

ЭКОЛОГИЯ / ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.140.20>

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЗАМКА ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА SPHAERIIDAE В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЭВТРОФИРОВАНИЯ ВОДОЕМОВ

Научная статья

Красногорова А.Н.¹, Андреева С.И.², Гришина Ю.Б.^{3,*}

¹ORCID : 0009-0007-2362-4771;

²ORCID : 0000-0002-0543-2035;

³ORCID : 0009-0006-7436-7093;

^{1,2,3} Омский государственный университет путей сообщения, Омск, Российская Федерация

² Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (gubuly[at]mail.ru)

Аннотация

Установлено, что ускоренное антропогенное эвтрофирование, часто на фоне техногенного химического загрязнения водоемов, влечет нарушения морфологии раковин двустворчатых моллюсков, особенно замка в виде жемчужных образований, коралловидных выростов, морщинистости нимфы и других aberrаций на зубах и замочной площадке, а также вмятин, резких остановок роста и различных углублений на раковинах. Самые широко распространенные aberrации – это жемчужные образования; коралловидные выросты и искривления зубов. Повышенную изменчивость замка обнаруживают моллюски из деградирующих пойменных водоемов и прудов, где наблюдалось «цветение воды». Aberrации, обусловлены вероятнее всего, наличием в водоемах токсинов цианобактерий.

Ключевые слова: Mollusca, Bivalvia, строение замка, aberrации, юг Западной Сибири, Средний и Южный Урал.

VARIABILITY OF THE SPHAERIIDAE FAMILY BIVALVE MOLLUSC LOCK UNDER CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC EUTROPHICATION OF WATER BODIES

Research article

Krasnogorova A.N.¹, Andreeva S.I.², Grishina Y.B.^{3,*}

¹ORCID : 0009-0007-2362-4771;

²ORCID : 0000-0002-0543-2035;

³ORCID : 0009-0006-7436-7093;

^{1,2,3} Omsk State Transport University, Omsk, Russian Federation

² Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (gubuly[at]mail.ru)

Abstract

It was established that accelerated anthropogenic eutrophication, especially at the background of anthropogenic chemical pollution of water bodies, leads to disturbances in the morphology of bivalve shells, especially the lock in the form of pearl formations, coral-like growths, wrinkling of the nymph and other aberrations on the teeth and lock pad, as well as indentations, abrupt growth stops and various depressions on the shells. The most common aberrations are pearl formations; coral-like growths and tooth curvatures. Increased variability of the lock is found in molluscs from degrading floodplains and ponds, where "water blooms" have been observed. Aberrations are most likely caused by the presence of cyanobacteria toxins in water bodies.

Keywords: Mollusca, Bivalvia, castle structure, aberrations, south of Western Siberia, Middle and Southern Urals.

Введение

Процесс эвтрофирования – это процесс повышения биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов [1] под действием антропогенных или естественных факторов [2]. Со второй половины XX века наблюдается интенсификация процессов стихийного антропогенного эвтрофирования водных объектов, в последующем приобретающих глобальный характер [3]. Уже во второй половине прошедшего столетия отмечалось [4], что в связи с колоссальным гидростроительством и созданием искусственных водоемов (водохранилищ, каналов, плотин) не только озера, но и все крупнейшие реки превратились в каскады водоемов с замедленным стоком, где сформировались благоприятные условия для цветения воды. В условиях растущего антропогенного загрязнения водоемов массовое развитие цианобактерий (или сине-зеленых водорослей) приобрело глобальный характер [5]. Токсичные «цветения» могут вызывать тяжелые отравления у животных и представлять опасность для здоровья людей [6]. Токсины сине-зеленых водорослей – это алкалоиды, обладающие протоплазматическим, а некоторые, кроме того, гемолитическим действием. Степень ядовитости водорослей зависит от концентрации их в воде [4], [7].

Многочисленные исследования влияния токсинов сине-зеленых водорослей на физиологию рыб и их кормовых объектов показали, что бурное развитие синезеленых водорослей в водоеме оказывает многоплановое отрицательное влияние на условия обитания рыб и усиливает токсическое воздействие на них. Массовая гибель рыб или их кормовых объектов под влиянием водорослей имеет теперь место не только в относительно небольших рыбоводных прудах, но и

в многочисленных водохранилищах и озерах [8]. При исследовании фауны двустворчатых моллюсков водных объектов Западной Сибири, а также Полярного, Приполярного, Южного и Среднего Урала нами были обнаружены широко распространенные в водных объектах юга Западной Сибири и Урала отклонения в морфологии раковин моллюсков, в том числе и замка, предположительно связанные с загрязнением, в том числе и антропогенным эвтрофированием, водоемов.

Целью данной работы являлось изучение изменчивости замка двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae в водоемах Западной Сибири и Урала в условиях антропогенного эвтрофирования.

Методы и принципы исследования

Материалом для данной работы послужили двустворчатые моллюски, собранные авторами, Н.И. Андреевым, Е.А. Бабушкиным, М.В. Винарским, А.В. Каримовым, а также коллекции двустворчатых моллюсков Зоологического музея ИЭРиЖ УрО РАН, из водных объектов Западной Сибири, а также Полярного, Приполярного, Южного и Среднего Урала, выполненные в 2002 – 2022 гг.

Было просмотрено более 3000 раковин и 1600 отдельных створок раковин двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae из более 120 водных объектов. Видовая диагностика выполнена с использованием микроскопов МБС-10 по определителям моллюсков [9], [10]. Особое внимание обращалось на строение замка, состояние замочной площадки и створок раковин. В качестве критериев морфологических аберраций в работе учитывались все отклонения от типичного для вида строения замка, как-то жемчужные образования на зубах и замочной площадке, коралловидные выросты на зубах и замочной площадке, искривления и разрастания зубов, морщинистость нимфы, наличие дополнительного зуба или отсутствие латерального, или кардинального зуба (рис.). Наиболее многочисленными аберрациями являлись жемчужные образования на зубах и замочной площадке, коралловидные выросты, искривления зубов и морщинистость нимфы, анализ распространения которых и приведен в публикации.

Основные результаты

В результате исследований выборок двустворчатых моллюсков сем. Sphaeriidae из указанных выше регионов у 16 видов обнаружены существенные отклонения от типичного для вида описания, как в строении раковины, так и замка (рис). Причем, наличие аберраций и их распространенность зависела, как указывалось нами ранее от вида моллюсков и от типа водоема [11], [12], [13]. Примечательно, что в сборах из водных объектов восточного склона Полярного и Приполярного Урала, принадлежим бассейнам рек Щучья, Байдарата, Ляпин (левый приток р. Северная Сосьва), а также р. Таз у моллюсков сем. Sphaeriidae отклонений в строении замка не обнаружено. Наибольшее число отклонений в строении раковин моллюсков и замка встречено в пойменных и искусственных водоемах, что вероятно [14], связано с тем, что в качестве пойменных водоемов на юге Западной Сибири были обследованы деградирующие водоемы в основном старичного типа с интенсивным «цветением воды».

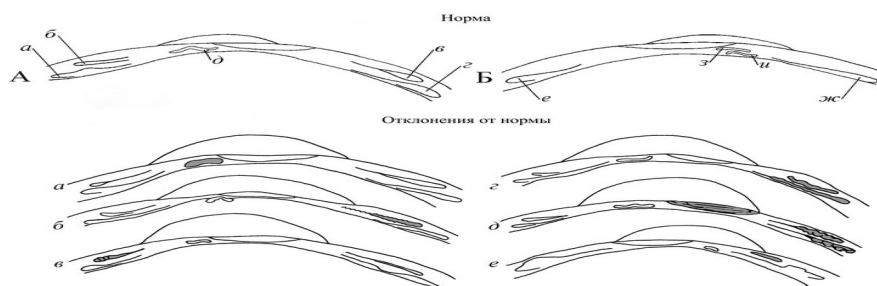


Рисунок 1 - Замок Sphaeriidae (по [11] с изменениями и дополнениями)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.140.20.1>

Примечание: А. Правая створка в норме: а, б – передние латеральные зубы; в, г – задние латеральные зубы; д – кардинальный зуб; Б. Левая створка в норме: е – задний латеральный зуб; ж – передний латеральный зуб; з – верхний кардинальный зуб; и – нижний кардинальный зуб. В. Аберрации: а – разрастание вершины кардинального зуба; б – коралловидные выросты на латеральных зубах; в – жемчужные образования на переднем латеральном зубе; г – изгибы задних латеральных зубов; д – жемчужные образования на задних латеральных зубах и морщинистость нимфы; е – дополнительный задний латеральный зуб и отсутствие верхнего кардинального зуба на левой створке. Затенены аберрации замка

Самые широко распространенные аберрации, зарегистрированные у 16 видов двустворчатых моллюсков – это жемчужные образования (табл.); коралловидные выросты и искривления зубов встречаются реже (11 видов), морщинистость нимфы – (5 видов).

Таблица 1 - Частота встречаемости аберраций замка моллюсков семейства *Sphaeriidae*DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.140.20.2>

Вид	Жемчужные образования, %	Коралловидные выросты и искривления зубов, %	Морщинистость нимфы, %
1. <i>Amesoda caperata</i> (Westerlund, 1897)	100	–	–
2. <i>A. scaldiana</i> (Normand, 1844)	87	75	6
3. <i>A. transversalis</i> (Westerlund, 1898)	50	–	–
4. <i>Musculium mucronulatum</i> (Moquin-Tandon, 1855)	30	25	–
5. <i>Nucleocyclus radiata</i> (Westerlund, 1897)	100	–	–
6. <i>Paramusculium inflatum</i> (Middendorff, 1851)	100	100	–
7. <i>Parasphaerium rectidens</i> (Starobogatov at Streletskaja, 1967)	88	50	–
8. <i>P. nitida</i> (Clessin in Westerlund, 1876)	50	–	–
9. <i>Rivicoliana rivicola</i> (Leach in Lamarck, 1818)	35	22	4
10. <i>R. bourguignati</i> (Lallement et Servain, 1869)	87	22	9
11. <i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	69	13	–
12. <i>S. mamillanum</i> Westerlund, 1871	61	46	–
13. <i>S. westerlundii</i> Clessin in Westerlund, 1873	69	32	11
14. <i>S. levinodis</i> Westerlund, 1876	57	43	7
15. <i>Pisidium decurtatum</i> Lindholm, 1909	50	30	–
16. <i>P. inflatum</i> Megerle von Mühlfeld in Porro, 1838	50	–	–

Примечание: по: [14] с дополнениями и изменениями

Больше всего аберраций отмечено у *Sphaerium mamillanum* (68,2% из всех водоемов, где отмечены отклонения от типового описания). Наименьшее число отклонений (по 4,2% из всех водоемов, где отмечены отклонения от типового описания) имели *Paramusculium inflatum*, *Amesoda caperata*, *Amesoda transversalis*, *Sphaerium corneum*, *Parasphaerium nitida*, *Nucleocyclus radiata*.

Высказанное ранее предположение о влиянии техногенного загрязнения водоемов на морфологию мелких двустворок [11], [12], [13], [15] после детального изучения моллюсков из водоемов Омской области было дополнено сведениями об массовых аберрациях раковин и замка моллюсков из водоемов с интенсивным развитием фитопланктонных водорослей («цветением воды»). В качестве примера корреляции между цветением воды и наличием аномалий замка нами была рассмотрена выборка двустворчатых моллюсков из оз. Чередовое Омской области, в которой раковины большинства моллюсков имели отклонения от типа в виде жемчужных образований, коралловидных выростов и других аберраций на зубах и замочной площадке, а также вмятин, резких остановок роста

и различных углублений на раковинах. Эти моллюски были собраны нами в августе 2008 г., т.е. начало онтогенеза Sphaeriidae пришлось на массовое развитие токсичных цианобактерий *Microcystis aeruginosa*, биомасса которых достигала 57,09 г/м³, а численность – 1795 млн. кл./л. [16], токсины которых, вероятно, и спровоцировали массовое формирование аберраций. Примечательно, что в водоемах и водотоках северных районов Западной Сибири, Полярного и Приполярного Урала [17], [18], где при проведении исследований не зарегистрировано массовое развитие сине-зеленых водорослей, подобные аберрации практически не отмечались.

Исследование процесса влияния антропогенного эвтрофирования как на экосистемы водоемов Западной Сибири в целом, так и на отдельные группы организмов и виды, в том числе и из бассейна Среднего Иртыша остается актуальным в связи с тем, что притоки Среднего Иртыша подвержены антропогенному эвтрофированию и загрязнению легкоокисляемыми органическими веществами, а реки и озера в регионе имеют высокую степень эвтрофирования, достигающую уровня «цветения» воды [19], [20]. В связи с этим нами были продолжены исследования в этом направлении и проведено обследование нескольких проточных водоемов и рек Омской области, для которых отмечено либо массовое развитие нитчатых водорослей, в том числе и сине-зеленых, либо цветение воды. Зависимость наличия аберраций раковины и замка от массового развития этих водорослей подтвердилась. Так, для р. Оша, воды, которой подвержены как антропогенному эвтрофированию, так и химическому загрязнению у 38% видов от числа зарегистрированных в сборах моллюсков сем. Sphaeriidae [21] и раковины, и элементы замка имели различные отклонения от нормы, причем аберрации для *Amesoda scaldiana* отмечены в 50% выборки, в которых он встречается, для *Sphaerium mamillanum* – в 75%. Для *Sphaerium mamillanum* из запруженного участка р. Малый Учуг были отмечены жемчужные образования и морщинистость нимфы, для *Parasphaerium rectidens* – искривление латеральных зубов на левой створке. У *Pisidium decurtatum* из р. Омь отмечены искривления латеральных зубов обеих створок и незначительные жемчужные образования, у *P. inflatum* – жемчужные образования на передних латеральных зубах и замочной площадке, у *Amesoda caperata* незначительные жемчужные образования на латеральных зубах. Подобное влияние цитотоксинов на двустворчатых моллюсков вплоть до гибели мелких живородящих видов, вызванное массовым развитием цианобактерий отмечено и для Шершневого водохранилища (Челябинская область) [22]. Скорее всего, аберрации замка – типичная реакция [23], [24] на стрессовую ситуацию, возникающую для *Bivalvia* при метаморфизации ионного состава вод, загрязнении токсикантами техногенного или биологического происхождения.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что аберрации на зубах и замочной площадке встречены у 16 видов двустворчатых моллюсков семейства Sphaeriidae из водных объектов Западной Сибири, Южного и Среднего Урала, причем в северных районах исследованного региона (водные объекты восточного склона Полярного и Приполярного Урала) аберраций не отмечено. Повышенную изменчивость замка (отклонения от нормы) обнаруживают моллюски из деградирующих пойменных водоемов и прудов, где наблюдалось «цветение воды». Самый большой процент аберраций отмечен у *Sphaerium mamillanum*. Эти аберрации, обусловлены вероятнее всего, наличием в водоемах токсинов цианобактерий, в результате их массового развития, вызванного ускоренным антропогенным эвтрофированием, затронувшим в настоящее время и проточные водоемы, и отрицательно влияющим на моллюсков в течение онтогенеза.

Благодарности

Авторы глубоко признательны Н.И. Андрееву, Е.А. Бабушкину, М.В. Винарскому, А.В. Каримову за предоставленные сборы моллюсков, М.Е. Гребенникову за предоставленную возможность работы с коллекциями ИЭРиЖ УрО РАН.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Acknowledgement

The authors are extremely grateful to N.I. Andreev, E.A. Babushkin, M.V. Vinarsky, A.V. Karimov for providing molluscan collections, and M.E. Grebennikov for the opportunity to work in the collections of the Institute of Ecology of Plants and Animals Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
- Хрисанов Н.И. Управление эвтрофированием водоёмов / Н.И. Хрисанов, Г.К. Осипов. — СПб.: Гидрометеоздат, 1993. — 278 с.
- Науменко М.А. Эвтрофирование озёр и водохранилищ: учебное пособие / М.А. Науменко. — СПб.: изд. РГГМУ, 2007. — 100 с.
- Метелев В.В. Водная токсикология / В.В. Метелев, А.И. Канаев, Н.Г. Джасохова. — М.: Колос, 1971. — 247 с.
- Carmichael W.W. The Taxins of Cyanobacteria / W.W. Carmichael // Scientific American. — 1994. — № 270 (1). — P. 78-86.

6. Codd G.A. From Mass Mortalities to Management Measures / G.A. Codd, J. Lindsay, F.M. Young [et al.] // Harmful Cyanobacteria. — Netherlands: Springer, 2005. — P. 1-25.
7. Волошко Л.Н. Токсины цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta) / Л.Н. Волошко, А.В. Плющ, Н.Н. Титова // Альгология. — Киев, 2008. — Т. 18. — № 1. — С. 3-20.
8. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии / В.И. Лукьяненко. — М.: Агропромиздат, 1987. — 240 с.
9. Корнюшин А.В. Двустворчатые моллюски надсемейства Pisidioidea Палеарктики (фауна, систематика, филогения) / А. В. Корнюшин. — Киев, 1996. — 175 с.
10. Старобогатов Я.И. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. В 6 т. Т. 6. Моллюски / Я.И. Старобогатов, Л.А. Прозорова, В.В. Богатов [и др.] — СПб.: Наука, 2004. — 528 с.
11. Красногорова А.Н. Изменчивость замка раковины моллюсков семейства Sphaeriidae (Mollusca: Bivalvia) и её потенциальное значение для биоиндикации / А.Н. Красногорова // Экология в меняющемся мире: Материалы конф. молодых ученых, 24-28 апреля 2006 г. ИЭРиЖ УрО РАН. — Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2006. — С. 100-103.
12. Красногорова А.Н. К экологии двустворчатых моллюсков Урала / А.Н. Красногорова // Эволюционная и популяционная экология (назад в будущее). Материалы конф. молодых ученых, 30 марта – 3 апреля 2009 г. ИЭРиЖ УрО РАН. — Екатеринбург: Голицынский, 2009. — С. 89-91.
13. Андреев Н.И. Изменчивость таксономических признаков двустворчатых моллюсков в условиях загрязнения водоемов / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, А.Н. Красногорова // Проблемы экологии: чтения памяти проф. М.М. Кожова: тез. докл. междунар. научн. конф. — Иркутск: Иркутск. гос. ун-т., 2010. — 374 с.
14. Красногорова А.Н. Двустворчатые моллюски семейства Sphaeriidae Южного, Среднего Урала и юга Западной Сибири: автореф. дис. канд. биол. наук / Томский государственный университет. — Томск, 2011. — 23 с.
15. Андреева С.И. К вопросу об изменчивости сфериид (Mollusca, Bivalvia) водоемов Омской области / С.И. Андреева, А.Н. Красногорова // Естественные науки и экология. — 2006. — Вып. 10. — С. 73-76.
16. Баженова О.П. Эколого-физиологические исследования состояния окружающей среды и здоровья населения Омского Прииртышья: монография / О.П. Баженова, Н.Н. Барсукова, О.А. Коновалова // под ред. А.Г. Потюкова. — Омск: «Вариант-Омск», 2010. — С. 77-170.
17. Андреев Н.И. Фауна и распределение двустворчатых моллюсков (Bivalvia) в бассейне р. Малый Юган (Среднее Приобье) / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, Е.С. Бабушкин // Ruthenica. — 2016. — Т. 26. — № 3-4. — С. 191-201.
18. Андреева С.И. Материалы к фауне пресноводных двустворчатых моллюсков водоемов и водотоков восточного склона Полярного и Приполярного Урала / С.И. Андреева, Н.И. Андреев, Е.С. Бабушкин // Ruthenica. — 2020. — Т. 30 — № 3. — С. 135-147.
19. Баженова О.П. Фитопланктон Омского Прииртышья: монография / О. П. Баженова, Н.Н. Барсукова, И.Ю. Игошкина [и др.] // под общ. ред. О.П. Баженовой. — Омск, 2019. — 320 с.
20. Баженова О.П. К вопросу об оценке экологического состояния водных объектов на примере Обь-Иртышского бассейна / О.П. Баженова, Н.Н. Барсукова // Экология и управление природопользованием: сб. науч. тр. V Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Томск: Литературное бюро, 2022. — Вып. 5. — С. 10-12.
21. Андреев Н.И. К фауне двустворчатых моллюсков бассейна реки Оша (Омская область) в условиях зарегулированного стока / Н.И. Андреев, С.И. Андреева, А.Н. Красногорова // Фауна Урала и Сибири. — 2018. — № 1. — С. 7-18.
22. Перетькин А.А. Характеристика двустворчатых моллюсков радиоактивно загрязнённых водоёмов ПО «Маяк» и водоёма сравнения – Шершневского водохранилища Челябинской области / А.А. Перетькин, С.И. Андреева, А.В. Трапезников [и др.] // Вопросы радиационной безопасности. — 2020. — № 1. — С. 21-44.
23. Андреева С.И. Современные Cerastoderma (Bivalvia, Cardiidae) Аральского моря: Систематика, изменчивость, эволюция: монография / С.И. Андреева // Омский государственный педагогический университет. — Омск, 2000. — 240 с.
24. Андреева С.И. Эволюционные преобразования двустворчатых моллюсков Аральского моря в условиях экологического кризиса: монография / С.И. Андреева, Н.И. Андреев // Омский государственный педагогический университет. — Омск, 2003. — 382 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. GOST 17.1.1.01-77. Oхрана prirody. Gidrosfera. Ispol'zovanie i ohrana vod. Osnovnye terminy i opredeleniya [GOST 17.1.1.01-77. The Care of Nature. Hydrosphere. Water and Water Supply. Basic terms and definitions] [in Russian]
2. Hrisanov N.I. Upravlenie evtrofirovaniem vodoyomov [Management of Eutrophication of Reservoirs] / N.I. Hrisanov, G.K. Osipov. — SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. — 278 p. [in Russian]
3. Naumenko M.A. Evtrofirovanie ozyor i vodohranilishch: uchebnoe posobie [Eutrophication of Lakes and Reservoirs: textbook] / M.A. Naumenko. — SPb.: ed. RGGMU, 2007. — 100 p. [in Russian]
4. Metelev V.V. Vodnaya toksikologiya [Aquatic Toxicology] / V.V. Metelev, A.I. Kanaev, N.G. Dzhasohova. — М.: Kolos, 1971. — 247 p. [in Russian]
5. Carmichael W.W. The Taxins of Cyanobacteria / W.W. Carmichael // Scientific American. — 1994. — № 270 (1). — P. 78-86.
6. Codd G.A. From Mass Mortalities to Management Measures / G.A. Codd, J. Lindsay, F.M. Young [et al.] // Harmful Cyanobacteria. — Netherlands: Springer, 2005. — P. 1-25.

7. Voloshko L.N. Toksiny cianobakterij (Cyanobacteria, Cyanophyta) [Cyanobacteria Toxins (Cyanobacteria, Cyanophyta)] / L.N. Voloshko, A.V. Plyushch, N.N. Titova // Al'gologiya [Algology]. — Kyiv, 2008. — V. 18. — № 1. — P. 3-20 [in Russian].
8. Luk'yanenko V.I. Ekologicheskie aspekty ihtiotoksikologii [Ecological Aspects of Ichthyotoxicology] / V.I. Luk'yanenko. — M.: Agropromizdat, 1987. — 240 p. [in Russian]
9. Kornushin A.V. Dvustvorchatye mollyuski nadsemejstva Pisidioidea Palearktiki (fauna, sistematika, filogeniya) [Bivalve Mollusks of the Superfamily Pisidioidea of the Palearctic (Fauna, Taxonomy, Phylogeny)] / A. V. Kornushin. — Kyiv, 1996. — 175 p. [in Russian]
10. Starobogatov YA.I. Opredelitel' presnovodnyh bespozvonochnyh Rossii i sopredel'nyh territorij. V 6 t. T. 6. Mollyuski [The Determinant of Freshwater Invertebrates of Russia and Adjacent Territories. In 6 vol. V. 6. Mollusks] / YA.I. Starobogatov, L.A. Prozorova, V.V. Bogatov [et al.] — SPb.: Nauka, 2004. — 528 p. [in Russian]
11. Krasnogorova A.N. Izmenchivost' zamka rakoviny mollyuskov semejstva Sphaeriidae (Mollusca: Bivalvia) i eyo potencial'noe znachenie dlya bioindikacii [Variability of the Shell Structure of Mollusks of the Family Sphaeriidae (Mollusca: Bivalvia) and Its Potential Significance for Bioindication] / A.N. Krasnogorova // Ekologiya v menyayushchemsya mire: Materialy konf. molodyh uchenykh, 24-28 aprelya 2006 g. IERiZH UrO RAN [Ecology in a Changing World: Proceedings of the Conference of Young Scientists, April 24-28, 2006, IEPA UB RAS]. — Yekaterinburg: Publishing house "Akademkniga", 2006. — P. 100-103 [in Russian].
12. Krasnogorova A.N. K ekologii dvustvorchatykh mollyuskov Urala [Towards the Ecology of the Bivalve Mollusks of the Urals] / A.N. Krasnogorova // Evolyucionnaya i populyacionnaya ekologiya (nazad v budushchee). Materialy konf. molodyh uchenykh, 30 marta – 3 aprelya 2009 g. IERiZH UrO RAN [Evolutionary and Population Ecology (Back to the Future). Materials of the Conference of Young Scientists, March 30 – April 3, 2009, IEPA UrB RAS]. — Yekaterinburg: Goshchickij, 2009. — P. 89-91 [in Russian].
13. Andreev N.I. Izmenchivost' taksonomicheskikh priznakov dvustvorchatykh mollyuskov v usloviyah zagryazneniya vodoemov [Variability of Taxonomic Features of Bivalves in Conditions of Pollution of Reservoirs] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, A.N. Krasnogorova // Problemy ekologii: chteniya pamyati prof. M.M. Kozhova: tez. dokl. mezhdunar. nauchn. konf. [Problems of Ecology: readings of the memory of Prof. M.M. Kozhova: thesis of reports of the International Scientific Conference]. — Irkutsk: Irkutsk State University, 2010. — 374 p. [in Russian]
14. Krasnogorova A.N. Dvustvorchatye mollyuski semejstva Sphaeriidae YUzhnogo, Srednego Urala i yuga Zapadnoj Sibiri [Bivalve Mollusks of the Family Sphaeriidae of the Southern, Middle Urals and Southwestern Siberia]: abstract. Dis. Of PhD in Biol. Sciences] / Tomsk State University. — Tomsk, 2011. — 23 p. [in Russian]
15. Andreeva S.I. K voprosu ob izmenchivosti sferiid (Mollusca, Bivalvia) vodoemov Omskoj oblasti [On the Issue of Variability of Spheriids (Mollusca, Bivalvia) of Reservoirs in the Omsk Region] / S.I. Andreeva, A.N. Krasnogorova // Estestvennye nauki i ekologiya [Natural Sciences and Ecology]. — 2006. — No. 10. — P. 73-76 [in Russian].
16. Bazhenova O.P. Ekologo-fiziologicheskie issledovaniya sostoyaniya okruzhayushchej sredy i zdorov'ya naseleniya Omskogo Priirtysh'ya: monografiya [Ecological and Physiological Studies of the State of the Environment and the Health of the Population of the Omsk Irtysh Region: monograph] / O.P. Bazhenova, N.N. Barsukova, O.A. Konovalova // ed. by A.G. Potyukov. — Omsk: «Variant-Omsk», 2010. — P. 77-170 [in Russian].
17. Andreev N.I. Fauna i raspredelenie dvustvorchatykh mollyuskov (Bivalvia) v bassejne r. Malyj YUgan (Srednee Priob'e) [Fauna and Distribution of Bivalves (Bivalvia) in the Basin of the Maly Yugan River (Middle Ob region)] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, E.S. Babushkin // Ruthenica. — 2016. — V. 26. — № 3-4. — P. 191-201 [in Russian].
18. Andreeva S.I. Materialy k faune presnovodnykh dvustvorchatykh mollyuskov vodoemov i vodotokov vostochnogo sklona Polyarnogo i Pripolyarnogo Urala [Materials for the Fauna of Freshwater Bivalve Mollusks of Reservoirs and Watercourses of the Eastern Slope of the Polar and Circumpolar Urals] / S.I. Andreeva, N.I. Andreev, E.S. Babushkin // Ruthenica. — 2020. — V. 30 — № 3. — P. 135-147 [in Russian].
19. Bazhenova O.P. Fitoplankton Omskogo Priirtysh'ya: monografiya [Phytoplankton of the Omsk Irtysh region: monograph] / O. P. Bazhenova, N.N. Barsukova, I.YU. Igoshkina [et al.] // under the general ed. of O.P. Bazhenova. — Omsk, 2019. — 320 p. [in Russian]
20. Bazhenova O.P. K voprosu ob ocenke ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob'ektov na primere Ob'-Irtyshskogo bassejna [On the Issue of Assessing the Ecological State of Water Bodies on the Example of the Ob-Irtysh Basin] / O.P. Bazhenova, N.N. Barsukova // Ekologiya i upravlenie prirodopol'zovaniem: sb. nauch. tr. V Vseross. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. Uchastiem [Ecology and Environmental Management: collection of scientific works of the V All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. — Tomsk: Literary Bureau, 2022. — No. 5. — P. 10-12 [in Russian].
21. Andreev N.I. K faune dvustvorchatykh mollyuskov bassejna reki Osha (Omskaya oblast') v usloviyah zaregulirovannogo stoka [To the Fauna of Bivalve Mollusks of the Osha River Basin (Omsk Oblast) in Conditions of Regulated Runoff] / N.I. Andreev, S.I. Andreeva, A.N. Krasnogorova // Fauna Urala i Sibiri [Fauna of the Urals and Siberia]. — 2018. — № 1. — P. 7-18 [in Russian].
22. Peretykin A.A. Harakteristika dvustvorchatykh mollyuskov radioaktivno zagryaznyonnykh vodoyomov PO «Mayak» i vodoyoma sravneniya – SShershnevskogo vodohranilishcha CHelyabinskoy oblasti [Characteristics of Bivalve Mollusks of Radioactively Polluted Reservoirs According to "Mayak" and the Reservoir of Comparison – the Shershnevsky Reservoir of the Chelyabinsk Region] / A.A. Peretykin, S.I. Andreeva, A.V. Trapeznikov [et al.] // Voprosy radiacionnoj bezopasnosti [Radiation Safety Issues]. — 2020. — № 1. — P. 21-44 [in Russian].
23. Andreeva S.I. Sovremennye Cerastoderma (Bivalvia, Cardiidae) Aral'skogo morya: Sistematika, izmenchivost', evolyuciya: monografiya [Modern Cerastoderma (Bivalvia, Cardiidae) The Aral Sea: Systematics, Variability, Evolution: monograph] / S.I. Andreeva // Omsk State Pedagogical University. — Omsk, 2000. — 240 p. [in Russian]

24. Andreeva S.I. Evolyucionnyye preobrazovaniya dvustvorchatyh mollyuskov Aral'skogo morya v usloviyah ekologicheskogo krizisa: monografiya [Evolutionary Transformations of Bivalve Mollusks of the Aral Sea in the Context of the Ecological Crisis: monograph] / S.I. Andreeva, N.I. Andreev // Omsk State Pedagogical University. — Omsk, 2003. — 382 p. [in Russian]