

ISSN 1029-8940 (Print)
ISSN 2524-230X (Online)
УДК 597:574.91(476)

Поступила в редакцию 19.07.2017
Received 19.07.2017

В. К. Ризевский, Е. В. Винцек

Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам, Минск, Республика Беларусь

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ИНВАЗИВНОСТИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ БЕЛАРУСИ С ПОМОЩЬЮ ПРОТОКОЛА FISK

Аннотация. С помощью протокола FISK (Fish Invasiveness Screening Kit) проведено распределение чужеродных видов рыб Беларуси в зависимости от их потенциальной инвазивности. Так, если суммарный балл составлял 12 и выше, вид относили к группе с высокой степенью риска инвазивности, при суммарном балле в пределах от 1 до 12 – к группе со средней степенью риска, при его значении менее 1 – к группе с низкой степенью риска.

Установлено, что из 18 чужеродных видов рыб, обнаруженных в естественных водоемах Беларуси, у 9 из них высок риск негативных воздействий на водные экосистемы страны. Показано, что виды-интродуценты, вселенные в естественные водоемы непосредственно человеком, имеют более высокий инвазивный потенциал, чем виды-аутовселенцы, проникшие самостоятельно по гидрологической сети с территории Украины. Отмечено, что в группу видов рыб с высокой степенью риска инвазивности на территории Беларуси в настоящее время следует относить натурализовавшихся ротана-головешку, карася серебряного, сазана и сомика американского. Обосновано также отнесение к группе высокого риска таких видов, как толстолобик белый, толстолобик пестрый, амур белый и бычок-песочник, ранее не включенных исследователями в данную группу.

Ключевые слова: FISK, оценка риска, чужеродные виды рыб, Беларусь

Для цитирования: Ризевский, В. К. Оценка потенциальной инвазивности чужеродных видов рыб Беларуси с помощью протокола FISK / В. К. Ризевский, Е. В. Винцек // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2018. – Т. 63, № 1. – С. 83–91.

V. K. Rizevsky, E. V. Vintsek

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

ASSESSMENT OF POTENTIAL INVASIVENESS FOR ALIEN FISH SPECIES OF BELARUS USING FISK

Abstract. Risk assessment for alien fish of Belarus was determined using FISK (Fish Invasiveness Screening Kit). According to the outcomes, species were classified under particular risk categories. Receiver operating characteristic (ROC) analysis identified threshold value of 12 to distinguish between invasive and non-invasive fish species, lower than those obtained in many other regions around the world.

It was found that 9 from 18 alien species inhabits in the natural water bodies has a high risk on the aquatic ecosystems of Belarus. It is shown that non-native species intentionally introduced by man in the natural water bodies, has higher invasive potential than species invaded from the adjacent territories by natural spread. The highest scoring species were Amur sleeper, goldfish, common carp and brown bullhead. In addition, we validate inclusion in the high risk group such species as silver carp, bighead carp, grass carp and monkey goby, not included in this group in previous studies.

Keywords: FISK, risk assessment, alien species of fish, Belarus

For citation: Rizevsky V. K., Vintsek E. V. Assessment of potential invasiveness for alien fish species of Belarus using FISK. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnych navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2018, vol. 63, no. 1, pp. 83–91 (in Russian).

Введение. В настоящее время одной из глобальных экологических проблем является внедрение многочисленных чужеродных видов в пресноводные экосистемы. Натурализация чужеродных видов рыб в регионе вселения может негативно воздействовать на аборигенную ихтиофауну (хищничество, усиление конкуренции за ресурсы, гибридизация, распространение заболеваний) и функционирование экосистем (деградация среды обитания).

Для разработки адекватных мер по сохранению существующего биологического разнообразия и минимизации негативных последствий внедрения чужеродных видов в первую очередь

необходимо знание современного видового состава неаборигенного населения, биологии чужеродных видов, а также путей и механизмов инвазионного процесса. Кроме того, важнейшим элементом управления биологическими ресурсами является оценка степени риска, сопряженного с вселением в аборигенные экосистемы чужеродных видов.

В последние годы оценку потенциальной инвазивности чужеродных видов рыб, как правило, проводят с помощью протокола FISK (Fish Invasiveness Screening Kit), который хорошо зарекомендовал себя во всем мире. В Беларуси подобная оценка проведена С. Э. Мастицким с соавт. [1–3], что отражено в ряде опубликованных ими работ. Однако, как указывают сами авторы, «различия в оценках инвазионного потенциала одного и того же вида, полученных с использованием протокола FISK разными исследователями, нередки... Данное обстоятельство подчеркивает необходимость проведения нескольких независимых экспертиз для получения максимально объективных представлений о потенциальной инвазивности того или иного вида» [1, с. 254], что и явилось целью данной работы.

Материалы и методы исследования. Протокол FISK представляет собой программу Microsoft Excel, находящуюся в свободном доступе по адресу https://www.cefas.co.uk/media/52872/fisk_v2_03_release.xls. Протокол включает 49 вопросов, касающихся биогеографии, биологии и экологии анализируемых видов. Каждому ответу, который может иметь числовое значение или «да/нет/не знаю» («Y/N/?»), присваивается определенный балл. Кроме того, в зависимости от степени уверенности в ответе (CF) за каждый вопрос присуждаются баллы: 1 – очень низкая уверенность, 2 – скорее неверно, 3 – скорее верно, 4 – очень вероятно.

Общая сумма баллов, которая может находиться в диапазоне от 15 до 57, позволяет отнести вид к низкой, средней или высокой группе риска. При этом пороговые значения между разными группами риска несколько отличаются в разных географических и климатических регионах, в связи с чем рекомендуется проводить калибровку протокола FISK для конкретной территории.

Для корректировки порогового значения балла, который позволяет отнести анализируемый вид к той или иной группе риска негативных воздействий, т. е. определить является или не является он инвазивным, были использованы ROC-анализ (Receiver operating characteristic analysis) и индекс Юдена [4].

Результаты и их обсуждение. *Чужеродные виды рыб Беларуси.* В настоящее время в естественных водоемах/водотоках Беларуси достоверно установлено обитание 65 видов рыб, из которых 18 видов (табл. 1) определены как чужеродные, появившиеся на территории страны в недалеком прошлом (в основном в течение последних 100 лет).

К категории чужеродных нами не отнесен ряд видов рыб Беларуси, степень риска у которых оценена по FISK С. Э. Мастицким с соавт. [1–3], а именно: недавно выявленные в стране аборигенные виды (белоперый пескарь *Romanogobio alpinus*, балтийская щиповка *Sabanejewia baltica*); аборигенные в целом для Беларуси виды (трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus*, девятииглая колюшка *Pungitius pungitius*, стерлядь *Acipenser ruthenus*); виды, вселенные ранее, но не натурализовавшиеся и не встречающиеся в настоящее время в естественных водоемах (малоротый буффало *Ictiobus bubalus*, большеротый буффало *Ictiobus cyprinellus*, черный буффало *Ictiobus niger*, черный амур *Mylopharyngodon piceus*, песядь *Coregonus peled*); виды, присутствующие только в рыбоводных хозяйствах (клариевый африканский сом *Clarias gariepinus*, веслонос *Polyodon spathula*). Кроме этого, к чужеродным видам нами не отнесены чудский сиг *Coregonus lavaretus maraenoides* и амурский сазан *Cyprinus carpio haematopterus* (первый является подвидом исчезнувшего проходного аборигенного европейского сига *Coregonus lavaretus*, второй – подвидом чужеродного сазана *Cyprinus carpio*).

Калибровка протокола FISK для Беларуси. Степень уверенности в наших ответах (CF) на вопросы протокола FISK для всех проанализированных чужеродных видов рыб Беларуси достаточно высока (ср. 3.64, lim 2.84–3.92).

Установлено, что суммарный балл ответов на вопросы протокола FISK для отнесения вида к группе с высокой степенью риска инвазивности, должен быть равен 12 и выше, так как при данном пороговом значении индекс Юдена достигает максимальной величины ($J = 0,82$).

Т а б л и ц а 1. Чужеродные виды рыб, отмечаемые в настоящее время в естественных водоемах/водотоках Беларуси

Table 1. Alien species of fish that are presently found in natural water bodies/streams of Belarus

Вид рыбы			Вектор инвазии	Время появления
Русское название	Латинское название	Обозначение		
Сазан (кари)	<i>Cyprinus carpio</i>	Ccr	Инт	До XX в.
Карась серебряный	<i>Carassius auratus</i>	Cg	Инт	До XX в.
Сомик американский	<i>Ameiurus nebulosus</i>	An	Инт	Начало XX в.
Бычок-песочник	<i>Neogobius fluviatilis</i>	Nf	Аут	1936
Форель радужная*	<i>Parasalmo mykiss</i>	Om	Инт	1956
Амур белый*	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Ci	Инт	1971
Толстолобик пестрый*	<i>Aristichthys nobilis</i>	Hn	Инт	1971
Толстолобик белый*	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Hm	Инт	1971
Ротан-головешка	<i>Perccottus glenii</i>	Pg	Инт	1970-е
Чебачок амурский	<i>Pseudorasbora parva</i>	Pp	Инт	1990-е
Сомик канальный*	<i>Ictalurus punctatus</i>	Ip	Инт	1979
Тюлька	<i>Clupionella cultriventris</i>	Ccl	Аут	1980-е
Бычок-кругляк	<i>Neogobius melanostomus</i>	Nm	Аут	1990-е
Бычок-голец	<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	Ng	Аут	1990-е
Бычок-цуцик	<i>Proterorhinus marmoratus</i>	Pm	Аут	2007
Колюшка малая южная	<i>Pungitius platigaster</i>	Ppl	Аут	2008
Игла-рыба	<i>Syngnathus abaster</i>	Sa	Аут	2008
Пуголовка звездчатая	<i>Benthophilus stellatus stellatus</i>	Bs	Аут	2011

Примечание. * – виды, не размножающиеся в естественных водоемах Беларуси; Инт – вселение в естественные водоемы человеком из-за пределов исторического ареала (вид-интродуцент); Аут – самостоятельное расселение по Днепру из Киевского водохранилища с территории Украины (вид-аутовселенец).

Для группы видов со средней степенью риска данная величина составляет менее 12 баллов. Для группы с низкой степенью риска инвазивности принимаем значение менее 1 (величина, принятая в большинстве опубликованных статей на эту тематику [5–10]).

Площадь под ROC-кривой (рис. 1) равна 0,94, что подтверждает способность протокола FISK дискриминировать инвазивные и неинвазивные чужеродные виды рыб Беларуси.

Установленные нами пороговые значения для разных групп риска несколько отличаются от указанных для других регионов, что подтверждает важность целенаправленного скрининга на региональном уровне. Так, по имеющимся в научной литературе материалам, нижнее пороговое значение для отнесения видов к группе с высокой степенью риска инвазивности находится в пределах от 9,5 балла (для чужеродных видов рыб Балканского полуострова [5]) до 22,5 балла (для водоемов Финляндии [10]) (рис. 2).

Оценка степени риска по FISK. В целом, оценка потенциальной инвазивности 18 чужеродных видов рыб Беларуси показала, что половина из них (9 видов) относятся к группе с высокой степенью риска негативных воздействий, другая половина – к группе среднего риска (рис. 3).

Согласно полученным баллам, в группу с высокой степенью риска вошли (по убывающей) карп, амурский чебачок, серебряный карась, ротан-головешка, белый толстолобик, американский сомик, белый амур, пестрый толстолобик и бычок-песочник. За исключением бычка-песочника, занявшего в этом ряду последнее место, все остальные виды с высоким инвазивным потенциалом

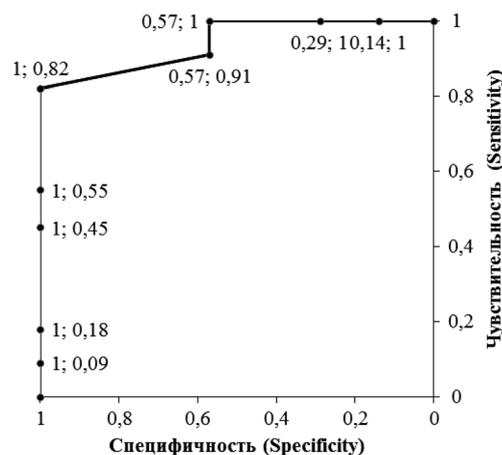


Рис. 1. ROC-кривая для 18 чужеродных видов рыб Беларуси, проанализированных с помощью протокола FISK

Fig. 1. ROC-curve for 18 alien fish species of Belarus, analyzed using the FISK protocol

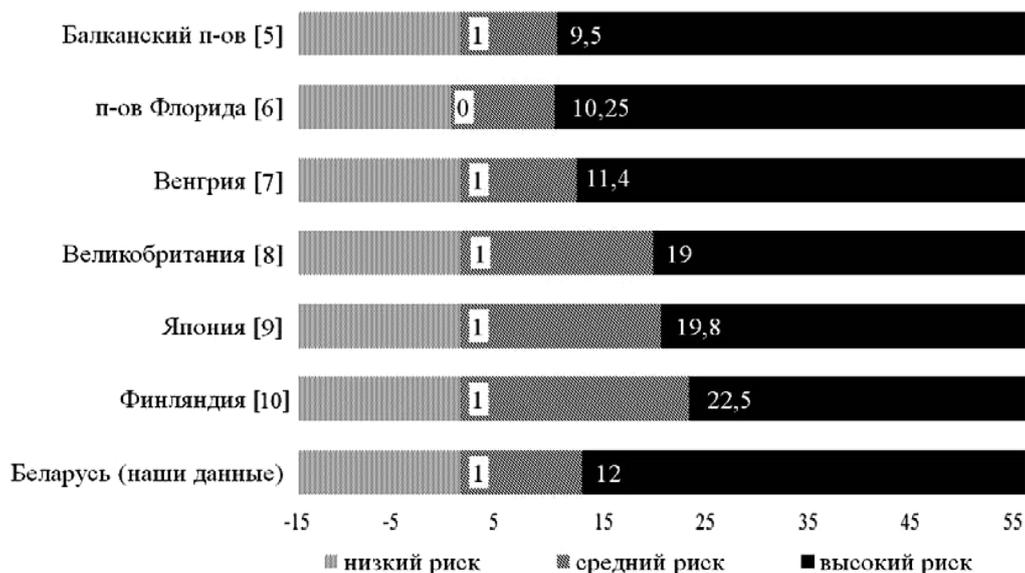


Рис. 2. Пороговые значения степени риска у чужеродных видов рыб, вычисленные с использованием протокола FISK для разных регионов

Fig. 2. Threshold values for each groups of risk of alien fish species for different regions calculated using the FISK protocol

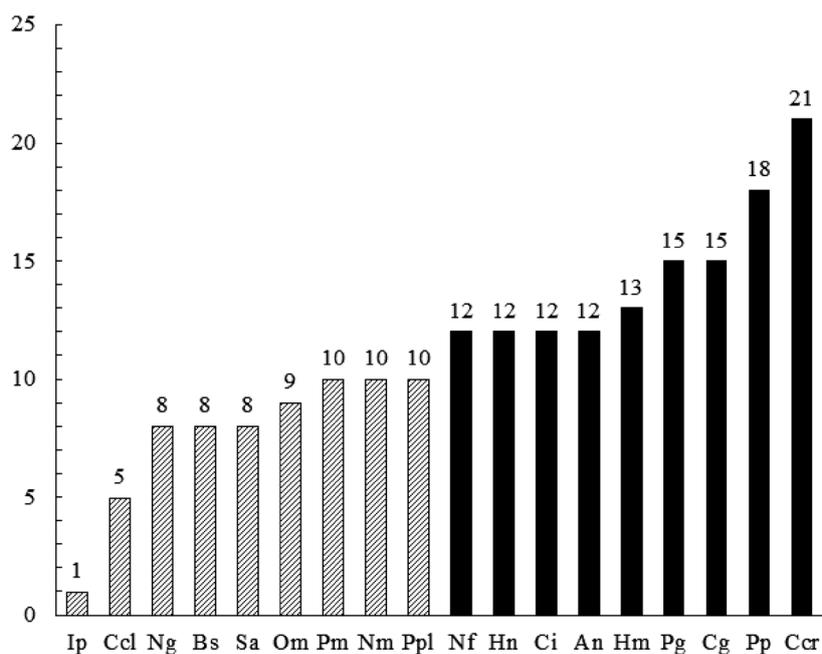


Рис. 3. Сумма баллов протокола FISK для каждого анализируемого чужеродного вида рыб Беларуси. Обозначения видов приведены в табл. 1

Fig. 3. The FISK score for each analyzed alien species fish of Belarus

являются видами-интродуцентами. В группу видов со средним риском вошли (также по убывающей) колюшка малая, бычок-кругляк, бычок-цуцик, форель радужная, игла-рыба, пугловка звездчатая, бычок-гонiec, тюлька и сомик канальный, большинство из которых (кроме радужной форели и канального сомика) – виды-аутовселенцы.

Данный факт свидетельствует о том, что виды-интродуценты, вселенные в естественные водоемы Беларуси непосредственно человеком, имеют более высокий инвазивный потенциал, чем виды-аутовселенцы, проникшие в водоемы страны самостоятельно по гидрографической сети. Отсюда следует, что в настоящее время при определении приоритетов по контролю над численностью и распространением чужеродных видов рыб особое внимание следует обращать именно

на интродуцентов, а в дальнейшем более продуманно и научно обоснованно планировать акклиматизационные мероприятия.

Полученные нами результаты о высокой степени риска в водоемах Беларуси сазана, чебачка амурского, карася серебряного, ротана-головешки, а также сомика американского совпадают с опубликованными ранее данными С. Э. Мастицкого с соавт. [1–3], указывающих на те же виды рыб с высоким риском негативного воздействия (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Состав группы чужеродных видов рыб Беларуси с высоким риском негативного воздействия по данным разных авторов

Table 2. List of alien fish species with high risk of negative impact in Belarus according to the data of different authors

Вид рыб	С. Э. Мастицкий и др., 2008 [2]	S. E. Mastitsky с соавт., 2010* [3]	С. Э. Мастицкий и др., 2010 [1]*	Наши данные, 2016*
Карась серебряный	BP	BP	BP	BP
Ротан-головешка	BP	BP	BP	BP
Чебачок амурский	BP	BP	BP	BP
Сомик американский	BP	BP	BP	BP
Сазан (кап)	BP	BP	BP	BP
Бычок-кругляк	BP	BP	BP	
Бычок-цуцик	BP	BP	BP	
Форель радужная		BP	BP	
Бычок-песочник	BP			BP
Амур белый				BP
Толстолобик белый				BP
Толстолобик пестрый				BP
Бычок-голец	BP			
Всего анализируемых видов	24	25	31	18

П р и м е ч а н и е. * – рассчитано по FISK; BP – виды, входящие в группу с высоким уровнем риска негативных воздействий.

В отличие от ранее опубликованных данных [1–3], в группу с высоким риском негативного воздействия (по FISK) нами не включены бычок-кругляк, бычок-цуцик и форель радужная.

Первый из них (бычок-кругляк), впервые выявленный на территории Беларуси в 1990-х годах в р. Днепр и нижнем течении р. Припять [11], перестал распространяться по водотокам страны. В последние годы кругляк был обнаружен только в нижнем течении р. Днепр и не отмечался ни в р. Припять, ни в Днепроовско-Бугском канале и р. Мухавец, куда проник ранее.

Форель радужная, являющаяся объектом аквакультуры, лишь единично отмечается в отдельных водоемах страны, однако в естественных водоемах Беларуси не размножается. По перечисленным выше причинам данный вид отнесен к группе среднего риска, несмотря на то что, согласно Invasive Species Specialist Group (ISSG), он находится в списке 100 опаснейших инвазивных видов.

С другой стороны, считаем обоснованным отнесение нами к группе высокого риска таких видов, как толстолобик белый, толстолобик пестрый и амур белый, ранее не включенных исследователями в данную группу. Несмотря на факт отсутствия естественного воспроизводства данных рыб в водоемах Беларуси и, казалось бы, невысокую потенциальную инвазивность этих видов, следует учитывать регулярное, на протяжении уже более чем 40 лет, массовое зарыбление этими «растительноядными» видами водоемов страны и широкое распространение их в водоемах всех основных речных бассейнов Беларуси. При этом зарыбление производится в основном именно с целью изменения окружающей среды (эти виды выступают здесь в качестве так называемых биомелиораторов). Отрицательным примером такого изменения среды может служить зарыбление озера Большие Швакшты (национальный парк «Нарочанский») белым амуром, приведшее к существенным изменениям в его экосистеме – ухудшению качества воды и снижению рекреационного потенциала этого водоема [12].

Включение нами понто-каспийского аутовселенца бычка-песочника в группу видов с высоким риском негативного воздействия вызвано значительным расширением области распространения данного вида по территории Беларуси и проникновением его в бассейн Балтийского моря как по Центральному инвазионному коридору (в р. Мухавец через Днепроовско-Бугский канал), так и по Вилейско-Минской водной системе (в р. Вилия) [11].

Вполне обоснованным является «попадание» в группу видов с высоким риском негативного воздействия такого вида, как чебачок амурский. В Беларуси он впервые был отмечен (причем в довольно большом количестве) в 1996 г. в верховьях р. Птичь (бассейн р. Припять) [13]. По имеющимся сведениям в р. Птичь чебачок в начале 1990-х годов проник из расположенных в непосредственной близости прудов рыбхоза, куда непреднамеренно был завезен вместе с дальневосточными «растительными» рыбами. В настоящее время ни в р. Птичь, ни в других водотоках бассейна р. Припять чебачок не выявлен. В последние годы единичные находки амурского чебачка отмечались лишь в р. Свислочь (бассейн р. Днепр) [14], соединенной с р. Птичь искусственным каналом через р. Титовка (приток Свислочи). Несмотря на пока еще малую численность в водоемах Беларуси и невысокую скорость распространения из мест первичной интродукции, амурский чебачок в местах вселения считается нежелательным видом, обладающим высоким инвазионным потенциалом [15].

Анализируя собственные данные, а также принимая во внимание материалы исследований, проведенных ранее другими исследователями, считаем, что к наиболее инвазивным видам рыб Беларуси в настоящее время следует относить натурализовавшихся ротана-головешку, карася серебряного, сазана и сомика американского.

Наиболее агрессивным и быстро распространяющимся из них является головешка-ротан. Появившись в середине 1970-х годов в отдельных прудах г. Минска [16], в настоящее время этот вид отмечен в водоемах всех крупных речных бассейнов Беларуси. При этом встречается он не только в подходящих для него мелких заболоченных водоемах, в старицах и прибрежной зоне рек, но и в водохранилищах на форелевых водотоках. Показано, что этот инвазивный вид способен оказывать значительное влияние на биотическую составляющую водных экосистем, наносить ощутимый урон рыбному хозяйству и представляет реальную угрозу для аборигенной фауны [17].

Массово размножился в местах первоначального заселения (отдельные озера бассейна р. Малорита, бассейн Балтийского моря) сомик американский. Из-за высокой его численности в зарыбленных озерах он вытеснил местные аборигенные промысловые виды, а сам значительно измельчал. В настоящее время наблюдается проникновение этого теплолюбивого вида в более северные от места первоначального вселения водоемы, в том числе расположенные в бассейне р. Припять (бассейн Черного моря). В последние годы сомик американский отмечен в Днепроовско-Бугском канале, а также в р. Свислочь (бассейн р. Днепр) непосредственно в г. Минске.

Значительное воздействие на аборигенную фауну рыб Беларуси оказывает завезенный в 1949 г. в Беларусь с Дальнего Востока карась серебряный. В настоящее время в водоемах республики отмечается резкое вытеснение интродуцированным карасем серебряным аборигенного карася золотого [18].

Результаты многочисленных исследований показали, что вселение в естественные водоемы карпа может приводить к угнетению популяций и даже к локальному исчезновению аборигенных видов рыб. Обусловлено это опосредованным воздействием через подрыв кормовой базы, а также ухудшением условий обитания для аборигенных видов и уменьшением площади их нерестилищ. В частности, из-за присутствия карпа меняется состояние водной системы (увеличивается мутность воды), изменяются концентрации взвешенных частиц и нутриентов, наблюдается уничтожение погруженных укореняющихся растений. В настоящее время в естественных водоемах Беларуси численность этого широко интродуцированного и самостоятельно расселяющегося по водным объектам вида пока еще относительно мала, однако при достижении им большой биомассы в водоемах потенциальная угроза с его стороны для водных экосистем очевидна [19].

Принимая во внимание, что в последние годы в Беларуси карась серебряный и сазан (карп) являются наиболее массово зарыбляемыми в рыбопромысловых водоемах видами рыб, значительно

повышающими выход рыбопродукции из них, в соответствии с руководящим принципом статьи 1 8h Конвенции о биологическом разнообразии «при принятия решений, касающихся преднамеренных интродукций, следует руководствоваться принципом принятия мер предосторожности» [20].

Заключение. Проведенная с использованием протокола FISK оценка инвазионного потенциала чужеродных видов рыб Беларуси показала следующее:

у половины (9 из 18) отмечаемых в настоящее время в естественных водоемах Беларуси чужеродных видов рыб высока степень риска их негативного воздействия на водные экосистемы страны;

виды-интродуценты, вселенные в естественные водоемы Беларуси непосредственно человеком, имеют более высокий инвазивный потенциал, чем виды-аутовселенцы, проникшие в водоемы страны самостоятельно по гидрологической сети;

к наиболее инвазивным видам рыб Беларуси в настоящее время относятся натурализовавшиеся ротан-головешка, карась серебряный, сазан и сомик американский.

Список использованных источников

1. Мастицкий, С. Э. Оценка потенциальной инвазивности чужеродных видов рыб Беларуси / С. Э. Мастицкий, Б. В. Адамович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2010. – Вып. 26. – С. 250–258.
2. Мастицкий, С. Э. Экологический риск, связанный с распространением чужеродных видов рыб по водоемам Беларуси / С. Э. Мастицкий, Ю. К. Верес // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2008. – Вып. 4. – С. 306–307.
3. Non-native fishes of Belarus: diversity, distribution, and risk classification using the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK) / S. E. Mastitsky [et al.] // Aquatic Invasions. – 2010. – Vol. 5, N 1. – P. 103–114.
4. Bewick, V. Statistics review 13: Receiver operating characteristic curves / V. Bewick, L. Cheek, J. Ball // Crit. Care. – 2004. – Vol. 8, N 6. – P. 508–512.
5. Risk assessment of non-native fishes in the Balkans Region using FISK, the invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes / P. Simonović [et al.] // Mediterranean Marine Science. – 2013. – Vol. 14, N 2. – P. 369–376.
6. Evaluation of the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK v2) for peninsular Florida / L. L. Lawson [et al.] // Management of Biol. Invasions. – 2015. – Vol. 6, N 4. – P. 413–422.
7. Risk assessment of non-native fishes in the catchment of the largest Central-European shallow lake (Lake Balaton, Hungary) / Á. Ferincz [et al.] // Hydrobiologia. – 2016. – Vol. 780, N 1. – P. 85–97.
8. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? / G. H. Copp [et al.] // J. of App. Ichthyology. – 2005. – Vol. 21, N 4. – P. 242–262.
9. Evaluating the potential for invasion by alien freshwater fishes in northern Kyushu Island, Japan, using the Fish Invasiveness Scoring Kit / N. Onikura [et al.] // Ichthyological Research. – 2012. – Vol. 58, N 4. – P. 382–387.
10. First application of FISK, the freshwater fish invasiveness screening kit, in Northern Europe: Example of Southern Finland / R. Puntilla [et al.] // Risk Analysis. – 2013. – Vol. 33, N 8. – P. 1397–1403.
11. Понто-каспийские иммигранты в структуре молоди рыб прибрежной мелководной зоны р. Днепр (в пределах Беларуси) / В. К. Ризевский [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2014. – Вып. 30. – С. 267–280.
12. Остапеня, А. П. Изменение экологической ситуации в озере Большие Швакшты и его причины / А. П. Остапеня, Т. В. Жукова // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2009. – Т. 53, № 3. – С. 98–101.
13. Куницкий, Д. Ф. Амурский чебачок (*Pseudorasbora parva*) – новый вид в ихтиофауне Беларуси / Д. Ф. Куницкий, М. В. Плюта // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1999. – № 3. – С. 122–125.
14. Змачинский, А. С. Результаты исследования ихтиофауны р. Свислочь в пределах г. Минска в весенне-летний период 2009 и 2010 годов / А. С. Змачинский // Результаты исследования ихтиофауны р. Свислочь в пределах г. Минска в весенне-летний период 2009 и 2010 годов / А. С. Змачинский // Итоги полевого сезона 2010 : материалы I регион. науч. зоол. конф., посвящ. Международ. году биоразнообразия, Брест, 11 дек. 2010 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Запад.-Полес. регион. отд-ние «Ахова птушак Бацькаўшчыны»; редкол. : А. Н. Тарасюк [и др.]. – Брест, 2010. – С. 97–101.
15. Карабанов, Д. П. Амурский чебачок *Pseudorasbora parva* – новый вид в ихтиофауне Азербайджана / Д. П. Карабанов, Ю. Д. Кодухова, Н. Дж. Мустафаев // Рос. журн. биол. инвазий. – 2013. – № 1. – С. 41–50.
16. Ризевский, В. К. Морфологическая характеристика ротана-головешки (*Percottus glehni* Dübowski) из водоемов водной системы Минска / В. К. Ризевский, М. В. Плюта, В. В. Ермолаев // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 1999. – № 3. – С. 119–121.
17. Reshetnikov, A. N. The introduced fish, rotan (*Percottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish) / A. N. Reshetnikov // Hydrobiologia. – 2003. – Vol. 510, N 1–3. – P. 83–90.
18. Ризевский, В. К. О вытеснении аборигенного карася золотого интродуцированным карасем серебряным / В. К. Ризевский, А. В. Зубей, И. А. Ермолаева // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2013. – Вып. 29. – С. 265–276.

19. Лукина, И. И. Влияние карпа обыкновенного *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 на экосистему естественных водоемов / И. И. Лукина, И. В. Новик, В. К. Ризевский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сб. науч. тр. – Минск, 2013. – Вып. 29. – С. 250–262.

20. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс] // TEMATEA. – Режим доступа: http://www.tematea.org/russian/index_q_node12.html. – Дата доступа: 10.06.2017.

References

1. Mastitsky S. E., Adamovich B. V. Assessment of potential invasiveness of alien species of fish in Belarus. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. trudov = Belarus fish industry problems: collected transactions*. Minsk, 2010, Iss. 26, pp. 250–258 (in Russian).
2. Mastitsky S. E., Veres Y. K. Ecological risk associated with the spread of alien fish species in Belarus water reservoirs. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. trudov = Belarus fish industry problems: collected transactions*. Minsk, 2008, Iss. 4, pp. 306–307 (in Russian).
3. Mastitsky S. E., Karatayev A. Y., Burlakova L. E., Adamovich B. V. Non-native fishes of Belarus: diversity, distribution, and risk classification using the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK). *Aquatic Invasions*, 2010, vol. 5, no. 1, pp. 103–114. DOI: 10.3391/ai.2010.5.1.12
4. Bewick V., Cheek L., Ball J. Statistics review 13: Receiver operating characteristic curves. *Critical Care*, 2004, vol. 8, no. 6, pp. 508–512. DOI: 10.1186/cc3000
5. Simonović P., Tošić A., Vassilev M., Apostolou A., Mrdak D., Ristovska M., Kostov V., Nikolić V., Škraba D., Vilizzi L., Copp G.H. Risk assessment of non-native fishes in the Balkans Region using FISK, the invasiveness screening tool for non-native freshwater fishes. *Mediterranean Marine Science*, 2013, vol. 14, no. 2, pp. 369–376. DOI: 10.12681/mms.337
6. Lawson L. L., Hill J. E., Hardin S., Vilizzi L., Copp G. H. Evaluation of the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK v2) for peninsular Florida. *Management of Biological Invasions*, 2015, vol. 6, no. 4, pp. 413–422. DOI: 10.3391/mbi.2015.6.4.09
7. Ferincz Á., Staszny Á., Weiperth A., Takács P., Urbányi B., Vilizzi L., Paulovits G., Copp G. H. Risk assessment of non-native fishes in the catchment of the largest Central-European shallow lake (Lake Balaton, Hungary). *Hydrobiologia*, 2016, vol. 780, no. 1, pp. 85–97. DOI: 10.1007/s10750-016-2657-2
8. Copp G. H., Bianco P. G., Bogutskaya N. G., Eros T., Falka I., Ferreira M. T., Fox M. G., Freyhof J., Gozlan R. E., Grabowska J., Kováč V., Moreno-Amich R., Naseka A. M., Peñáz M., Povž M., Przybylski M., Robillard M., Russell I. C., Stakenas S., Šumer S., Vila-Gispert A., Wiesner C. To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*, 2005, vol. 21, no. 4, pp. 242–262. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2005.00690.x
9. Onikura N., Nakajima J., Inui R., Mizutani H., Kobayakawa M., Fukuda S., Mukai T. Evaluating the potential for invasion by alien freshwater fishes in northern Kyushu Island, Japan, using the Fish Invasiveness Scoring Kit. *Ichthyological Research*, 2012, vol. 58, no. 4, pp. 382–387. DOI: 10.1007/s10228-011-0235-1
10. Puntilla R., Vilizzi L., Lehtiniemi M., Copp G. H. First application of FISK, the freshwater fish invasiveness screening kit, in Northern Europe: Example of Southern Finland. *Risk Analysis*, 2013, vol. 33, no. 8, pp. 1397–1403. DOI: 10.1111/risa.12069
11. Rizevsky V. K., Ermolaeva I. A., Leshchenko A. V., Kudrickaya A. P. Ponto-Caspian immigrants in the structure of young fish of the shallow coastal zone of the Dneper river (within Belarus). *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. trudov = Belarus fish industry problems: collected transactions*. Minsk, 2014, Iss. 30, pp. 267–280 (in Russian).
12. Ostapenya A. P., Zhukova T. V. Changes in the ecological situation in the lake Big Shvakshty and its causes. *Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2009, vol. 53, no. 3, pp. 98–101 (in Russian).
13. Kunickij D. F., Plyuta M. V. Topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) – a new species in the ichthyofauna of Belarus. *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 1999, no. 3, pp. 122–125 (in Russian).
14. Zmachinskij A. S. Results of the study of the ichthyofauna of the Svisloch river within the Minsk in the spring and summer periods of 2009 and 2010. *Itogi polevogo sezona 2010 : materialy I regional'noi nauchnoi zoologicheskoi konferentsii, posvyashchennoi Mezhdunarodnomu godu bioraznoobraziya (Brest, 11 dekabrya 2010 g.)* [results of the field season: Materials of the 1st regional scientific zoological conference dedicated to the International year of biodiversity (Brest, December 11, 2010)]. Brest, 2010, pp. 97–101 (in Russian).
15. Karabanov D. P., Kodukhova Yu. V., Mustafayev N. J. Topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* – a new species in the ichthyofauna of Azerbaijan. *Rossijskij zhurnal biologicheskikh invazij = Russian Journal of Biological Invasions*, 2013, no. 1, pp. 41–50 (in Russian).
16. Rizevsky V. K., Plyuta M. V., Ermolaev V. V. Morphological characteristics of rotan (*Percottus glehni* Dybowski) from the water bodies of the water system of Minsk. *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 1999, no. 3, pp. 119–121 (in Russian).
17. Reshetnikov A. N. The introduced fish, rotan (*Percottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish). *Hydrobiologia*, 2003, vol. 510, no. 1–3, pp. 83–90. DOI: 10.1023/b:hydr.0000008634.92659.b4
18. Rizevsky V. K., Zubey A. V., Ermolaeva I. A. On displacement of indigenous crucian carp by introduced goldfish. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. trudov = Belarus fish industry problems: collected transactions*, Minsk, 2013, Iss. 29, pp. 265–276 (in Russian).

19. Lukina I. I., Novik I. V., Rizevsky V. K. Influence of carp *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 on ecological system of natural reservoirs. *Voprosy rybnogo hozyajstva Belarusi: sb. nauch. trudov = Belarus fish industry problems: collected transactions*, Minsk, 2013, Iss. 29, pp. 250–262 (in Russian).

20. Convention on biological diversity. *TEMATEA*. Available at: http://www.tematea.org/russian/index_q_node12.html (accessed 10 January 2017) (in Russian).

Информация об авторах

Ризевский Виктор Казимирович – канд. биол. наук, доцент, заведующий лабораторией. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: RVK869@mail.ru.

Винцек Елизавета Вячеславовна – мл. науч. сотрудник. Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: zemlianka_8@mail.ru.

Information about the authors

Viktar K. Rizevsky – Ph. D. (Biol.), Associate Professor, Head of the Laboratory. Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: RVK869@mail.ru.

Lizaveta V. Vintsek – Junior researcher. Scientific and Practical Center for Bioresources of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: zemlianka_8@mail.ru.