

УДК 504.064

**Федорец Ю.В.***Тихоокеанский океанологический институт  
им.В.И. Ильичева ДВО РАН (г. Владивосток)***ИССЛЕДОВАНИЯ ЗООПЛАНКТОНА БУХТЫ ВРАНГЕЛЯ  
(ЗАЛИВ НАХОДКА, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Аннотация.* Рассмотрен видовой состав зоопланктона бухты Врангеля и прилегающих к ней районов залива Находка. В исследуемой акватории было отмечено 42 группы животных, принадлежащих к различным таксонам, из них идентифицировано 28 видов (или 67% от общего числа групп). На всей исследованной акватории руководящую роль в сообществе копепод играли два широко распространенных вида *O. similes* и *P. newmani*. В зоопланктоне выявлено увеличение плотности *Pleopsis polyphemoides*, что указывает на значительное загрязнение вод бухты. Низкая плотность меропланктона бухты Врангеля свидетельствует о невысоком репродуктивном потенциале популяций донных беспозвоночных.

*Ключевые слова:* Японское море, экологический мониторинг, зоопланктон, биомасса.

***Yu. Fedorets****V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far-Eastern Branch,  
Russian Academy of Sciences (Vladivostok, Russia)***STUDY OF ZOOPLANKTON IN THE VRANGEL BAY  
(NAKHODKA GULF, SEA OF JAPAN)**

*Abstract.* The species composition of zooplankton of Vrangel Bay and the adjoining regions of Nakhodka Gulf are considered. In the surveyed area 42 groups of animals belonging to different taxons are observed. Of these groups 28 species are identified (or 67% of the total number of groups). Throughout the surveyed area, the leadership role in the community of copepods belongs to two widespread species, namely, *O. similes* and *P. newmani*. An increase in the density of *Pleopsis polyphemoides* is observed in zooplankton, which points to a high intensity of eutrophication of waters of the bay. The low density of meroplankton of Vrangel Bay indicates the low reproductive potential of populations of ground invertebrates.

*Key words:* Nakhodka Gulf, Vrangel Bay, ecological monitoring of marine biota, zooplankton.

Антропогенное воздействие на морскую биоту бухты Врангеля за последнее десятилетие связано со строительством сухого дока и оснований нефтедобывающих морских платформ в порту Восточный. Эти работы сопровождаются дноуглублением, дампин-

гом грунта, разборкой перемычки и выводом построенных платформ в море. К настоящему времени накоплен большой объем наблюдений, позволяющий оценить изменения видового состава и количественные показатели основных групп личинок рыб, зоопланктона и бентоса [8, с. 162-163; 15, с. 2454].

© Федорец Ю.В., 2015.

В 2011 г. началось проектирование Приморского нефтехимического завода на промышленной площадке, расположенной в долине р. Глинка на побережье бухты Врангеля (залив Находка). В проект входило также строительство гидротехнических сооружений (сброса очищенных сточных вод, водозабора, причала и др.). В связи с этим в апреле 2012 г. в бухте Врангеля и прилегающих к ней районах залива Находка проводились инженерно-экологические изыскания. В соответствии с утвержденными техническими заданиями осуществлялся отбор проб с целью получения информации о состоянии морских организмов на этих акваториях. В задачи исследования входило определение видового состава и количественных показателей, расчет численности и биомассы зоопланктона. В работе учитывались сведения о морской биоте, полученные автором с участием ДВО ВНИИ охраны природы в бухте Врангеля в 2010-2014 гг. при выполнении программы экологического мониторинга, обусловленного строительством сухого дока и функционированием порта Восточный.

**Материалы и методы.** Бухта Врангеля вдается в восточный берег залива Находка (залив Петра Великого) между мысами Каменского и Петровского и вытянута с северо-запада на юго-восток [15, с. 2454]. Станции располагались на глубинах 9-15 м, по типу грунта преобладали илы и заиленные пески (см. рис. 1). Согласно программе мониторинга состояния окружающей среды в б. Врангеля, связанной со строительством платформ в сухом доке порта «Восточный», исследования зоопланктона были выполнены на 9 станциях. Всего было собранно и обработано 63 пробы зоопланктона.

Пробы зоопланктона отбирали на каждой станции тотально (от дна до поверхности) с помощью планктонной сети с фильтрующим ситом (ячейка около 150 мкм). Пробы фиксировались 4% раствором формалина. На каждой станции отбирали по одной пробе. Разбор и анализ проб планктона производили по стандартным методикам [2, с. 289; 10, с. 24-29; 3, с. 286-289; 19, с. 2-105]. Подсчет производился под стереомикроскопом, оснащенным камерой (AxioCam Icc 3, модель Stemi

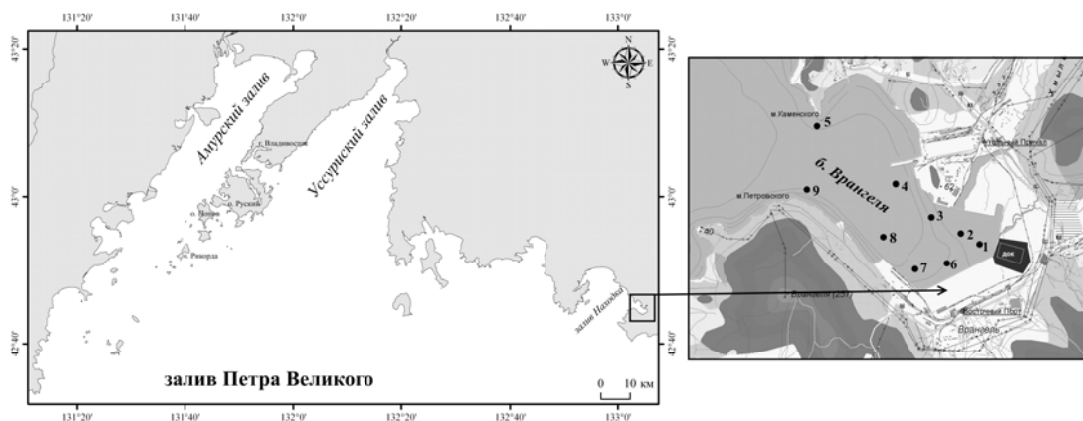


Рис. 1. Схема станций отбора проб зоопланктона в бухте Врангеля (зал. Находка) в 2010-2014 гг.

Таблица 1

**Видовой состав зоопланктона в б. Врангеля (зал. Находка)  
в разные сезоны 2010-2014 гг.**

Таксоны	Период исследования, год, месяц						
	2010		2011			2012	2014
	IX	X	IV	VIII	X	IV	VIII
Cladocera							
<i>Podon leuckartii</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudoevadne tergestina</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Evadne nordmanni</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pleopsis polyphemoides</i>	+	+	+	+	+	+	+
Copepoda							
<i>Calanus pacificus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. glacialis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Neocalanus cristatus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>N. plumchrus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paracalanus parvus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudocalanus minutus</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. newmani</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. avirostris</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Metridia pacifica</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Acartia clausi</i>	-	+	-	+	+	+	+
<i>A. pacifica</i>	-	+	-	+	+	+	+
<i>A. hudsonica</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. longiremis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. tumida</i>	-	-	+	+	-	+	+
<i>A. omortii</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Oithona similis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>O. brevicornis</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>O. plumifera</i>		-	-	-	-	+	+
<i>O. borealis</i>	+	+	+	+	-	+	+
nauplii Copepoda	+	+	+	+	+	-	+
Cirripedia							
Cirripedia gen. sp., cypris	+	+	+	+	-	-	-
Chaetognatha							
<i>Sagitta elegans s.l.</i>	+	+	+	+	+	+	+
Polychaeta							
Polychaeta - larvae	+	+	+	+	+	+	+
<i>Capitella capitata</i>	-	+	+	-	+	-	-
<i>Polodora spp.</i>	+			+	-	-	-
<i>Pholoe spp.</i>	+	+	+	+	-	-	-
<i>Paraprionospio spp.</i>	+	-	-	+	-	-	+
<i>Lumbrineris spp.</i>	-	+	+	-	+	-	+

## Продолжение Таблицы 1

Таксоны	Период исследования, год, месяц						
	2010		2011			2012	2014
	IX	X	IV	VIII	X	IV	VIII
<b>Decapoda</b>							
Decapoda-larvae sp.	-	-	-	-	-	-	+
Paguridae, zoea, megalopa	-	-	-	+	+	-	+
<i>Chionoecetes opilio</i> , zoea	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paralithodes camtschaticus</i> , zoea	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mollusca</b>							
Кл. Bivalvia - larvae spp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mytilus</i> spp.	-	-	-	+	-	-	-
Кл. Gastropoda - larvae spp.	+	+	+	+	+	+	+
<b>Appendicularia</b>							
<i>Oikopleura</i> spp.	-	+	-	-	+	-	-
Hydrozoa	+	+	+	+	-	-	-
<b>Echinodermata</b>							
Echinodermata spp. - larvae	+	+	-	-	-	+	-
Всего видов	29	32	29	33	28	28	31

Прим.: «-» - отсутствует вид, «+» - присутствует вид.

2000-С). Организмы, встреченные в небольшом количестве, подсчитывались во всей пробе. Биомассу находили при помощи таблиц стандартных весов и номограмм Численко [20, с. 10-60]. Коэффициенты уловистости для сети не применяли. Все данные в дальнейшем были пересчитаны на плотность в экз./м<sup>3</sup>.

### Результаты и обсуждение

В период исследования зоопланктона, собранного в акватории бухты Врангеля за 2010-2014 гг., было отмечено 42 группы животных, принадлежащих к различным таксонам. Из них идентифицировано 28 видов (или 67% от общего числа групп) (см. табл. 1).

В бухте Врангеля общая биомасса зоопланктона колебалась от 62,23 до 705,50 мг/м<sup>3</sup>, а плотность составила от 5900 до 49788 экз./м<sup>3</sup>. Минимум количества планктеров и биомассы отмечен в августе 2014 г., а максимум – в ок-

тябре 2011 г. Среднегодовое значение плотности зоопланктона за 2010-2014 гг. составило 29392,57 экз./м<sup>3</sup>, а биомассы – 470,89 мг/м<sup>3</sup> (см. табл. 2).

Среди основных групп зоопланктона копеподы были доминирующей группой по численности и биомассе, составив в течение года 55-85% от общей плотности и 50-80% от общей биомассы зоопланктона. Среднегодовые значения плотности и биомассы копепод составили 25529,28 экз./м<sup>3</sup> и 327,08 мг/м<sup>3</sup> соответственно (см. табл. 3). При сравнении ежегодных данных по видовому составу, численности и биомассе зоопланктона в период с 2010 по 2014 г. с литературными данными по исследованию видового состава залива Петра Великого [6, с. 28; 8, с. 887-889; 10, с. 92-93; 12, с. 88; 14, с. 578; 15, с. 2457; 16, с. 124] мы отметили сходство по основным фаунистическим группировкам планктона во все сезоны.

Таблица 2

**Общая плотность (N, экз./м<sup>3</sup>) и биомасса зоопланктона (B, мг/м<sup>3</sup>)  
в районе б. Врангеля (зал. Находка) в 2010-2014 гг.**

Период исследования	N, экз./м <sup>3</sup>	B, мг/м <sup>3</sup>
Сентябрь 2010	5900	118
Октябрь 2010	20229	404,58
Апрель 2011	40234	650,1
Август 2011	44123	664,67
Октябрь 2011	49788	705,5
Апрель 2012	42349	691,18
Август 2014	3125	62,23
Всего	205748	3296,26
Среднее значение	29392,57	470,89

На всей исследованной акватории преобладали два широко распространенных вида *O. similes* и *P. newmani* (см. рис. 2). Ввиду большой плотности эти виды составляют основу зоопланктона в целом. Невысокими показателями обилия отличался неритический вид копепод – *A. hudsonica*, который является одним из преобладающих в планктоне закрытых и полужакрытых бухт залива Петра Великого [17, с.

21-30; 18, с. 120-125] в летний период. При исследовании бухт залива Находка в период с 1990-2000 гг. *A. hudsonica* характеризовался довольно высокой численностью (до 5500 экз./м<sup>3</sup>) [13, с. 49]. Причиной низкой численности *A. hudsonica* в бухте Врангеля в течение всего периода наших наблюдений (2010-2014 гг.), возможно, является малое распреснение вод на всей протяженности исследуемой акватории

Таблица 3

**Общая плотность (N, экз./м<sup>3</sup>) и биомасса Copepoda (B, мг/м<sup>3</sup>)  
в районе б. Врангеля (зал. Находка) в 2010-2014 гг.**

Период исследования	N, экз./м <sup>3</sup>	B, мг/м <sup>3</sup>
Сентябрь 2010	3938	78,76
Октябрь 2010	14136	300,56
Апрель 2011	38805	450,56
Август 2011	39914	467,89
Октябрь 2011	41121	501,56
Апрель 2012	38468	443,76
Август 2014	2323	46,48
Всего	178705	2289,57
Среднее значение	25529,28	327,08

(>‰) особенно в летний период [13, с. 49; 15, с. 559].

Весной, помимо широко распространенных *O. similis* и *P. newmani*, значительную роль в копеподном сообществе играл неритический вид *A. longiremis*, численность которого апреле в 2011 г. достигала 10530 экз./м<sup>3</sup>. Однако другие неритические виды, обычные для этого времени года в планктоне прибрежных участков северо-западной части Японского моря, образовывали лишь небольшие скопления. С сентября по октябрь планктонное сообщество б. Врангеля было представлено, в основном, холодноводными и бореальными видами. Основу зоопланктона составляли, как и во всех прибрежных акваториях северо-западной части Японского моря, копеподы [4, с. 20-30; 5, с. 250; 7, с. 210; 17, с. 22-26; 18, с. 124], представленные большей частью неритическими видами с небольшой примесью океанических. Появление видов океанического комплекса указывает на воздействие открытых вод залива.

Приносимые с южными и теплыми водами, развивающиеся в бухте Врангеля копеподы *P. parvus* характерны для поверхностной япономорской водной массы, а *P. newmani* – ее подповерхностной модификации. С юга с теплыми водами Цусимского течения [10, с. 70; 13, с. 48-49; 14, с. 570] также заносятся не дающие вспышки численности представители *P. avirostris* из кладоцер. Присутствие копеподы *S. glacialis* указывает на приток вод Приморского течения с севера Японского моря.

В соответствии с представлениями о биотопических основах распределения населения пелагиали [1, с. 200] по видовому составу планктона можно сделать вывод, что прибрежные воды исследованной акватории находятся под влиянием вод разного происхождения. В мелководных районах водные массы очень динамичны, здесь постоянно происходит их трансформация и перемешивание [16, с. 319-320]. Таким образом, пестрый состав видов с разной экологией говорит о смешивании

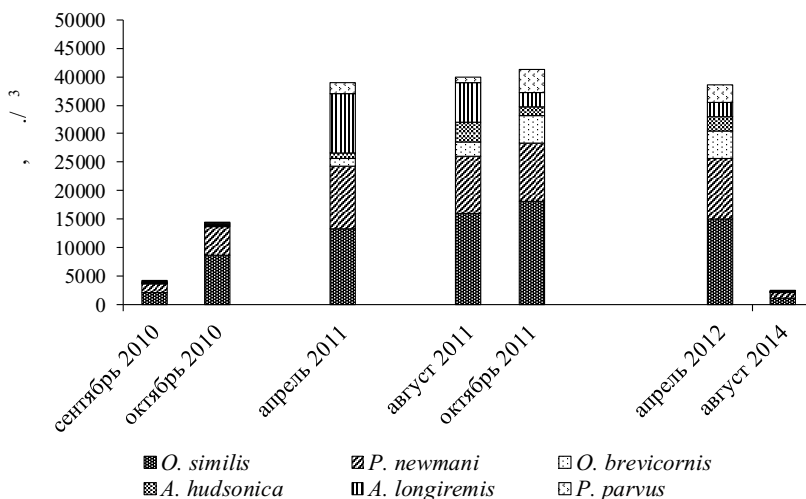


Рис. 2. Плотности массовых видов Сорепода в б. Врангеля в разные сезоны.

вод различного происхождения в данном локальном районе.

Как показали исследования, ветвистоусые рачки Cladocera были представлены четырьмя видами – *Pseudoevadne tergestina* (от 9 до 45 экз./м<sup>3</sup>), *Pleopsis polyphemoides* (от 106 до 456 экз./м<sup>3</sup>), *P. leuckarti* (от 68 до 108,45 экз./м<sup>3</sup>) и *Evadne nordmann* (от 90 до 125 экз./м<sup>3</sup>). Следует отметить, что увеличение плотности *Pleopsis polyphemoides*, индикатора значительного загрязнения морских вод [11, с. 4; 20, с. 484], было зарегистрировано на всех станциях и в течение всего периода наблюдений, что указывает на высокую степень эвтрофикации прибрежных вод бухты Врангеля. Наибольшая численность этого вида была зарегистрирована в августе 2014 г., когда его плотность достигала 456 экз./м<sup>3</sup>.

Численность щетинкочелюстных (Chaetognatha) на исследованной акватории бухты Врангеля изменялась от 20 до 3000 экз./м<sup>3</sup>. Аномальных животных не выявлено. Минимальные значения численности были отмечены в апреле

2011 г. – 20 экз./м<sup>3</sup>, а максимальные значения в октябре 2010 г. – 3000 экз./м<sup>3</sup>. Представители аппендикулярий (Appendicularia) были встречены в наших пробах только в октябре 2010 и 2011 гг. Распределение численности Appendicularia в это время было однородным. В среднем на всех станциях численность составила 230 экз./м<sup>3</sup> в октябре 2010 г. и 215 экз./м<sup>3</sup> в октябре 2011 г.

Личинки донных беспозвоночных являются важным элементом планктона, они способствуют распространению и увеличению численности многих видов (моллюсков, иглокожих, ракообразных, медуз и др.) в том числе и промысловых. Как показали результаты, личинки донных беспозвоночных присутствовали в планктоне в течение всего периода исследований. Доминирующими являлись личинки Bivalvia (от 20 до 155 экз./м<sup>3</sup>), Gastropoda (от 17 до 143 экз./м<sup>3</sup>) и Polychaeta (от 15 до 88 экз./м<sup>3</sup>) (см. рис. 3). Наибольшее количество меропланктона было встречено в октябре 2011 г., когда общая плотность всех организмов со-

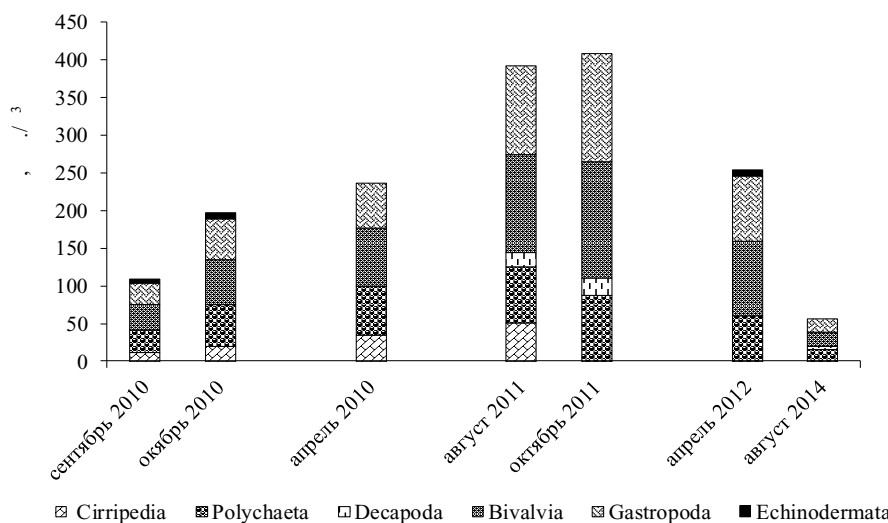


Рис. 3. Сезонная динамика (экз/м<sup>3</sup>) основных групп меропланктона б. Врангеля.

ставила 408 экз./м<sup>3</sup>, а наименьшее в августе 2014 г. – 56 экз./м<sup>3</sup> (рис. 3).

Наши исследования показали, что меропланктон бухты Врангеля имел небольшую плотность, что свидетельствует о невысоком репродуктивном потенциале популяций донных беспозвоночных этой акватории. Следует отметить, что уменьшение численности меропланктона в загрязненных акваториях может быть не только следствием гибели личинок в результате непосредственного действия на них токсичных веществ, но и следствием нарушения у взрослых особей процесса формирования половых клеток (гаметогенез) под влиянием загрязнения. Исследования 1984-92 гг. показали, что морские ежи и гребешок, обитающие в бухте Золотой Рог, проливе Босфор Восточный, Амурском заливе, не способны давать полноценное потомство из-за низкого качества продуцируемых ими и половых клеток вследствие загрязнения [12, с. 50; 13, С. 47-50].

Таким образом, проводимые в бухте Врангеля дноуглубительные и другие строительные работы оказывают определенное отрицательное воздействие на морскую биоту (зоопланктон, включая меропланктон). Антропогенная нагрузка порта «Восточный» на акваторию исследуемой бухты оказывает влияние на продуктивность водной экосистемы. Попадая в прибрежные воды залива, загрязняющие вещества влияют на качество морской среды и на населяющие ее организмы. Так, увеличение плотности *Pleopsis polyphemoides*, индикатора значительного загрязнения вод в районе бухты Врангеля (залив Находка), указывает на интенсивную эвтрофикацию вод бухты. Также следует отметить небольшую плот-

ность меропланктона бухты Врангеля, что свидетельствует о невысоком репродуктивном потенциале популяций донных беспозвоночных этой акватории. Необходимо продолжение экологического мониторинга морской биоты бухты Врангеля залива Находка.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Беклемишев К.В. Экология и биогеография пелагиали. М.: Наука. 1969. 291 с.
2. Богров В.Г. Планктон мирового океана. М.: Наука. 1974. 320 с.
3. Бирюлин Г.М. Летние модификации вод залива Петра Великого / Г.М. Бирюлин, М.Г. Бирюлина, Л.В. Микулич и др. // Океанография и морская метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1970. С. 286-299.
4. Бродский К.А. Свободноживущие веслоногие рачки (Copepoda) // Известия ТИНРО. 1948. Т. 26. С. 1-30.
5. Бродский К.А. Веслоногие рачки (Calanoida) дальневосточных морей СССР и Полярного бассейна. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1950. 441 с.
6. Вышкварцев Д.И., Крючкова Н.А., Карапетян Т.Ш. Исследования зоопланктона в мелководных бухтах залива Посыета в 1969-1971 гг. // Исследования пелагических и донных организмов дальневосточных морей. 1979. № 15. С. 17-29.
7. Долганов Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря // Биология, состояние запасов и условия обитания промысловых гидробионтов дальневосточных морей: Известия ТИНРО. 2001. Т. 128 (ч. III). С. 810-889.
8. Еловская О.А. Современное состояние морской биоты бухты Врангеля (залив Находка, Японское море) / О.А. Еловская, Ю.В. Федорец, А.А. Косьяненко и др. // Вестник ДВО РАН. 2013. № 6. С. 162-169.
9. Инструкция по сбору и обработке мор-



- ского сетного планктона. Владивосток: ТИНРО, 1990. 29 с.
10. Кос М.С. Сезонные изменения в составе, структуре и распределении зоопланктона залива Посыет (Японское море) // Исследование фауны морей. 1977. Т. 19 (27). С. 64-93.
  11. Милейковский С.А. Обзор советских исследований по влиянию антропогенного фактора на естественные сообщества морского и эстуарного зоопланктона и нейстона // Биология моря. 1981. № 4. С. 3-11.
  12. Раков В.А. Определитель двустворчатых моллюсков Приморского края. – Владивосток: Дальнаука. 2006. 100 с.
  13. Раков В.А. Мониторинг биоты на морских акваториях бухты Врангеля и залива Находка: препринт / В.А. Раков, Е.Н. Селиванова, О.Г. Шевченко и др. Владивосток: ТОИ ДВО РАН. 2005. – 76 с.
  14. Раков В.А. Мониторинг биоты залива Находка / В.А. Раков, Е.Н. Селиванова, О.Г. Шевченко и др. // Дальневосточные моря России: в 4-х кн. [Кн. 2: Исследования морских экосистем и биоресурсов / отв. ред. В.П. Челомин]. М.: Наука, 2007. С. 559-580.
  15. Федорец Ю.В. Экологический мониторинг морской биоты в районе порта Восточный в бухте Врангеля (залив Находка) / Ю.В. Федорец, О.А. Шарова, В.А. Раков и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14 (№ 1). С. 2454-2457.
  16. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России [Т. 1]. Владивосток: ТИНРО. 2001. 580 с.
  17. Саматов А.Д., Саматова И.Н. Пространственное распределение и сезонная динамика копеподы *Acartia hudsonica* в Авачинской губе (Юго-Восточная Камчатка) // Биология моря. 1996. Т. 22. С. 21-30.
  18. Слабинский А.М. Сезонные изменения мезопланктона Амурского залива (Японское море) в 1981 г. // Известия ТИНРО. 1984. Т. 109. С. 120-125.
  19. Чавтур В.Г., Косьян В.В. Распределение и динамика *Pseudocalanus newmani* Frost (Copepoda: Calanoida) в Амурском заливе Японского моря // Известия ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 483-502.
  20. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела. Л.: Наука, 1968. 105 с.