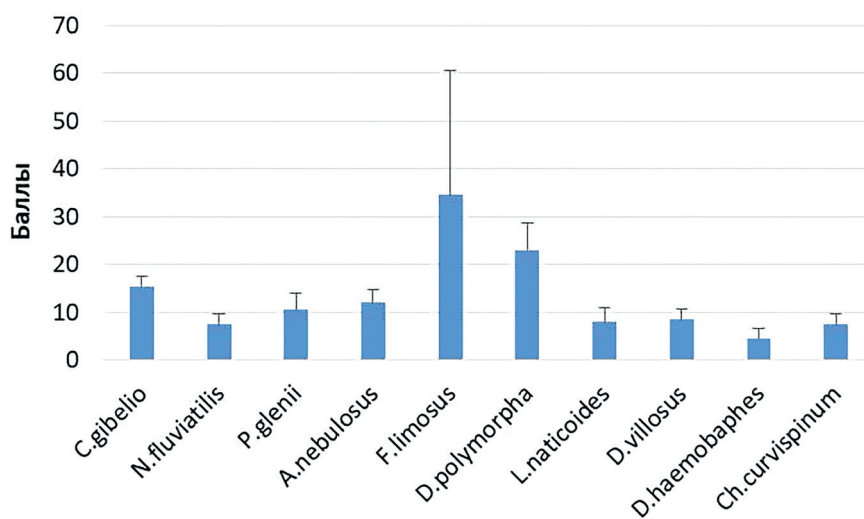


Рис. 3. Балльные оценки инвазивных видов по их воздействию на нативные сообщества и окружающую среду.

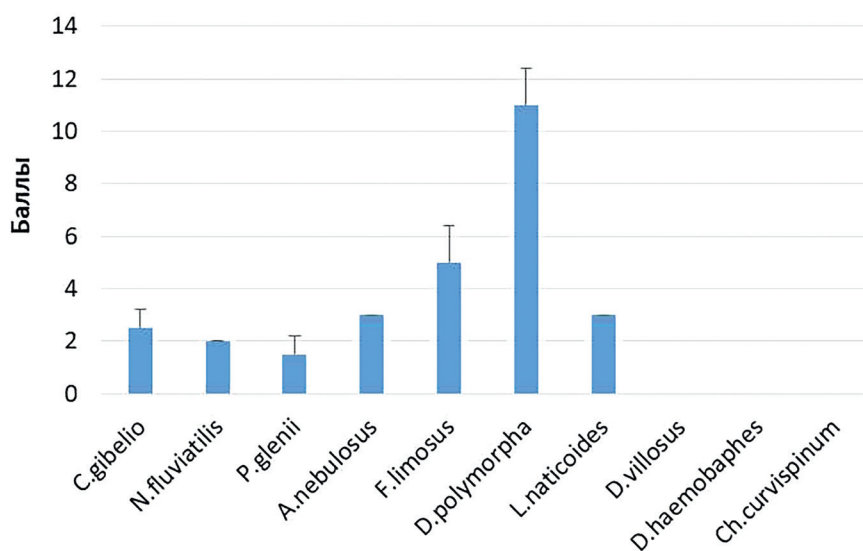


Рис. 4. Величины балльных оценок по воздействию инвазивных видов на экономику.

limosus, в то же время для этого вида получен максимальный разброс мнений экспертов.

Несколько иная картина складывается при рассмотрении воздействия видов на экономику. Максимальные значения, как и ожидалось, получены для *D. polymorpha*, а для трёх видов амфипод величины воздействия на экономику отсутствуют (рис. 4).

Обсуждение

Балльная оценка для тестируемых видов водных животных показывает, что суммарная величина воздействия у двух видов водных беспозвоночных (*D. polymorpha*, *F. limosus*) превышает таковую для инвазивных видов рыб. В первую очередь это связано с высокими баллами воздействия этих видов на экономику. Так массовое развитие дрейссены не только требует очистки системы охлаждения ГРЭС (Лукомльская ГРЭС), но и приводит к снижению рыбопродуктивности в связи со снижением уровня трофности водоёмов. Вселение *F. limosus* приводит к локальному исчезновению промыслового вида *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) вследствие распространения рачье́й чумы [Alekhnovich and Buřič, 2017], в связи с чем вид получил высокие балльные оценки.

Максимальные величины балльных оценок для рыб получены для *C. gibelio* и *A. nebulosus*. Интродукция *C. gibelio* в озёра Беларуси привела к резкому снижению аборигенного вида *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) в промысловых уловах, а в некоторых озёрах – к полному исчезновению этого вида вследствие конкуренции и гибридизации с *C. gibelio*. Аналогичная ситуация наблюдается для *A. nebulosus*. Интродукция этого вида практически полностью подавила аборигенную ихтиофауну в озёрах юго-запада Беларуси.

Сравнивая ранжирование видов с использованием протоколов GISS, FISK и AS-ISK, можно отметить определённое сходство результатов по их экологическому воздействию. Наблюдается достоверная корреляция между результатами GISS и FISK, AS-ISK (рис. 5).

Так к видам с высоким риском для территории Беларуси согласно AS-ISK в порядке убывания относятся *D. polymorpha*, *F. limosus* и *D. villosus* [Semenchenko, Lipinskaya, Vilizzi, 2018], что соответствует полученным данным GISS по экологическому воздействию. Среди инвазивных видов рыб согласно FISK – *Cyprinus carpio*, *C. gibelio*, *Pseudorasbora parva* [Ризевский, Винчек, 2018]. Отметим, что протокол FISK оценивает биологические особенности инвазивного вида и его способность к расширению ареала.

Sohrabi et al. [2021] провели сравнение протокола EICAT и GISS для чужеродных видов растений. Авторы приходят к выводу, что GISS является более всеобъемлющим, чем EICAT, так как этот протокол учитыва-

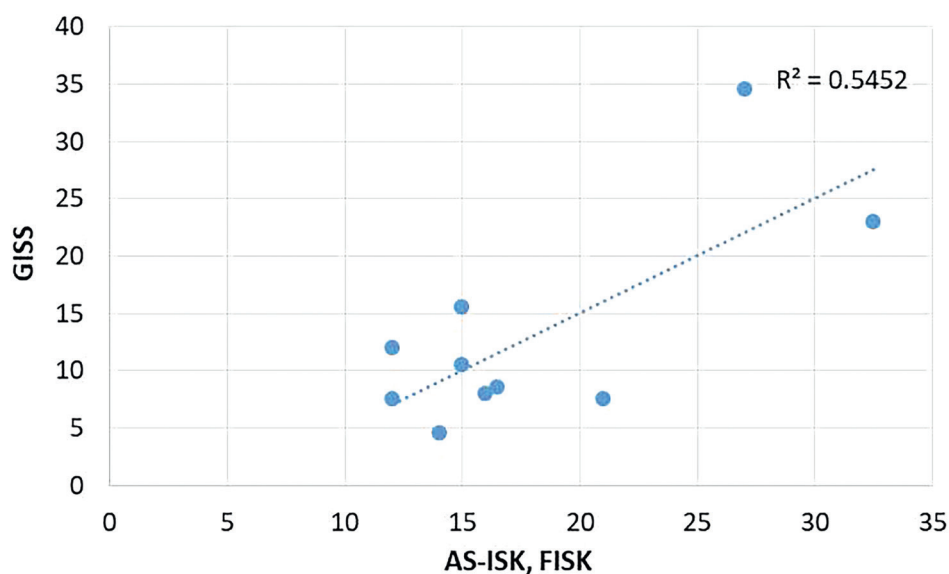


Рис. 5. Корреляционная связь между величинами воздействия согласно AS-ISK, FISK и GISS.

ет социально-экономические последствия от чужеродных видов, но, в целом, классификации, использующие эти два протокола, относительно сходны.

Многие протоколы не содержат информацию о степени уверенности эксперта в ответе на вопросы, или у эксперта может быть уровень неопределённости в отношении интерпретации информации в ответе на вопрос [Roy et al., 2018]. Результаты об уровне уверенности ответов для тестируемых видов показывают, что для некоторых из них (*C. gibelio*, *L. naticoides*) требуются специальные исследования для определения уровня их воздействия или учёт мнений большего количества экспертов, когда суммарные величины воздействия существенно различаются между экспертами (*F. limosus*).

Благодарности

Авторы выражают 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

Работа выполнена при финансовой поддержке отраслевой научно-технической программы «Интродукция и инвазии» НАН Беларуси, проект №20220094.

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. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований // Рос. журнал биол. инвазий. 2014. № 1. С. 2–8.
Ризевский В.К., Винцек Е.В. Оценка потенциальной инвазивности чужеродных видов рыб Беларуси с помощью протокола FISK // Вес. Нац. акад. наук

Беларусі. Сер. біял. навук. 2018. Т. 63. № 1. С. 83–91.
Alekhnovich A., Buřić M. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Orconectes limosus* // From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS // (www.nobanis.org). 20.03.2017.
Boonman-Berson S., Turnhout E., Van Tatenhove JP.-M. Invasive species: The categorization of wildlife in science, policy, and wildlife management // Land Use Policy. 2014. Vol. 38. P. 204–212.
Branquart E., Brundu G., Buholzer S. et al. A prioritization process for invasive alien plant species incorporating the requirements of EU Regulation no. 1143/2014 // OEPP/EPPO Bulletin. 2016. Vol. 46. No. 3. P. 603–617.
Carboneras C., Genovesi P., Vilà M. et al. A prioritised list of invasive alien species to assist the effective implementation of EU legislation // Journal of Applied Ecology. 2017. Vol. 55. P. 539–547.
CBD, 2019. Ad hoc technical expert group on invasive alien species. / Report of the ad hoc technical expert group on invasive alien species background. CBD/IAS/AHTEG/2019/1/3. Montreal, Canada, 2–4 December 2019 // (<https://www.cbd.int/doc/c/8762/bb5b/050f-2c6e5031b9914618f366/ias-ahteg-2019-01-03-en.pdf>).
Dick J.T.A., Laverty C., Lennon J.J. et al. Invader Relative Impact Potential: a new metric to understand and predict the ecological impacts of existing, emerging and future invasive alien species // J. Appl. Ecol. 2017. Vol. 54. No. 4. P. 1259–1267.
D'hondt B., Vanderhoeven S., Roelandt S. et al. *Harmonia+* and *Pandora+*: Risk screening tools for potentially invasive plants, animals and their pathogens // Biol. Invasions. 2015. Vol. 17. P. 1869–1883. doi:10.1007/s10530-015-0843-1.
EICAT (Environmental Impact Classification for Alien Taxa) (CBD/SBSTTA/24/3/Add.2 5 February 2021).
Eschke J.M., Bacher S., Blackburn T.M. et al. Defining the Impact of Non-Native Species // Conservation Biology. 2014. Vol. 28. No. 5. P. 1188–1194.
González-Moreno P., Lazzaro L., Vilà M. et al. Consistency of impact assessment protocols for non-native species // NeoBiota. 2019. Vol. 44. P. 1–25.
Heger T., Saul W.C., Trepl L. What biological invasions 'are' is a matter of perspective // Journal for Nature Conservation. 2013. Vol. 21. P. 93–96.
Kumschick S., Bacher S., Dawson W. et al. A conceptual framework for prioritization of invasive alien species for management according to their impact // NeoBiota. 2012. Vol. 15. P. 69–100.
Nentwig W., Bacher S., Pyšek P., Vilà M., Kumschick S. The Generic Impact Scoring System (GISS): a standardized tool to quantify the impacts of alien species // Environmental Monitoring and Assessment. 2016. Vol. 188. No. 5. <http://doi.org/10.1007/s10661-016-5321-4>
Parker I.M., Simberloff D., Lonsdale W.M. et al. Impact: Toward a Framework for Understanding the Ecological Effects of Invaders // J. Biological Invasions. 1999. Vol. 1. P. 3–19.
Ricciardi A., Hoopes M.F., Marchetti M.P., Lockwood J.L. Progress toward understanding the ecological impacts of

- non-native species // Ecological Monographs. 2013. Vol. 83. No. 3. P. 263–282.
- Roy H.E., Peyton J., Aldridge D.C. et al. Horizon scanning for invasive alien species with the potential to threaten biodiversity in Great Britain // Global change biology. 2014. Vol. 20. No. 12. P. 3859–3871.
- Roy H.E., Rabitsch W., Scalera R. et al. Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species // Journal of Applied Ecology. 2018. Vol. 55. No. 2. P. 526–538.
- 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.
- Šidagytė E., Solovjova S., Šniaukštaitė V. et al. The killer shrimp *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invades Lithuanian waters, South-Eastern Baltic Sea // Oceanologia. 2017. Vol. 59. No. 1. P. 85–91.
- Sohrabi S., Pyšek P., Foxcroft L.C., Gherekhloo J. Quantifying the potential impact of alien plants of Iran using the Generic Impact Scoring System (GISS) and Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT) // Biological Invasions. 2021. Vol. 23. P. 2435–2449.
- Srėbalienė G., Olenin S., Minchin D., Narščius A. A comparison of impact and risk assessment methods based on the IMO Guidelines and EU invasive alien species risk assessment frameworks // PeerJ 7: e6965. 2019. Mode of access: <http://doi.org/10.7717/peerj.6965>. Date of access: 10.06.2019.
- Vilà M., Basnou C., Pyšek P. et al. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European cross-taxa assessment // Frontiers in Ecology and the Environment. 2010. Vol. 8. P. 135–144.

RANKING OF INVASIVE AQUATIC SPECIES OF BELARUS WITH REGARD TO THEIR IMPACTS ON THE BASIS OF GISS (GENERIC IMPACT SCORING SYSTEM)

© 2023 Vitaliy Semenchenko*, Tatsiana Lipinskaya**, Viktor Rizevski***, Anatoly Alekhnovich****

Scientific and Practical Centre for Bioresources of the NAS, Belarus, Minsk, 220072, Belarus
e-mail: *semenchenko57@mail.ru, **tatsiana.lipinskaya@gmail.com, ***rvk869@mail.ru, ****alekhnovichav@gmail.com

Comparative analysis of invasive aquatic animal impact was done on the basis of GISS (Generic Impact Scoring System). Species ranking according to their resultant ecologic and economic effect showed the maximal values for *F. limosus* and *C. gibelio*. *Dreissena polymorpha* was also characterized by a high invasive threat, while the score estimates for invasive fish species were relatively low.

The analysis of the confidence level in expert conclusions for tested species was carried out, and the species, for which the results obtained were significantly different among experts, were indicated.

Key words: invasive species, aquatic invertebrates, fish