

БИОЛОГИЯ

УДК 656.052:06.011+574.5

ОПЫТ КОНТРОЛЯ ВОДЯНОГО БАЛЛАСТА ТОРГОВЫХ СУДОВ В НОВОРОССИЙСКОМ ПОРТУ

© 2006 г. Академик Г.Г. Матишов^{1,2}, Ж.П. Селифонова²

В 2004–2005 гг. были проведены исследования зоопланктона, солёности (плотности) морской воды в балластных цистернах 145 танкеров, в том числе и динамики структуры веслоногих ракообразных в акватории Новороссийской бухты. Разработан оригинальный метод контроля водяного балласта судов, основанный на исследовании и экосистемном мониторинге (планктон, бентос, ихтиофауна, обрастания) портовых акваторий с последующей оценкой риска инвазивных видов, который может быть широко применен в других российских портах Азово-Черноморского бассейна.

Необходимость разработки действенных методов контроля и управления водяным балластом торговых судов обусловлена актуальной проблемой недавнего вторжения в бассейн южных морей чужеродных потенциально опасных видов, повлекших за собой серьезные нарушения в экосистемах. Наиболее яркий пример – вселение гребневика *Mnemiopsis leidyi* в конце 1980-х гг. в Азово-Черноморский бассейн. В пик своей плотности мнемииopsis нанес колоссальный ущерб рыболовству, который исчислялся в Черном море в размере 200 млн долл. США в год, в Азовском – 30–40 млн долл. США. С водяным балластом судов ежегодно переносится свыше четырех тысяч видов водных организмов [1]. Считается, что в среднем каждые девять недель в каком-либо секторе Мирового океана происходит вторжение морского организма в новую для него среду обитания. Процесс инвазий чужеродных видов в силу своей непредсказуемости получил название “экологической рулетки” [2]. Антропогенный перенос чужеродных морских организмов в новые для них условия окружающей среды в составе судового балласта, на внешней обшивке либо иными путями – одна из наиболее серьезных угроз Мировому океану.

Поскольку балластировка судов является неотъемлемой частью морских грузовых перевозок и избежать этого невозможно, то основным

путем предотвращения распространения нежелательных организмов является ограничение их сброса с водяным балластом в портах. Существующее руководство ИМО (Резолюция ИМО А.868(20)) по управлению водяным балластом позволяет морским державам самим определять характер мероприятий по управлению водяным балластом. Считается, что обработка балластных вод на судах перед сбросом их в порту является наиболее эффективным средством для предотвращения попадания вредных чужеродных организмов в портовые воды. Тем не менее, несмотря на безусловные преимущества этого метода, до сих пор не найдено общепринятого международного стандарта для оценки качества обрабатываемых балластных вод. Поэтому на сегодняшний день единственным действенным методом управления балластом остается его замена в открытом море.

Первым этапом на пути усовершенствования системы контроля и управления водяным балластом следует считать результаты исследований оценки риска загрязнения водяным балластом в Одесском порту, которые произведены в рамках программы ГлоБалласт [3, 4]. Данная методика сводится к расчету вероятности попадания экзотических видов в акваторию водоемов при замене судового балласта, но, несмотря на ее прогрессивность, несовершенна в силу ряда причин. В качестве главного недостатка следует назвать отсутствие полной информации о биологическом разнообразии в экосистемах портовых акваторий. Для составления геоинформационной карты необходимы данные об экологических условиях и видовом разнообразии акваторий всех портов Мирового океана, с которыми

¹ Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону.

² Азовский филиал Мурманского морского биологического института Кольского научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону.

осуществляется торговля. Таких данных в большинстве случаев нет.

Для дальнейшего совершенствования методов контроля необходима разработка электронной автоматизированной судовой системы по контролю операций с судовыми балластными водами, которая регистрирует время, координаты, объем взятых либо сброшенных балластных вод, их температуру, соленость и т.д. Это достаточно эффективный способ контроля всех производимых операций, поскольку смена водяного балласта остается опасной процедурой: потеря остойчивости судна, крен, дифферент и т.д. Вместе с тем на внедрение этого метода в практику потребуется достаточно продолжительное время и немалые капиталовложения на техническое оснащение судов. Таким образом, в ближайшем будущем нельзя ожидать лучшего метода, чем замена водяного балласта в открытом море. Однако, как показывают исследования [5, 6], такая процедура при отсутствии методов объективной регистрации замены балластных вод, биологического и химического контроля малоэффективна. Известны случаи фальсификации в записях судовых журналов о регистрации операций с водяным балластом. Это подтверждается быстрым распространением и натурализацией инвазивных видов в Каспийском море. Учитывая необходимость принятия специальных мер по предотвращению инвазий в территориальные воды России, Южный научный центр РАН в 2004 г. в порту Новороссийск начал исследования водяного балласта и организовал мониторинг планктонного сообщества в акватории Новороссийской бухты, на основе которого разработан оригинальный метод контроля водяного балласта [7]. Некоторые преимущества данного метода описаны в настоящей работе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Выбор Новороссийского порта для разработки и апробирования метода контроля водяного балласта и экосистемного мониторинга портовых акваторий не случаен. Новороссийский порт является самым крупным на Черном море, через который переваливается до 100 млн т грузов в год и сбрасывается свыше 50 млн т водяного балласта (рис. 1). При ФГУ «Администрация морского порта Новороссийск» в 2004 г. создана специализированная гидробиологическая лаборатория Южного научного центра РАН.

Материалом для настоящего исследования послужили пробы мезозoopланктона и морской во-

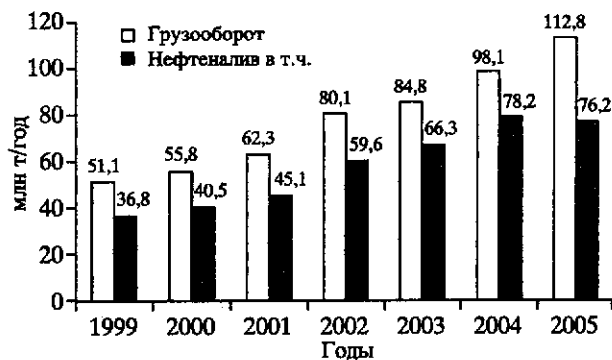


Рис. 1. Динамика грузооборота Новороссийского порта в 1999–2005 гг.

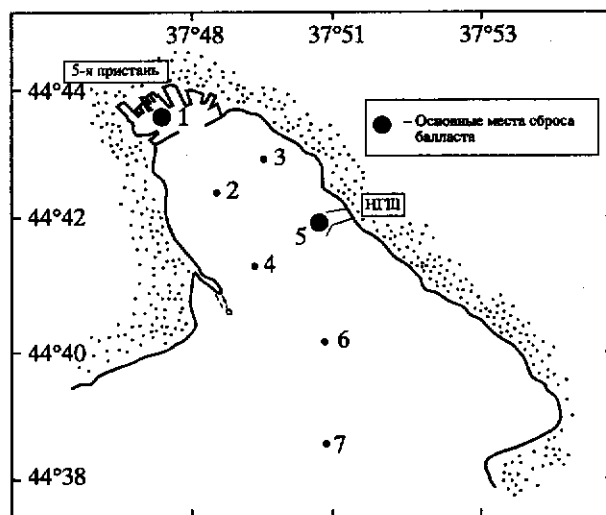


Рис. 2. Схема расположения нефтеналивных терминалов (5-я пристань, НГШ) и станций отбора проб мезозoopланктона в Новороссийской бухте

ды из балластных цистерн 145 танкеров, прибывших под погрузку в порт Новороссийск в 2004–2005 гг. В качестве изучаемых объектов были выбраны суда, загружающиеся дизельным топливом и нефтепродуктами в нефтегавани “Шесхарис” (НГШ) и “5-й пристани”. Схема расположения нефтеналивных терминалов в Новороссийской бухте представлена на рис. 2.

Образцы воды отбирали с поверхности. Соленость балластных вод измеряли аргентометрическим методом Мора. Погрешность в исследовании не превышала 0,02% (ГОСТ 27384-87). Дополнительно были выполнены измерения плотности воды с помощью набора ареометров.

Пробы мезозoopланктона концентрировали методом фильтрации – 80–100 л воды через газ, размер ячеек 100 мкм. Фиксация материала производилась нейтральным формалином до конечной концентрации 1–2%. Камеральная обработ-

ка осуществлялась стандартными гидробиологическими методами. В статистической обработке результатов применяли корреляционный анализ [8].

С целью выявления инвазийных видов изучали видовое разнообразие веслоногих раков в акватории Новороссийской бухты. Для этого в летний сезон 2004–2005 гг. был организован ежедекадный мониторинг. Отбор проб производили тотально с помощью сетей Джеди (ССД и БСД) с фильтрующим конусом из газа № 49 на т/х “Докер Тальянов” и ПСС “Антарес” в соответствии со схемой станций (рис. 2).

В идентификации веслоногих раков большую помощь оказала А.А. Шмелева (Институт биологии южных морей национальной академии наук, Украина).

Авторы выражают глубокую признательность начальнику ФГУ “Администрация морского порта Новороссийск” и.о. капитана порта В.В. Ерыгину и начальнику отдела экологического контроля В.С. Бердникову за оказанное содействие при выполнении данного исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В балластных танках были обнаружены не свойственные Черному морю организмы (*Clausocalanus arcuicornis*, *Ctenocalanus vanus*, *Temora longicornis*, *Calanopia elliptica*, *Corycaeus furcifer*, *Oncaea* sp. и др.). Общая численность зоопланктона колебалась от 1,3 до 60 тыс. экз./м³. В составе меропланктона отмечали голопланктонные полихеты, которые в Черном море не встречаются. Практически повсеместно в балласте судов отмечали представителей неритического комплекса: инфузорий-тинтинид, ко-

ловраток, меропланктон, гарпактикоид, копепоид рода *Acartia* и *Oithona nana*. Данный факт позволил предположить, что забор воды производился в наиболее эвтрофных и загрязненных прибрежных участках морей. Согласно статистике, до 62% всех заходов судов в порт Новороссийск выполняется из Средиземноморского бассейна (рис. 3).

Соленость воды, измеренная аргентометрическим методом, в балластных танках колебалась от 17,7 до 25,9‰. Только на двух судах, одно из которых следовало из болгарского порта Бургас, соленость соответствовала черноморской воде (17,7–18,2‰).

Все организмы зоопланктона были в хорошем состоянии, зафиксированы живыми. Оценка реального риска вторжения экзотических видов, сделанная на основе общего объема водяного балласта судна “Prosky”, показала, что за один раз в Новороссийскую бухту сбрасывается свыше 85 млн экз. личинок донных животных. Многие из этих организмов могут нанести непоправимый урон рыбным запасам, как например, это произошло с рапаном и прочими донными животными, что повлекло за собой перестройку сложившихся биоценологических связей.

Таким образом, проблема переноса водных организмов судами танкерного флота в порт Новороссийск требовала строгих мер контроля. В 2004–2005 гг. мы проводили регулярные комплексные исследования мезозоопланктона и показателей солености (плотности) морской воды в балластных цистернах танкеров, прибывших под погрузку на 5-ю пристань и нефтегавань “Шехарис”. Дополнительно осуществлялся мониторинг таксономического разнообразия веслоногих ракообразных в акватории Новороссийской бухты. Выбранная нами методология наряду с ужесточением политики портовых властей привела к существенному улучшению состояния балластных вод судов.

В этот период отмечена положительная динамика замены водяного балласта до прихода в порт Новороссийск (рис. 4). Применение регулярного мониторинга привело к закономерному улучшению биологических и химических показателей балластных вод при усилении режима административного контроля. При этом выявлена прямая линейная взаимосвязь между общим количеством обследованных танкеров и количеством танкеров, прибывших в порт без нарушений ($n = 18$, $r = 0,96$ при $P < 0,05$). Выяснено, что нарушения вызваны в основном снижением уровня лабораторного контроля на судах



Рис. 3. Происхождение водяного балласта, сброшенного судами в порту Новороссийска в 2004–2005 гг. (%)

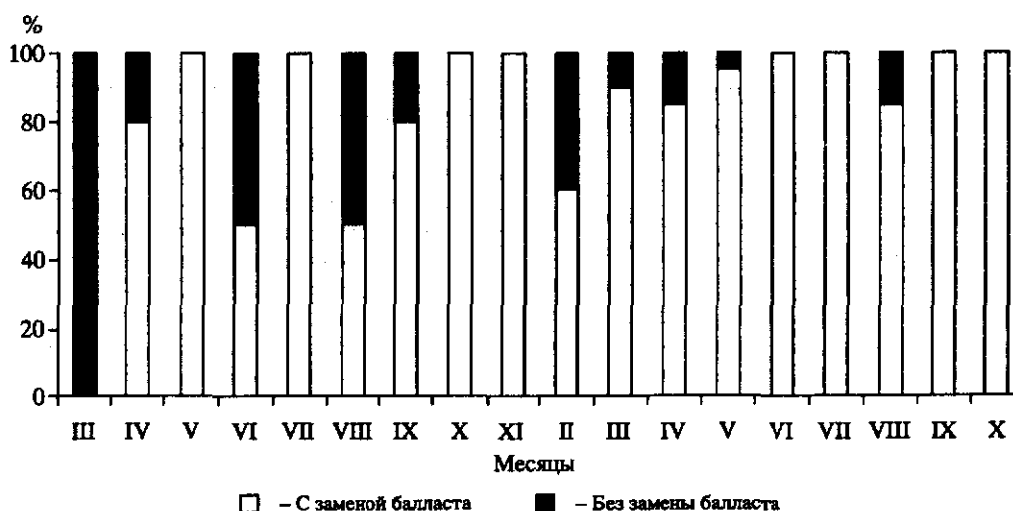


Рис. 4. Процентное соотношение танкеров, прибывших в порт Новороссийск под погрузку в 2004–2005 гг.

(рис. 5). В среднем, по данным лабораторного контроля, в 2004 г. полную замену произвели свыше 70% танкеров, в 2005 г. количество таких судов возросло до 90%. Совместно со специалистами отдела экологического контроля ФГУ «АМП Новороссийск» в 2005 г. проверено 875 танкеров, сухогрузов и балкеров, что составило 17,6% от общего количества судовых заходов в порт Новороссийск.

Полученные в течение двух лет показатели динамики структуры веслоногих ракообразных позволяют с некоторой долей уверенности судить об улучшении биологических и химических показателей сбрасываемых балластных вод в Новороссийскую бухту и наглядно демонстрируют практическую эффективность данного метода. Общий список Сорепада, обнаруженных в 2004 г. в Новороссийской бухте, насчитывал 62 вида. Детальная обработка материала позволила выявить 36 новых для региона видов. Из сем. Paracalanidae здесь впервые отмечены такие виды, как *Paracalanus indicus* Wolfenden, *P. denudatus* Swell, *P. pigmaeus* Claus, *P. nanus* Sars, *P. aculeatus* Giesbrecht, *Parvocalanus crassirostris* Dahl, из сем. Oithonidae – *O. brevicornis* Giesbrecht, *O. plumifera* Baird, *O. simplex* Farran, *Parathona* sp., из сем. Oncaeidae – *O. mediterranea* Claus, *O. dentipes* Giesbrecht, *O. media* Giesbrecht, *O. venella* Farran, *O. subtilis* Giesbrecht, *O. clevei* Fruchtl, *O. venusta* Philippi, *O. vodjanitskii* Shmeleva & Delalo, *O. zernovi* Shmeleva, *O. conifera* Giesbrecht, *O. minuta* Giesbrecht, *Oncaea* sp., из сем. Clausidiidae *Saphirella* sp. Большой интерес представляет обнаружение в хорошей сохранности единичных экземпляров *Corycaeus furcifer* Claus, *Corycella rostrata* Claus (сем. Corycaidae),

Clausocalanus furcatus Brady (сем. Clausocalanidae), *Calocalanus pavoninus* Farran (сем. Calocalanidae), *Pleuromamma gracilis* (Claus) (сем. Metridiidae), *Temora stylifera* Dana (Temoridae), *Euterpina acutifrons* Dana (сем. Tachydiidae), *Microsetella rosea* Dana (сем. Ectinosomidae). Из сем. Centropagidae отмечено присутствие *C. kroyeri* Giesbrecht и *C. violaceus* (Claus). Из сем. Acartiidae – *A. tonsa* Dana, *A. negligens* Dana, *A. josephina* Crisafi.

Практически все обнаруженные виды были средиземноморского происхождения. Фауна черноморских копепод, по-видимому, постоянно пополняется из Средиземноморского бассейна. Вполне вероятно, что некоторые из указанных ракообразных являются случайной находкой и занесены с водным балластом судов.

В 2005 г. нами обнаружено 11 новых видов (*P. indicus* Wolfenden, *P. crassirostris* Dahl, *O. brevicornis* Giesbrecht, *O. subtilis* Giesbrecht, *O. dentipes* Giesbrecht, *O. mediterranea* Claus, *Saphirella* sp., *Calocalanus pavoninus* Farran,

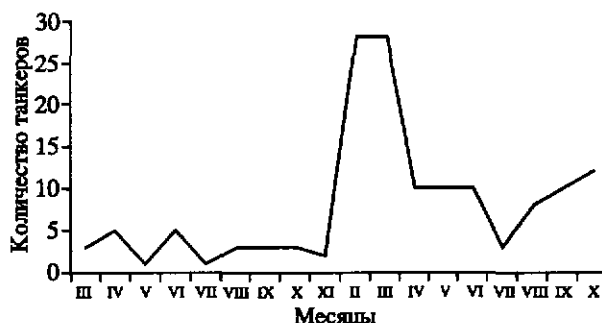


Рис. 5. Общее количество обследованных танкеров в Новороссийском порту в 2004–2005 гг.

Microsetella rosea Dana, *C. kroyeri* Giesbrecht, *A. tonsa* Dana). Многие из этого списка являются “старыми вселенцами”, как, например, *A. tonsa* Dana, занесенная, как полагают, в конце 1970-х гг. с водяным балластом судов из других районов Мирового океана в Черное море [9]. *O. subtilis* Giesbrecht, *O. dentipes* Giesbrecht, *O. mediterranea* Claus и представители родов *Calocalanus* и *Microsetella* были зарегистрированы в океанариуме в Севастопольской бухте в 1996–1997 гг. [10]. *P. indicus* Wolfenden, *P. crassirostris* Dahl, *Saphirella* sp., *C. kroyeri* найдены в 2001 г. в северо-восточной части Черного моря (устное сообщ. А.А. Шмелевой). *O. brevicornis* Giesbrecht обнаружена в 2003 г. в Новороссийской бухте [6].

Поэтому для решения задач, связанных с проблемой контроля водяного балласта, необходим регулярный экосистемный мониторинг портовых акваторий. Такой мониторинг позволит в дальнейшем прогнозировать воздействие инвазивных видов на местную экосистему и своевременно решать порождаемые ими экологические и социально-экономические проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IMO Bulletin To put an end to invasion of alien organisms as a result of their transportation with ballast water. October 1998. 21 pp.
2. Carlton J.T., Geller T. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms // Science. 1993. 261. P. 78–82.
3. Александров Б.Г. Проблема переноса водных организмов судами и некоторые подходы к оценке риска новых инвазий // Морской экологический журнал. 2004. Т. 3. № 1. С. 5–17.
4. Баштанний Р.В., Хмелевский В.А. Оценка риска загрязнения водяным балластом судов. Сбор, систематизация и анализ информации. Работа с программным обеспечением. Аппаратная поддержка // Отчет о 2-м научно-практическом семинаре по проблеме управления водяным балластом судов (для специалистов морских торговых портов). Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы ГлоБалласт. Одесса, 12 мая 2003 г. Вып. 5. С. 47–61.
5. Болтачев А.Р., Загородняя Ю.А., Болтачева Н.А., Колесникова Е.А., Романов А.С. Балластные воды как основной антропогенный фактор биологического загрязнения Черного моря // Рыбное хозяйство Украины. 2003. № 1. С. 11–15.
6. Матишов Г.Г., Селифонова Ж.П., Ерыгин В.В., Ерохин В.В., Бердников В.С. Исследование водяного балласта в порту Новороссийска и некоторые аспекты биологического загрязнения Черного и Азовского морей // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Апатиты, 2005. Т. 7. С. 131–142.
7. Матишов Г.Г., Селифонова Ж.П., Ерыгин В.В., Ерохин В.В., Бердников В.С. Метод контроля и прогнозирования распространения чужеродных видов через морские порты южных морей с водяным балластом судов // Тез. докл. между. семинара “Современные технологии мониторинга и освоения природных ресурсов южных морей” (Ростов-на-Дону, 15–17 июня 2005 г.). С. 111–113.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1973. 329 с.
9. Губанова А.Д. *Acartia tonsa* Dana – новый вид Соперода в Черном море // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма. Севастополь, 2003. С. 94–103.
10. Мурина Г.-В.В., Шмелева А.А., Лисицкая Е.В. Годичный мониторинг мери- и голопланктона в океанариуме Севастопольской бухты // Гидробиологический журнал. 2002. Т. 38. № 3. С. 3–11.

EXPERIENCE OF COMMERCIAL VESSELS' WATER BALLAST CONTROL IN THE PORT OF NOVOROSIYSK

G.G. Matishov, J.P. Selifonova

The attempt of the specialized laboratory on the commercial ships ballast water control organization was made by Southern scientific center of RAS in port Novorossiysk. Studies of zooplankton, sea water salinity in 145 tankers ballast tanks and copepod structure dynamics in Novorossiysk Bay water area were accomplished during laboratory functioning period (2004–2005). A method of ships ballast water control, based on the research results was developed. The method could be widely applied in other Russian ports of the Azov-Black basin because of its economic efficiency.

REFERENCES

1. IMO Bulletin To put an end to invasion of alien organisms as a result of their transportation with ballast water. October 1998. 21 pp.
2. Carlton J.T., Geller T. 1993. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science*. 261: 78–82.
3. Aleksandrov B.G. 2004. [The problem of transfer of aquatic organisms by the courts and some approaches to assessing the risk of new invasions]. *Morskoy ekologicheskiy zhurnal*. 3(1): 5–17. (In Russian).
4. Bashtannyi R.V., Khmelevskiy V.A. [Assessment of the risk of contamination of ballast water of ships. Collection, organize and analyze information. Working with the software. Hardware support]. In: *Otchet o 2-m nauchno-prakticheskom seminare po probleme upravleniya vodyanym ballastom sudov (dlya spetsialistov morskikh torgovykh portov). Seriya monografiy Odesskogo demonstratsionnogo tsentra programmy GloBallast. Odessa, 12 maya 2003 g. [Report on the Second scientific and practical seminar on management of ballast water (for professionals commercial seaports). Monograph Series Odessa GloBallast Demonstration Center. Odessa, May 12, 2003]. Issue 5. P. 47–61. (In Russian).*
5. Boltachev A.R., Zagorodnyaya Yu.A., Boltacheva N.A., Kolesnikova E.A., Romanov A.S. 2003. [Ballast water as the main anthropogenic factor of biological pollution of the Black Sea]. *Rybnoe khozyaystvo Ukrainy*. (1): 11–15. (In Russian).
6. Matishov G.G., Selifonova Zh.P., Erygin V.V., Erokhin V.V., Berdnikov V.S. 2005. [Study of water ballast in the port of Novorossiysk, and some aspects of biological contamination of Black and Azov Seas]. In: *Ekosistemnye issledovaniya sredi i bioty Azovskogo basseyna i Kerchenskogo proliva. [Ecosystem research environment and biota of the Azov basin and the Kerch Strait]. Vol. 7. Apatity: 131–142. (In Russian).*
7. Matishov G.G., Selifonova Zh.P., Erygin V.V., Erokhin V.V., Berdnikov V.S. 2005. [The method of monitoring and predicting the spread of alien species through the ports of the southern seas to the ballast water of ships]. In: *[Current technologies for monitoring and management of natural resources of the Southern Seas: Abstracts International Seminar (Rostov-on-Don, June 15–17, 2005)]. P. 111–113. (In Russian).*
8. Lakin G.F. 1973. *Biometriya. [Biometrics]*. Moscow, “Vysshaya shkola” Publ.: 329 p. (In Russian).
9. Gubanova A.D. 2003. [Acartia tonsa Dana – new species Copepoda in the Black Sea]. In: *Sovremennoe sostoyanie bioraznoobraziya pribrezhnykh vod Kryma. [The current state of biodiversity of coastal waters of Crimea]*. Sevastopol: 94–103. (In Russian).
10. Murina G.-V.V., Shmeleva A.A., Lisitskaya E.V. 2002. [Annual monitoring meroplankton and zooplankton in the Oceanarium of Sevastopol Bay]. *Gidrobiologicheskiy zhurnal*. 38(3): 3–11. (In Russian).