

# ТЕНДЕНЦИИ ВСЕЛЕНИЯ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ ЗООБЕНТОСА В ЧЁРНОЕ МОРЕ

© 2020 Шаловенков Н.Н.

Центр экологических исследований, Севастополь, 299007, Россия;  
e-mail: shaloven@rambler.ru

Поступила в редакцию 27.09.2018. После доработки 01.02.2020. Принята к публикации 11.02.2020.

Обобщены опубликованные данные о видах-вселенцах в зообентосе Чёрного моря за столетний период исследований. Подготовлен список чужеродных видов, в донной фауне зарегистрирован 61 чужеродный вид. Проанализирована многолетняя изменчивость вселения чужеродных видов зообентоса в море. Интенсификация инвазий видов зообентоса в Чёрное море приходится на период климатических изменений в регионе. Выявлена статистически значимая связь между междесятилетней изменчивостью числа обнаруженных видов-вселенцев и отклонениями летней температуры воды от средней многолетней (100 лет).

**Ключевые слова:** зообентос, чужеродные виды, тренд инвазий, климатические изменения, Чёрное море.

## Введение

Донная фауна Чёрного моря сформирована преимущественно за счёт средиземноморско-атлантических видов, которые стали заселять шельф после соединения проливами Чёрного и Средиземного морей (5–7 тыс. лет назад). Процесс вселения новых средиземноморских видов, по И.И. Пузанову, – «медитеранизация» [Пузанов, 1967], продолжается и сейчас. Реликтовая фауна понто-каспийского комплекса составляет незначительную долю от общего числа видов в море [Мордухай-Болтовской, 1972]. Число чужеродных видов в зообентосе также не велико, однако, оно неуклонно растёт [Shiganova, Öztürk, 2010; Skolka, Preda, 2010; Зайцев, 2011; Шиганова и др., 2012; Bologa, Sava, 2012; Alexandrov, 2017; и др.]. На начало XXI в. список предполагаемых вселенцев в зообентосе Чёрного моря насчитывал около 40 видов [Alexandrov et al., 2007]. Цель данной работы – уточнить список чужеродных видов зообентоса и на основе опубликованных материалов проанализировать многолетний тренд их проникновения в Чёрное море.

## Материал и методика

Список чужеродных видов зообентоса составлен на основе опубликованных обзорных и

отдельных статей, посвящённых видам-вселенцам в Чёрное море [Băcescu et al., 1971; Шадрин, 1999; Alexandrov, Zaitsev, 2000; Zaitsev, Öztürk, 2001; Миронов и др., 2002; Шадрин и др., 2002; Gomoi, Skolka, 2005; Alexandrov et al., 2007; Shiganova, Öztürk, 2010; Зайцев 2011; Шиганова и др., 2012; Bologa, Sava, 2012; Alexandrov, 2017; и др.]. Кроме того, в данной работе использована информация из баз данных: «AquaNIS» [2018] – Информационная система по водным неместным и криптогенным видам и «WoRMS» [2018] – Всемирный реестр морских видов.

Статистические расчёты выполнены с использованием пакета прикладных программ «Statistica» (версия 8).

## Результаты и обсуждение

За столетний период исследований в донной фауне Чёрного моря зарегистрирован 61 чужеродный вид (таблица). В настоящее время большая часть чужеродных видов из этого списка встречается в донной фауне только в определённых районах черноморского шельфа. 26 чужеродных видов были зарегистрированы исследователями только один раз. Половина из них была обнаружена после 2000 г., что не исключает их сохранение и натурализацию в будущем.

Таблица. Список чужеродных видов зообентоса, зарегистрированных в Чёрном море.

Таксономические группы, виды	Год обнаружения	Авторы
<b>Protozoa, Foraminifera</b>		
<i>Sorites orbiculus</i> (Forskål in Niebuhr, 1775)	2010	Meriç et al., 2010
Coelenterata, Hydrozoa		
<i>Blackfordia virginica</i> (Mayer, 1910)	1925	Вълканов, 1935; Мордухай-Болтовской, 1968
<i>Bougainvillia muscus</i> (Allman, 1863)	1933	Симкина, 1963
<i>Garveia franciscana</i> (Torrey, 1902)	1932	Raspalev, 1933; Мордухай-Болтовской, 1968
<i>Eudendrium vaginatum</i> (Allman, 1863)	1990	Гришичева, Шадрин, 1999
<i>Eudendrium capillare</i> (Allman, 1856)	1990	Гришичева, Шадрин, 1999
<i>Pachycordyle navis</i> (Millard, 1959)	2002	Марфенин, 1983
<i>Campanulina pumila</i> (Clark, 1875)	1990	Гришичева, Шадрин, 1999
Anthozoa, Actiniaria		
<i>Diadumene lineata</i> (Verrill, 1869)	1960	Băcescu et al., 1971
<i>Sagartia elegans</i> (Dalyell, 1848)	2008	Гребельный, Ковтун, 2013
Entoprocta, Kamptozoa		
<i>Urnatella gracilis</i> Leidy, 1851	1950	Gomoiu, Skolka, 1996
Annelida, Polychaeta		
<i>Hesionides arenaria</i> (Friedrich, 1937)	1950-е	Вълканов, 1954
<i>Sigambra tentaculata</i> (Treadwell, 1941)	1960-е	Киселёва 1964
<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)	1929	Анненкова, 1929
<i>Polydora cornuta</i> (Bosk, 1802)	1962	Surugiu, 2005
<i>Glycera capitata</i> (Oersted, 1843)	1970-е	Мордухай-Болтовской, 1972
<i>Nephtys ciliata</i> (Muller, 1776)	1960-е	Rullier, 1963
<i>Streptosyllis varians</i> Webster & Benedict, 1887	1964	Кынева-Абаджиева, Маринов, 1966
<i>Capitellethus dispar</i> (Ehlers, 1907)	1959	Rullier, 1963
<i>Magelona mirabilis</i> (Johnston, 1845)	1970-е	Маринов, 1977
<i>Polydora websteri</i> Hartman in Loosanoff & Engle, 1943	1990	Surugiu, 2005
<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)	1957	Marinov, 1957
<i>Streblospio gynobranchiata</i> Rice & Levin, 1998	2001	Мурина, 2008
<i>Dipolydora quadrilobata</i> (Jacobi, 1883)	1990-е	Todorova, Panayotova, 2006
<i>Hydroides dianthus</i> (Verrilli, 1873)	2009	Болтачева и др., 2011
<i>Prionospio pulchra</i> Imajima, 1990	2000	Dagli, Çinar, 2011
Annelida, Oligochaeta		
<i>Tubificoides benedii</i> (Udekem, 1855)	1916	Загорский, Рубинштейн, 1916
Crustacea, Cirripedia		
* <i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	1844	Бучинский, 1885
* <i>Amphibalanus eburneus</i> (Gould, 1841)	1892	Остроумов, 1892
* <i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	1844	Мавродиadi, 1908
Crustacea, Isopoda		
<i>Sphaeroma walker</i> (Stebbing, 1905)	2004	Skolka, Gomoiu, 2004
<i>Saduria entomon</i> (Linnaeus, 1758)	2009	Kvach, 2009
Crustacea, Decapoda		
<i>Rhithropanopeus harrisi</i> (Gould, 1841)	1934	Макаров, 1939

<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	1967	Зайцев, 1978
<i>Eriocheir sinensis</i> H. Milne Edwards, 1853	1934	Зайцев, 1998
<i>Palaemon macrodactylus</i> Rathbun, 1902	2008	Міцу, Niță, 2009
<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Haan, 1835)	2008	Міцу et al., 2010a
<i>Dyspanopeus sayi</i> (Smith, 1869)	2009	Міцу et al., 2010b
<i>Sirpus zariquieyi</i> Gordon, 1953	1982	Кочатаş, 1982
<i>Penaeus semisulcatus</i> De Haan, 1844 [in De Haan, 1833–1850]	2005	Хворов и др., 2006
<i>Penaeus japonicus</i> Spence Bate, 1888	1970-е	Zaitsev, Öztürk, 2001
* <i>Pandalus latirostris</i> Rathbun, 1902	1959	Сальский, 1963
Mollusca, Opisthobranchia		
<i>Trinchesia perca</i> (Er. Marcus, 1958)	2007	Martynov et al., 2007
Mollusca, Gastropoda		
<i>Corambe obscura</i> (A. E. Verrill, 1870)	1986	Рогинская, Гринцов, 1990
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843)	1951	Сон, 2008
<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)	1946	Драпкин, 1953
<i>Neptunea arthritica</i> (Valenciennes, 1858)	2000	Шадрин и др., 2002
<i>Ercolania viridis</i> (A. Costa, 1866)	2001	Зайцев и др., 2004
Mollusca, Bivalvia		
* <i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758	750–500 до н.э.	Grossu, 1962
<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)	1900–1910	Zolotarev, 1996
<i>Crassostrea virginica</i> (Gmelin, 1791)	1973	Skolka, Gomoiu, 2004
<i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758	1966	Бешевли, Колягин, 1967
<i>Anadara kagoshimensis</i> (Tokunaga, 1906)	1968	Киселёва, 1992
<i>Mytilopsis leucophaeata</i> (Conrad, 1831)	2000	Therriault et al., 2004
<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758	1990	Зайцев и др., 2004
<i>Mytilus trossulus</i> Gould, 1850	2001	Зайцев и др., 2004
<i>Perna viridis</i> (Linnaeus, 1758)	2000	Миронов и др., 2002
<i>Arcuatula senhousia</i> (Benson, 1842)	2002	Міцу D., Міцу S., 2004
<i>Corbicula fluminea</i> (O. F. Müller, 1774)	1995–1999	Сон, 2007
<i>Pteria hirundo</i> (Linnaeus, 1758)	2002	Katsanevakis et al., 2012
<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850)	1985	Alexandrov, 2017
Echinodermata, Asteroidea		
<i>Asterias rubens</i> Linnaeus, 1758	2003	Karhan et al., 2008
Chordata, Ascidiacea		
<i>Styela clava</i> Herdman, 1881	2004	Міцу D., Міцу S., 2004
<i>Molgula manhattensis</i> (De Kay, 1843)	1971	Vacescu et al., 1971

\* виды, которые не включены в корреляционный анализ.

Список вселенцев охватывает широкий спектр таксономических групп беспозвоночных. Основными группами среди чужеродных видов являются полихеты, ракообразные и моллюски (рис. 1), т. е. это те же группы бентосных животных, которые преобладают в

фауне Чёрного моря [Мордухай-Болтовской, 1972; Киселёва, 1979]. Вселенцы представлены эвригалинными и, большей частью, эвритермными видами с широкой экологической толерантностью. Это виды – представители донной фауны, преимущественно, из эстуар-

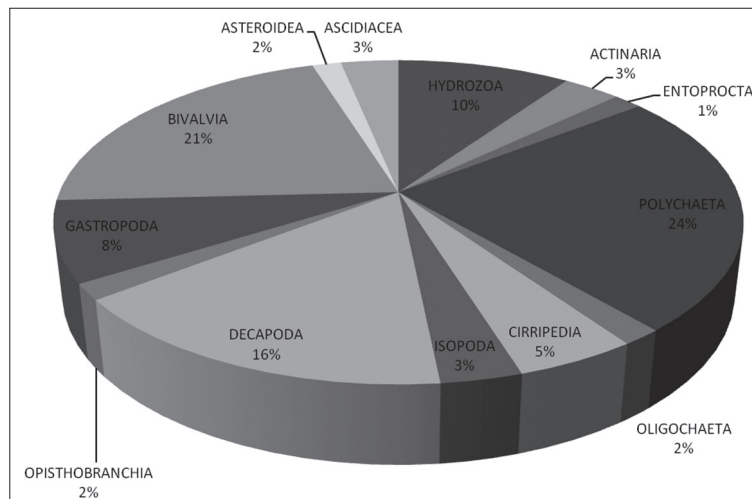


Рис. 1. Соотношение основных таксономических групп чужеродных видов в зообентосе Чёрного моря.

ных областей Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

В течение столетнего периода проникновение новых чужеродных видов в Чёрное море характеризуется междесятилетней изменчивостью. В первой половине XX в. было зарегистрировано только 10 чужеродных видов (рис. 2). В то время как к концу века наблюдается увеличение числа видов-вселенцев для всех таксономических групп. При этом следует отметить заметное снижение проникновения новых видов-вселенцев зообентоса в 1980-е гг.

На этот период приходится ухудшение условий окружающей среды в Чёрном море, когда крупномасштабное эвтрофирование и сезонная гипоксия захватывали обширные акватории. За последние 20 лет число вселенцев в донной фауне возросло на 29 видов, что составляет почти половину (48%) от всех чужеродных видов, обнаруженных в зообентосе в течение последнего столетия.

Интенсификация инвазий чужеродных видов зообентоса в Чёрное море, зарегистрированная в последние 20 лет, приходится на

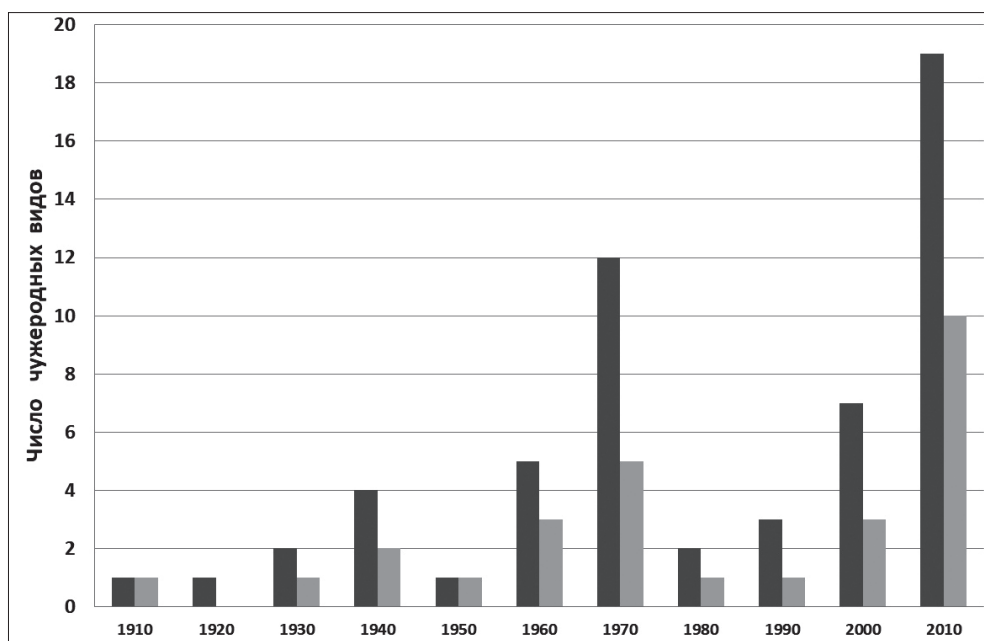


Рис. 2. Междесятилетняя изменчивость вселения чужеродных видов зообентоса в Чёрное море за 100-летний период: чёрный – общее количество чужеродных видов, серый – чужеродные виды из областей Индийского и Тихого океанов.

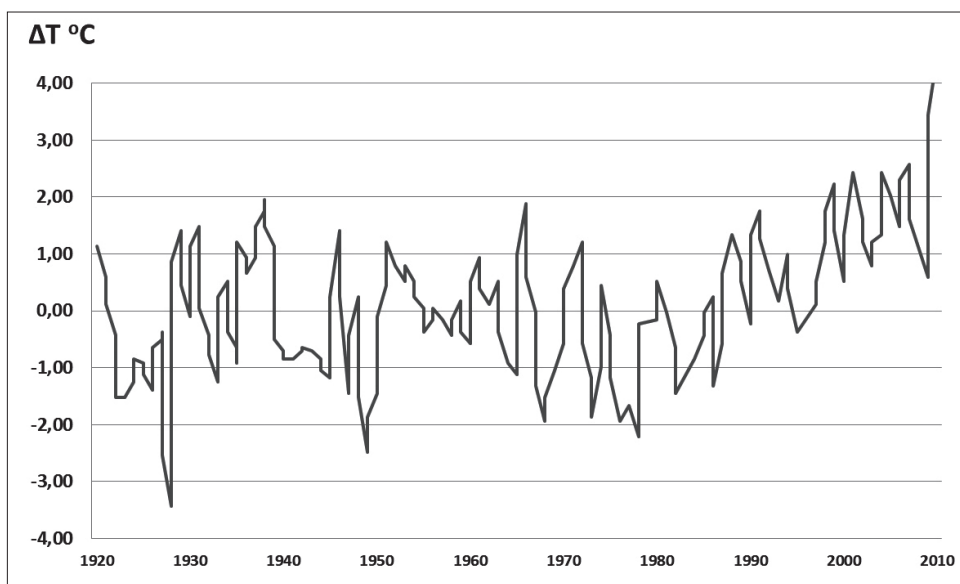


Рис. 3. Межгодовая изменчивость отклонений ( $\pm \Delta T$  °C) от средней температуры воды в 1910–2010 гг. на поверхности Чёрного моря в летний период (август), модификация данных Белокопытова В.Н. [2014].

период масштабных климатических изменений в регионе. Так, увеличение теплового фона и ослабление динамики в приповерхностном слое атмосферы сопровождалось потеплением воды как у побережья, так и в открытом море от 0.05 до 2.00 °C за каждые 10 лет [Пуин, 2009, 2010; Ильин, 2012; Белокопытов, 2013, 2014]. При этом, температура поверхностного слоя воды относительно средней многолетней (за 100 лет) выросла, практически, на 4 °C (рис. 3).

Сопоставление междесятилетней изменчивости числа видов-вселенцев зообентоса со значениями междесятилетних отклонений температуры воды ( $\Delta T$  °C) от средней (за 100 лет) выявило достоверную связь ( $p < 0.05$ ) этих показателей (рис. 4). Коэффициент корреляции между ними составил 0.827. Значение коэффициента корреляции указывает на статистически значимую связь между анализируемыми показателями.

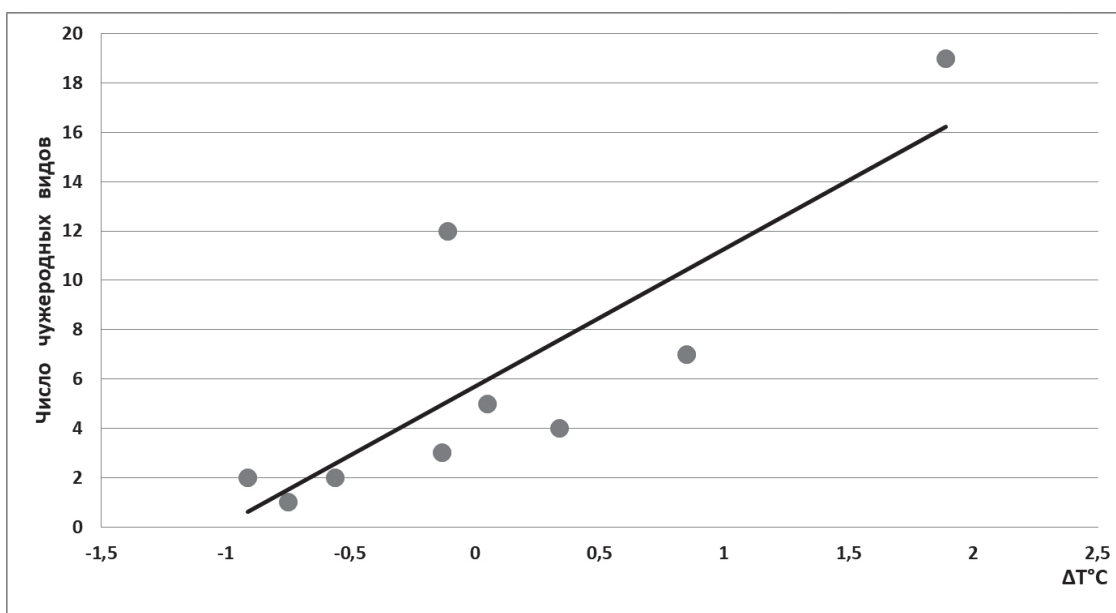


Рис. 4. Соотношение изменчивости отклонений температуры воды (поверхностность) от средней многолетней (100 лет) –  $\Delta T$  °C в летний сезон и числа вселившихся чужеродных видов зообентоса в Чёрное море.

Основным вектором инвазий в Чёрном море является морской транспорт, то есть проникновение за счёт балластных вод и обрастания корпусов судов [Alexandrov et al., 2007; Leppokoski et al., 2008; Panov et al., 2009; Александров, 2015]. Несомненно, увеличение морского транспортного потока через Босфорский пролив во второй половине XX в. могло повлиять на рост числа чужеродных видов. В то же время, уже в 1995–2000 гг. пропускная способность пролива достигла предела (45–51 тыс. судов в год), оставаясь на одном уровне все последующие годы. В связи с этим тенденция возрастания числа чужеродных видов зообентоса после 2000 г. в большей степени связана с климатическими изменениями, что подтверждается статистически значимой связью между возрастанием температуры воды и числом чужеродных видов. Следует отметить, что в эти годы наблюдается также интенсификация процесса проникновения в Чёрное море новых видов средиземноморской фауны («медитерранизация») [Шиганова и др. 2012].

### Заключение

За столетний период исследований в донной фауне Чёрного моря зарегистрирован 61 чужеродный вид. Основными группами среди чужеродных видов являются полихеты, ракообразные и моллюски, то есть это те же группы бентосных животных, которые преобладают в фауне Чёрного моря.

В последние 20 лет число чужеродных видов зообентоса возросло на 29 видов, что составляет почти половину (48%) от всех чужеродных видов, обнаруженных за последнее столетие.

Тенденция возрастания числа чужеродных видов зообентоса после 2000 г., в большей степени, связана с климатическими изменениями.

### Финансирование работы

Работа не имела финансовой поддержки.

### Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

### Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

### Литература

- Александров Б.Г. Закономерности вселения новых видов в Чёрное море и некоторые подходы к их изучению // Наук. зап. Терноп. нац. ун-ту. Сер. Биол. 2015. Вып. 64 (3–4). С. 29–32.
- Анненкова Н.П. Полихеты из реликтового озера Палеостом (Зап. Кавказ) и рек, связанных с ним // Доклады АН СССР. 1929. № 6. С. 138–140.
- Белокопытов В.Н. Климатическая изменчивость плотностной структуры Чёрного моря // Украинский гидрометеорологический журнал. 2014. № 14. С. 227–235.
- Белокопытов В.Н. О климатической изменчивости термохалинной структуры Чёрного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: Экосис Гидрофизика. 2013. Вып. 27. С. 226–230.
- Бешевли Л. Е., Колягин В. А. О находке моллюска *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в северо-западной части Чёрного моря // Вестник зоологии. 1967. № 3. С. 82–84.
- Болтачева Н.А., Лисицкая Е.В., Лебедовская М.В. Новый для Чёрного моря вид полихет *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (Polychaeta: Serpulidae) из прибрежных вод Крыма // Морской экологический журнал. 2011. Т. 10. № 2. С. 34–38.
- Бучинский П. Краткий очерк фауны лиманов Новороссийского края // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. 1885. Т. 10, вып. 1. С. 11–23.
- Вълканов А. Бележки върху нашите бракични води // Годишник на Софийски Унив. ФМФ. 1935. Т. 32(3). С. 209–341.
- Вълканов А. Принос към изследванията на нашата черноморска фауна // Трудове на Морската биологична станция във Варна. 1954. Т. 18. С. 49–53.
- Гребельный С.Д., Ковтун О.А. Новая для фауны Чёрного моря актиния *Sagartia elegans* (Dalyell, 1848) (Anthozoa: Sagartiidae), способная к клональному размножению // Биология моря. 2013. Т. 39. № 1. С. 17–23.
- Гришичева Н.П., Шадрин Н.В. Гидроиды как эпибионты мидии и цистозирры // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. Севастополь: Аквавита, 1999. С. 229–237
- Драпкин Е.И. Новый моллюск в Чёрном море // Природа. 1953. № 9. С. 92–95.
- Загорский Н., Рубинштейн Д., Материалы к системе биоценозов Одесского залива // Записки императорского общества сельского хозяйства Южной России. 1916. Т. 86(1). С. 203–241.
- Зайцев Ю.П. Это удивительное море. Одесса: Маяк, 1978. 159 р.

- Зайцев Ю.П. Морские гидробиологические исследования Национальной Академии наук Украины в 90-е годы XX столетия. Шельф и приморские водоёмы Чёрного моря // Гидробиологический журнал. Т. 34, вып. 6. 1998. С. 3–21.
- Зайцев Ю.П. Некоторые особенности диверситологии Понто-Азова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭкоСи-Гидрофизика. 2011. Вып. 25. С. 274–285.
- Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Берлинский Н.А. и др. Базовые биологические исследования Одесского морского порта (август – декабрь 2001 года): Итоговый отчёт. Серия монографий Одесского демонстрационного центра программы Глобалласт. Одесса, Украина. 2004. Вып. 7. 171 с.
- Ильин Ю.П. Вклад региональных и глобальных факторов в межгодовую изменчивость гидрометеорологических условий прибрежной зоны Чёрного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭкоСи-Гидрофизика, 2012. Т. 1, вып. 26. С. 117–122.
- Киселёва М.И. О нахождении полихеты *Ancistrosyllis tentaculata* Tredwell в Чёрном и Каспийском морях // Зоологический журнал. 1964. Т. 43, вып. 10. С. 1557–1559.
- Киселёва М.И. Зообентос: состав, размерная характеристика и вертикальное распределение // Основы биологической продуктивности Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1979. С. 208–211.
- Киселёва М.И. Сравнительная характеристика донных сообществ у побережья Кавказа // Многолетние изменения зообентоса Чёрного моря. Киев: Наукова Думка, 1992. С. 84–99.
- Кынева-Абаджиева В., Маринов Т. Распределение на зообентоса пясчната биоценоза пред българския черноморски бряг // Изв. на НИИ за рибно стопанство и океанограф. 1966. Т. 7. С. 69–95.
- Мавродиadi П. Черноморские циррипедия и грегарины, паразитирующие на них // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. 1908. Т. 32. С. 101–128.
- Макаров А.К. О некоторых новых элементах в составе фауны черноморских лиманов в связи с судоходством // Докл. АН СССР. 1939. Т. 23. № 8. С. 25–26.
- Маринов Т.М. Полихетни червеи. Polychaeta. // Фауната на България. София: Българска АН, 1977. 257 с.
- Марфенин Н.Н. Новый вид *Cordylophora* (Hydrozoa, Clavidae) из Чёрного моря // Зоол. журнал 1983. Т. 62, вып. 11. С. 1732–1734.
- Миронов С.С., Шадрин Н.В., Гринцов В.А. Новые виды моллюсков в морских и континентальных водах Крыма // Экология моря. 2002. 61. С. 43.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Общая характеристика фауны Чёрного и Азовского морей // Определитель фауны Чёрного и Азовского морей / Под ред. В.А. Водяницкого. Киев: Наукова думка, 1972. Т. 3. С. 316–324.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей / Под редакцией В.А. Водяницкого. Киев: Наукова думка, 1972. Т. 3. 337 с.
- Мурина В.В. Находка многощетинкового червя *Streblospio sp.* (Polychaeta: Spionidae) в Новороссийском порту Чёрного моря // Морской экологический журнал. 2008. Т. 7. № 1. С. 46.
- Остроумов А.А. По поводу американского баянуса *Balanus burneus* в Севастопольской бухте // Вестник естествознания. 1892.
- Пузанов И.И. Медитерранизация фауны Чёрного моря и перспективы её усиления // Зоол. журнал. 1967. Т. 46, вып. 9. С. 1287–1297.
- Рогинская И.С., Гринцов В.А. Голожаберный моллюск *Doridella obscura* Verill – новый вселенец в Чёрное море // Океанология. 1990. Т. 30. С. 855–857.
- Сальский В.А. Акклиматизация тихоокеанских травяных шримсов *Pandalus kessleri* в Хаджибейском лимане Одесской области // Акклиматизация животных в СССР. М.: Пищ. пром-сть, 1963. С. 30–31.
- Симкина Р.Г. К экологии гидроидного полипа *Perigonimus megas* Kinne – нового вида в фауне СССР // Труды Института океанологии. 1963. Т. 70. С. 216–224.
- Сон М.О. Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья. Одесса: Друк, 2007. 132 с.
- Хворов С.А., Болтачев А.Р., Решетников С.И. и др. Первая находка зелёной тигровой креветки *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae, Decapoda) в Чёрном море // Экология моря. 2006. Вып. 72. С. 65–69.
- Шадрин Н.В. Функционирование экосистем и экономика: взаимосвязи на глобальном и локальном уровнях // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. Севастополь: Аквалита, 1999. С. 10–24.
- Шадрин Н.В., Миронов С.С., Голиков А.Н. Находка в Чёрном море живых особей *Neptunea arthritica* (Bernardi, 1857) (Gastropoda, Buccinidae) // Экология моря. 2002. Т. 62. С. 29.
- Шиганова Т.А., Мусаева Э.И., Лукашова Т.А. и др. Увеличение числа находок средиземноморских видов в Чёрном море // Российский журнал биологических инвазий. 2012. № 3. С. 61–99.
- AquaNIS – The Information system on aquatic non-indigenous and cryptogenic species (Электронный ресурс) // (<http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis/>). Проверено 10.09.2018.
- Alexandrov B., Boltachev A., Kharchenko T., Liashenko A., Son M., Tsarenko P., et al. Trends of aquatic alien species invasion in Ukraine // Aquatic Invasions. The European Journal of Applied Research on Biological Invasions in Aquatic Ecosystems. 2007. 2(3). P. 215–242.
- Alexandrov B. (ed.). Black Sea non-indigenous species. Black Sea Commission Publication. 2017 1–40. (Электронный документ) // (<https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/ebsaws-2017-01/other/ebsaws-2017-01-bsc-submission-03-en.pdf>). Проверено 10.09.2018.
- Alexandrov B., Zaitsev Y. Chronicle of exotic species introduction into the Black Sea // Materials of Intern. Sympos.

- “The Black Sea ecological problems” (31 October – 5 November, Odessa, Ukraine). OCNTI, 2000. P. 14–19.
- Băcescu M., Müller G.I., Gomoiu M.-T. Cercetari de ecologie bentala in Marea Neagra – analiz cantitativa, calitativa si comparata a faunei bentale Pontice // *Ecologie marină*. Bucuresti: Editura Academiei Republicii Socialiste Romania, 1971. Vol. 4. 357 p.
- Bologa A.S., Sava D. Present state and evolution trends of biodiversity in the Black Sea: decline and restoration (review article) // *J. Black Sea/Medit. Environ.* 2012. Vol. 18. P. 144–154.
- Dagli E., Çinar M.E. Species of the subgenus *Minuspio* (Polychaeta: Spionidae: Prionospio) from the southern coast of Turkey (Levantine Sea, eastern Mediterranean), with the description of two new species // *Zootaxa*. 2011. Vol. 3043. P. 35–53.
- Gomoiu M.T., Skolka M. Changements récents dans la biodiversité de la Mer Noire dus aux immigrants // *Geo-Eco-Marina*. 1996. Vol. 1. P. 49–66.
- Gomoiu M.T., Skolka M. *Invasive Species in the Black Sea*. Constanta: Ovidius University Press Publishers, 2005. 150 p.
- Grossu A.V. *Mollusca Bivalvia // Fauna României*. Bucuresti: Editura Academiei Republicii Socialiste Romania, 1962. Vol. 3 (2). 426 p.
- Ilyin Y.P. Observed long-term changes in the Black Sea physical system and their possible environmental impacts // *Climate Forcing and its Impacts on the Black Sea Marine Biota*. CIESM Monograph. 2009. Vol. 39. P. 35–43.
- Ilyin Y.P. Climatic variability of salinity features on the Bosphorus and North-Western shelves revealed from observational data // *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 2010. Vol. 11(3). P. 993–1000.
- Karhan S.Ü., Kalkan E., Yokeş M.B. First record of the Atlantic starfish, *Asterias rubens* (Echinodermata: Asteroidea) from the Black Sea // *JMBA Marine Biodiversity Records*. 2008. Vol. 1 (63). <https://doi.org/10.1017/S175526720700663X>. Проверено 10.09.2018.
- Katsanevakis S., Bogucarskis K., Gatto F., Vandekerkhove J., Deriu I., Cardoso A.S. Building the European Alien Species Information Network (EASIN): a novel approach for the exploration of distributed alien species data // *BioInvasions Records*. 2012. Vol. 1(4). P. 235–245.
- Kocataş A. On the Occurrence of *Sirpus zariquieyi* Gordon (Decapoda Brachyura) in the Black Sea and Sea of Marmara // *Crustaceana*. 1982. Vol. 43. No. 2. P. 177–180.
- Kvach Y. First report of *Saduria (Mesidotea) entomon* (Linnaeus, 1758) (Isopoda: Chaetiliidae) in the Black Sea // *Aquatic Invasions*. 2009. Vol. 4(2). P. 393–395.
- Leppäkoski E., Shiganova T., Alexandrov B. *European Enclosed and Semi-enclosed Seas // Biological Invasions in Marine Ecosystems. Ecological Management, and Geographic Perspectives*. Series: Ecological Studies. Germany: Springer-Verlag GmbH Publ, 2008. Vol. 204. P. 529–547.
- Marinov T. Beitrag zur Kenntnis unserer Schwarzmeer Polychaetenfauna // *Proc. Mar. Biol. Station. Varna*. 1957. Vol. 19. P. 105–119.
- Martynov A.V., Korshunova T.A., Grintsov V.A. Opisthobranch molluscs of the Northern Black Sea. I. Short history of studies and the first record of a non-indigenous nudibranch species *Trinchesia perca* (Er. Marcus, 1958) (Nudibranchia: Tergipedidae) // *Ruthenica*. 2007. Vol. 17. P. 43–54.
- Meriç E., Yokeş B., Avşar N., Dinçer F. Indo-Pasifik kökenli Göçmen Foraminiferler Karadeniz’e Ulaşıyorlar mi. // 45. Yil Jeoloji Sempozyumu. 2010. Bildiri Özleri Kitabı, 13–16 Ekim, Trabzon. P. 149–151.
- Micu D., Micu S. A new type of macrozoobenthic community from the rocky bottoms of the Black Sea // *International Workshop on Black Sea Benthos*. 18–23 April 2004, İstanbul, Turkey. 2004. P. 70–83.
- Micu D., Niță V. First record of the Asian prawn *Palaemon macrodactylus* Rathbun, (Caridea: Palaemonoidea: Palaemonidae) from the Black Sea // *Aquatic Invasions*. 2009. Vol. 4(4). P. 597–604.
- Micu D., Nita V., Todorova V., First record of the Japanese shore crab *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1835) (Brachyura: Grapsoidea: Varunidae) from the Black Sea // *Aquatic invasions*. 2010a. Vol. 5. Is. 2. P. 4.
- Micu D., Nita V., Todorova V. First record of Say’s mud crab *Dyspanopeus sayi* (Brachyura: Xanthoidea: Panopeidae) from the Black Sea // *Marine Biodiversity Records*. 2010b. Vol. 3. P. 1–6.
- Panov V., Alexandrov B., Abraciauskas K., Binimelis R., Copp G., Grabowski M., Lucy F., Leuven R., Nehring S., Paunovic M., Semenchenko V., Son M. Assessing the risks of aquatic species invasions via European inland waterways: from concepts to environmental indicators // *Integr. Environ. Assess. Manag.* 2009. Vol. 5, No. 1. P. 110–126.
- Paspalev G. Hydrobiologische Untersuchungen fiber den Golf von Varna // *Arb. Biol. Meeresst. in Varna*. 1933. Vol. 2. P. 29–32.
- Rullier F. Les annélides polychètes du Bosphore, de la Mer de Marmara et de la Mer Noire, en relation avec celles de la Méditerranée // *Rapports et Procès-verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l’Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*. 1963. Vol. 17(2). P. 161–260.
- Shiganova T., Öztürk B. Trend on increasing Mediterranean species arrival into the Black Sea // *Climate forcing and its impacts on the Black Sea Marine Biota*. No 39 in *CIESM Workshop Monographs / F. Briand, Ed. Monaco: CIESM*, 2010. P. 75–91.
- Skolka M., Gomoiu M. T. *Invasive species in Black Sea. Ecological impact of invasive species in aquatic ecosystems*. Constanta: Ovidius University Press, 2004. 180 p.
- Skolka M., Preda C. Alien invasive species at the Romanian Black Sea Coast – Present and perspective. *Travaux du Muséum National d’Histoire Naturelle «Grigore Antipa»*. 2010. 53. 443–467.
- Son M.O. Rapid expansion of the New Zealand mud snail *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) in the Azov-Black Sea Region // *Aquatic Invasions*. 2008. Vol. 3(3). P. 335–340.
- Surugiu V. Inventory of inshore polychaetes from the Romanian coast (Black Sea) // *Mediterranean Marine Science*. 2005. Vol. 6(1). P. 51–73.



- Therriault T.W., Docker M.F., Orlova M.I., Heath D.D., MacIsaac H.J. Molecular resolution of the family Dreissenidae (Mollusca: Bivalvia) with emphasis on Ponto-Caspian species, including first report of *Mytilopsis leucophaeata* in the Black Sea basin // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2004. Vol. 30. P. 479–489.
- Todorova V., Panayotova M. Alien aquatic fauna from the Bulgarian Black Sea and coastal lakes – an inventory of introductions and impacts // *NEOBIOTA. From Ecology to Conservation*. 4th European Conference on Biological Invasions. Vienna (Austria), 27–29 September. 2006. P. 251–252.
- Zaitsev Y.P., Öztürk B. (Eds). *Exotic species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas*. Istanbul: Published by Turkish Marine Research Foundation, 2001. 267p.
- Zolotarev V. The Black Sea ecosystem changes related to the introduction of new mollusk species // *Marine ecology*. 1996. 17. P. 227–236.
- WoRMS – The World Register of Marine Species (Электронный ресурс) // (<http://www.marinespecies.org>). Проверено 10.09.2018.

## TENDENCIES OF INVASION OF ALIEN ZOOBENTHIC SPECIES INTO THE BLACK SEA

© 2020 Shalovenkov N.N.

The Centre for Ecological Studies, Sevastopol 299007, Russia;  
e-mail: [shaloven@rambler.ru](mailto:shaloven@rambler.ru)

The published data about alien species in zoobenthos of the Black Sea are generalized for the last hundred years of research. The list of alien species is done, 61 zoobenthic alien species are registered. The long-term variability of the invasions of alien zoobenthic species into the sea is analyzed. The intensification of invasion of the zoobenthic species into the Black Sea occurs during the period of climatic changes in the region. High reliable statistical relationship is revealed between the inter-ten year variability of the number of alien species and the deviations of the summer water temperature from the average multi-year (100 years) one.

**Key words:** zoobenthos, alien species, trend of invasions, climatic changes, Black Sea.