ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2012, № 3, с. 94–108

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК 551.462.32:628.395(262.5)

ГЕОГРАФИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА: ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, СТРУКТУРЫ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ[1]

© 2012 г. Д.Я. Фащук*, М.В. Флинт, Н.В. Кучерук**, Н.М. Литвиненко***, А.С. Терентьев***, К.С. Ковальчук******

* *Институт географии Российской академии наук*
** *Институт океанологии Российской академии наук*
*** *Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО). Керчь. Украина*
**** *Керченский морской технологический университет. Украина*

Поступила в редакцию 10.05.2011 г.

По литературным данным и результатам исследований ЮгНИРО проведен ретроспективный (1934, 1955, 1986, 1989 гг.) анализ распределения, структуры и динамики донных сообществ макрозообентоса в Керченском проливе Черного моря. Современное состояние оценено по результатам летней 2010 г. совместной российско-украинской съемки. Установлены существенные изменения в характере распределения и структуре бентосных биоценозов за последние 75 лет. Выделены группы донных животных и районы, в которых произошла их максимальная деградация.

До недавнего времени Керченский пролив был не только главной транспортной артерией Азово-Черноморского бассейна, но и его важнейшим рыбопромысловым районом. Со времен Боспорского царства (IV в. до н.э) он славился рыбным промыслом, основанным на богатейших запасах сельди, хамсы, барабули, бычковых, осетровых и камбаловых рыб. Сегодня основными промысловыми видами являются бычок (16 видов), азовская хамса, тюлька, судак, азовский пузанок (сельдь), черноморско-азовская (донская) проходная сельдь, кефали: лобан, сингиль, пиленгас, мелкая ставрида, барабуля, камбала: азовская, глосса, калкан [27].

Высокий уровень биологической продуктивности вод пролива определяется в первую очередь богатой кормовой базой как для пелагических (обитающих в толще вод), так и для донных гидробионтов. Их “меню” в Керченском проливе включает двухстворчатые, брюхоногие и панцирные моллюски, полихеты, асцидии, актинии, ракообразные, немертины, иглокожие. Из них до 60% по численности и до 90% по биомассе составляют моллюски.

В результате полевых исследований последствий катастрофы танкера “Волгонефть-139” (разлива около 1500 т мазута) в Керченском проливе 11 ноября 2007 г., проведенных в 2008–2009 гг. Институтами географии и океанологии РАН [25–27], ЮгНИИРО [14–16], а также после анализа результатов аналогичных экспедиций, проведенных в Керченском проливе сотрудниками более чем 10 ведомств [25], было сделано заключение о том, что после ухудшения условий среды в первые месяцы после аварии (в локальных местах фиксировалось содержание нефтепродуктов в воде от 3 до 14 тыс. ПДК и сгустки свежего мазута на дне) уже к августу 2008 г. пролив полностью очистился от аварийного разлива [25].

Вместе с тем в период работ Института океанологии РАН в Керченском проливе и Таманском заливе [29] были обнаружены признаки наличия здесь постоянного (хронического), не связанного с разливом мазута – техногенного загрязнения, действие которого совместно с другими известными последствиями хозяйственной деятельности на акватории пролива: транспортные перевозки, перевалка и перекачка сухих и жидких грузов, дноуглубление и захоронение (свалка) грунтов [14, 27], – не могло не отразиться на состоянии донных биоценозов – основы кормовой базы промысловых рыб пролива.

В связи с этим целью предлагаемой статьи стало изучение ретроспективного и со-

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Международного гранта РФФИ № 09-05-90451-Укр_ф_а

временного пространственного распределения макрозообентоса, его видовой структуры и показателей развития донных сообществ Керченского пролива, а также оценка возможных природных и антропогенных механизмов их изменчивости.

Информационная база и методы исследования. Для ретроспективной оценки состояния популяций макрозообентоса Керченского пролива мы использовали опубликованные результаты наших предшественников, проводивших такие работы в этом районе в 1930-е [1] и 1950-е [9] годы. Кроме того, с этой же целью мы проанализировали фондовые материалы ЮгНИРО бентосной съемки Керченского пролива, выполненной в 1986 г. по программе *"Предварительная оценка возможных объемов культивирования мидий в подвесной культуре в Керченском проливе"*. Для оценки природного потенциала естественных мидийных банок в сентябре 1986 г. были обследованы центр (от линии м. Змеиный – коса Чушка) и южная (до линии м. Такиль – м. Панагия) часть Керченского пролива по схеме из 88 станций с интервалом между станциями 1 миля (рис. 1а). Пробы зообентоса отбирались дночерпателем площадью 0.1 м^2. Материал фиксировался 4%-ным формалином и доставлялся в институт. Здесь проба промывалась через сито с газом № 23. Камеральная обработка выбранных из промытой пробы организмов выполнялась по общепринятым методикам. Определялись количество организмов по видам, их вес, при необходимости – размер. Выделение биоценозов выполнялось по доминантному виду [2].

Также были проанализированы результаты изучения сотрудниками Одесского филиала Института биологии Южных морей АН СССР (ОдФ ИнБЮМ) особенностей распределения и структуры биоценозов макрозообентоса в Керченском проливе с целью оценки последствий для бентосных сообществ появления здесь вселенцев – брюхоногого моллюска *Rapana* [5], а также двустворчатых моллюсков ***Anadara inaequivalvis*** (определенной при обнаружении как *Cunearca cornea*) [6] и *Mya arenaria* [18]. В 1989 г. на 78 станциях пролива (рис. 1б) были отобраны и проанализированы 163 бентосные пробы дночерпателем "Океан-50" и 37 проб драгой [7].

Для исследования современного состояния популяций макрозообентоса в июне–июле 2010 г. Институтом географии РАН и ЮгНИРО в рамках Международного гранта РФФИ *"Географо-экологическая оценка последствий транспортировки и разведки углеводородного сырья для условий среды и биоразнообразия подводных ландшафтов Керченского пролива"* была выполнена бентосная съемка пролива (47 ст.) в территориальных водах Украины (рис. 1в). На каждой станции дночерпателем Петерсена (площадь 0.025 м^2) отбирались по четыре пробы грунта – для сопоставимости с данными 1986 г. Обработка проб проведена в лаборатории по указанной выше схеме.

Для оценки сходства видового состава макрозообентоса в разные годы использованы дополняющие друг друга индексы Чекановского–Серенсена и Шимкевича–Симпсона [13]. Первый представляет отношение числа общих видов к среднему арифметическому количеству видов в двух списках. Второй – отношение этого же числа к количеству видов в меньшем списке. При 100%-ном сходстве выборок величины индексов равны 1, а при их абсолютном различии – нулю.

Результаты. ***Макрозообентос пролива в 1930-е и 1950-е гг.*** Первые исследования структуры и состояния популяций макрозообентоса пролива были начаты в середине 30-х гг. прошлого столетия. В 1934 г. В.П. Воробьев выделил в Керченском проливе 9 бентосных сообществ (рис. 2а): *1). Cerastoderma (Cardium) – Ampelisca – Corophium. 2). Mytilus – Mytilaster – Balanus improvisus. 3). Cardium edule – Polycheta. 4). Mytilus – Ascidiella* [1].

Через 20 лет, в 1955 г. К.И. Несис, исследуя структуру донных сообществ Керченского пролива, отметил существенные ее изменения: сокращение, вплоть до полного исчезновения, одних биоценозов и расширение или появление новых (рис. 2б). Так, площадь биоценоза мидий *Mytilus – Mytilaster – Balanus improvisus* значительно сократилась за счет интенсивного развития биоценоза *Cerastoderma – Ampelisca – Corophium.* Исчез биоценоз *Mytilus – Ascidiella* и большая часть биоценоза *Cardium edule – Policheta.* На их месте возник биоценоз *Nephthys – Oligocheta*. Причиной зафиксированных изменений автор считал осолонение Азовского моря в результате зарегулирования стока реки Дон [9].

Макрозообентос пролива в 1980-е гг. В 1986 г. в донном сообществе Керченского пролива был обнаружен **71 вид** животных [30]. Из них: 28 видов моллюсков (22 – двухстворчатых, 5 – брюхоногих и 1 панцирных), 21 вид полихет, 3 – асцидий, 2 – актиний, 13 – ракообразных, 1 – немертины, 3 – иглокожих (рис. 3). Доля доминирующих двустворчатых моллюсков в видовом богатстве,

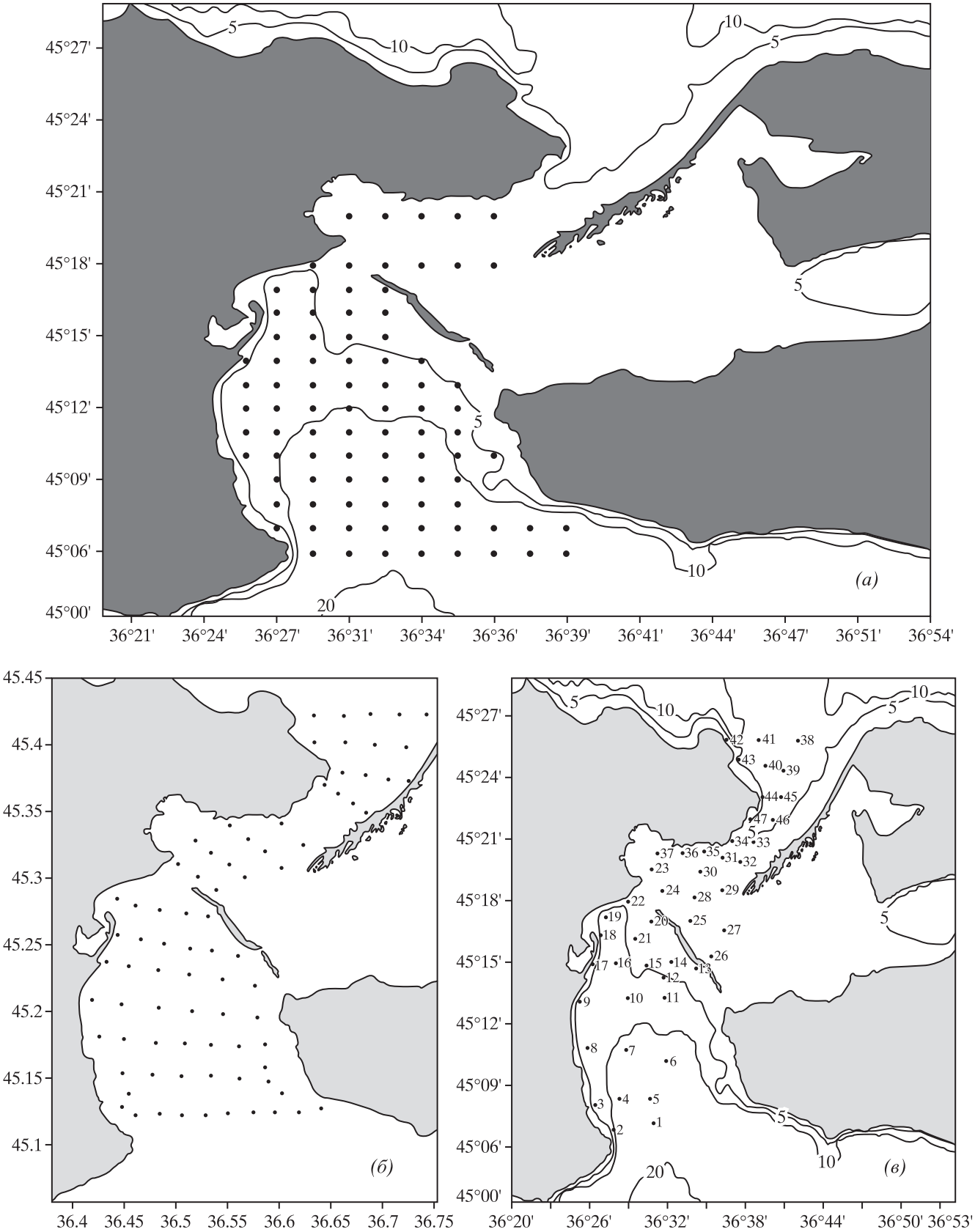

Рис. 1. Схемы станций бентосных съемок Керченского пролива. *а – югНИРО, 1986 г.; б – ОдФ ИнБЮМ, 1989 г.; в – ИГ РАН и ЮгНИРО, 2010 г.*

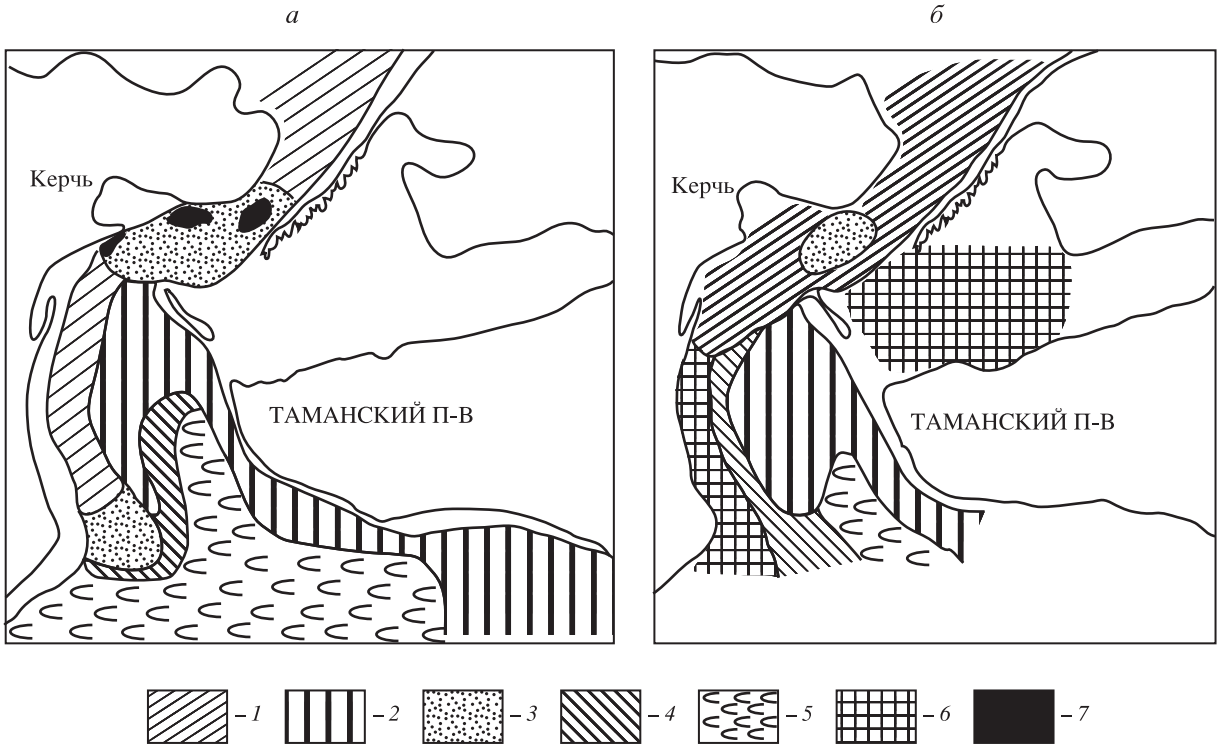

Рис. 2. Биоценозы Керченского пролива в 1933–1934 [Воробьев, 1934] (*а*) и 1955 [Несис, 1957] (*б*) годах: *1 – Cerastoderma (Cardium); 2 – Venus (Chamelea); 3 – Mytilus; 4 – Modiolus; 5 – Ostrea; 6 – Nephthys; 7 – промысловые скопления мидий; 5 – Venus gallina – Polititapes aurea – Cadrium edule; 6 – Modiolus adriaticus – Pitar rudis – Ascidiella; 7 – Ostrea taurica.*

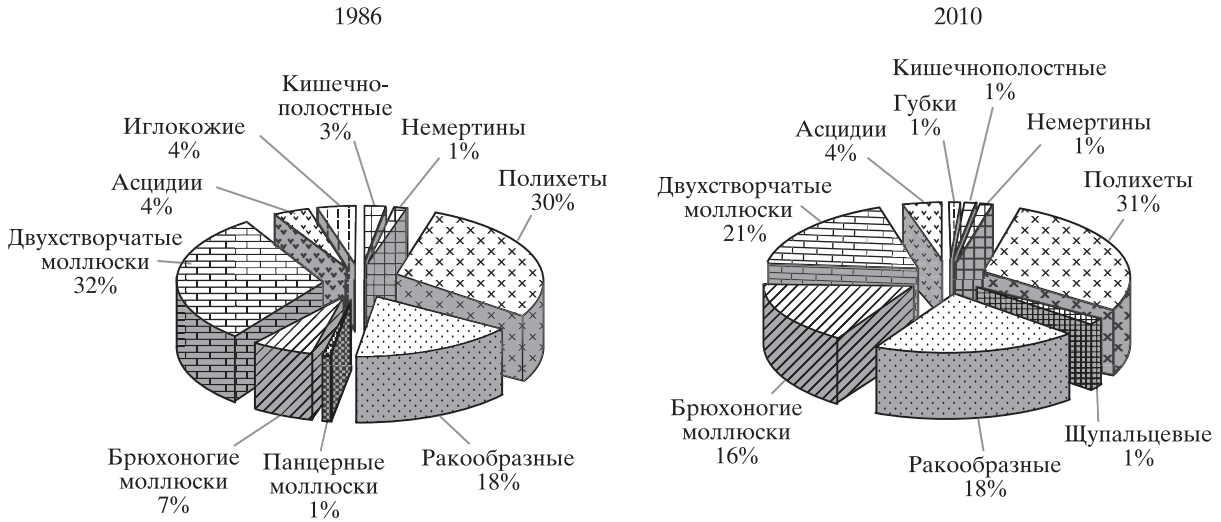

Рис. 3. Структура видового состава макрозообентоса Керченского пролива.

численности и суммарной биомассе сообщества зообентоса составляла 31, 59 и 86.3% соответственно.

Средняя биомасса зообентоса составляла 431 г/м^2, а численность – 386 экз/м^2. В его трофической структуре доминировали сестонофаги: 35% видового богатства, 59.8% численности и 91.1% биомассы суммарного зообентоса. В видовом составе преобладали моллюски – 63.7% численности и 88% суммарной биомассы. Среди моллюсков доминировали двухстворчатые, составлявшие 92.7% численности и 97.5% их суммарной биомассы.

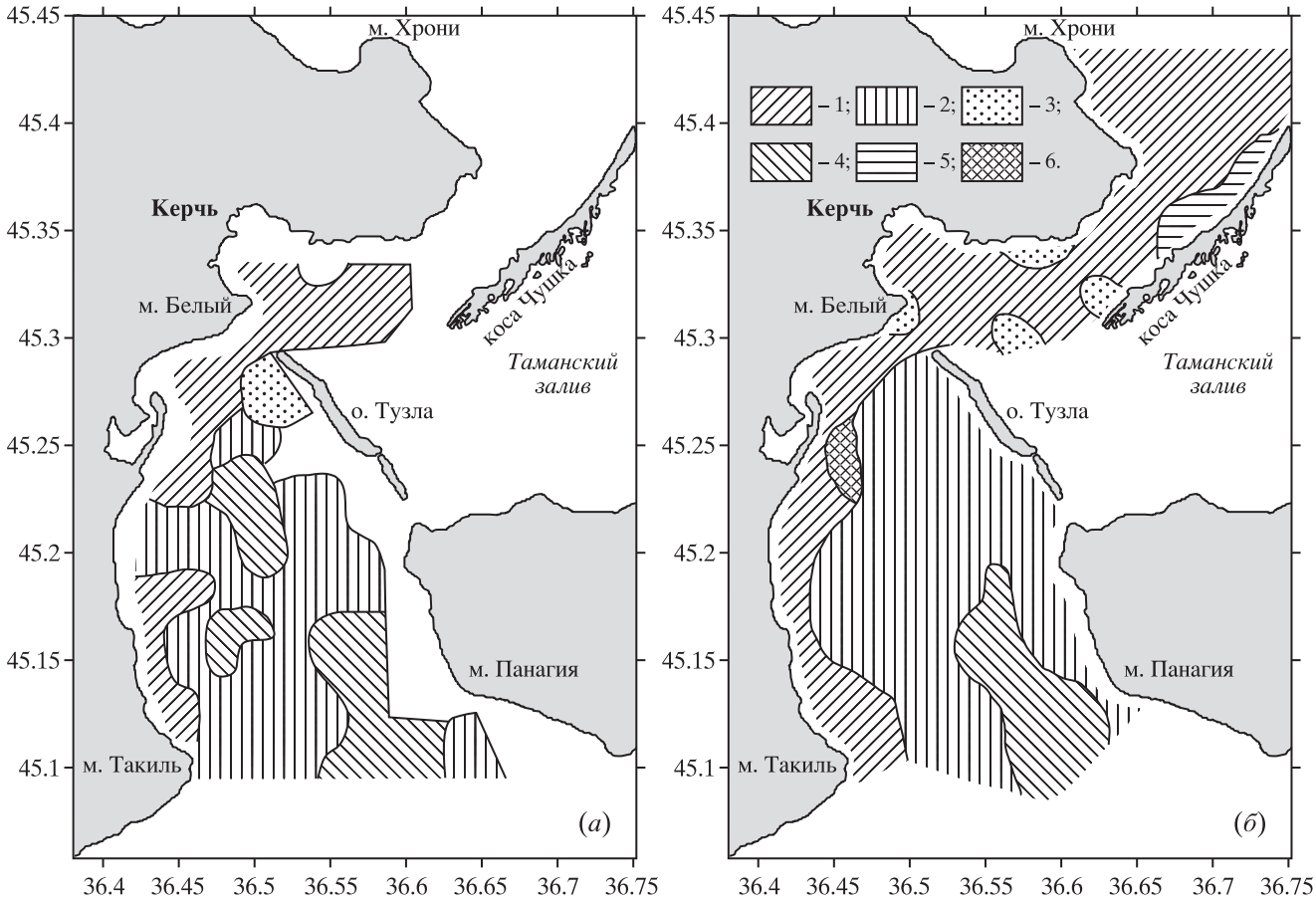

Рис. 4. Биоценозы Керченского пролива в 1986 (*а*) и 1989 (*б*) годах. – *(Биоценозы: 1 – Cerastoderma glaucum, 2 – Chamelea gallina, 3 – в 1986 г. Mellina palmata, в 1989 г. Mytilus galloprovincialis, 4 – Modiolus adriaticus, 5 –Mya arenaria, 6 – Anadara inaequivaivis (Cunearca cornea).*

В 1986 г. на исследованной акватории были выделены четыре биоценоза.

1. Прибрежную (глубины 3–5 м) западную часть пролива от м. Змеиный и Керченской бухты до пос. Аршинцево занимал биоценоз двустворчатого моллюска ***Cerastoderma glaucum*** (рис. 4а). Доминантом второго порядка был *Polititapes aurea*. В биоценозе площадью 55 км^2 обнаружены **33 вида** животных, включающих 14 видов двухстворчатых и 3 вида брюхоногих моллюсков, 7 видов полихет, 6 – ракообразных, 2 – актиний и 1 – асцидий. Средняя численность равнялась 630 экз/м^2, а биомасса – 820.5 г/м^2**.**

Наиболее широко распространенными в биоценозе были моллюски *Cerastoderma glaucum, Chamelea gallina, Nana donovani,* полихеты *Melinna palmata, Nephthys hombergii.* При этом преобладали моллюски – 89.6% численности и 97.6% биомассы зообентоса биоценоза. Аналогичные показатели биоценоз образующего вида *Cerastoderma glaucum* составляли соответственно 67.3 и 41.0%. Достаточно высокая численность и биомасса отмечалась у мидии – 12.4 и 50.0%, но встречаемость этого вида была низкой – 11%. Средняя биомасса биоценоза 351 г/м^2 при разбросе от 23 до 1233 г/м^2. Биомасса доминирующего вида составляла в среднем 80.1%. В трофической структуре биоценоза наиболее значимую роль играли сестонофаги – 42% видового богатства, 84.7% численности и 96.8% биомассы суммарного зообентоса.

2. Центральная и юго-западная (до м. Такиль) части пролива были заняты моллюском ***Chamelea gallina*** и его сообществами *Chamelea-Cerastoderma-Polititapes, Chamelea-Flexopecten, Chamelea-Pitar* и *Chamelea Melinna palmata* – (**32 вида** на площади 99.5 км^2). Средняя численность зообентоса равнялась 367 экз/м^2, а средняя биомасса – 258 г/м^2. Наиболее распространенными были моллюски *Chamelea gallina, Tritia reticulata, Pitar rudis, Polititapes aurea, Abra nitida* и полихета *Nephthys hombergii* (57.3% чис-

ленности и 78.6% суммарной биомассы, а доминант *Chamelea gallina,* составлял соответственно 29.7 и 45%). Достаточно значимую роль в биоценозе играли полихеты – 30% видового богатства, 34% численности и 8% биомассы суммарного зообентоса.

В трофической структуре преобладали сестонофаги – 37% видового богатства, 55.3% численности и 87.0% биомассы суммарного зообентоса. При этом достаточно значимую долю составляли и детритофаги – 31% видового богатства, 37% численности, но биомасса их была низкой – 7.9% суммарного зообентоса.

3. Юго-восточную часть пролива в 1986 г. занимал биоценоз моллюска ***Modiolus adriaticus*** и его сообщество – *Modiolus-Polititapes* (площадь 48.3 км^2). В нем представлено **42 вида**, в том числе 12 видов двустворчатых, 3 – брюхоногих и 1 – панцирных моллюсков, 15 видов полихет, 5 – ракообразных, 3 – иглокожих, 2 – асцидий и 1 – актиний. Средняя численность организмов равнялась 405 экз/м^2, а биомасса – 384.5 г/м^2.

Широко распространены в биоценозе были моллюски *Modiolus adriaticus, Chamelea gallina, Tritia reticulata, Pitar rudis, Polititapes aurea, Abra nitida, Mytilaster lineatus, Flexopecten ponticus и* полихета *Terebellides stroemi*. При этом доминировали моллюски, составлявшие 57.0% численности и 89.0% биомассы суммарного зообентоса. Биоценоз образующий вид *Modiolus adriaticus,* составлял 21.9% численности и 52.3% биомассы суммарного зообентоса. Достаточно значимую роль играли полихеты – 35.7% видового богатства, 41.1% численности и 6.2% биомассы суммарного зообентоса.

В трофической структуре биоценоза преобладали сестонофаги – 33.0% видового богатства, 50.47% численности и 90.65% биомассы суммарного зообентоса биоценоза. Достаточно высокой была роль и детритофагов – 30.5% видового богатства, 43.94% численности и 5.29% биомассы суммарного зообентоса.

4. С южной стороны о. Тузла на месте старой свалки грунта располагался небольшой по площади (2.3 км^2) биоценоз полихеты ***Melinna palmata.*** В биоценозе обнаружены **23 вида**, включающих 14 видов моллюсков, 5 – полихет, 2 – асцидий и по 1 – актиний и ракообразных. Средняя численность зообентоса равнялась 1726 экз/м^2, а биомасса – 610.6 г/м^2. Высокая встречаемость отмечена у полихеты *Melinna palmata,* моллюсков *Tritia reticulata, Calyptraea chinensis, Modiolus adriaticus, Mytilaster lineatus, Pitar rudis* и асцидии *Ctenicella appendiculata.* Биоценоз образующий вид *Melinna palmata*, составлял 81.7% численности и 26% биомассы суммарного бентоса биоценоза. Субдоминантом был моллюск *Chamelea gallina*, численность которого составляла 6%, а биомасса – 31.6% от биомассы суммарного бентоса в биоценозе. Встречаемость же этого вида была низкой.

В биоценозе преобладали моллюски – 60.9% видового богатства, 72.0% биомассы и 16.8% численности зообентоса биоценоза. Достаточно высокую роль играли также полихеты – 22, 26.6 и 82.7% соответственно. Доминировали сестонофаги – 56.5% видового богатства, 15.5% численности и 70.4% биомассы зообентоса. Аналогичные показатели для видов детритофагов составляли 26, 82.7 и 26.3% соответственно. Роль хищников была не значительной.

В 1989 г. на акватории пролива были выделены 6 биоценозов:

1. Северную, среднюю и прибрежную зону западной (до м. Такиль) части пролива в 1989-м, как и в 1986 гг., занимал биоценоз с доминированием двустворчатого моллюска ***Cerastoderma glaucum*** (рис. 4б), располагавшийся на черных и серых илах с небольшой примесью песка и ракушки – общая площадь 157 км^2. Встречаемость церастодермы по проливу была 80.5%. В этом биоценозе было зарегистрировано **35 видов** организмов. Из них наиболее часто встречались моллюски *Mytilaster* (68.8%), *Nana donovani* (62.5%). Встречаемость остальных видов не превышала 50%.

Средняя плотность доминантного вида была 344 ± 81 экз/м^2 (max – 2408; min – 8 экз/м^2, а средняя биомасса – 234.9 ± 37.2 г/м^2 (max – 936.8 ; min – 10.4 м^2). Для биоценоза в целом средняя биомасса равнялась 375.8 ± 44.6 г/м^2, при max = 1016 и min = 15.8 г/м^2, а его общая биомасса составляла 84.2 ± 9.9 тыс. т.

2. Южнее о. Тузла в центре и на востоке пролива до его южного устья на песке и ракуше с примесью ила в 1989-м, как и в 1986-м г., располагался биоценоз двустворчатого моллюска ***Chamelea gallina*** – общая площадь 128 км^2. Он занимал 42% акватории пролива и включал **41 вид** животных. Кроме руководящего вида в биоценозе в 100% случаев встречались *Balanus improvisus, Calyptraea chinensis, Tritia reticulata, Mytilaster lineatus*. Далее по встречаемости располагались *Pitar rudis* и *Polititapes aurea* (89.3%), *Ascidiella aspersa* (60.7%), *Actinothoe clavata, Diogenes pugilator* – 50%. Встречаемость остальных видов была менее 50%.

Средняя плотность и биомасса доминантного вида составляли 102 ± 26 экз/м^2 и 164 ± ± 33.8 г/м^2 с колебаниями от 13 до 738 экз/м^2 и от 21.5 до 812 г/м^2 соответственно. Средняя биомасса биоценоза составляла 301.7 ± 36.6 г/м^2 (min=101,4 ; max = 887.9 г/м^2).

3. В центре южной части пролива на грунтах ракуши с незначительной примесью ила в 1989-м, как и в 1986 г., располагался биоценоз (площадь 38.2 км^2) двустворчатого моллюска ***Modiolus adriaticus***, включавший **27 видов**: усоногих и десятиногих раков, моллюсков, асцидий. Если в 1955 г. он тянулся узкой полосой по центру южной части пролива между биоценозами олигохеты и венуса, то к 1986–1989 гг. его ареал расширился и занял акваторию бывшего биоценоза *Pecten-Ostrea* (см. рис. 2). Встречаемость модиолуса по проливу в 1989 г. равнялась 23.4%.

Кроме доминантного вида здесь постоянно обитают: *Balanus improvisus, Calyptraea chinensis, Tritia reticulata, Polititapes aurea, Chamelea gallina.* Встречаемость более 50% отмечена у *Diogenes pugilator, Mytilaster lineatus, Gouldia minima, Spisula subtruncata, Acanthocardia tuberculata, Parvicardium exiguum, Gastrana fragilis, Botryllus schlosseri, Ascidiella aspersa.* Встречаемость модиолюса по проливу в 1989 г. составляла 23.4%, средняя плотность и биомасса в биоценозе – 46.8 ± 20.9 экз/м^2 и 167.1 ± 76.2 г/м^2. Средняя биомасса макробентоса в биоценозе достигала 343.2 ± 114.3 г/м^2, варьируя от 173.6 до 913.5 г/м^2.

4. В средней части пролива на черных илах с примесью песка и ракуши в 1989 г. располагался биоценоз мидий ***Mytilus galloprovincialis*** (площадь 10.2 км^2), разделенный биоценозом церастодермы на четыре части: у м. Белый, на Церковных банках, у косы Чушка и о. Тузла (рис. 4). В нем представлены **23 вида**. Средняя биомасса организмов составляла 6336.6 ± 3015.2 изменяясь от 1065.0 до 16514.1 г/м^2. Доля доминантного вида в общей биомассе 86%.

5. В северной части пролива вдоль западного побережья косы Чушка в зоне влияния распресненных азовских вод на заиленном песке в 1989 г. обнаружен новый для Керченского пролива биоценоз двустворчатого моллюска – недавнего вселенца [18], ***Mya arenaria,*** включавший **13 видов** животных. Его площадь составила 9.5 км^2, а средняя биомасса 434.7 ± 11.2 г/м^2. Встречаемость мии по проливу 19%, средняя численность и биомасса моллюска в биоценозе были 23 ± 3 экз/м^2 и 282.8 ± 47.7 г/м^2.

6. В южной части пролива на траверзе косы Камыш-Бурун на заиленном грунте на стыке биоценозов церастодермы и венуса в 1989 г. был обнаружен (рис. 4) еще один – новый для пролива, биоценоз двустворчатого моллюска – вселенца [6], ***Anadara inaequivalvis*** (определенного как *Cunearca cornea*). Биоценоз включал **13 видов** животных и занимал площадь 5 км^2. Встречаемость анадары по всему проливу была 48.7%. Средняя численность и биомасса моллюска в биоценозе 5 ± 1 экз/м^2 и 133.6 ± 36.4 г/м^2 при максимумах 7 экз/м^2 и 170 г/м^2. Общая его биомасса в проливе – 9.8 ± 0.2 тыс. т., средний размер – 34.4 ± 3.2 мм, максимальный – 50 мм. Средняя биомасса составила 232.8 ± 92.7 г/м^2, общая – 1.2 ± 0.4 тыс. т.

Макрозообентос пролива в 2010 г. В донных сообществах Керченского пролива в 2010 г. было обнаружено 73 вида животных (в 1986-м – 71 вид). Из них: полихет – 22, ракообразных – 17, двустворчатых моллюсков – 15, брюхоногих моллюсков – 12, асцидий – 3 и по одному виду губок, кишечнополостных, немертин, щупальцевых. Средняя биомасса организмов равнялась 197.6 г/м^2, численность – 613.7 экз/м^2 .

В видовом составе донных сообществ за 25 лет доля двустворчатых моллюсков сократилась с 32 до 21%, доля брюхоногих моллюсков возросла с 7 до 16%, а ракообразных – с 18 до 24%. Вклад остальных видов практически не изменился (см. рис. 3). При этом в сообществах макрозообентоса Керченского пролива с 1986 по 2010 г. произошло существенное перераспределение видов: одни виды заменили другие, изменилась приоритетность организмов. Суть трансформаций состоит в следующем:

1. В 2010 г. в проливе не обнаружено 10 видов животных, встречаемость которых в 1986 г. достигала 30–54%, из них 6 видов двустворчатых моллюсков, 2 вида полихет, 1 вид кишечнополостных и 1 вид ракообразных (**табл.**).

2. Биомасса и встречаемость доминантов в 1986 г. – двустворчатых моллюсков *Cerastoderma glaucum* и *Chamelea gallina,* к 2010 г. сократились соответственно с 75 до 9 г/м^2, с 65.7 до 0.36 г/м^2 и с 50 до 37%, с 80 до 19.7% (рис. 5а,б), а моллюск *Modiolus adriaticus* (рис. 6а) в украинской зоне пролива обнаружен не был.

3. В южной части пролива из трех крупных биоценозов, включавших в 1986 г. 6 сообществ макрозообентоса, в 2010 г. был обнаружен только биоценоз полихеты ***Melinna palmata*** (рис. 5в). Ее встречаемость, по сравнению с 1986 г., увеличилась с 55 до 65.2%. Площадь биоценоза составила

Таблица. Встречаемость (%) и биомасса (г/м^2) отдельных видов макрозообентоса Керченского пролива в 1986 и 2010 гг. – *(д – двустворчатые моллюски; б – брюхоногие моллюски; п – полихеты; к – кишечнополостные; р – ракообразные)*

№ п/п	ВИД	1986		2010	
		%	г/м^2	%	г/м^2
	Виды, популяции которых не обнаружены в 2010 г.				
1	*Modiolus adriaticus (д)*	**47**	45	–	–
2	*Polititapes aurea (д)*	**53**	18.4	–	–
3	*Gouldia minima (д)*	**29**	1.17	–	–
4	*Flexopecten ponticus (д)*	20	9.4	–	–
5	*Gastrana fragilis (д)*	**22**	4.3	–	–
6	*Acanthocardia paucicostata (д)*	**17**	1.23	–	–
7	*Pectinaria koreni (п)*	**34**	0.65	–	–
8	*Terebellides stroemi (п)*	26	1.85	–	–
9	*Actinia equina (к)*	**30**	0.75	–	–
10	*Callianassa pestai (р)*	**17**	2.8	–	–
	Виды, популяции которых деградировали за 25 лет				
1	*Chamelea gallina (д)*	80	65.7	**19.6**	0.36
2	*Cerastoderma glaucum (д)*	**50**	75	**37.0**	9.0
3	*Pitar rudis (д)*	**58**	16.8	**13.0**	0.11
4	*Abra nitida (д)*	**48**	0.96	**4.4**	0.04
5	*Mytilaster lineatus (д)*	**43**	7.7	**23.9**	20.95
6	*Spisula subtruncata (д)*	**17**	0.72	**2.2**	0.02
7	*Tritia reticulata (б)*	**70**	7.2	**4.3**	0.23
8	*Calyptraea chinensis (б)*	**47**	0.62	**4.4**	0.01
9	*Nana donovani (б)*	**22**	0.67	**2.2**	0.02
10	*Nephthys hombergii (п)*	**60**	0.65	**43.5**	1.0
11	*Diogenes pugilator (р)*	28	0.31	**6.5**	0.35
12	*Ctenicella appendiculata(а)*	**17**	12.5	**4.4**	0.13
	Виды, популяции которых прогрессировали за 25 лет				
1	*Melinna palmata (п)*	**55**	**13.3**	**65.2**	**3.1**
2	*Balanus improvisus (р)*	2	0.1	47.8	3.2
3	*Nereis succinea (п)*	**6**	0.17	**43.5**	0.43
4	*Abra ovata (д)*	**5**	0.67	**23.9**	1.35
5	*Anadara inaequivalvis (д)*	**9**	3.7	**21.8**	23.72
6	*Nereis diversicolor (п)*	**1**	0.005	**17.4**	0.27
7	*Mytilus galloprovincialis (д)*	**5**	85	**13.0**	131.5
8	*Parvicardium exiguum (д)*	**1**	0.15	**10.9**	0.10
	Виды, которые обнаружены в 2010 г.				
1	*Nana neritea (б)*	–	–	19.6	0.55
2	*Hydrobia acuta (б)*	–	–	13.0	0.01
3	*Microdeutopus gryllotalpa (р)*	–	–	17.4	0.004

119 км^2 – увеличилась, по сравнению с 1986 г., **в 60 раз.** При этом средняя биомасса сократилась в 4.5 раза – с 13.3 до 3.1 г/м^2.

4. С 1986 по 2010 г. в проливе деградировали и популяции **12** видов макрозообентоса. Встречаемость 6 видов двустворчатых и 3 видов брюхоногих моллюсков, одного вида ракообразных, одного вида полихет и одного вида асцидий сократилась с **70–20 до 4–2%** и с **80–40** до **40–20% (см. табл.).**

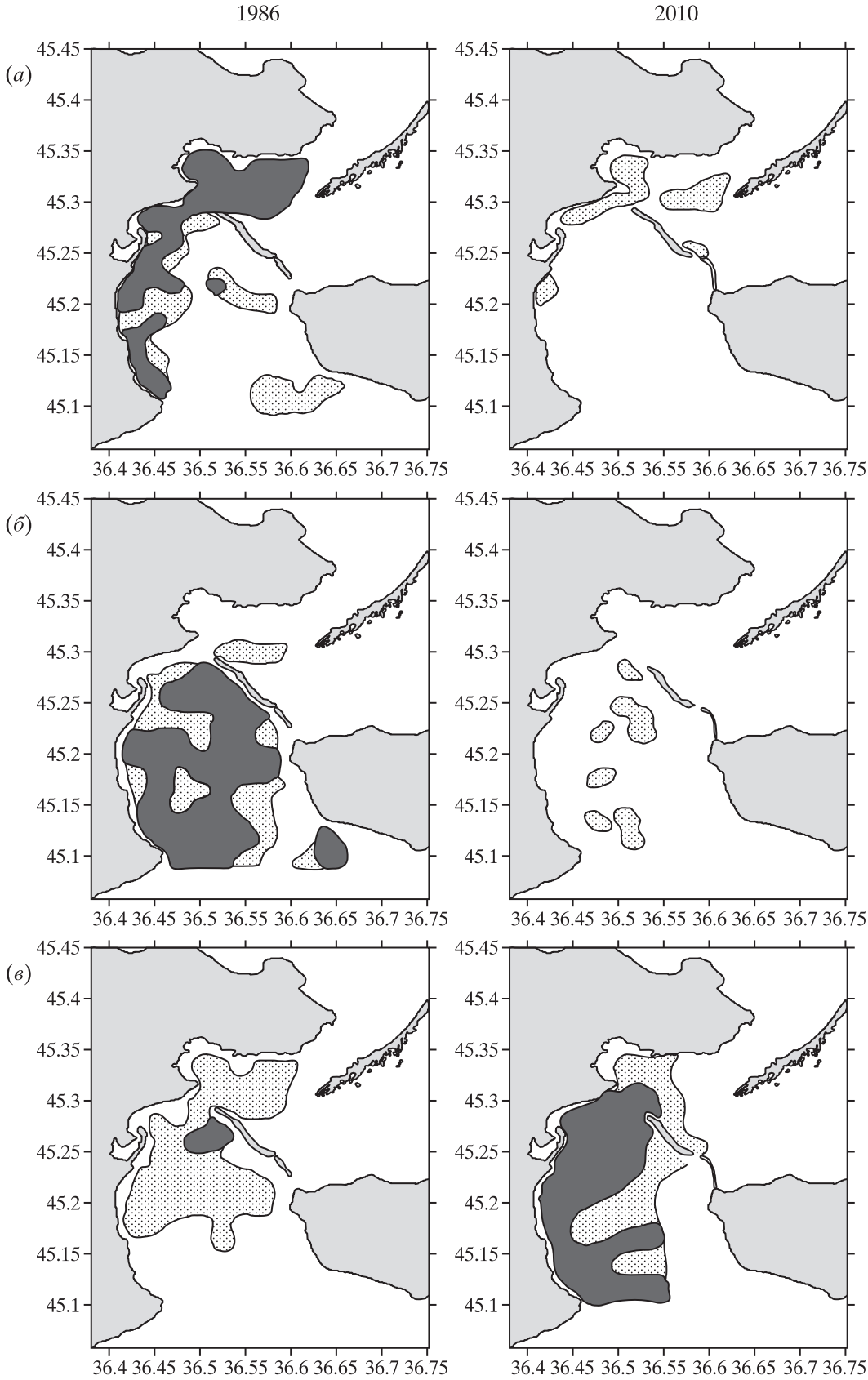

Рис. 5. Биоценозы (черный) и распределение (точки) массовых видов зообентоса Керченского пролива в 1986 и 2010 гг. – *(Двустворчатые моллюски: а – Cerastoderma glaucum, б – Chamelea gallina. Полихета: в – Mellina palmata).*

5. Видовое богатство двустворчатых моллюсков в 2010 г., по сравнению с 1986 г., сократилось в 1.4 раза (с 21 до 15 видов). Аналогичный показатель для брюхоногих моллюсков наоборот увеличился в 2.4 раза (с 5 до 12 видов), а для ракообразных – в 1.3 раза (с 13 до 17 видов). Из видового состава полностью исчезли иглокожие и панцирные моллюски. При этом были обнаружены ранее не встречавшиеся форониды (крупные до 1 см щупальцевые организмы).

6. Рассчитанные индексы Чекановского–Серенсенса и Шимкевича–Симпсона, отражающие видовое сходство описанных биоценозов, оказались равны 0.6 и 0.5 соответственно, что свидетельствует о существенном различии таксономических структур в видовом составе макрозообентоса в 1986 и 2010 г., несмотря на почти одинаковое (71 и 73) количество обнаруженных в эти годы видов.

7. После расчета показателей уровня развития зообентоса в 2010 г. в южной части пролива (по сравнению с результатами съемки 1986 г.) оказалось, что произошло **20 кратное** снижение средней биомассы макробентоса – с 260 до 13 г/м^2, а численность донных организмов при этом возросла в 2 раза – с 430 до 880 экз/м^2. При этом средний вес особи уменьшился **в 41 раз**, а ее линейный размер – **в 3.5 раза**.

Анализ размещения популяций в разные годы (рис. 5 и 6) показал, что их деградация произошла практически на всей территории дна южной части пролива, но при этом в зависимости от вида (особенности его экологии) районы этого явления меняются. Это свидетельствует, на наш взгляд, о существенной неоднозначности, а также о пространственной неоднородности и изменчивости возможных причин отмеченных изменений.

Наиболее существенные из них произошли в следующих районах Керченского пролива:

1) вдоль западного побережья пролива от Керченской бухты до мыса Такиль *(Украина)* деградировали популяции двустворчатых моллюсков *Cerastoderma glaucum, Chamelea gallina* (рис. 5 *а,б*), *Polititapes aurea* (рис. 6*б*) и *Pitar rudis* (рис. 6*д*);

2) в центре южной части пролива к 2010 г. сократились ареалы двустворчатых моллюсков *Modiolus adriaticus* (рис. 6*а*) *Chamelea gallina, Polititapes aurea, Pitar rudis, Gouldia minima* (рис. 6*в*) и полихеты *Pectinaria koreni* (рис. 6*ж*);

3) вдоль восточного побережья пролива (Россия) сократились ареалы популяций двустворчатых моллюсков *Flexopecten ponticus* (рис. 6*г*), *Polititapes aurea, Pitar rudis,* а также полихеты *Terebellides stroemi* (рис. 6*з*);

4) в южной части (устье) пролива на глубинах 10–15 м деградировали популяции двустворчатых моллюсков *Pitar rudis, Polititapes aurea, Gouldia minima, Gastrana fragilis* и полихеты *Terebellides stroemi;*

5) вдоль южного побережья о. Тузла (центр пролива) деградировала популяция асцидии *Ctenicella appendiculata* (рис. 6*е*), но существенно расширился ареал полихеты *Melinna palmata* (см. рис. 5*в*).

Обсуждение результатов. Отсутствие регулярных наблюдений за состоянием популяций макрозообентоса в Керченском проливе с 1989 по 2010 г. не позволяет категорично заявлять о том, что отмеченные нами изменения распространения и видового состава гидробионтов являются устойчивой тенденцией. Учитывая известную нелинейность в распределении донных организмов и значительное влияние в этой связи случайности на видовой состав пробы, взятой в полевых условиях, тем не менее, можно заключить, что к 2010 г. популяции традиционных массовых видов зообентоса пролива претерпели существенные изменения, проявившиеся в сокращении площадей их распределения вплоть до полного исчезновения из пролива, уменьшении размера и веса отдельной особи и, как следствие, уменьшении суммарной биомассы организмов.

Проанализировав, по литературным данным, экологические особенности массовых видов зообентоса, популяции которых деградировали к 2010 г. в Керченском проливе [2, 20, 28], пределы их толерантности к воздействию нефтяного и химического загрязнения [10–12], а также главные виды хозяйственной деятельности на акватории пролива [14, 19, 23, 24, 27], мы пришли к заключению, что причинами сокращения ареалов и деградации популяций исследуемых видов могут быть:

1) естественная цикличность колебаний численности и биомассы в результате смены поколений, определяемая продолжительностью жизни особей каждого вида;

2) уничтожение донных организмов хищными желетелыми на ранних стадиях развития – в период планктонного (личиночная форма) образа жизни;

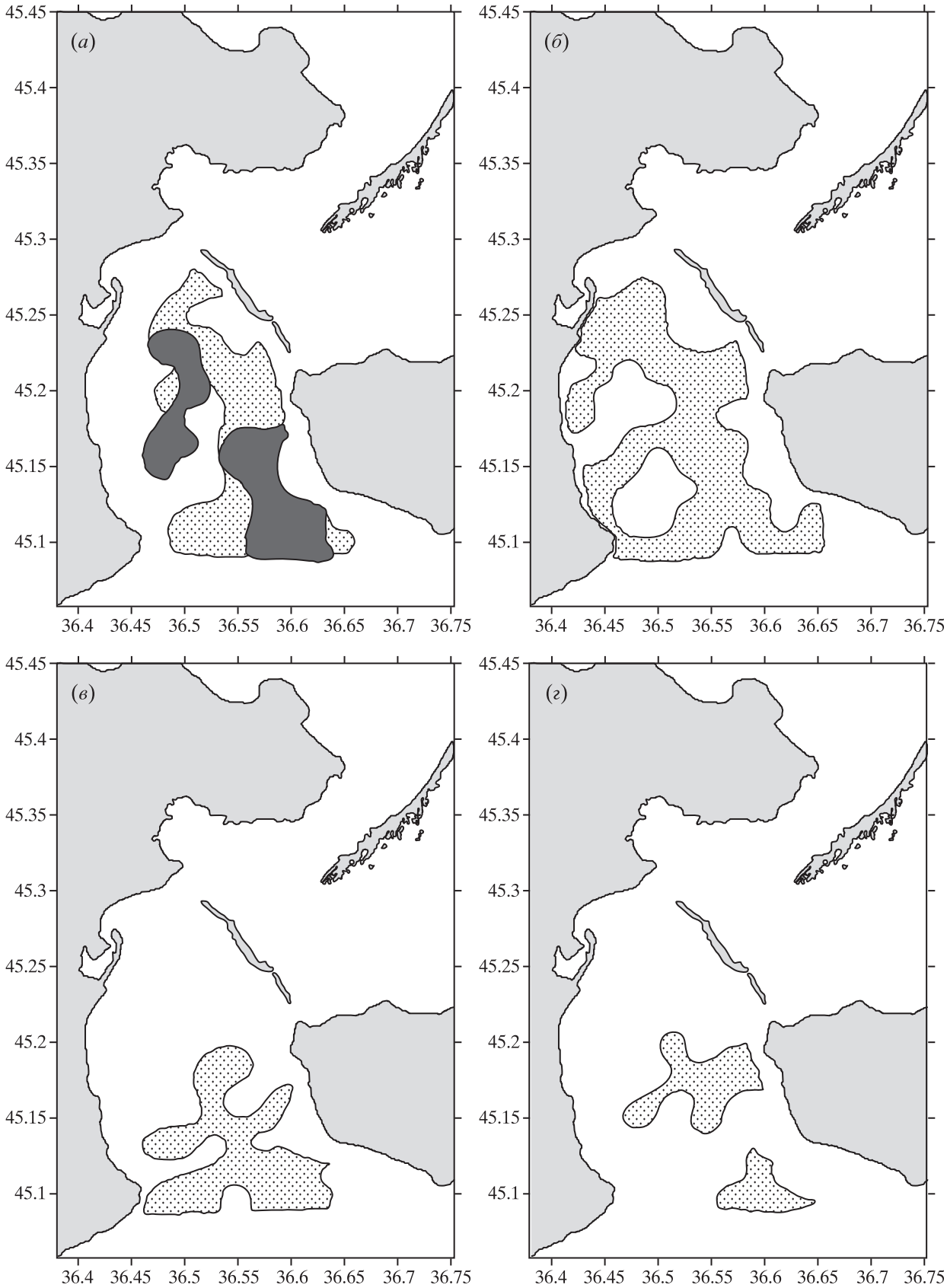

Рис. 6. Биоценозы (черный) и распределение (точки) некоторых видов зообентоса в 1986 г., не обнаруженных или деградировавших в Керченском проливе в 2010 году. – (*Моллюски: а – Modiolus adriaticus; б – Polititapes aurea, в – Gouldia minina, г – Flexopecten ponticus, д – Pitar rudis. Асцидия: е – Ctenicella appendiculata. Полихеты: ж – Pectinaria koreni, з – Terebellides stroemi*).

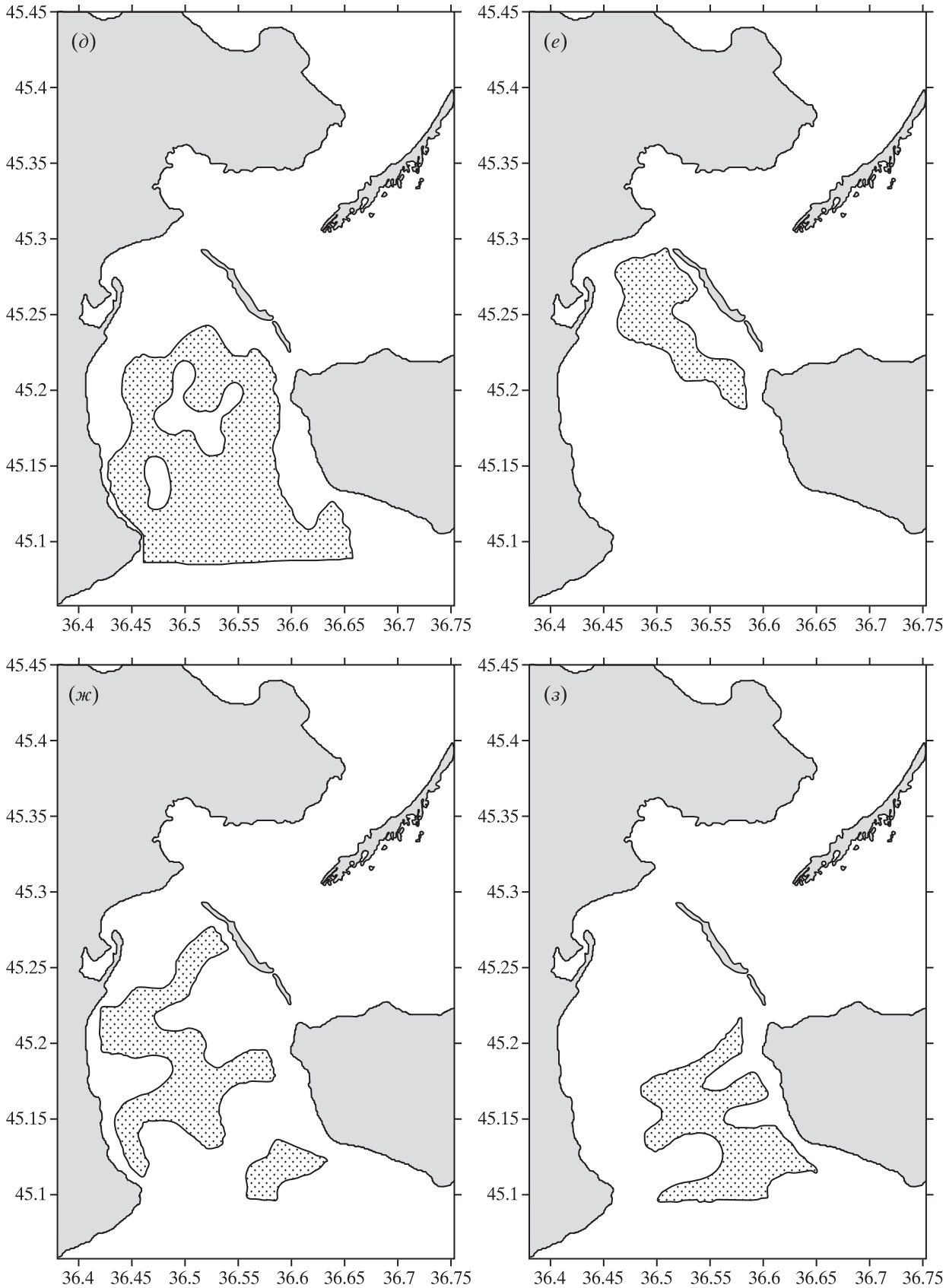

Рис. 6 (окончание)

3) гибель донных организмов на ранних (личиночных) стадиях развития в результате химического загрязнения вод и разливов нефтепродуктов;

4) уничтожение взрослых особей хищниками, в том числе вселенцем – брюхоногим моллюском *Rapana;*

5) нарушение естественного процесса осадконакопления в результате хозяйственной деятельности (дноуглубление и свалка грунтов, изменение водообмена через пролив и скорости размыва берегов), вызывающее изменение гранулометрического состава грунтов (заиление дна или наоборот – образование песчаных отмелей), а следовательно и их пригодность для обитания тех или иных видов зообентоса, а также способность накапливать токсичные загрязняющие вещества;

6) изменение динамики вод пролива, образование на его акватории застойных зон и, как следствие, снижение прозрачности вод, освещенности дна, ухудшение аэрации придонного слоя, а также аккумуляция на локальных участках дна токсичных загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих пределы толерантности донных видов животных.

Отсутствие многолетних регулярных наблюдений за состоянием биоценозов зообентоса в Керченском проливе не позволяет исследовать первую из предложенных гипотез – установить наличие цикличности в динамике структуры, численности и биомассы организмов.

Известная вспышка развития хищного желетелого гребневика *Mnemiopsis Leidyi* в Черном море во второй половине 1980-х годов. [3] могла существенно подорвать численность популяции массовых видов зообентоса и стать причиной исчезновения из пролива немногочисленных для всего моря и редких для Керченского пролива двустворчатых моллюсков ***Gouldia minima*** и ***Gastrana fragilis.*** После вселения гребневика эти виды перестали встречаться и по всему черноморскому побережью северного Кавказа [4].

Исследование роли других предложенных вероятных механизмов в трансформации донных сообществ Керченского пролива – распространение хищного моллюска *Rapana,* увеличение в воде количества взвеси, изменение гранулометрического состава осадков, их нефтяное и химическое загрязнение в результате хозяйственной деятельности – станет темой наших следующих публикаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воробьев В.П.* Гидробиологический очерк Керченского пролива. Керчь: АзЧерНИРО, 1934. 24 с.
2. *Воробьев В.П.* Бентос Азовского моря. 1949 // Тр. АзЧерНИРО. Вып.13. Симферополь: Крымиздат, 1949. 195 с.
3. *Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Булгакова Ю.В., Серобаба И.И.* Выедание зоопланктона гребневиком мнемиопсисом и пелегическими рыбами в Черном море // Океанология. Т. 35. 1995. № 4. С. 569–573.
4. *Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Э.А.* Экосистема Черного моря. М.: Наука, 1992. 112 с.
5. *Иванов А.И.* Некоторые данные о количественном распределении рапаны *(Rapana bezoar L.)* в восточной части Черного моря и Керченском проливе и об уменьшении ее размеров // ДАН СССР. Т. 141. 1961 № 2. С. 167–168.
6. *Иванов Д.А.* Аутакклиматизация промыслового моллюска *Cunearca cornea* в Керченском проливе // Биология моря. 1991. №5. С. 95–98.
7. *Иванов Д.А., Синегуб И.А.* Трансформация биоценозов Керченского пролива после вселения хищного моллюска *Rapana thomasiana* и двустворчатых *Mya arenaria* и *Cunearca cornea* // Материалы III Междунар. конф. “Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона”. Керчь. 10–11 октября 2007 г. С. 45–51.
8. *Колючкина Г.А. Спиридонов В.А., Симакова У.В и др.* Изучение долговременных последствий катастрофического разлива мазута в Керченском проливе // Океанология. Т. 49. 2009. № 5. С. 798–800.
9. *Несис К.Н.* Донные биоценозы Керченского пролива. Сборник работ студенческого научного общества. М., 1957. С. 10.
10. *Патин С.А.* Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 304 с.
11. *Патин С.А.* Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. 350 с.
12. *Патин С.А.* Нефть и экология континентального шельфа. М.: Изд-во ВНИРО, 2001. 249 с.
13. *Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
14. *Петренко О.А., Себах Л.К., Фащук Д.Я.* Некоторые экологические последствия дампинга в Черном

море грунтов, извлеченных при дноуглублении в Керченском проливе // Вод. ресурсы. Т. 29. 2002. № 5. С.622–635

15. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Себах Л.К., Жугайло С.С. и др.* Влияние техногенной катастрофы 11 ноября 2007 г. на состояние морской экосистемы Керченского пролива // Тр. ЮгНИРО. № 47. 2009.

16. *Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Шепелева С.М.* Влияние хозяйственной деятельности на состояние среды Керченского пролива // Метеорология, климатология, гидрология. Ч. II. 2008. № 50. С. 286–291.

17. *Рябинин А.И., Севрикова С.Д., Лазарев Е.А., Клименко Н.П.* Дампинг грунтов как фактор экологического риска на шельфе Черного моря и методологические основы природоохранных исследований // Дноуглубление, дампинг и охрана водных экосистем: Матер. Междунар. конф. С.-Петерб. октябрь 1993. С. 46–48.

18. *Савчук М.Я.* Акклиматизация двустворчатого моллюска *Mya arenaria* в Черное море // Биология моря. 1976. № 6. С. 40–46.

19. *Самышев Э.З., Рубинштейн И.Г., Золотарев П.Н. и др.* Изменчивость и структура бентоса Черного моря в условиях антропогенного воздействия // Антропогенные воздействия на прибрежно-морские экосистемы. М.: ВНИРО, 1986. С. 52–71.

20. Справочник по экологии морских двустворок / Под ред. Давиташвили Л.Ш., Мерклин Р.Л. М.: Наука, 1966. 351 с.

21. *Терентьев А.С.* Влияние тралового промысла на донные сообщества // Подводные технологии и мир. 2006. № 4. С. 26–36.

22. *Фащук Д.Я.* Эколого-географические последствия катастрофы танкера в Керченском проливе 11 ноября 2007 г. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2009. № 1. С. 105–117.

23. *Фащук Д.Я., Петренко О.А.* Керченский пролив – важнейшая транспортная артерия и рыбопромысловый район Азово-Черноморского бассейна // Юг России: экология, развитие. 2008. № 1. С. 15–22.

24. *Фащук Д.Я., Самышев Э.З., Себах Л.К., Шляхов В.А.* Формы антропогенного воздействия на экосистему Черного моря и ее состояние в современных условиях // Экология моря. Вып. № 38. Киев: Наук. думка, 1991. С. 19–27.

25. *Фащук Д.Я., Флинт М.В., Иванов А.А., Ткаченко Ю.Ю.* Нефтяное загрязнение среды в Керченском проливе по результатам исследований 2007–2009 гг. 2010 // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 4. С. 86–97.

26. *Фащук Д.Я., Флинт М.В. Панов Б.Н., Колючкина Г.А.* Межведомственные полевые исследования последствий катастрофы танкера “Волгонефть–139” в Керченском проливе // Океанология. Т. 50. 2010. № 3. С. 468–471.

27. *Фащук Д.Я., Флинт М.В., Монин В.Л., Сапожников В.В. и др.* Керченский пролив: год спустя после катастрофы танкера “Волгонефть–139” // Исследование океанов и морей: Тр. ГОИН. 2009. Вып. 212. С. 186–196.

28. *Чухчин В.Д.* Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. Киев: Наук. думка, 1984. 175 с.

29. *Belyaev N.A., Kolyuchkina G.A., Shapovalova E.S. and Simakova U.V.* Investigations of long-term effects of November 2007 Kerch straitblack oil spill // Proc. 9 Int. Conf. mediterranean coastal environment. V. 2 / Ed. Ozhan E. 2009. P. 1107–1112.

30. *Fashchuk D.Ya.* Marine Ecological Geography. Theory and Experience // Environmental Science and Engineering. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 2011. 433 p.

Geography of Macrozoobentos of Kerch Channel: Dynamics of Distribution, Structure and Indexes of Development Level

D.Ya. Fashchuk*, M.V. Flint, N.V. Kucheruk**, N.M. Litvinenko***, A.S. Terentiev***, K.S. Kovalchuk******

** Institute of Geography, RAS*
*** Institute of Oceanology, RAS*
**** South Scientific Institute of Fishery and Oceanology, Ukraine*
*****Kerch Marine Technological University, Ukraine*

According to literature data and data from the South Scientific Institute of Fishery and Oceanology investigations a retrospective (1934, 1955, 1986, 1989) analyses of distribution, structure and dynamic of the bottom macrozoobentose community in Kerch Channel of the Black sea was made. Their present condition are evaluated according to the results of the summer joint Russian-Ukrainian bentos survey of 2010. Considerable changes in the character of distribution and structure of biocenois of bentos organisms for the last 75 years were foundid. Species of the bottom animals and areas of the channel, where their maximum degradation was happened were revealed. Possible mechanisms of fixed hydrobiological transformations are proposed.