

# ЗООБЕНТОС портовых АКВАТОРИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ и его связь С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ДОННЫХ ОСАДКОВ

**Изучен состав и распределение зообентоса рыхлых грунтов в портовых акваториях городов Новороссийск и Туапсе, подверженных высокому уровню антропогенного загрязнения. Проанализирован характер изменения биомассы зообентоса по градиентам накопления нефтяных углеводородов и лабильных (кислотно-растворимых) сульфидов в верхнем слое донных осадков. Выявлено, что аккумуляция токсичных для фауны лабильных сульфидов и выход к поверхности дна восстановленных осадков с содержанием более 500 мгS/дм<sup>3</sup> сырого ила в Новороссийском и Туапсинском портах является опасным экологическим последствием антропогенного загрязнения, вызывающим деградацию донных биоценозов.**

## Введение

**М**ноголетнее изучение состояния зообентоса северо-восточного шельфа Черного моря позволило выявить заметную деградацию структуры донной фауны, которая в 1970-1980-е гг. происходила особенно быстро и стала неблагоприятной для экосистемы бентали [1]. По сравнению с 1960 гг. было отмечено существенное обеднение донных сообществ не только в прибрежной наиболее эксплуатируемой зоне, но и в нижней части аэробной зоны бентали (на глубинах более 100 м). Сильное эвтрофирование грунтов на участке от г. Геленджик до г. Adler привело к резкому увеличению плотности двустворчатого моллюска-вселенца *Anadara cf. inaequalis* (Bruguère), который более адаптирован к низкому содержанию кислорода [2]. Продолжающаяся перестройка бентали под воздействием загрязнения и биоинвазий определяет необ-

**Ж.П. Селифонова\***,  
кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВПО Государственный морской университет им. адмирала Ф.Ф. Ушакова

ходимость анализа современного состояния и закономерностей изменений сообществ донных животных. Особую тревогу вызывают изменения, произошедшие в зообентосе прибрежной зоны северо-восточного шельфа, где функционируют самые крупные на Черном море порты [3, 4].

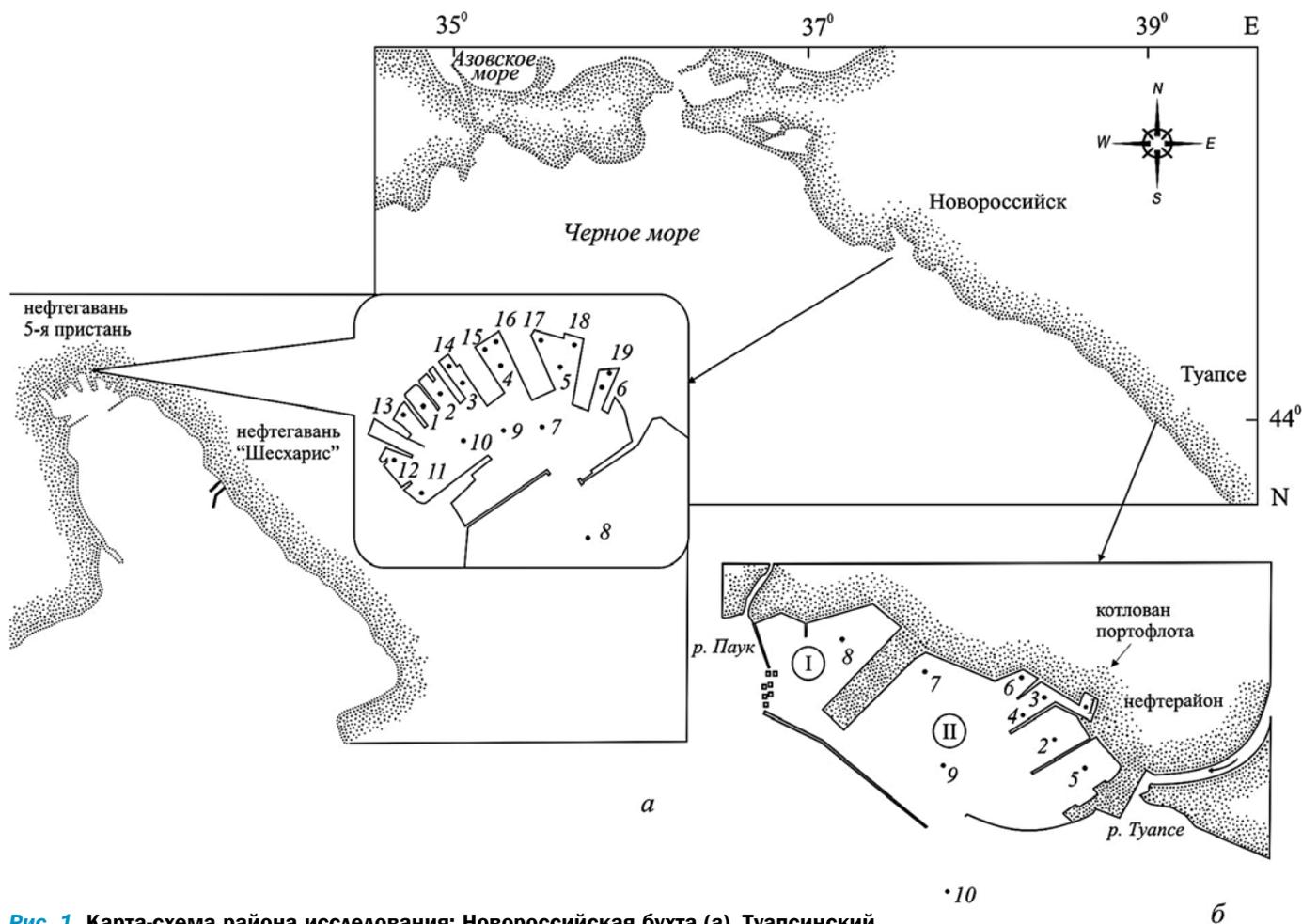
Цель работы — изучение состава и распределения зообентоса портовых акваторий городов Новороссийск и Туапсе и выявление закономерностей, определяющих структурную организацию донных сообществ в зависимости от основных факторов среды.

## Материалы и методы исследования

**М**атериалом для исследования послужили сборы зообентоса рыхлых грунтов в акваториях портовых городов Новороссийска и Туапсе, а также результаты химического анализа лабильных (кислотно-растворимых) сульфидов и нефтепродуктов в донных отложениях. Часть станций располагалась в акваториях портов, фоновые станции — за их пределами (рис. 1). Пробы в Туапсинском порту собирали в разные сезоны 2009–2010 гг., в Новороссийской бухте — в июле 2006–2007 гг.

Пробы грунта отбирали дночерпателем Петерсена (площадь захвата 0,04 м<sup>2</sup>). Животных отделяли от грунта процеживанием через сито (ячей 500 мкм). Пробы фиксировали 70 %-ным раствором этанола, с первичной фиксацией формалином полихет. После определения численности животных взвешивали на весах. Для ряда видов

\*Адрес для корреспонденции: Selifa@mail.ru



**Рис. 1.** Карта-схема района исследования: Новороссийская бухта (а), Туапсинский порт (б). Новороссийская бухта: порт (на врезке) 11–19 – станции, расположенные в непосредственной близости от канализационных выпусков. Туапсинский порт: I – старый порт, II – новый порт.

использовали средние массы особей, которые определяли взвешиванием нескольких десятков особей. Все количественные данные пересчитывали на  $m^2$ . Для каждого из полигонов вычисляли средние показатели плотности и биомассы.

Пробы ила на лабильные сульфиды собирали в банки емкостью  $250\text{ cm}^3$  из верхнего слоя (0–3 см) монолита донного осадка, поднятого дночерпателем. Сульфиды фиксировали добавлением 5 мл 8 %-ного раствора ацетата цинка, нейтрализованного КОН до выпадения гидроокиси [5]. Содержание лабильных сульфидов в пробах определяли путем отгонки  $H_2S$  из 15 см сырого ила, подкисленного 10%-ной серной кислотой. Отгонку производили в токе азота. В качестве поглотителя использовали раствор, содержащий 3 % сульфата кадмия и 2 % ацетата цинка, нейтрализованный как указано ранее. Содержание сульфидной

серы в поглотителе после отгонки определяли йодометрическим методом.

Для измерения массовой доли нефтяных углеводородов (НУ) в донных отложениях использовали флуориметрический метод. С помощью хлороформа НУ экстрагировали из образца, после замены растворителя на гексан производили хроматографическую очистку экстракта, затем измеряли интенсивность флуоресценции на анализаторе «Флюорат-02».

## Результаты и их обсуждение

**Н**овороссийская бухта. Донная фауна включала 30 таксономических форм (без учета гидроидов, остракод, немертин и гаммарид). В акватории порта на большинстве станций доминировали нематоды, олигохеты, немертины и многощетин-

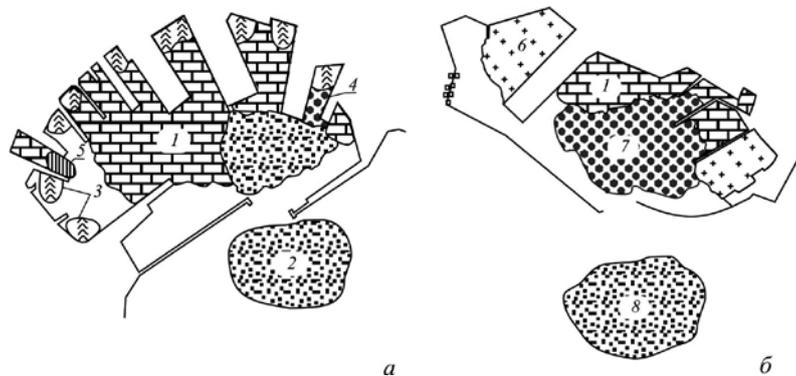
ковые черви (75–95 %). В составе Polychaeta преобладал вид-индикатор эвтрофирования донных отложений *Capitella capitata capitata* (Fabricius), который способен выживать в практически анаэробных условиях — жидком черном иле с запахом сероводорода [6, 7]. В 2001 г. биоценоз *C. capitata capitata* располагался в эстуарном биотопе р. Цемес (солёность воды 12,9 ‰) [8], а в 2006–2007 гг. занимал больше половины площади дна Новороссийского порта, что может быть показателем ухудшения условий среды обитания (рис. 2). В состав биоценоза входили многощетинковые черви *Nephtys hombergii* Savigny, *Heteromastus filiformis* (Claparède), *Neanthes succinea* (Frey et Leuck.) и др. В 2001 г. в эстуарном биотопе обнаружен новый вид *Streblospio gynobranchiata* Rice et Levin (Spionidae) с численностью 0,98 тыс. экз./м<sup>2</sup> [9]; в 2007 г. численность вида достигла 9 тыс. экз./м<sup>2</sup> и встречался он на большинстве станций порта. *S. gynobranchiata* — мелкий червь размером до 10 мм, который населяет верхний слой илистого субстрата с запахом сероводорода. Полихеты данного рода являются индикаторами органического загрязнения. В акваторию порта вид мог попасть с балластными водами судов. Осадки эстуарной зоны относят к высокотоксичным грунтам с содержанием метана 11,6 см<sup>3</sup>/кг, что является косвенным показателем наличия анаэробных процессов и крайне неблагоприятной экологической ситуации [10]. Эдафические условия и гидрохимический режим в эстуарном биотопе могли оказаться благоприятными для адаптации личинок *S. gynobranchiata* к новым условиям существования, образованию донной материнской популяции и формирования самостоятельного биоценоза.

**В.К. Часовников,**  
кандидат географических наук,  
заведующий лабораторией химии,  
Южное отделение ФГБУН Института океанологии им. П.П. Ширшова  
Российской академии наук

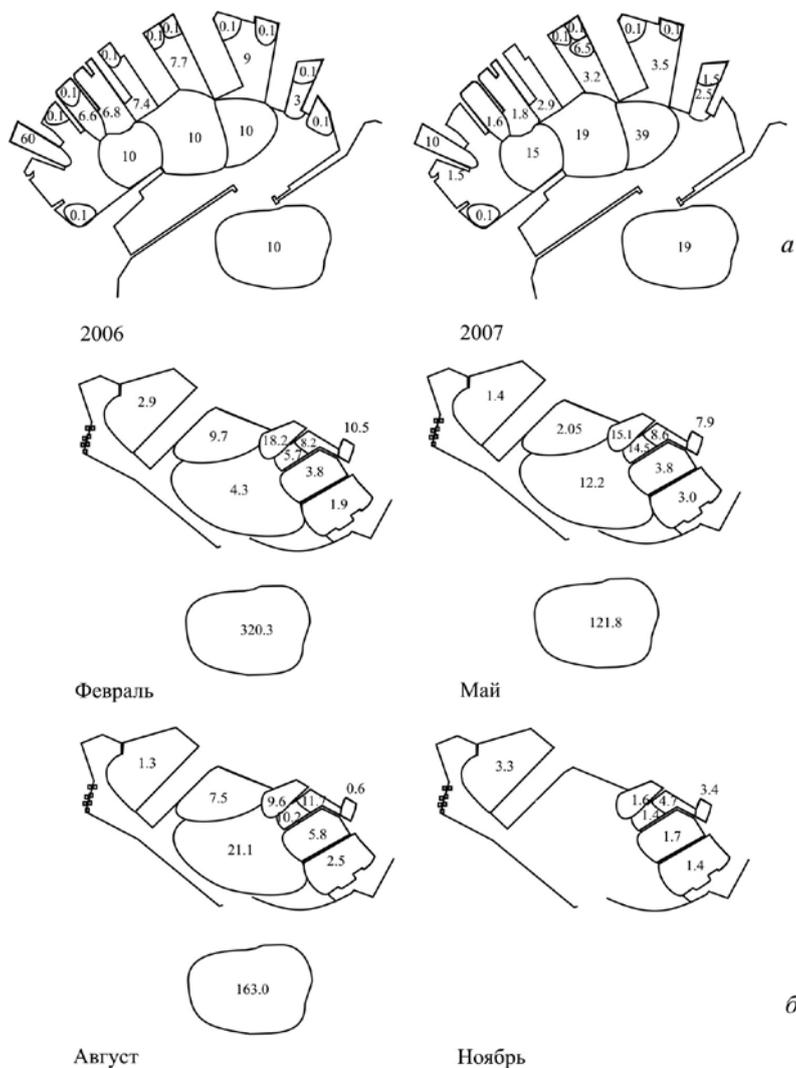
По направлению к выходу из порта наблюдалось постепенное замещение сообщества многощетинковых червей сообществом двустворчатого моллюска *Plagiocardium papillosum* (Poli). Биоценоз *P. papillosum* располагался в районе ворот порта и за его пределами. В составе биоценоза отмечены брюхоногие моллюски *Bittium reticulatum* (Da Costa), *Nassarius reticulata* (Linnaeus), *Rapana venosa* (Valenciennes), двустворчатые моллюски *Mytilaster lineatus* (Gmelin), *Pitar rudis* (Poli), многощетинковые черви и др. В период исследования здесь была граница обитания моллюсков, формировавших основу биомассы. Следует отметить, что в 2001 г. биоценоз *P. papillosum* был распространен на большей акватории Новороссийского порта [8].

Характерной чертой донных биоценозов Новороссийского порта являлась их исключительная бедность. В 2006 и 2007 гг. плотность поселений макрофауны варьировала от 2,5 до 12,5 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса — от 0,1 до 40–60 г/м<sup>2</sup>, при средних значениях 6,4 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 9,0 г/м<sup>2</sup>, соответственно (рис. 3). Максимальные значения биомассы регистрировались в эстуарной зоне р. Цемес, центре порта и за его пределами. Несмотря на обедненность видового состава на каждой из станций, расположенных между причалами (ст. 1–6), разнообразие донной фауны было выше, чем в зонах выпусков канализации. Здесь найдено 15–20 видов, тогда как в зонах выпусков — 3–4 вида. В акватории цемпирса (ст. 6) на расстоянии 15–20 м от выпуска канализации отмечены высокоустойчивые к загрязнению раки-отшельники *Diogenes pugilator* (Roux) и баланусы *Amphibalanus improvisus* (Darwin). В непосредственной близости от канализационных выпусков живые представители макрозообентоса не обнаруживались, за исключением нематод. Доля нематод в этих пробах достигала 80–100 %. Общая биомасса зообентоса в зонах канализации была менее 0,1 г/м<sup>2</sup>, что в 10–20 раз ниже, чем на станциях между причалами. Подобные величины характерны для интенсивно загрязняемых участков дна.

Как известно, распределение донных животных подчинено строгой закономерности и определяется характером грунта, глубиной и другими абиотическими факторами. Поллютанты в морской среде мигрируют на дно и, накапливаясь в донных осадках, являются источником вторичного загрязнения [11]. Донные осадки на большей части аква-



**Рис. 2.** Распределение донных сообществ в Новороссийской бухте (а), в Туапсинском порту (б): 1 — *Capitella*, 2 — *Plagiocardium*, 3 — *Nematoda*, 4 — *Balanus* — *Diogenes*, 5 — *Streblospio*, 6 — *Nephtys*, 7 — *Heteromastus*, 8 — *Chamelea*.



**Рис. 3. Распределение биомассы зообентоса (г/м<sup>2</sup>):**  
**а** – Новороссийская бухта (июль 2006–2007 гг.), **б** –  
 Туапсинский порт (февраль–ноябрь 2009–2010 гг.)

тории Новороссийского порта представлены, главным образом, черными алевритово-пелитовыми илами с запахом сероводорода, за исключением центрального участка порта (ст. 7, 9, 10), района цемпирса (ст. 6, 7, 9, 10) и открытой части (ст. 8), где преобладают серые алевритовые илы с песком и ракушей. В осадках с запахом сероводорода высока вероятность появления токсичных для фауны лабильных сульфидов. Накопление сульфидов в верхнем слое донных осадков происходит в зонах, испытывающих интенсивное антропогенное загрязнение, где восстановление сульфатов до сероводорода стимулируется органическим веществом, поступающим на шельф со стоками с суши [5]. Этот процесс сопровождается отдачей

свободного сероводорода в наддонную воду, что оказывает токсическое воздействие на зообентос вплоть до его вымирания.

Как показывают наши результаты, содержание сульфидов в верхнем слое донных осадков Новороссийской бухты варьирует от 80 до 1980 мг S/л сырого ила в зависимости от близости к источникам загрязнения, поступающего из города со сточными водами и из порта. Критический уровень их концентрации (более 600 мг S/л сырого ила) был отмечен в зоне причалов и вблизи выхода городских стоков. Такой уровень концентрации сульфидов влечет за собой практически полное вымирание зообентоса. Рекордные концентрации (1620–1980 мг S/л сырого ила) отмечены в зонах канализационных выпусков. Они близки к максимальной концентрации сульфидов, когда-либо зарегистрированной в зонах интенсивного загрязнения морских бухт городскими сточными водами [5]. В зоне воздействия речного стока Цемес (ст. 13) содержание сульфидов было на уровне 164–370 мг S/дм<sup>3</sup>. Понижение содержания сульфидов, в первую очередь, связано с повышенным минеральным стоком. Здесь сульфиды, образующиеся в осадках, быстро разводятся минеральной фракцией. В центральной части порта и за его пределами, вне прямого воздействия загрязнения, содержание сульфидов было в пределах нормы для осадков шельфа – 100–148 мг S/дм<sup>3</sup>. Сравнение данных 2006 и 2007 гг. показывает существенный рост концентрации сульфидов в донных осадках порта в зоне причалов, что свидетельствует об ухудшении экологической обстановки.

До недавнего времени влияние органического обогащения грунтов на донные зооценозы рассматривалось как фактор, сопутствующий загрязнению донных осадков НУ [12]. При этом не бралось в расчет содержание лабильных сульфидов в верхнем слое донных осадков – важный параметр, характеризующий экологическое состояние прибрежных морских экосистем. Мы проанализировали содержание НУ в грунтах Новороссийского порта. Их средние концентрации в 2006–2007 гг. превышали допустимые уровни в 28–47 раз (1,38–2,35 мг/г). По критериям Neue Niederlandische Liste ДК НУ = 50 мкг/г или 0,05 мг/г. Коррелятивной связи между уровнем биомассы бентоса и концентрацией НУ в донных осадках обнаружить не удалось. Высокие концентрации НУ наблюдались не только на участках почти без-

жизненного ила у выпусков канализации (до 3,00–6,87 мг/г), но и между причалами (1,0–2,28 мг/г), в центре порта (1,1–1,96 мг/г), где биомасса донных животных была достаточно высока (табл. 1).

В морскую среду Новороссийского порта органическое вещество поступает с мощным береговым стоком (десять береговых выпусков) и накапливается в донных отложениях наряду с НУ, поэтому особенности изменений структуры и состояния индикаторных сообществ бентоса этого района по градиенту стрессорного фактора отличаются от тех районов, где наблюдается значительное накопление НУ (Туапсинский порт). По шкале органического обогащения грунтов [13] Новороссийский порт имеет высокий уровень эвтрофикации – IV. Об этом свидетельствуют интенсивные процессы сульфатредукции в донных отложениях, снижение количественных показателей

**Таблица 1**

**Концентрация НУ (мг/г) в грунтах Новороссийской бухты в июле 2006–2007 гг.**

ст.	2006 г.	2007 г.
1	1,1170	0,466
2	0,6600	0,571
3	2,0800	0,743
4	1,8770	1,697
5	1,1080	1,004
6	2,2820	0,935
8	0,3179	0,471
9	–	1,107
10	1,9600	1,242
11	2,0040	1,863
12	–	0,975
13	2,6170	1,158
14	3,0670	–
15	6,8780	2,233
16	2,1170	2,264
17	2,5800	1,882
18	4,2350	0,218
19	0,7182	3,856

Примечание: – отсутствие данных

донной макрофауны при доминировании в сообществах наиболее устойчивых видов полихет и нематод.

*Туапсинский порт.* Донная фауна района исследования включала 32 таксономические формы (без учета нематод, олигохет, немертин, остракод). Донные биоценозы порта бедны в сравнении с интенсивно загрязняемой вершинной частью Новороссийской бухты. Основной компонент фауны биотопа ила порта – многощетинковые черви (13 таксономических форм), нематоды, олигохеты и немертины. Представители малакофауны и ракообразные отмечены только в центре порта единично.

Средняя биомасса зообентоса в 2009–2010 гг. в Туапсинском порту составляла 6,5 г/м<sup>2</sup>, плотность 1,9 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Динамика биомассы по сезонам представлена на рис. 3. В илах порта доминировали наиболее «прогрессивные по отношению к загрязнению» [7] – *H. filiformis*, *C. capitata capitata*, *N. hombergii*. Всю центральную площадь дна занимал биоценоз *Heteromastus* (рис. 1). Здесь полихеты образовывали скопления до 14,4 тыс. экз./м<sup>2</sup>, а их биомасса в отдельные сезоны приближалась к максимальным величинам по порту – 21,1 г/м<sup>2</sup>. В акваторию порта поступают ливневые стоки по девяти выпускам вдоль береговой линии. Эту зону по [6] можно отнести к α-сапробной, поскольку ее показателем служит массовое развитие полихет *C. capitata capitata* (более 10 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и нематод (24 тыс. экз./м<sup>2</sup>). В грунтах нефтерайона (ст. 5), где из подземной линзы периодически просачиваются НУ, средняя плотность донных животных была низка – 0,3 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса ~ 2 г/м<sup>2</sup>. Для этого участка характерен ил с металлическим блеском, запахом нефти и мертвыми нефтисами. В грунтах старого порта (угольный комплекс) сообщества полихет были слабо развиты. На этом участке грунт имел более твердую консистенцию с примесью угля (слабо сцементированные глинистые агрегаты), в котором, по-видимому, не могут жить многие представители донной фауны. Следовательно, в биотопах илов Туапсинского порта интенсивно развивалось сообщество видов «оппортунистов» или «R-стратегов». Полихеты способны к быстрому размножению и росту, обладают высокой генетической вариабельностью. Это дает им преимущества перед «K-стратегами» (относительно крупными и долгоживущими моллюсками, актиниями, ракообразными) в выживании и занятии ос-

Таблица 2

Концентрация НУ (мг/г) в грунтах Туапсинского порта в 2009–2010 гг.

Ст.	2009 г.				2010 г.			
	Февраль	Май	Август	Ноябрь	Февраль	Май	Август	Ноябрь
1	4,8772	16,323	8,214	5,385	9,362	15,481	14,80	9,422
2	1,1104	1,131	0,967	0,407	2,191	0,722	5,442	1,522
3	0,7248	0,899	1,542	0,449	9,182	1,476	1,031	1,322
4	0,9998	0,659	0,798	0,228	1,079	1,010	1,263	1,075
5	3,7070	1,885	3,580	0,789	1,406	2,207	1,182	1,561
6	1,7170	0,796	1,803	0,467	1,650	0,520	1,456	1,021
7	1,0297	0,802	–	0,169	0,460	0,403	0,734	0,494
8	0,7608	2,693	2,036	–	1,213	0,741	1,435	2,133
9	0,2516	0,663	1,405	–	0,493	1,448	0,621	1,164
10	–	0,142	–	–	0,063	–	0,430	–

Примечание: – отсутствие данных

вобождающихся экологических ниш при эвтрофировании и органическом загрязнении выше критического уровня [13].

Максимальная биомасса зообентоса отмечена в открытой части – 121,7 г/м<sup>2</sup> (плотность 1,5 тыс. экз./м<sup>2</sup>). Здесь развивался комплекс организмов скалисто-песчаного биотопа, которому соответствует биоценоз *Chamelea gallina*. В структуре биоценоза преобладали моллюски *Rapana venosa*, *Anadara inaequalis* (Bruguère), виды сем. *Cardiidae*, *Pitar rudis* (Poli), полихеты *N. hombergii*, усоногие раки *A. improvisus*, актинии *Actinotheroe clavata* (Innmoni), гаммариды, остракоды и др. виды. Поэтому открытую часть по сравнению с акваторией порта можно считать относительно благополучной средой обитания макрозообентоса (с эдафическими условиями, приемлемыми для жизнедеятельности «К-стратегов»).

Донные осадки – наиболее важный биотоп аккумуляции загрязнителей в Туапсинском порту. Наличие в осадках порта большого количества глинистых минералов, обладающих большой сорбционной активностью, способствует накоплению в них загрязняющих веществ, в частности НУ, высокие концентрации которых попадают из подземной линзы в донные отложения нефтерайона, а отсюда в водную толщу. В котловане пор-

тофлота (ст. 1) при определенных условиях образуется локальный замкнутый круговорот, препятствующий вентиляции вод, что способствует сильному загрязнению донных осадков. Здесь отмечены экстремально высокие концентрации НУ – до 14,8–16,3 мг/г (табл. 2).

Средние концентрации НУ в Туапсинском порту в 2009 и 2010 гг. составили, соответственно, 2,08 мг/г и 2,73 мг/г, что в 42–55 раз превышает допустимые уровни концентрации. Величины НУ, зафиксированные в Туапсинском порту, в 1,3 раза выше наблюдаемых в Новороссийском порту (1,38–2,35 мг/г). На прилежащем к котловану участке (ст. 3) максимальная концентрация НУ, отмеченная за весь период исследования, достигала 9 мг/г. В грунтах нефтерайона их содержание было ниже (1,8–3,5 мг/г), что обусловлено хорошим водообменом и регулярной выемкой грунта. Сравнительный анализ основных количественных показателей сообществ зообентоса в зависимости от уровня аккумуляции НУ в грунтах показал, что на участках как с высоким, так и с низким содержанием НУ отмечалась низкая биомасса донных животных. Следовательно, ограничение условий обитания зообентоса по градиенту накопления НУ в грунтах не носило выраженного лимитирующего характера.

Мы проанализировали характер изменения биомассы зообентоса по градиенту сульфидного обогащения верхнего слоя донных осадков порта в феврале и ноябре 2009 г. В феврале содержание лабильных сульфидов варьировало от 220 до 940 мгS/дм<sup>3</sup> сырого ила (рис. 4).

Высокие концентрации (свыше 640–940 мгS/дм<sup>3</sup>) отмечены на станциях, подверженных прямому органическому загрязнению. Причем их максимальный уровень был характерен для илов нефтерайона, где наблюдалась самая низкая биомасса зообентоса — 1,9 г/м<sup>2</sup>. В ноябре содержание сульфидов колебалось от 172 до 860 мгS/дм<sup>3</sup> сырого ила в зависимости от близости к источникам загрязнений, поступающих с береговыми стоками (пробы грунтов отбирались не в зонах береговых стоков, как в Новороссийском порту, а на некотором удалении от них). Критический уровень концентрации сульфидов (835–860 мгS/дм<sup>3</sup>) отмечен в котловане портофлота и на прилегающей к нему станции. Летом и осенью в котловане портофлота

та наблюдали самый низкий уровень биомассы зообентоса за весь период исследования (0,4–0,6 г/м<sup>2</sup>). Вне зон прямого воздействия стоков содержание сульфидов зависело от характера осадка и на большей части акватории порта не превышало 345–365 мгS/дм<sup>3</sup>. В грунтах старого порта содержание сульфидов было в пределах нормы для осадков шельфа — 172 мг S/дм<sup>3</sup>.

## Заключение

Результаты исследования позволяют заключить, что накопление лабильных сульфидов в верхнем слое донных осадков в Новороссийском и Туапсинском портах является опасным экологическим последствием антропогенного загрязнения, вызывающим деградацию донных биоценозов.

*Авторы искренне признательны О.Ю. Закускиной за выполненные измерения концентраций лабильных сульфидов в грунтах.*

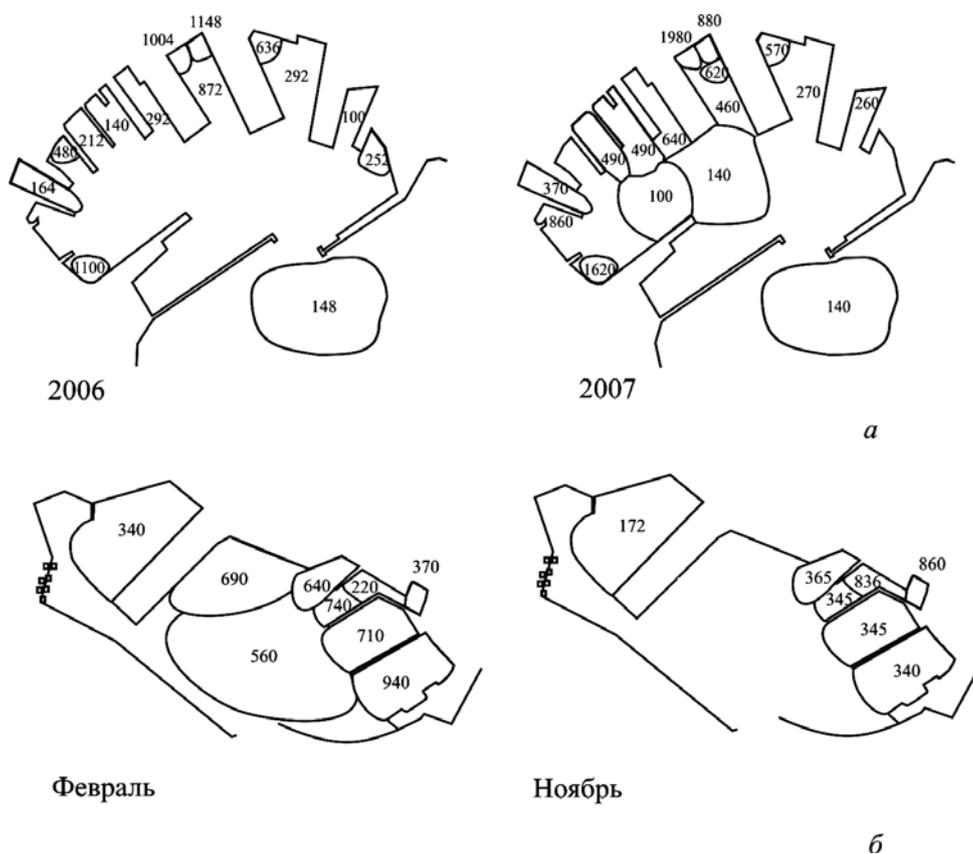


Рис. 4. Содержание лабильных сульфидов в донных осадках (в мгS/дм<sup>3</sup> сырого ила): а – Новороссийский порт (июль 2006–2007 гг.), б – Туапсинский порт (февраль, ноябрь 2009 г.)

## Литература

1. Заика В.Е. Многолетние изменения зообентоса Черного моря / В.Е. Заика, М.И. Киселева и др. К.: Наук. думка, 1992. 248 с.
2. Чикина М.В. Макрозообентос рыхлых грунтов северо-кавказского побережья Черного моря: пространственная структура и многолетняя динамика. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 25 с.
3. Селифонова Ж.П. Макрозообентос Новороссийского порта как показатель экологической ситуации / Ж.П. Селифонова, А.А. Кондаков, Е.П. Коваленко, С.В. Бирюкова // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 2009. Т. 114. № 3. С. 43–49.
4. Selifonova Zh. P. The Ecosystem of the Black Sea Port of Novorossiysk under Conditions of Heavy Anthropogenic Pollution // Russian Journal of Ecology. 2009. V. 40. № 7. P. 54–59.
5. Сорокин Ю.И. Кислотно-растворимые сульфиды в верхнем слое донных осадков северо-восточного шельфа Черного моря: связь с загрязнением и экологические последствия / Ю.И. Сорокин, О.Ю. Закусина // Океанология. 2008. Т. 48. № 2. С. 224–231.
6. Киселева М.И. Макрозообентос прибрежной зоны Черного моря после прекращения сброса сточных вод // Гидробиол. журн. 1987. Т. 23. № 1. С. 40–43.
7. Лосовская Г.В. Мониторинг качества среды Черного моря по макрозообентосу (обзор) // Гидробиол. журн. 2002. 38. № 1. С. 40–61.
8. Мельник Р.Г. Динамика распределения сообществ макрозообентоса Новороссийской бух-

## Ключевые слова:

зообентос, сульфидное и нефтяное загрязнение грунтов, порты Новороссийска, Туапсе, Черное море

- ты (1997-2001г.) / Р.Г. Мельник, Р.И. Смоляр // Геоэкологические исследования и охрана недр. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. Вып. 2. С. 62–67.
9. Круглякова Р.П. Оценка техногенного загрязнения нефтепродуктами водной толщи донных осадков Новороссийской бухты // Геоэкологические исследования и охрана недр. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. Вып. 2. С. 11–19.
  10. Мурина В.В. Находка многощетинкового червя *Streblospio* sp. (Polychaeta: Spionidae) в Новороссийском порту Черного моря / В.В. Мурина, Ж.П. Селифонова, В.Ф. Мельник // Морск. экологич. журн. 2008. Т. 7. № 1. С. 46.
  11. Миронов О.Г. Влияние уровня загрязнения на состояние макрозообентоса (по данным многолетних наблюдений) // Геоэкологические исследования и охрана недр. М.: ООО «Геоинформцентр», 2002. Вып. 2. С. 3–11.
  12. Миронов О.Г. Санитарно-биологические исследования в Черном море / О.Г. Миронов, Л.Н. Кирюхина, И.А. Дивавин СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 116 с.
  13. Петров А.Н. Реакция прибрежных макробентосных сообществ Черного моря на органическое обогащение донных отложений // Экология моря. 2000. Вып. 51. С. 45–51.

Zh.P. Selifonova, V.K. Chasovnikov

## HARBOR ZOOBENTHOS OF NORTH-EAST SHELF OF THE BLACK SEA AND ITS RELATION WITH POLLUTION OF SEDIMENTS

Zoobenthos composition and distribution of anthropogenic polluted loosebottom in ports of Novorossiysk and Tuapse cities were studied. Behavior of zoobenthos biomass was analyzed using estimation of accumulation gradients of oil hydrocarbons and unstable (acid-soluble)sulfides in bottom top layer. Accumulation of fauna toxic unstable sulfides and migration to bottom surface of reduced components with concentration increasing 500 mg S/dm<sup>3</sup> of fresh sludge is dangerous ecological effect of anthropogenic pollution causing bottom biocenosis to be degraded.

**Key words:** zoobenthos, acid-soluble sulfides, oil pollution of sediments, the ports of Novorossiysk, Tuapse, the Black Sea.