

УДК 591.524.11:574(262.5)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОРТОВЫХ АКВАТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Тихонова Е. А., Соловьёва О. В.

*ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Республика Крым, Россия
E-mail: tihonova@mail.ru*

Проанализирован ряд индексов, характеризующих бентосное сообщество для экологических исследований портовых акваторий, в частности для Севастопольской бухты (Чёрное море). Наиболее репрезентативными для нашего региона являются показатели биомассы, численности и видового разнообразия. Корреляционные зависимости между анализируемыми параметрами и концентрацией загрязняющих веществ ранее были установлены для хлороформ-экстрагируемых веществ, тогда как для нефтяных углеводородов таковые отсутствовали. В настоящей работе был проведён соответствующий анализ. Ни один из приведённых методов не дал однозначной оценки качества среды и состояния биоты. Чувствительными видами, для которых были установлены зависимости, оказались двустворчатые моллюски.

Ключевые слова: биологические индексы, макрозообентос, мониторинговые исследования, хлороформ-экстрагируемые вещества, нефтяные углеводороды.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире используется свыше 60 методов мониторинговых исследований водной среды, включающих различные характеристики бентосного сообщества [1]. В зависимости от рассматриваемых параметров макрозообентоса или применяемого математического аппарата эти методы А. И. Бакановым были условно поделены на 17 групп [2]: обилие организмов; статистическое их распределение; соотношение численность/биомасса; число видов и удельное видовое богатство; характер доминирования, ранговые распределения; соотношения крупных таксонов и экологических групп, пространственное распределение организмов (агрегированность, глубина проникновения в грунт), характеристики дрифта; трофическая структура; морфологические изменения; функциональные (в том числе продукционные) характеристики; системы сапробности, токсобности и сапротоксобности; биотические индексы; обобщенная функция желательности; корреляционные связи, методы теории графов; многомерные методы сравнения структуры сообществ; комбинации вышеприведенных методов; комплексные методы, включающие зообентос как один из компонентов.

Результаты применения различных методик в мониторинговых исследованиях принято выражать в виде некоторых количественных характеристик, называемых

индексами. Их обычно делят на простые, характеризующие какой-либо компонент экосистемы с одной стороны, в нашем случае, например, численность или биомасса бентосных моллюсков; комбинированные, которые отражают с разных сторон компоненты экосистемы (например, видовое разнообразие); и комплексные, использующие характеристики нескольких компонентов экосистемы (самоочищающая способность моллюсков) [2].

В исследуемом регионе для анализа бентосного сообщества в экологическом аспекте чаще всего используют следующие индексы: индексы видового разнообразия Шеннона (с использованием индекса выравненности Пиелу), индекс функционального обилия, а также биомассу, численность и видовой состав [4]. Данные показатели являются стандартными в гидробиологических исследованиях и максимально чётко отражают качество бентосного сообщества, но вопрос, являются ли они универсальными и показательными при взаимодействии гидробионтов с загрязняющими веществами, остаётся открытым. Поэтому целью настоящей работы стал анализ используемых индексов, характеризующих бентосное сообщество, для экологических исследований портовых акваторий, в частности для Севастопольской бухты (Чёрное море).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для анализа используемых индексов в мониторинговых исследованиях Севастопольской бухты послужили опубликованные в работах отдела морской санитарной гидробиологии Института морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН (ИМБИ) данные, а также полученные и проанализированные данные мониторинга 2006 г. (рис. 1). В рамках последнего отбирались пробы бентосных моллюсков и донных осадков. В определении видов макрозообентоса в лабораторных условиях и расчёты индексов были произведены Алёмовым С. В., с.н.с. отдела морской санитарной гидробиологии ИМБИ. Их номенклатура приводилась в соответствии с мировым регистром World Register of Marine Species (<http://www.marinespecies.org>).



Рис. 1. Схема отбора проб макрозообентоса и донных осадков в Севастопольской бухте

Содержание нефтяных углеводородов (НУ) определялось методом инфракрасной спектроскопии [3], хлороформ-экстрагируемых (ХЭВ) – весовым методом. Для статистической обработки материала использован корреляционный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предшествующие в начале 2000-х годов исследования [4] состояния сообществ макрозообентоса по абсолютным показателям обилия организмов показали, что средняя его биомасса в портовых акваториях Севастополя превышала $150 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$, а численность – $1500 \text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$. Даже на наиболее загрязнённых участках, где макроорганизмы до этого практически полностью отсутствовали, количественные показатели обилия макрозообентоса приближались к значениям, характерным для относительно чистых районов. Анализ видовой структуры сообществ макрофауны показал, что, несмотря на некоторые колебания биомассы и численности макрозообентоса, в течение последнего десятилетия XX столетия в целом наблюдалось улучшение состояния бентосных сообществ. Однако в 2006 г. отмечалось снижение биомассы и численности макрозообентоса по сравнению с 1991–1997 гг., а в Севастопольской бухте в этот период наблюдалось также и снижение видового богатства макрозообентоса. В портовых акваториях по-прежнему доминируют немногие виды, устойчивые к нефтяному загрязнению: *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789), *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758), *Capitella capitata* (Fabricius, 1780), *Polydora limicola* (Annenkova, 1934). В Севастопольской бухте в 2006 г. снижение биоразнообразия сопровождалось вновь обнаруживаемыми абиотическими участками (зоны с полным отсутствием макрозообентоса) и расширением площади зоны с доминированием видов-оппортунистов [4].

На исследуемых 10-ти станциях Севастопольской бухты всего выявлено 45 видов бентосных организмов (табл. 1). Видовое разнообразие макрозообентоса наиболее высоко представлено на ст. 9 (28 видов), а также на ст. 4 и 5 (соответственно 18 и 16 видов). Численность макрозообентоса на различных станциях варьировала в широких пределах от 9 до $1447 \text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$. Биомасса макрозообентоса на большинстве станций не превышала $50 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$. По всей акватории Севастопольской бухты основной вклад в общую биомассу бентоса вносили моллюски: в большей степени – двустворчатые (на ст. 9 биомасса *Mytilaster lineatus* была максимальной и составила $535,816 \text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$), в меньшей – брюхоногие. Доля полихет и ракообразных в общей биомассе самая низкая (1,6 и 6,8 % соответственно), но их вклад в численность бентоса существенно выше (24,7 и 7,9 % соответственно).

Таким образом, на большинстве исследуемых станций Севастопольской бухты доминировали двустворчатые моллюски. Известно [5], что бентосные беспозвоночные (особенно двустворчатые моллюски) в силу менее развитых и активных по сравнению с рыбами ферментных и метаболических систем, а также за счет высокой фильтрационной активности и обитания в донных осадках обладают, как правило, повышенной способностью к накоплению нефтяных веществ.

Возможно, именно поэтому на станциях с наиболее высокими концентрациями НУ (ст. 7, 9а) либо отсутствовали двустворчатые моллюски, либо количество их видов было минимальным.

Таблица 1
Количество видов макрозообентоса в Севастопольской бухте

Тип	№ станции									
	2	4	5	6	7	8а	9	9а	14	16
Mollusca	8	10	9	7	4	7	13	4	2	4
Annelida	4	5	5	4	4	3	10	5	5	3
Arthropoda	1	2	2	1	2	-	4	1	1	4
Bryozoa	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Chordata	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nemertea	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Platodes	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

Также известно [5], что для донных осадков с признаками нефтяного загрязнения характерна бедность видового состава макрозообентоса при высокой численности и биомассе выносимых к загрязнению форм, при сильном хроническом загрязнении наблюдается угнетение всего сообщества, включая устойчивые формы. Подобная картина наблюдалась и нами. На ст. 9а зафиксированы самые высокие концентрации НУ и сниженные показатели количества видов (однако, несмотря на самый высокий уровень загрязнения донных осадков нефтепродуктами, этот показатель не был минимальным), но, тем не менее, отсутствовали двустворчатые моллюски, а доминирующими были брюхоногие и полихеты, более устойчивые к нефтяному загрязнению. Самое большое количество видов отмечено на ст. 9 (при этом соотношение количества видов двустворчатых моллюсков к брюхоногим составляло 13:10), но содержание НУ в донных осадках этой станции по сравнению с другими частями бухты выше. С другой стороны, среди станций центральной части эти показатели были минимальными, что, возможно, и могло послужить увеличению количества видов.

Кроме того, корреляционная зависимость между концентрациями НУ в донных осадках и количеством выявленных бентосных моллюсков в пробах отсутствует, за исключением двустворчатых моллюсков, у которых отмечена обратная зависимость между этими параметрами ($r = -0,6$; $n = 10$, $P < 0,05$), т.е. при увеличении содержания НУ в донных осадках уменьшается количество двустворчатых моллюсков, тогда как у брюхоногих какая-либо зависимость между данными параметрами отсутствует. Полученные результаты также подтверждают тот факт, что брюхоногие моллюски являются более устойчивыми к нефтяному загрязнению.

Корреляционной зависимости между содержанием НУ в донных осадках и биомассой населяющих их бентосных моллюсков не обнаружено. Однако минимальное значение биомассы, которое составило $4,35 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, было зафиксировано на ст. 9а с максимальными концентрациями НУ в донных

отложениях (1336,2 мг·100 г⁻¹ д.о.). Известно также [6], что не только наличие НУ в донных осадках влияет на состояние бентосных сообществ, а и концентрация ХЭВ в них. Так, ранее отмечалось, что наиболее низкая биомасса зообентоса, в основном, определяется там, где наибольшая величина ХЭВ. Однако нами такой закономерности не выявлено, коэффициент корреляции был низкий ($r = -0,14$; $n = 10$, $P < 0,05$).

Известно [6], что степень воздействия концентрации ХЭВ на различные виды макрозообентоса неодинакова. В результате анализа зависимости ХЭВ от биомассы каждого вида в исследованных пробах макрозообентоса все виды, наиболее чувствительные к данному компоненту, были разделены на группы. Первая группа – низкая корреляционная зависимость (коэффициент корреляции находится в пределах от 0,01 до 0,3); в данную группу попали 64 % исследованных видов. Вторая – слабая корреляционная зависимость (коэффициент корреляции находится в пределах от 0,3 до 0,5). В этой группе для *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758), *Abra segmentum* (Bruguière, 1789), *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864), *Nephtys hombergii* (Cuvier, 1817) между биомассой и содержанием ХЭВ в донных осадках прослеживается обратная связь ($r = -0,31, -0,37, -0,38, -0,43, -0,38, -0,32, -0,48$ соответственно). Третья группа характеризуется сильной корреляционной зависимостью (коэффициент корреляции выше 0,5). При этом у всех видов, относящихся к данной группе, прослеживается прямая связь: *Iphinoe elisae* (Băcescu, 1950), *Rissoa parva* (da Costa, 1778), *Scrupocellaria bertholletii* (Audouin, 1826) ($r = 0,86, 0,52$ и $0,5$ соответственно). Обитатели песчаных биотопов (контрольные станции), где процессы преобразования препятствуют накоплению ХЭВ, реагируют на присутствие незначительных количеств этих соединений положительно.

Однако донные осадки – это не только абиотический фактор среды, но и источник пищи для донных организмов, а модификация химических свойств донных осадков влияет на компонентный состав жирных кислот как у сестонофагов, так и у представителей инфауны [6]. На исследованных станциях наибольшее количество детритофитофагов отмечено в вершине бухты (91,6 %), наименьшее – в центральной её части (от 0,5 до 1,2 %), тогда как максимум сестонофагов приходится на центральную часть (ст. 8а, 9, 9а), а плотоядных – на устье бухты (ст. 14) (табл. 2).

Таблица 2

Трофическая структура макрозообентоса в Севастопольской бухте

Содержание в пробе, %	№ станции									
	2	4	5	6	7	8а	9	9а	14	16
Сестонофаги	1,8	24,1	3,1	12,0	15,8	96,4	97,2	33,4	1,6	12,1
Детритофитофаги	91,6	48,0	32,9	36,0	13,3	1,2	0,5	65,9	1,1	61,0
Плотоядные	6,6	27,9	64,0	51,9	70,9	2,4	2,3	0,7	97,4	26,8

Зависимости доли исследованных трофических групп моллюсков от содержания НУ в донных осадках не выявлено.

Кроме определения влияния концентрации НУ в донных осадках на биомассу и плотность отдельных видов (изучения балансовых характеристик исследуемой акватории), была проанализирована взаимосвязь между индексом видового разнообразия и содержанием ХЭВ (табл. 3).

Индекс видового разнообразия рассчитывался по формуле Шеннона и нормировался индексом выравненности Пиелу [4] (табл. 3).

Таблица 3
Индексы видового разнообразия макрозообентоса в Севастопольской бухте

Наименование индекса	№ станции									
	2	4	5	6	7	8а	9	9а	14	16
J' (индекс Пиелу)	0,55	0,64	0,54	0,66	0,42	0,40	0,66	0,49	0,95	0,58
H'(log2) индекс Шеннона	2,16	2,66	2,16	2,44	1,41	1,95	2,27	1,71	2,86	2,00

В средней части бухты показатели видового разнообразия несколько снижены (среднее значение индекса Шеннона составляет 1,99) по сравнению с её вершиной (H'(log2)=2,41) и выходом (H'(log2)=2,43), где их значения практически идентичны. При этом минимальные значения индекса соответствовали повышенным концентрациям ХЭВ, к тому же отмечена прямая корреляционная зависимость между этими параметрами ($r=-0,75$; $n = 10$, $P < 0,05$). В 90-е годы индекс Шеннона составлял менее 1,0, достигая на отдельных станциях в вершине бухты 1,48–1,75, вблизи выхода 1,75–2,2 [7].

Таблица 4
Индексы видового разнообразия макрозообентоса в Севастопольской бухте (по биомассе)

Наименование индекса	№ станции									
	2	4	5	6	7	8а	9	9а	14	16
J' (индекс Пиелу)	0,69	0,57	0,48	0,66	0,42	0,22	0,11	0,5	0,17	0,60
H'(log2) индекс Шеннона	2,70	2,39	1,90	2,43	1,38	0,75	0,53	1,71	0,52	2,08

Исходя из весовых характеристик (табл. 4) в 70 % проб индекс Шеннона был выше 1,0, и данный показатель несколько вырос по сравнению со съёмками предыдущих лет. Однако корреляционная зависимость между содержанием ХЭВ и

индексом не отмечена ($r=-0,31$; $n = 10$, $P < 0,05$). Таким образом, при увеличении количества загрязняющих веществ уменьшается количество видов, а биомасса остается постоянной, что, возможно, связано с увеличением доли видов, устойчивых к данным загрязнителям.

Наряду с традиционными параметрами для оценки количественного развития бентосного сообщества, таких как численность и биомасса, некоторыми авторами используется индекс функционального обилия [8, 9]. Данный показатель позволяет учитывать энергетическую роль гидробионтов и рассчитывается по формуле [9]:

$$IFA_i = N_i^{0.25} \cdot B_i^{0.75}, \quad (1)$$

где: B_i и N_i биомасса и численность i -го таксона ($г \cdot м^{-2}$ и $экз \cdot м^{-2}$ соответственно).

Полученные индексы IFA для 86 % видов меньше 1,0, остальные гидробионты (табл. 5), у которых более высокие значения индекса функционального разнообразия, относятся, в основном, к устойчивым по отношению к нефтяному загрязнению видам. А видами, биомасса которых коррелирует с концентрацией ХЭВ в донных осадках и имеющими высокие индексы IFA, были моллюски *Abra segmentum* и *Nassarius reticulatus*. Данные виды моллюсков по ранее выполненным работам по взаимодействию их с нефтяным загрязнением действительно являются достаточно устойчивыми к нему [10].

Таблица 5

Индексы функционального обилия (IFA) наиболее часто встречаемых видов макрозообентоса Севастопольской бухты

Виды	IFA
<i>Mytilaster lineatus</i>	52,8
<i>Abra segmentum</i>	13,2
<i>Hydrobia acuta</i>	7,2
<i>Balanus improvisus</i>	6,1
<i>Nassarius reticulatus</i>	6,0
<i>Cerastoderma glaucum</i>	3,8
<i>Mytilus gallioprovincialis</i>	1,2
<i>Nephtys hombergii</i>	1,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что при применении наиболее часто используемых в севастопольском регионе индексов ни один из приведенных методов не дал однозначной оценки качества среды и состояния биоты. Проблема интерпретации значений индексов является достаточно сложной и неоднозначной, поскольку представленные индексы имеют эмпирическое происхождение.

Учитывая вышесказанное, можно полагать, что рассмотренные показатели популяционного благополучия, такие как численность, биомасса и видовой состав

бентосных организмов, не в полной мере отражают влияние нефти и нефтепродуктов на данные организмы. Так, в самой загрязненной НУ центральной части бухты далеко не на всех исследованных станциях (например, ст. 9) данные показатели свидетельствовали об угнетенном состоянии бентосных сообществ. Таким образом, помимо анализа этих параметров необходимо параллельно исследовать проблему накопления и выведения морской биотой веществ нефтяного происхождения.

На основании анализа зависимости содержания ХЭВ в донных осадках от биомассы каждого вида макрозообентоса все виды, наиболее чувствительные к данному компоненту, были разделены на группы. Первая – низкая корреляционная зависимость ($0,01 < r < 0,3$); в данную группу попали 64 % исследованных видов. Вторая – слабая корреляционная зависимость ($0,3 < r < 0,5$). В этой группе для *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758), *Abra segmentum* (Bruguère, 1789), *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864), *Nephtys hombergii* (Cuvier, 1817) прослеживается обратная связь ($r = -0,31, -0,37, -0,38, -0,43, -0,38, -0,32, -0,48$ соответственно). Третья – характеризуется сильной корреляционной зависимостью ($r > 0,5$). При этом у всех видов, относящихся к данной группе, прослеживается прямая связь: *Iphinoe elisae* (Băcescu, 1950), *Rissoa parva* (da Costa, 1778), *Scrupocellaria bertholletii* (Audouin, 1826) ($r = 0,86, 0,52$ и $0,5$ соответственно).

Список литературы

1. Bakanov A. The use of macrozoobenthos for the detection and assessment of water pollution / A. Bakanov // Symposium on monitoring of water pollution, – Borok, 1994. – P. 6.
2. Баканов А. И. Использование макрозообентоса для мониторинга пресноводных водоёмов (обзор) / А. И. Баканов // Биология внутренних вод. – 2000. – № 1. – С. 68–82.
3. Методические указания «Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси». – М. : Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – 1996. – С. 18–26.
4. Миронов О. Г. Санитарно-биологические аспекты экологии севавтопольских бухт в XX веке / Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алёмов С. В. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003, – 185 с. – (НАН Украины, Институт биологии южных морей).
5. Воробьёв Д. С. Влияние нефти и нефтепродуктов на макрозообентос / Д. С. Воробьёв // Известия Томского политехнического университета. – 2006. – Т. 2003, №3. – С. 42–45.
6. Кирюхина Л. Н. Химическая и микробиологическая характеристика донных осадков севавтопольских бухт в 2003 г. / Л. Н. Кирюхина, О. Г. Миронов // Экология моря. – 2004. – Вып. 66. – С. 53–58.
7. Миловидова Н. Ю. Зообентос мягких грунтов Севастопольских бухт и прилегающих районов / Н. Ю. Миловидова, С. В. Алёмов // Молисмология Чёрного моря. – Киев: Наук. думка. – 1992. – С. 263–281.
8. Алёмов С. В. Современное состояние макрозообентоса Севастопольской бухты по данным бентосной съёмки 1997 г. / С. В. Алёмов // Экология моря. – 1999. – Вып. 48. – С. 73–75.
9. Мальцев В. И. О возможности применения показателя функционального обилия для структурных исследований зооценозов / В. И. Мальцев // Гидробиологический журнал. – 1990. – 26, №1. – С. 87–89.
10. Тихонова Е. А. Накоплення нафтових вуглеводнів масовими видами чорноморських молюсків в умовах портових акваторій / О. А. Тихонова, О. В. Соловьова // Учёные записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – Симферополь. – 2014. – №1, Т. 27 (66). Серия «Биология, химия». – С. 178–185.

THE APPLICATION OF MACROZOOBENTHOS FOR ENVIRONMENTAL
RESEARCHES OF THE PORT WATER AREAS
(SEVASTOPOL BAY, BLACK SEA)

Tikhonova E. A., Solovyova O. V.

*Institute of Marine Biological Research A. O. Kovalevsky RAS, Sevastopol, Russia
E-mail: tihonoval@mail.ru*

Currently, over 60 methods of monitoring studies of aquatic environment are used in the world; some of them include various characteristics of the benthic community. The results of the application of various techniques in monitoring studies are usually expressed in the form quantitative characteristics, called indexes. In the studied region the most frequently used and representative indexes of the benthic community are following: Shannon diversity index (using Pielou uniformity index), functional index of abundance and biomass, abundance and species composition. These characteristics are standard in the hydro-biological research. They precisely reflect the quality of the benthic community, but the question is whether they are universal and revealing the interaction of the community with aquatic pollutants remains open. Therefore, the aim of this research was to analyze the use of the benthic community indexes for environmental studies of harbors, in particular for the Sevastopol Bay (Black Sea).

During the analysis of the most applicable in the Sevastopol region indexes, no one of the methods has given an unambiguous assessment of environmental quality and the state of biota. The problem of interpretation of the index is sufficiently complex and ambiguous, because the presented indexes have empirical origin.

Considered indicators of well-being of the population, such as the abundance, biomass and species composition of the benthic organisms are not exhaustively reflect the impact of oil and oil products to these organisms. Thus, in the most polluted by oil hydrocarbons central part of the bay, some the stations (for example, station 9) are not characterized by the depressed state of the benthic communities. Thus, in addition to the analysis of these parameters, it is necessary to do parallel investigation of the accumulation and excretion of the oil products by marine biota.

Based on the analysis of dependence of the biomass of each species of macrozoobenthos from the content of chloroform-extractable substances in the sea bottom sediments, the most sensitive to this component, have been divided into three groups. The first - low correlation ($0,01 < r < 0,3$); the 64 % of the studied species were in this group. The second – has a weak correlation ($0,3 < r < 0,5$). In this group were *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758), *Abra segmentum* (Bruguière, 1789), *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792), *Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864), *Nephtys hombergii* (Cuvier, 1817) traced the negative relationship ($r = -0.31, -0.37, -0.38, -0.43, -0.38, -0.32, -0.48$, respectively). Third - is characterized by a strong correlative dependence ($r > 0,5$). At the same time for all the species belong to this group, there are a direct dependence: *Iphinoe elisae* (Băcescu,

1950), *Rissoa parva* (da Costa, 1778), *Scrupocellaria bertholetii* (Audouin, 1826) ($r = 0,86, 0,52$ and $0,5$ respectively).

Keywords: biological indexes, macrozoobenthos, monitoring studies, chloroform-extractable substances, oil hydrocarbons.

References

1. Bakanov A. The use of macrozoobenthos for the detection and assessment of water pollution, *Symposium on monitoring of water pollution*, Borok, (1994), p. 6.
2. Bakanov A. The use of the macrozoobenthos for the monitoring of freshwater reservoirs (review), *Biology of Inland Waters*, **1**, 68 (2000).
3. Guidelines «Determination of pollutants in the marine bottom sediments and suspension», Federal hydrometeorology and environmental monitoring service of Russia. p. 18. (1996).
4. Mironov O., Kiryukhina L., Alemov S., *Sanitary and biological aspects of Sevastopol bays ecology in the XX century*. 185 p. (Sevastopol, ECOSY-Hydrophysics, 2003).
5. Vorobiev D. S. Influence of oil and oil products on macrozoobenthos, *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, **2003**, 42 (2006).
6. Kiryukhina L., Mironov O., The chemical and microbiological characteristics of bottom sediments of Sevastopol Bay in 2003, *Ecology of the Sea*, **66**, 53 (2004).
7. Milovidova N., Alemov S., *Zoobenthos of soft bottom sediments of Sevastopol bays and surrounding areas*, p. 263-281. (Nauk. Dumka, K., 1992).
8. Alemov S., The modern state of the macrozoobenthos according to the Sevastopol Bay benthic survey in 1997, *Ecology of the Sea*, **48**, 73 (1999).
9. Maltsev V. I., About the possibility of using a functional index of abundance for structural studies zoocenoses, *Hydrobiological journal*, **26**, 87 (1990).
10. Solovyova O., Tikhonova E., The accumulation of oil hydrocarbons of mass species of mollusks in the conditions of the Black Sea port water area, *Sci. Not. Taurida V. I. Vernadsky Nat. Univ., Ser. Biology, chemistry*, **27** (66), 178 (2014).

Поступила в редакцию 27.10.2015 г.