

Обзорная статья / Review article

Статья публикуется в авторской редакции

УДК: 574.21

DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-212-217

Оценка текущего состояния экосистем с учетом разнообразия адвентивных видов

Магомед-Расул Д. Магомедов^{1,2}, Вячеслав В. Рожнов³¹Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра РАН (ПИБР ДФИЦ РАН), Махачкала, Россия²Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия³Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, Москва, Россия

Контактное лицо

Магомед-Расул Д. Магомедов, д.б.н., член-корр. РАН, заведующий кафедрой экологии, Институт экологии и устойчивого развития, Дагестанский государственный университет; 367001 Россия, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21.

Тел. +79034234600

Email mmrd@mail.ruORCID <https://orcid.org/0000-0002-1836-9071>

Формат цитирования

Магомедов М.-Р.Д., Рожнов В.В. Оценка текущего состояния экосистем с учетом разнообразия адвентивных видов // Юг России: экология, развитие. 2022. Т.17, N 4. С. 212-217. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-212-217

Получена 22 сентября 2022 г.

Прошла рецензирование 10 октября 2022 г.

Принята 25 октября 2022 г.

Резюме

Цель. При оценке степени трансформации и открытости территории для инвазивных видов, описание текущего состояния их биологического разнообразия необходимо производить с учетом индекса разнообразия адвентивных видов.

Обсуждение. Проблема интенсификации биологических инвазий в настоящее время уже вошла в число острейших мировых проблем. Биологические инвазии чужеродных видов приобрели такие масштабы, что к настоящему времени практически невозможно найти наземные или водные экосистемы, где бы ни встречались адвентивные виды. В практике для оценки биологического разнообразия используется целый ряд категорий и индексов разнообразия, различны методы их измерения и анализа. Но все они оперируют практически двумя показателями – числом видов и их относительным обилием – количественными параметрами, без учета современных качественных изменений видов в составе экосистем.

Заключение. Предлагается при оценках общего биоразнообразия ввести дополнительные оценки – доли адвентивных видов (индекс «адвентивности» территории), которые необходимы для решения целого комплекса практических задач. Они дают представление о состоянии экосистем в данный момент на определенной территории, служат основой для разработки системы менеджмента отдельных видов, необходимы для оценки пригодности потенциальных местообитаний при реинтродукции и т.д.

Ключевые слова

Биологическое разнообразие, чужеродные виды, состояние экосистем, индексы разнообразия, индекс «адвентивности» территории.

Assessment of the current state of ecosystems taking into account the diversity of adventitious species

Magomed-Rasul D. Magomedov^{1,2} and Viatcheslav V. Rozhnov³

¹Precaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

²Dagestan State University, Makhachkala, Russia

³A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Principal contact

Magomed-Rasul D. Magomedov, Dr. Sc., Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of the Department of "Ecology", Institute of Ecology and Sustainable Development, Dagestan State University; 21 Dakhadaeva str., Makhachkala, Daghestan, Russia 367001.

Tel. +79034234600

Email mmrd@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1836-9071>

How to cite this article

Magomedov M.-R.D., Rozhnov V.V. Assessment of the current state of ecosystems taking into account the diversity of adventitious species. *South of Russia: ecology, development*. 2022, vol. 17, no. 4, pp. 212-217. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-212-217

Received 22 September 2022

Revised 10 October 2022

Accepted 25 October 2022

Abstract

Aim. When assessing the degree of transformation and openness of the territory for invasive species, a description of the current state of their biological diversity should be made taking into account the diversity index of adventitious species.

Discussion. The problem of intensification of biological invasions has now become one of the world's most acute problems. Biological invasions of alien species have acquired such a scale that by now it is almost impossible to find terrestrial or aquatic ecosystems, wherever adventitious organisms are found. In practice, a number of categories and indices of diversity are used to assess biological diversity, and the methods of their measurement and analysis are also different. But all of them operate with almost two indicators – the number of species and their relative abundance – quantitative parameters, without taking into account modern qualitative changes in species in the composition of ecosystems.

Results. It is proposed to introduce additional estimates of the share of adventitious species (the "adventitiousness index") in the assessments of total biodiversity, which are necessary to solve a whole range of practical tasks. They give an idea of the state of ecosystems at the moment in a certain area, serve as the basis for the development of a management system for individual species, are necessary to assess the suitability of potential habitats for reintroduction and etc.

Key Words

Biological diversity, alien species, the state of ecosystems, diversity indices, "adventivity index" of territories.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема биологического разнообразия остается одной из центральных в экологии. Показатели биологического разнообразия рассматриваются в качестве основных параметров, характеризующих состояние надорганизменных систем. Естественное, исторически сложившееся биологическое разнообразие компонентов экосистем – важнейшее условие их нормального функционирования и стабильности. Сложная система разномасштабных и разноплановых взаимодействий между отдельными компонентами экосистем определяет их структуру и особенности функционирования, продуктивность, уровень их стабильности и устойчивости к средним генерализованным условиям внешней среды. Поэтому любые исследования экосистемного уровня в качестве стартовой задачи включают выявление их компонентного состава (видового богатства) и соотношений различных количественных показателей участия видов в конкретном сообществе.

ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из существенных факторов воздействия на естественный состав экосистем является масштабное внедрение чужеродных видов в новые для них биоты, независимо от природы и путей их проникновения. Проблема интенсификации биологических инвазий в настоящее время превращается в единый, нарастающий с годами процесс и уже вошла в число острейших мировых проблем [1–5 и др.]. Биологические инвазии чужеродных видов приобрели такие масштабы, что к настоящему времени на Земле практически невозможно найти наземные или водные экосистемы, где бы не встречались адвентивные организмы (от лат. *adventicius* – пришлый, чуждый) – организмы, преднамеренно или случайно завезённые человеком в новый для них регион.

По последним, далеко не полным сводкам, только в европейской части России идентифицировано как адвентивные более 1150 видов растений, 192 вида растительоядных насекомых, 59 видов рыб, 62 вида млекопитающих, сотни видов морских беспозвоночных. В большинстве материковых районов Земли адвентивные виды составляют более 10–20%, а в островных биотах их доля может достигать 45–80% [2]. Даже в крупных государственных заповедниках доля адвентивных и синантропных видов во флоре, как правило, превышает 12% [6].

Подобных примеров очень много и по ним созданы различные по охвату территорий международные базы данных – такие, например, как база данных чужеродных видов России («ЧВ России»), включающая 1344 вида. Согласно Топ-100 [5], большинство самых опасных инвазионных видов (63%) были интродуцированы в экосистемы России непреднамеренно, треть (33%) – преднамеренно, ряд видов (4%) попали к нам вследствие саморасселения. Среди них преобладают завезенные в Россию с балластными водами (22 вида), с культурными растениями (16 видов), с обрастанием судов (13), для ландшафтного дизайна (12), с продуктами сельского хозяйства (11), с транспортными потоками (10 видов) и т.д. Все эти виды имеют определенное воздействие на различные аспекты экономики страны и здоровья населения: оказывают существенное влияние на

гидроэнергетику – 9 видов, здоровье населения – 35, на сельское хозяйство – 29, лесное – 15, рыбное – 14, охотничье – 5 и на другие аспекты экономики – 28 видов. Среди них 17 видов являются конкурентами аборигенных видов и/или способны их вытеснить, 5 видов участвуют в процессах гибридизации, 43 вида оказывают существенное влияние на экосистемы, воздействия на их структуру и функции [5 и др.].

От вселения некоторых видов происходит практически полная деградация экосистем, снижение или полная потеря их ресурсного потенциала. В частности, важной эпохой биологического загрязнения моря был занос в Черное и Каспийское моря гребневика мнемииопсиса (*Mnemiopsis leidyi*), который оказал огромное влияние на всю их биоту и существенно подорвал ресурсный потенциал этих морей. По масштабу своего воздействия внедрение гребневика мнемииопсиса в воды Каспия значительно превзошло последствия инвазии другого инвазивного вида – моллюска митиластера (*Mytilaster lineatus*), изменившего в свое время всю структуру бентоса Каспийского моря.

Этот пример одного из самых опасных по последствиям варианта изменения экосистемы, когда в нее заносится вид растений, для которого в экосистеме нет соответствующего фитофага, или вид животных, у которого в новых условиях не оказывается врагов (хищника или паразита) или сильных конкурентов. Если продолжать тему Каспийского моря, то практически каждый год здесь обнаруживаются новые вселенцы. Так, в бентосных пробах весной 2013–2015 гг. на побережье Каспийского моря обнаружен не встречавшийся ранее в биоценозах Среднего Каспия моллюск восточная корбикула (*Corbicula fluminalis*) [7], включенный в список 100 самых опасных инвазивных видов Европы; в 2018 г. обнаружен новый многоресничковый червь (*Marenzelleria arctica*), доля которого к 2020 г. в бентосе западной части Северного Каспия уже достигла 45,8% по численности и 27,8% по биомассе (данные «КаспНИРХ»); в 2020 г. в районе г. Махачкалы сотрудниками Каспийского филиала ИО РАН и Южного научного центра РАН были обнаружены единичные экземпляры еще одного хищного гребневика – берое овата (*Beroe ovata*), естественного врага зоопланктофага мнемииопсиса [8], который к настоящему времени встречается уже практически по всему Среднему и Южному побережью Каспия.

Уровень инвазионности естественных сообществ часто зависит от числа чужеродных видов, вторгающихся в ценоз [9–11]. Базовые оценки доли адвентивных видов необходимы для решения целого комплекса практических задач – они дают представление о состоянии экосистем в данный момент на определенной территории; служат основой для разработки системы управления и использования отдельных видов; необходимы для оценки пригодности потенциальных местообитаний при реинтродукции видов в пределы их исторических ареалов, на которых они были истреблены или вымерли в результате воздействия тех или иных факторов.

В случаях реинтродукции индекс «адвентивности территории» будет отражать с одной стороны степень трансформации и открытости территории для внедрения новых инвазионных видов, с другой – изначальные уровни рисков, которые могут

определить успех реинтродукции. Хорошо известно, что чужеродные виды, укоренившиеся в экосистемах, могут не только влиять на межвидовые взаимодействия, но и существенно менять инфекционно-паразитический фон аборигенных экосистем, становясь возбудителями, резервуарами или переносчиками паразитарных или инфекционных заболеваний, затрагивающих аборигенные виды и человека [12]. В качестве примера можно привести гибель реинтродуцированной в 2020 г. в Кавказском заповеднике самки переднеазиатского леопарда по кличке *Лаба*. Возможной причиной ее гибели могли быть последствия заражения внутриклеточным паразитом *Cytauxzoon felis* из отряда пироплазм *Piroplasmida*, поражающим только кошачьих, который ранее впервые был выявлен в России [13], но на Кавказе до последнего времени не регистрировался.

Таким образом, учет качественных и количественных характеристик адвентивных видов в составе каждой отдельной экосистемы (число видов и соотношение количественных выражений их участия в данном сообществе по численности, биомассе, инвазионным свойствам и т.д.), особенно в практическом плане, приобретает в настоящее время значение крайней необходимости. Это важная дополнительная информация дает представление об актуальном состоянии биоты на определенной территории, степени и перспективах трансформации структуры ее коренных видов, стимулирует разработки необходимых мер контроля и реабилитации таких сообществ и экосистем.

Для оценки биологического разнообразия в настоящее время внедрены в практику понятия различных форм разнообразия, используется множество категорий и индексов разнообразия, разнообразны методы их измерения и анализа. Но все они оперируют практически двумя показателями – числом видов и их относительным обилием, т.е. количественными параметрами, без учета современных качественных изменений видов в составе экосистем.

Изменения в численности популяций видов важны как показатель комплексного здоровья экосистемы. В Конвенции, принятой в Рио-де-Жанейро (1992) биоразнообразие определено как «...вариабельность живущих организмов любого происхождения...». Основные научные концепции биоразнообразия были сформулированы и последовательно развивались Р. Уиттекером еще со второй половины XX в. [14–17]. Им изначально были предложены такие базовые индексы как α -, β - γ -разнообразие, характеризующие, соответственно, разнообразие внутри одного местообитания или биогеоценоза (или региона), разнообразие между местообитаниями или биогеоценозами (или регионами), разнообразие в обширных регионах биомы, континента, острова (список видов в пределах ландшафта). С тех пор и до настоящего времени ведется разработка различных моделей и мер разнообразия, которые постоянно совершенствуются [18–22 и др.]. Вместе с тем, эти индикаторы, характеризующие текущее состояние экосистемы, не отражают степень изменения ее качественной видовой структуры, в том числе, степени зараженности экосистем инвазионными видами.

Преобладает мнение, что в результате различных форм и возрастающей интенсивности

антропогенных воздействий на природные системы биоразнообразие экосистем постоянно снижается. Действительно, глобальный индекс живой планеты (ИЖП), охватывающий на сегодня данные о численности почти 21 000 популяций (4392 видов) различных классов позвоночных, показывает снижение их численности в период с 1970 по 2016 гг. в среднем на 68%. Это не единственный показатель оценки тренда изменения биоразнообразия. Для региональных оценок снижения биоразнообразия и отдельных экосистем в настоящее время применяется такой показатель как индекс сохранности биоразнообразия (ИСБ) – это средний показатель сохранившегося исходного биоразнообразия наземных биотопов в определенном регионе. ИСБ представляет собой один из важных показателей сохранности биосферы, но не в полной мере отражает реальную картину изменения биоразнообразия отдельных регионов или акваторий.

Парадоксально, но факт: на фоне общего снижения биоразнообразия планеты многие экосистемы характеризуются общим нарастанием биоразнообразия. Происходит это за счет адвентивных видов, когда на фоне антропогенных воздействий или глобальных климатических изменений, или по другим причинам, постоянно растут масштабы и темпы «перемешивания видов». К примеру, в Каспийском море к настоящему времени не менее 68 видов беспозвоночных и 26 видов рыб (около 34% видового разнообразия животных) можно считать вселенцами [23]. Реально же среди туводных видов рыб Каспийского моря к исчезнувшим (или находящимся на грани исчезновения) видам на сегодня можно очень условно отнести только четыре (шип, каспийская кумжа, белорыбца, волжская сельдь). Индекс сохранности биоразнообразия (ИСБ), как и в целом, базовые индексы (α -, β - γ -разнообразие), не отражают в своих значениях долю адвентивных видов и, вследствие этого, во многих случаях теряют репрезентативность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, состояние биоразнообразия с учетом чужеродных видов (или доли адвентивных видов), в зависимости от текущих исследовательских задач, очевидно, должно оцениваться несколькими связанными между собой индексами, либо в стандартные индексы следует включать дополнительные согласованные составляющие. Таким индексом, в зависимости от задачи исследователя, может быть, например, отношение каких-либо принятых в настоящее время индексов общего разнообразия видов в экосистеме (Е. Симпсона, К. Шеннона и др.) к индексу разнообразия адвентивных видов с учетом масштабности подхода (α -, β - γ -разнообразие). В экологии и математике разработано множество моделей и индексов для измерения разнообразия, которые требуют различной интерпретации. Вопрос о введении дополнительных индексов или повышение информативности существующих индексов с целью отражения доли адвентивных видов требует дальнейшего конструктивного профессионального обсуждения и рациональных предложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эльтон Ч.С. Экология нашествий животных и растений. М.: Изд-во иностранной литературы. 230 с.

2. Шварц Е.А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Т-во научных изданий КМК. 2004. 112 с.
3. Дгебуадзе Ю.Ю. 10 лет исследований инвазий чужеродных видов в Голарктике // Российский журн. биол. инвазий. 2011. N 1. С. 1–6.
4. Бродский А.К. Ускользающая реальность: Биоразнообразие: его роль в поддержании жизни на Земле, закономерности формирования и разрушения. СПб.: Из-во ДЕАН. 2012. 172 с.
5. Самые опасные инвазионные виды России (Топ 100). Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. М.: Т-во научных изданий КМК. 2018. 688 с.
6. Шварц Е.А., Хейфец О.А., Морозова О.В., Волков А.Е., Кожаринов А.В., Кревер В.Г., Лысенко И.Г., Пушкарев С.В. Видовое богатство наземных позвоночных и высших растений в государственных заповедниках бывшего СССР // Успехи соврем. биол. 1996. Т. 116. N 6. С. 645–672.
7. Набоженко М.В., Набоженко С.В. *Corbicula fluminalis* (o.f. Müller, 1774) – новый для российского сектора Каспийского бассейна вид двустворчатых моллюсков // Наука юга России (Вестник южного научного центра). 2016. Т. 12. N 1. С. 61–64.
8. Востоков С.В., Гаджиев А.А., Востокова А.С., Рабазанов Н.И. Гребневик *Beroe* cf. *ovata* в Каспийском море. Начало нового этапа эволюции Каспийской экосистемы? // Юг России: экология, развитие. 2020. Т. 15. N 4. С. 21–35.
9. Di Castri F. On invading species and invaded ecosystems: the interplay of historical chance and biological necessity // Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. P. 3–16.
10. Williamson M., Fitter A. The characters of successful invaders // Biological Conservation. 1996. V. 78. P. 163–170.
11. Lonsdale W.M. Global patterns of plant invasion, and the concept of invisibility // Ecology. 1999. V. 80. P. 1522–1536.
12. Пельгунов А.Н., Маклакова Л.П. Паразитологические аспекты, связанные с акклиматизацией и интродукцией диких копытных // Российский паразитологический журнал. 2013. N 3. С. 67–75.
13. Naidenko S.V., Erofeeva M.N., Sorokin P.A., Gershov S.O., Yakovenko N.P., Botvinovskaya A.S., Alekseeva G.S. The first case of *Cytauxzoon* spp. in Russia: the parasite conquers Eurasia // Animals. 2022. Vol. 12 (5). P. 593.
14. Whittaker R.H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California // Ecol. Monogr. 1960. V. 30. P. 279–338.
15. Whittaker R.H. Communities and ecosystems. N.-Y.: London: Macmillan. 1970. 162 p.
16. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity // Taxon. 1972. V. 21. P. 213–251.
17. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
18. Чернов Ю.И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи совр. биол. 1991. Т. 111. Вып. 4. С. 499–509.
19. Мэггаран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 181 с.
20. Мониторинг биоразнообразия. М.: 1997. 367 с.
21. Лебедева Н.В., Криволицкий Д.А., Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М., Смуров А.В., Максимов В. Н., Тикунов В.С., Огуреева Г.Н., Котова Т.В. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 253 с.
22. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Структурный анализ экологических систем. Количественные методы экологии и гидробиологии. Сб. науч. трудов, посвященный памяти А.И. Баканова. Тольятти: СамНЦ РАН. 2005. С. 91–129.
23. Карпинский М.Г. Об особенностях вселения морских видов в Каспий // Российский журн. биол. инвазий. 2009. N 2. С. 2–8.

REFERENCES

1. Elton Ch.S. *Ekologiya nashestvii zhivotnykh i rastenii* [Ecology of invasions of animals and plants]. Moscow, From of Foreign literature Publ., 230 p. (In Russian)
2. Schwartz E.A. *Sokhranenie bioraznoobraziya: soobshchestva i ekosistemy* [Conservation of biodiversity: communities and ecosystems]. Moscow, KMK Publ., 2004, 112 p. (In Russian)
3. Dgebuadze Yu.Yu. 10 years of research on invasions of alien species in the Holarctic. Russian Journal of Biological Invasions. 2011, no. 1, pp. 1–6. (In Russian)
4. Brodsky A.K. *Uskol'zayushchaya real'nost': Bioraznoobrazie: ego rol' v podderzhanii zhizni na Zemle, zakonomernosti formirovaniya i razrusheniya* [Elusive reality: Biodiversity: its role in the maintenance of life on Earth, patterns of formation and destruction]. St. Petersburg, DEAN Publ., 2012. 172 p. (In Russian)
5. Dgebuadze Yu.Yu., Petrosyan V.G., Khlyap L.A., ed. *Samye opasnye invazionnye vidy Rossii (Top 100)* [The most dangerous invasive species of Russia (Top 100)] Moscow, KMK Publ., 2018, 688 p. (In Russian)
6. Schwartz E.A., Heifets O.A., Morozova O.V., Volkov A.E., Kozharinov A.V., Krever V.G., Lysenko I.G., Pushkarev S.V. Species richness of terrestrial vertebrates and higher plants in the state reserves of the former USSR. Biology Bulletin Reviews. 1996, vol. 116, no. 6, pp. 645–672. (In Russian)
7. Nabozhenko M.V., Nabozhenko S.V. *Corbicula fluminalis* (o.f. müller, 1774) is a species of bivalve mollusks new to the Russian sector of the Caspian basin. Nauka yuga Rossii (Vestnik yuzhnogo nauchnogo tsentra) [Bulletin of the Southern Scientific Center]. 2016, vol. 12, no. 1, pp. 61–64. (In Russian)
8. Vostokov S.V., Gadzhiev A.A., Vostokova A.S., Rabazanov N.I. The ctenophore *Beroe* cf. *ovata* in the Caspian Sea. The beginning of a new stage in the evolution of the Caspian ecosystem? *South of Russia: ecology, development*, 2020, vol. 15, no. 4, pp. 21–35. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2020-4-21-35
9. Di Castri F. On invading species and invaded ecosystems: the interplay of historical chance and biological necessity. Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1990, pp. 3–16.
10. Williamson M., Fitter A. The characters of successful invaders. Biological Conservation. 1996, vol. 78, pp. 163–170.
11. Lonsdale W.M. Global patterns of plant invasion, and the concept of invisibility. Ecology, 1999, vol. 80, pp. 1522–1536.
12. Pelgunov A.N., Maklakova L.P. Parasitological aspects related to acclimatization and introduction of wild ungulates. Russian Parasitological Journal, 2013, no. 3, pp. 67–75. (In Russian)
13. Naidenko S.V., Erofeeva M.N., Sorokin P.A., Gershov S.O., Yakovenko N.P., Botvinovskaya A.S., Alekseeva G.S. The first case of *Cytauxzoon* spp. in Russia: the parasite conquers Eurasia. Animals. 2022, vol. 12 (5), p. 593.
14. Whittaker R.H. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecol. Monogr., 1960, no. 30, pp. 279–338.
15. Whittaker R.H. Communities and Ecosystems. N.-Y.; London, Macmillan, 1970, 162 p.
16. Whittaker R.H. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 1972, vol. 21, pp. 213–251.
17. Whittaker R.H. *Soobshchestva i ekosistemy* [Communities and ecosystems]. Moscow, Progress Publ., 1980, 328 p. (In Russian)
18. Chernov Yu.I. Biological diversity: the essence and problems. *Uspekhi sovremennoi biologii* [Biology Bulletin Reviews]. 1991, vol. 111, vol. 4, pp. 499–509. (In Russian)
19. Magarran E. [Ecological diversity and its measurement]. Moscow, Mir Publ., 1992, 181 p. (In Russian)
20. *Monitoring bioraznoobraziya* [Monitoring of biodiversity]. Moscow, 1997, 367 p. (In Russian)

21. Lebedeva N.V., Krivolutsky D.A., Puzachenko Yu.G., Dyakonov K.N., Aleshchenko G.M., Smurov A.V., Maksimov V.N., Tikunov V.S., Ogureeva G.N., Kotova T.V. [Geography and monitoring of biodiversity]. Moscow, From the Scientific and Educational-Methodical Center Publ., 2002, 253 p. (In Russian)
22. Shitikov V.K., Rosenberg G.S. Biodiversity assessment: an attempt at formal generalization. In: *Strukturnyi analiz ekologicheskikh sistem. Kolichestvennye metody ekologii i*

- gidrobiologii* [Structural analysis of ecological systems. Quantitative methods of ecology and hydrobiology]. Togliatti, SAMNTS RAS Publ., 2005, pp. 91–129. (In Russian)
23. Karpinsky M.G. On the peculiarities of the introduction of marine species into the Caspian Sea. *Russian Journal of Biological Invasions* [Russian Journal of Biological Invasions]. 2009, no. 2, pp. 2–8. (In Russian)

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Оба автора в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Both authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Магомед-Расул Д. Магомедов / Magomed-Rasul D. Magomedov <https://orcid.org/0000-0002-1836-9071>
Вячеслав В. Рожнов / Viatcheslav V. Rozhnov <https://orcid.org/0000-0002-2142-0763>