

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

УДК 551.462.32:628.395(262.5)

ИЗМЕНЕНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

© 2013 г. Д.Я. Фашук*, С.К. Ковальчук**, А.С. Терентьев ***,
Г.А.Дубинец***, Л.В.Крискевич***

*Институт географии РАН

** Крымское республиканское предприятие “Противопожарное управление” Ялта, Украина

*** Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии Керчь, Украина

Поступила в редакцию 16.05.2011 г.

По литературным данным и результатам полевых наблюдений ЮгНИРО и ИГ РАН исследованы литолого-фациальные типы донных осадков и их гранулометрический состав в 1975–1976, 1986, 1990 и 2008 годах. Проанализирована динамика этих показателей. Установлены факты заиления отдельных участков дна за последние 35 лет деградации биоценозов массовых видов двустворчатых моллюсков сестонофагов и их замещение сообществом полихетов, детритофагов *Melinnapalmate*. Исследованы антропогенные причины геологических трансформаций в проливе – дампинг грунтов дноуглубления. Обоснованы рекомендации по дальнейшему изучению других антропогенных (загрязнение осадков) и природных (развитие хищного моллюска-вселенца *Rapana*) механизмов деградации популяций макрозообентоса Керченского пролива.

Геологическое строение дна, структура, состав и свойства донных осадков представляются важнейшими параметрами подводных ландшафтов. Они служат индикаторами состояния донных природных комплексов – их пространственной и временной устойчивости, процессов осадконакопления и перераспределения взвешенного вещества, загрязнения морской среды, структуры и продукционных характеристик бентоса.

Активизация хозяйственной деятельности на акватории и побережье Керченского пролива в конце XX – начале XXI вв. определила тот факт, что антропогенное воздействие приобрело в этом районе Черного моря значение мощного геологического фактора [21]. Интенсификация геолого-разведочных и дноуглубительных работ, транспортных перевозок и рейдовых перевалок жидких (химикалии, нефтепродукты) и сыпучих (минеральные удобрения и др.) грузов, захоронение (дампинг) грунтов дноуглубления, рост объемов хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, сегодня может влиять на развитие процессов осадконакопления и распределения взвешенного органического вещества в осадках, изменение их гранулометрического и качественного состава (загрязнение), а следовательно, и на состояние популяций бентосных организмов.

Так, в результате наших исследований географии ареалов сообществ макрозообентоса Керченского пролива после катастрофы здесь танкера “Волгонепфть-139” были установлены факты существенных трансформаций биоценозов и отдельных популяций макрозообентоса пролива за последние 35 лет [22]. При этом были выделены виды животных и районы максимальных изменений их ареалов – от деградации до полного исчезновения, а также предложены возможные причины этого явления. Одной из них могла быть антропогенная – *нарушение естественного процесса осадконакопления в результате хозяйственной деятельности*.

В данной статье мы поставили цель: исследовать особенности распределения литолого-фациальных типов донных осадков пролива и их многолетнюю динамику, а также установить степень влияния литодинамических процессов на показатели состояния популяций исчезнувших и деградировавших к 2010 г. видов макрозообентоса.

Материалы исследований. Для ретроспективной оценки типов и структуры донных осадков, особенностей их пространственного распределения анализировались литературные данные по геологии Керченского пролива и материалы гео-

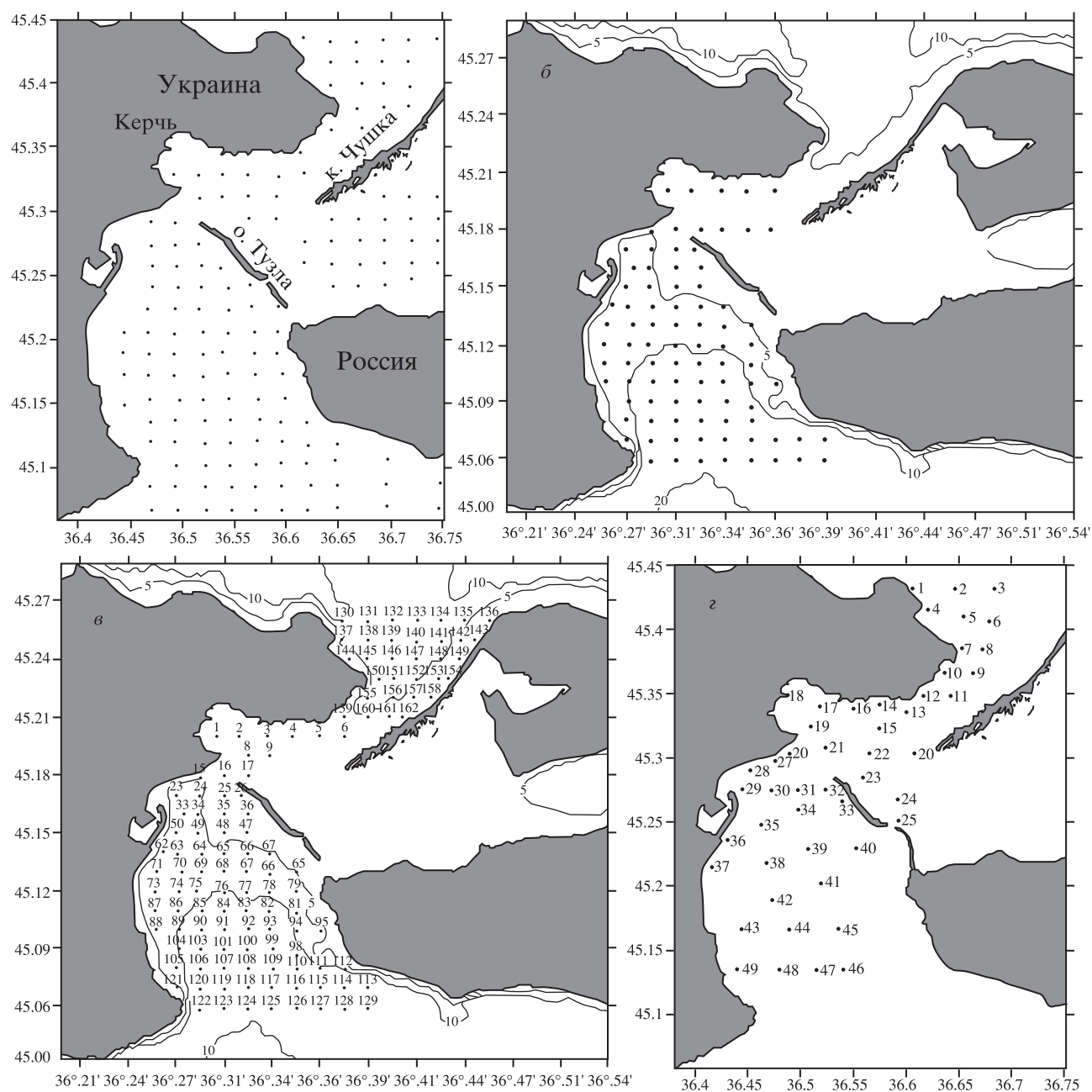


Рис. 1. Схемы расположения станций при геологических съемках Керченского пролива. Съемки: а) – 1975–1976, Институт геологических наук АН УССР; б) – 1986, ЮгНИРО; в) – 1990, ЮгНИРО; з) – Институт географии РАН.

логических съемок пролива, выполнявшихся сотрудниками ЮгНИРО в 1986 и 1990 гг. (рис. 1).

В 1975–1976 гг. Институт геологических наук АН УССР провел литологическую съемку Керченского пролива и примыкающей к нему акватории Черного моря по схеме с дискретностью по пространству 1 км (рис. 1а) [23]. В июле-августе 1986 г. и в июле 1990 г. сотрудниками ЮгНИРО в проливе практически по такой же схеме было отобрано и проанализировано 138 проб грунта (рис. 1б, в). Для оценки современных типов и

гранулометрического состава осадков пролива в августе 2008 г. в рамках Международного российско-украинского гранта РФФИ “Географо-экологическая оценка последствий транспортировки и разведки углеводородного сырья для условий среды и биоразнообразия подводных ландшафтов Керченского пролива” Институтом географии РАН было выполнено водолазное обследование (съемка) дна Керченского пролива в территориальных водах Украины [20]. В ходе погружений осуществлялся прямой отбор проб донного

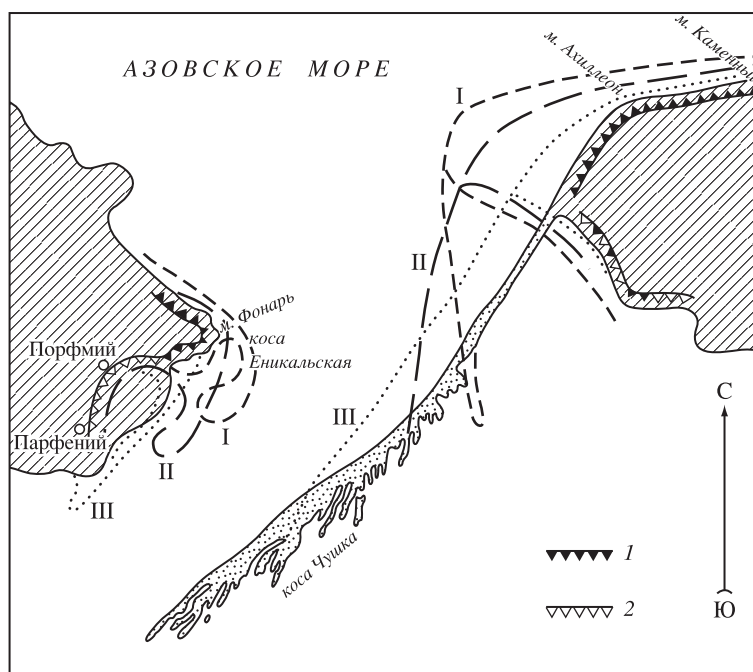


Рис. 2. Палеосхема развития древней, ныне размытой, Еникальской косы и еще существующей косы Чушка в течение последних 2500–3000 лет [2]. (Клифы: 1 – активный, 2 – отмерший; I, II, III – последовательные стадии изменения береговой линии; стадия II соответствует времени Боспорского царства, V–I вв. до н.э.).

грунта в 49 точках пролива с интервалом 1 миля (рис. 1з). Типы грунтов и их гранулометрический состав выделялись и исследовались по результатам анализа проб, выполненных в аналитической лаборатории Института океанологии РАН сотрудниками минералого-петрографической группы А.Н. Рудяковой и В.П. Казаковой.

В предлагаемой статье методом сравнительного анализа оценена динамика распределения полей: грубообломочной – >1 мм, песчаной – $1.0–0.1$ мм, алевритовой – $0.1–0.01$ мм, и глинистой – <0.01 мм) фракций в осадках Керченского пролива, выявлялись тенденции их пространственно-временной изменчивости.

Результаты. 1. Геологическая история Керченского пролива. Исследователи геологической истории Керченского пролива полагают, что в послеледниковый период (6–4 тыс. л.н.) под влиянием короткопериодных (200–300 лет) колебаний уровня Черного моря в проливе активизировались процессы абразии прилегающих берегов Керченского и Таманского полуостровов. В его северной и южной частях началось формирование подводных абразионных платформ [4, 11].

В периоды фанагорийской регрессии (2.3 тыс. л.н.) и последовавшей за ней нимфейской трансгрессии (1.8 тыс. л.н.) абразионный материал этих платформ разносился течениями по акватории пролива и служил основой сформиро-

ровавшихся тогда и частично существующих сейчас аккумулятивных наносных образований – кос. В течение этого времени уровень моря периодически менялся. При его снижении происходили размыв и отмирание кос, а при росте возникали новые и частично восстанавливались старые, смещаясь от прежнего положения на север или на запад (рис. 2).

Древние греки – первооткрыватели Керченского пролива строили на их оконечностях города с храмами Ахиллу, а сами косы называли “Ахиллов бег” – на них устраивались легкоатлетические соревнования. Такой город с храмом обнаружили на таманской стороне пролива на косе Чушка. По археологическим данным и свидетельствам древнегреческого географа и путешественника Страбона (64/63 г. до н.э. – 23/24 г. н.э.) [7], аналогичный город (Порфмий) 2500 лет назад был расположен на крымской стороне пролива юго-западнее современного села Жуковка на уже несуществующей Еникальской косе. Ее древний реликт, как и остатки еще “живой” Камыш-Бурунской косы, а также “мертвых” (размытых) кос Рубанова и Маркитанской найдены в проливе в конце 1950-х годов на глубинах 7–9 м и насчитывают 5–6 тыс. лет. Таким образом, после ускорения трансгрессии Черного моря 1–2 тыс. лет назад в проливе образовалась сравнительно молодая коса Тузла. В настоящее время пролив переживает очередной

этап замедления трансгрессии, сопровождающийся размывом и отмиранием здесь аккумулятивных форм наносных образований [2, 9].

На первой литологической карте донных осадков Керченского пролива, опубликованной в 1928 г. [14], были выделены зоны накопления и выноса осадочного материала в проливе [1]. Продолжение работ в этом направлении в послевоенный период позволило подробно изучить литологию донных осадков пролива, динамику наносов, определить направления их главных потоков [11]. В это же время были начаты и успешно развивались в 1960–1970-х годах [10, 25] исследования общих закономерностей распределения органического вещества в осадках прибрежных районов Черного моря. В авандельте Дуная, Днепровском желобе и Каламитском заливе его содержание составило 1–2 г/см², в районе п-ва Тарханкут – более 1, в прибрежных районах Южного Крыма – более 2, а в прибрежных районах Керченско-Таманского шельфа и у бровки восточного шельфа – 0.3–0.5 г/см². При этом была установлена связь содержания органического вещества в осадке с гранулометрическим составом: по мере его измельчения концентрация $C_{орг}$ в осадке увеличивается. Оказалось, что от содержания в осадках органического вещества прямо зависит концентрация в них редких металлов (никеля, кобальта, молибдена, ванадия) [8].

2. Современное распределение и динамика донных осадков. К началу 1980-х годов были подведены итоги геологических исследований шельфа Украины, включая Керченский пролив [Шнюков, 1981; 1982]. На большей части его акватории дно плоское с абсолютными отметками от –2.9 до –4.6 м. К югу уклон поверхности увеличивается в сторону Черного моря (от –5.1 до –15.0 м), а на черноморском взморье эти величины составляют –11.3 – –26.7 м. На северном (Азовском) взморье отметки поверхности дна пролива достигают –8.4 м.

2.1. Абразия берегов и ареалы литолого-фациальных типов отложений. Донные осадки Керченского пролива представлены продуктами абразии берегов Керченского и Таманского полуостровов. Средняя скорость абразии западных (крымских) берегов пролива за период 1930–1980 гг. составляет 0.3–0.4 м/год. Наиболее сильно подвержены разрушению участки берега от мыса Такиль до пос. Героевское. Средняя скорость отступления берега здесь (район Тобечикского озера и пос. Заветное) составляет 0.6 м/г при максимуме 0.9–1.0 м/год. Значительную долю в общий баланс донных осадков пролива вносят

терригенный материал аллювия рек палео-Дона и палео-Кубани, а также ракуша – продукт жизнедеятельности лиманно-морских организмов. Средняя скорость осадконакопления в проливе составляет 5.9 мм/год: в 2–3 раза выше темпов осадконакопления в южной части Азовского моря (1.8–3.0 мм/г), Таманском заливе (3.3 мм/год) и на порядок выше средней на шельфе Черного моря (0.4–0.6 мм) [23].

В 1975–1976 гг. центральная часть пролива южнее о. Тузла вплоть до южного устья была занята ракушечными грунтами с разной долей песка и степенью заиления (рис. 3).

На периферии пролива до глубин 3–5 м залежали песчаные отложения, слагавшие также косы Тузла и Чушка, отдельные обособленные отмели, узкие полосы осевой части юга пролива. При этом Таманское побережье отличалось более широкими полями донных песков кварцевого, реже кварцево-раковинного состава, распространявшимися к югу вплоть до середины пролива. На взморье вдоль крымского берега также располагалась узкая полоса крупно- и среднезернистого песка, состоящего из карбонатного материала. Западная часть пролива, его северное устье и дно Таманского залива были заняты мелкоалевритовыми и алеврито-глинистыми илами.

В 1986 г. центральная и восточная (таманская) часть Керченского пролива была занята ракушечными грунтами с содержанием песка от 6.8 до 40.3%, но чаще – 15–25%. Вдоль западного (крымского) побережья пролива, как и 10 лет назад, располагалась полоса (2–3 мили) илистых грунтов – мелкоалевритовые и алеврито-глинистые илы. Здесь их ареалы чередовались, а в южном устье пролива от мыса Такиль зона алеврито-глинистых илов расширялась до 5–6 миль и занимала большую часть пролива.

В 1990 г. значительную часть дна пролива занимали плохо сортированные ракушечные грунты. Они распространялись по его оси с севера на юг, примыкая к таманскому берегу в северной (м. Ахилеон) и южной частях (м. Такиль и м. Панагия), заменив преобладавшие здесь в 1975–1976 гг. кварцево-раковинные пески.

В центре пролива между о. Тузла, косой Чушка (с востока) и м. Белый, Керченской бухтой (с запада) полоса ракушечных грунтов становилась тоньше, а в районе пос. Заветное (юго-запад пролива) вновь расширялась, вытягиваясь к крымскому берегу. На севере пролива у м. Хрони (крымский берег), в 1990 г. возник ареал плохо сортированных средне- и мелкозернистых песков с детритом ракуши. Аналогичные осадки сохранились (как

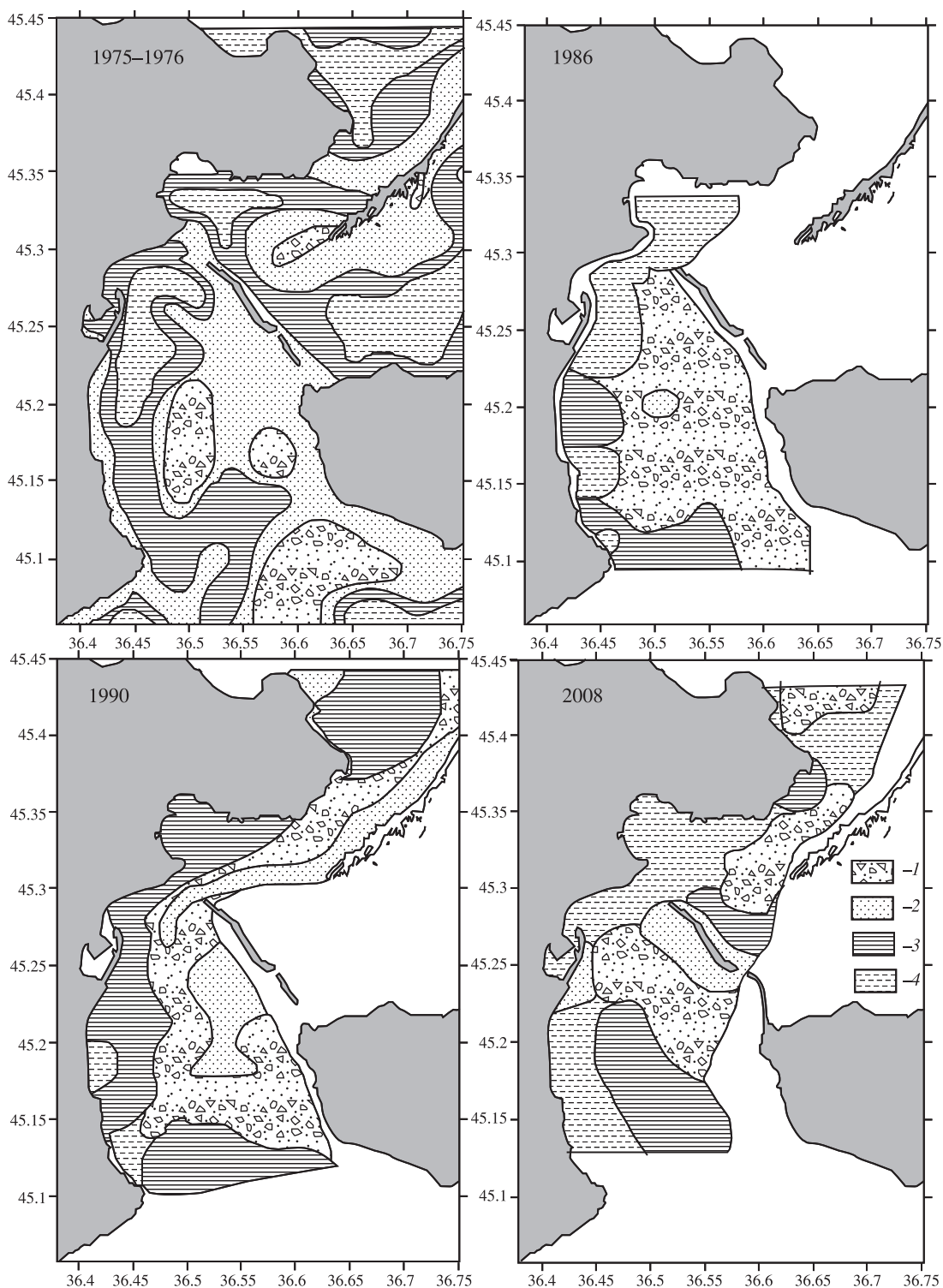


Рис. 3. Динамика литолого-фациальных типов донных осадков Керченского пролива. Тип осадков: 1- ракушечный детрит, 2 – песок, 3 – ил мелкоалевритовый, 4 – ил алеврито-глинистый.

и в 1975–1976 гг.) вдоль побережья косы Чушка, в Павловской устьи (между о.Тузла и мысом Белый), а также к югу от о. Тузла. Южное устье пролива в 1990-м было занято мелкоалевритовыми илами. При этом в прибрежной зоне в районе

пос. Заветное и Героевское, появились обширные заиленные участки с алеврито-глинистыми осадками. Илы здесь были однородными, хорошо сортированными, без включений ракуши. Мощность свежего переосажденного ила составляла 0.5–2

см при максимуме 7 см – в районе мыса Малый (пос. Заветное).

В 2008 г. полоса ракушечных грунтов в южной части пролива существенно сократилась. В то же время в районе м. Хрони (северное устье) ракушечный детрит заменили средне- и мелкозернистые пески, а алевроито-глинистый ил занял здесь место мелкоалевритового. Аналогичное заиление произошло и вдоль всего крымского побережья пролива, практически, до его южного устья. При этом центр южной части пролива оказался тоже заиленным – ракушечники сменились здесь мелкоалевритовыми илами.

Выводы. Анализ динамики ареалов литолого-фациальных типов донных отложений Керченского пролива с 1975–1976 по 2008 гг. позволил выявить следующее.

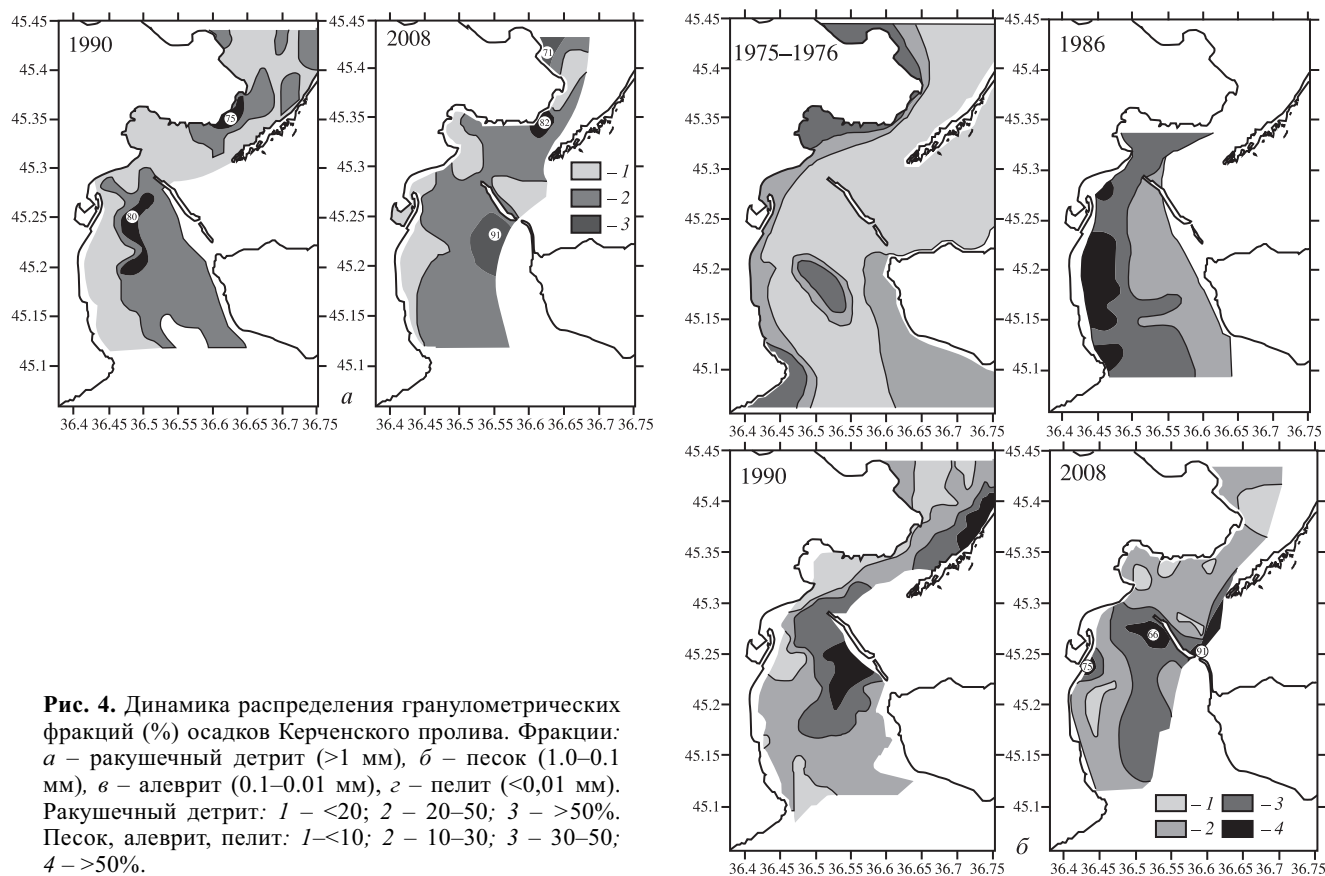
1. За исследуемый период времени положение и размеры участков дна пролива, занятых ракушей, существенно изменялись. При этом максимальную площадь (60% южной части пролива) этот тип осадков занимал в 1986 г. К 2008 г. его площади в южной части пролива сократились в 2–3 раза, но появились участки с таким типом осадков в центре и в северном устье, чего в 1975–1976 гг. не наблюдалось.

2. Участки дна пролива южнее о. Тузла, занятые песком в 1975–1976 гг., к 1986 г. практически полностью исчезли и начали восстанавливаться только с 1990 г. При этом такой тип осадков сохранился вдоль восточного побережья пролива (коса Чушка) и практически исчез в его западной части (от пос. Аршинцево до м. Такиль).

3. Зоны дна с мелкоалевритовыми илами, располагавшиеся в 1975–1976 гг. в северном устье пролива, в центре и на юге вдоль западного побережья (с глубин более 5 м), к 1986 г. сместились в южной части пролива практически к берегу, а к 1990 г. заняли все северное устье и западную часть пролива от м. Змеиный и Керченской бухты до м. Такиль.

4. К 2008 г. мелкоалевритовые илы, располагавшиеся в 1990 г. на севере пролива и в его западной части от м. Змеиный до м. Такиль, были замещены алевроито-глинистыми илами, что свидетельствует о заилении этой части акватории пролива.

2.2. Очаги концентрации осадков разного гранулометрического состава. Для подтверждения результатов анализа динамики литолого-фациальных типов донных осадков Керченского пролива мы исследовали распределение и динамику



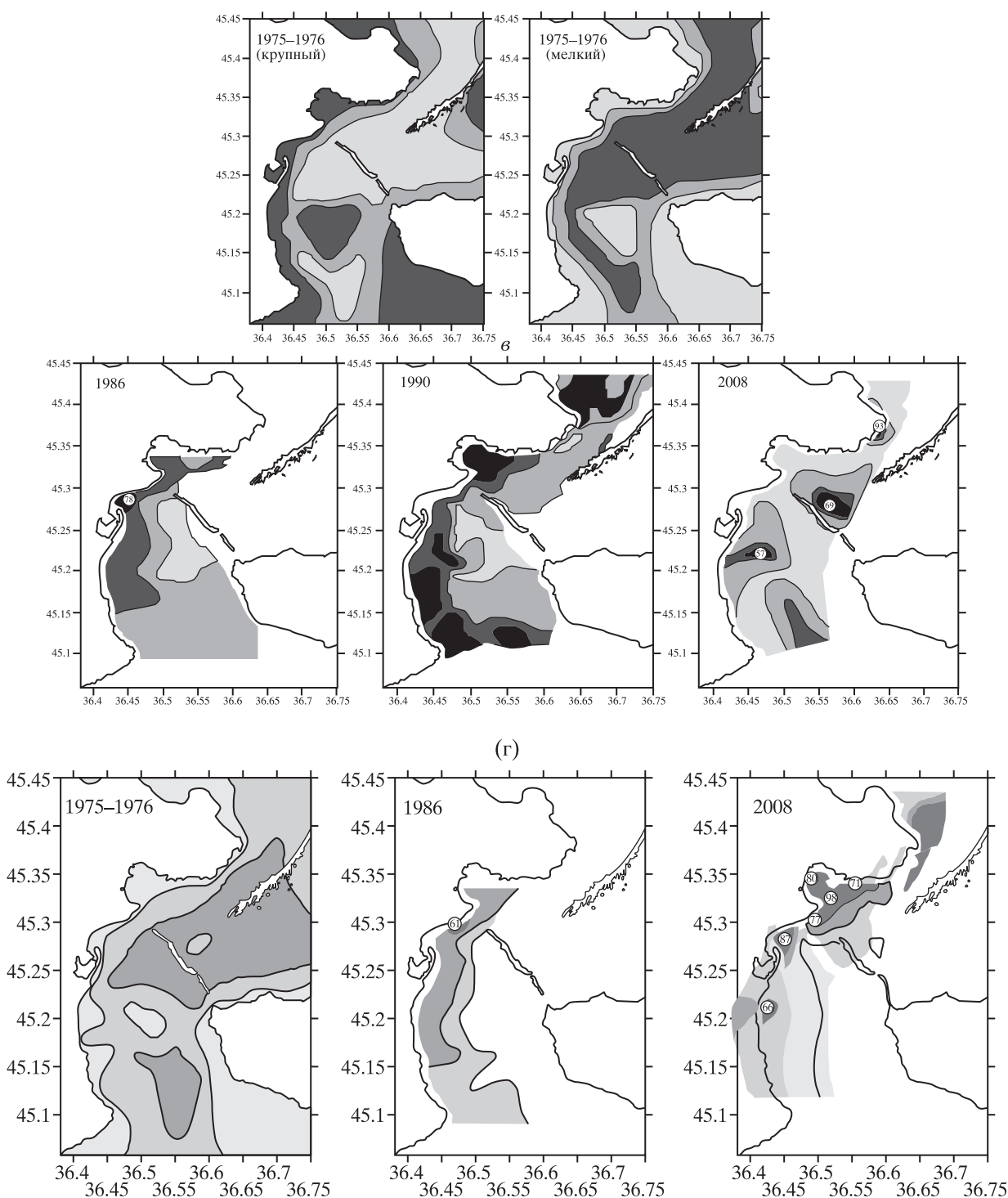


Рис. 4 (окончание)

содержания в них (%) классов крупности частиц (рис. 4).

Ракушечный детрит. В 1986 г. независимо от типа грунта практически на всей акватории центральной и южной части Керченского пролива доля ракуши достигала 20–50%. Исключение составили Керченская бухта, где величина этого

показателя снижалась до менее 20%, и локальный участок дна у побережье Тамани (м. Панагия), где доля ракуши в осадках превышала 50% (рисунок не приведен).

В 1990 г. (рис. 4а) максимальное содержание ракушечного детрита в донных осадках пролива наблюдалось в центре его южной части (80%) и

на западном побережье северной (75%) – от пос. Жуковка до м. Змеиный. Вдоль западного побережья пролива от Керченской бухты до м. Такиль доля ракушки в осадках не превышала 20%, а в сторону Тамани (восточное побережье) этот показатель увеличивался до 20–50%. В северном устье пролива и вдоль побережья к. Чушка также отмечались отдельные участки дна с высоким (до 50%) содержанием грубообломочного материала.

В 2008 г. распределение этой фракции в осадках южной части пролива существенно изменилось. Её максимальная доля здесь возросла до 91%, а участок дна с максимальным содержанием ракушечного детрита сместился из центра в район юго-восточного побережья о. Тузла. При этом также увеличился (до 82%) его максимум вдоль западного побережья северной части пролива, возник новый максимум (71%) в западной части северного устья, а участки дна с содержанием в осадках ракушечного детрита 20–50% распространились практически на всю его акваторию, за исключением западного побережья центральной и южной части от Керченской бухты до м. Такиль.

Песок. В 1975–1976 гг. в прибрежной части пролива суммарная доля фракций песка (крупного и мелкого) вдоль восточного побережья изменялась от менее 10 до 20%, в центре пролива – от 10 до 30%, а на западном побережья содержание песка в осадках Керченской бухты и в районе м. Такиль увеличивалось до 37% (рис. 4б).

В 1986 г. доля песка в осадках пролива возрасла с востока на запад от 10–30 до >50%. При этом вдоль западного (крымского) побережья она стала значительно выше, чем в 1975 г. В 1986 г. здесь не было отмечено участков дна с содержанием песка <10%, хотя на всей восточной половине центральной и южной частях пролива этот показатель составлял, как и в 1975–1976 гг., 10–30%. Максимумы (>50%) вдоль крымского побережья пролива в 1986 г. локализовались на северной оконечности Камыш-Бурунской косы и на участке дна от пос. Героевское до м. Такиль.

В 1990 г. распределение песчаной фракции в осадках пролива принципиально изменилось. Максимумы содержания песка сместились в его центральной и южной частях с запада на восток – в центр и на южное побережье о. Тузла. В северной части пролива, не охваченной съемкой 1986 г., в 1990 г. такие же максимумы были отмечены на востоке пролива – вдоль побережья косы Чушка. При этом практически на всей остальной акватории пролива доля песка в осадках составляла 10–30%, и только вдоль крымского берега она снижалась до менее 10%.

В 2008 г. зона максимального содержания песчаной фракции в осадках пролива в районе о. Тузла сохранила свое положение, вытянувшись в южном направлении. При этом максимумы этого показателя оказались в Тузлинской промоине (91%) и в центре пролива к югу от о. Тузла (56–66%). Кроме того, к ним добавился аналогичный максимум (75%) в западной части пролива – результат размыва Камыш-Бурунской косы после строительства Тузлинской дамбы в 2003 г.

Алеврит. В 1975–1976 гг. фракция крупного алеврита (0.1–0.05 мм) содержалась в осадках пролива в количестве от 6 до 41% (рис. 4в). Максимумы ее содержания отмечались в западной прибрежной зоне пролива в Керченской бухте (20–30%) и на черноморском взморье (30–41%). В северной и центральной частях пролива этот показатель в осадках не превышал 10%.

Фракция мелкого алеврита (0.05–0.01 мм) содержалась в осадках пролива в количествах от 9–44%. При этом ее максимумы (30–40%) были приурочены к центральной его части и распространялись отдельными языками в направлении Азовского и Черного морей, а также в Таманский залив.

В 1986 г. доля алеврита в осадках пролива возрасла с востока на запад, изменяясь от 7.8 до 78.7%. В восточной части пролива она составляет <10%, по оси пролива и в западной части (от пос. Заветное до м. Такиль) – 10–30%, а на западном (крымском) побережье (к северу от пос. Заветное) – 30–50% и более при максимуме в Керченской бухте.

В 1990 г. зона с высоким (>50%) содержанием в осадках алевритовой фракции значительно расширилась вдоль западного побережья пролива в южном направлении и распространилась практически на все его южное устье от м. Такиль до м. Панагия. При этом максимумы, сохранившиеся в Керченской бухте, локализовались: в северном устье пролива ближе к крымскому берегу вдоль побережья от косы Камыш-Бурун до м. Такиль.

В 2008 г., после сооружения Тузлинской дамбы (2003 г.) доля алеврита в осадках всей южной и центральной части пролива значительно сократилась. На большей части дна этого района она составляла менее 10% и лишь в локальных местах прежних (1990 г.) обширных максимумов сохранились участки с содержанием в осадках алеврита 10–30, 30–50 и только в одном месте (на траверзе пос. Героевское) 57%. В то же время к 2008 г. севернее о. Тузла образовалась довольно обширная область с высоким содержанием (до 66%) алевритовой фракции как следствие измене-

ния структуры циркуляции вод пролива, размыва тела дамбы и пляжей о. Тузла после 2003 г. [21].

Пелит. В 1975–1976 гг. пелитовая фракция занимала в основном центральную часть пролива от северного до южного устья в количествах 4.6–27.6% (0.01–0.005 мм) и 1.5–39.4% (0.005–0.001 мм). При этом ее минимумы отмечались в Керченской бухте, а также вдоль всей береговой зоны западной и восточной частей пролива, а максимумы – на черноморском взморье и в Таманском заливе (рис. 4з).

В 1986 г. доля пелита в грунтах Керченского пролива увеличивалась с востока на запад от 3 до 61%. На западе пролива в прибрежной зоне Керченского полуострова (от пос. Героевское до Керченской бухты) и к северу от о. Тузла содержание пелита в осадках достигало 30–50%, а на локальном участке дна в районе пос. Аршинцево был отмечен максимум – 60.8%. Вдоль восточного берега (Тамань) и о. Тузла (глубины 3–5 м) содержание в грунтах этой фракции было минимальным: <10%.

В сторону Керченского полуострова содержание пелита в осадках росло, как и в 1978 г. [24]. Зона с содержанием пелитовой фракции 10–30% тянулась вдоль оси пролива с севера на юг, расширяясь от 0.5 мили на севере (траверз мыса Белый) до 2 миль в средней части пролива и до 5 миль в его южной части. В районе пос. Героевское и м. Такиль она достигла крымского берега.

2008 г. полоса дна вдоль западного (Крым) побережья пролива с высоким (до 61%) содержанием в осадках пелитовой фракции сохранилась, но при этом ее доля здесь значительно возросла. На разных участках дна Керченской бухты максимумы составляли от 71 до 98%, в районе пос. Аршинцево и порта Камыш Бурун – 77 и 87%, а у пос. Героевское – 66%.

Выводы. Исследования динамики содержания гранулометрических фракций в донных осадках Керченского пролива дало возможность установить следующие факты.

1. Ракуша. С 1990 по 2008 г. полоса осадков с содержанием ракуши до 80%, тянувшаяся вдоль фарватера в южной части пролива, сместилась в восточном направлении к о. Тузла. В районе юго-восточной оконечности острова (перед Тузлинской промоиной) образовалась обширная область с содержанием ракуши до 91% (рис. 4а). При этом вдоль западного побережья северной части пролива от пос. Жуковка до м. Змеиный участки дна с преобладанием этой фракции осадков сохранились, а доля ракуши в них увеличилась с 75

до 82%. За это же время в северном устье пролива (м. Фонарь – м. Зюк) также возникли зоны максимумов (71%) ракуши в осадках.

2. Песок. С 1975 до 1986 г. зоны с максимальным содержанием песка (30–50%) в осадках сохранялись вдоль западного побережья пролива (до глубин 3–5 м) от Керченской бухты на север до м. Хрони и от пос. Заветное на юг до м. Такиль в его южной части (рис. 4б). При этом участки с высоким содержанием песчаной фракции к 1986 г. распространились на все западное побережье пролива, расширившись до глубин 5–7 м, а доля песка в осадках увеличилась здесь до >50%. В восточном же направлении она снижалась до 10–30%.

К 1990 г. распределение песчаной фракции в осадках пролива принципиально изменилось. Содержание песка вдоль всего западного побережья пролива снизилось до <10%, а зоны максимумов (50% и более) сместились на восток к о. Тузла и к косе Чушка. В 2008 г. такая картина сохранилась, но при этом доля песчаной фракции в зоне Тузлинской промоины увеличилась до 91% (результат размыва дамбы), а вдоль западного побережья она возросла до 10–30%. Кроме того, южнее Камыш-Бурунской косы возник новый локальный максимум (75%), также свидетельствующий о начале ее размыва.

3. С 1975 по 1986 г. в осадках западного побережья пролива преобладал крупный алеврит с максимумом (41%) в Керченской бухте. В этот же период в осадках центральной части пролива преобладала мелкая его составляющая с локальными максимумами (43.8%) в северном устье и южнее о. Тузла (рис. 4в). К 1986 г. осадки с максимальным содержанием этой фракции вдоль западного побережья пролива сохранились, но при этом доля уже суммарного алеврита в них увеличилась до 30–50%, а в локальном районе (пос. Аршинцево) до 79% мелкий алеврит также сместился к западному побережью.

К 1990 г. процесс роста доли алеврита в осадках западной части пролива продолжился – зоны с его максимальным содержанием (>50%) распространились от берега на глубины более 5 м и заняли практически всю западную половину пролива от северного устья до м. Такиль. После 1990 г. накопление алевритовой фракции в этом районе прекратилось, а к 2008 г. ее содержание в осадках большей части пролива уменьшилось до 10–30 и <10%. Лишь отдельные максимумы алеврита сохранились у западного берега северной части пролива, в южном устье и на траверзе пос.

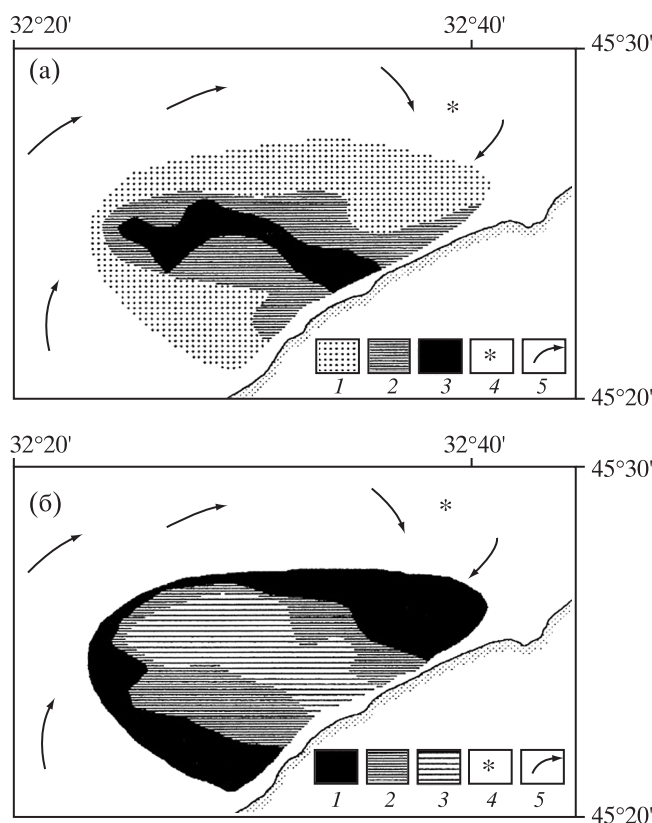


Рис. 5. Зависимость динамики биомассы мидий (а) от толщины слоя наилка (б) на промысловой мидийной банке Тетис-2 в районе мыса Тарханкут в северо-западной части Черного моря [16]. На рис. а: 1 – исчезновение поселений; 2 – снижение биомассы; 3 – рост биомассы. 4 – свалка грунтов; 5 – преобладающие течения. На рис. б – толщина слоя наилка: 1 – до 15 см; 2 – 2–3 см; 3 – <2 см.

Аршинцево, а севернее о. Тузлавозник – новый максимум (66%).

4. С 1975–1976 по 2008 гг. в проливе отмечается устойчивая тенденция увеличения доли пелитовой фракции в осадках вдоль западного (крымского) побережья и снижение содержания мелкодисперсных частиц в осадках центральной и восточной его частей (рис. 4з). За последние 35 лет доля пелита в осадках западного побережья пролива увеличилась с 10–30 до 30–50% с локальными максимумами в северном устье (95%), Керченской бухте (до 98%), пос. Аршинцево (87%), пос. Героевское (66%).

Таким образом, вывод о заилении в течение последних 35 лет (с 1975 по 2008 г.) дна западного (крымского) побережья Керченского пролива, сделанный нами на основании качественного анализа динамики литолого-фациальных типов донных осадков, получил количественное подтверждение результатами анализа динамики очагов концентрации их гранулометрических фракций.

Обсуждение результатов. Установленный факт заилиения донных осадков Керченского пролива – не новый для черноморской экосистемы. В 1970-х годах в Черном море были обнаружены и оценены значительные запасы нового для водоема массового объекта рыбного промысла – шпрота *Spratus spratus*. После определения районов и сроков образования промысловых скоплений этого холодолюбивого донного вида он начал активно добываться донными тралами всеми черноморскими странами [5], несмотря на то, что донный траловый промысел в Западной части Черноморского бассейна был законодательно запрещен в России еще в 1913 г. [3].

В результате 30–50 тыс. донных тралений, осуществлявшихся при этом ежегодно на свале глубин (70–100 м) северо-западного шельфа – основного промыслового района шпрота, при взмучивании осадков из зоны промысла выносилось по 70 млн т мелкодисперсных частиц. Толщина слоя переотложенных осадков здесь составляла 18 см, а их объем – 30 млн т. Преобладающими течениями взвешенные частицы переносились в Каркинитский залив – зону обитания осетровых, промысловых двусторчатых моллюсков (мидий), и оседали здесь на площади более 5000 км². Слой наилка толщиной 35 см был обнаружен в заливе на площади 3350 км², в том числе толщиной 30–50 см на площади 750 км. Ежегодно из районов промысла в заповедник выносилось до 10 млн м³ иловых частиц, скорость седиментации при этом составляла от 5 до 40 мм/г – в 100–1000 раз выше естественной [6].

В результате многолетнего (1985–1994 гг.) мониторинга состояния донных осадков параллельно с оценкой состояния промысловой популяции мидий на банке “Тетис-2” у входа в Каркинитский залив в районе м. Тарханкут, было установлено, что за этот период произошло существенное заилиение юго-западной и северо-восточной частей банки [16]. Первый участок оказался под влиянием тралового промысла, а второй – под воздействием расположенной рядом с банкой свалки грунтов (рис. 5). На периферии обоих участков толщина илового слоя к 1994 г. достигла 15 см. В центральной, наименее заиленной части банки (толщина наилка < 2 см), биомасса мидий в течение 10 лет увеличилась в 3.8 раза – с 470 до 1791 г/м². В ее средней части (толщина наилка 2–3 см) биомасса моллюсков сократилась в 5.4, а численность – в 9.5 раза. На периферии же банки мидии – животные сестонофаги, полностью погибли (рис. 5а). Их биоценоз заместился биоценозом полихеты детритофага *Melinnapalmata* – типичного обитателя илистых грунтов.

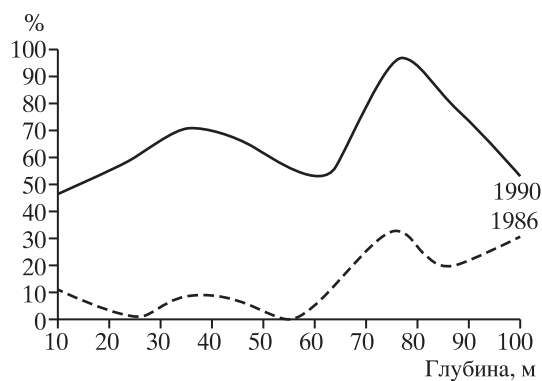


Рис. 6. Изменение доли илов на разных глубинах в Керченском предпроливье после перенесения сюда свалки грунта (1987 г.) и начала интенсивного тралового промысла (1987–1990) [18].

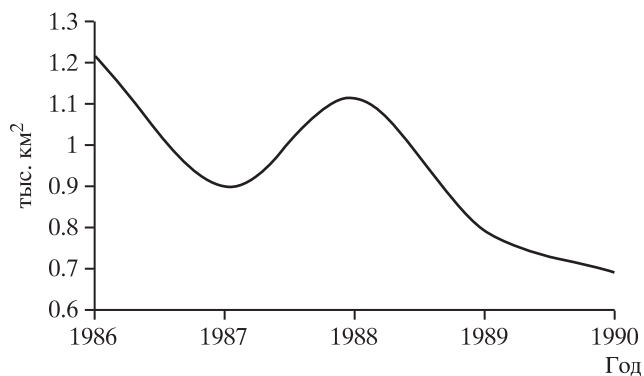


Рис. 7. Динамика площади ареала двустворчатого моллюска *Mytilus galloprovincialis* в Керченском предпроливье Черного моря [19].

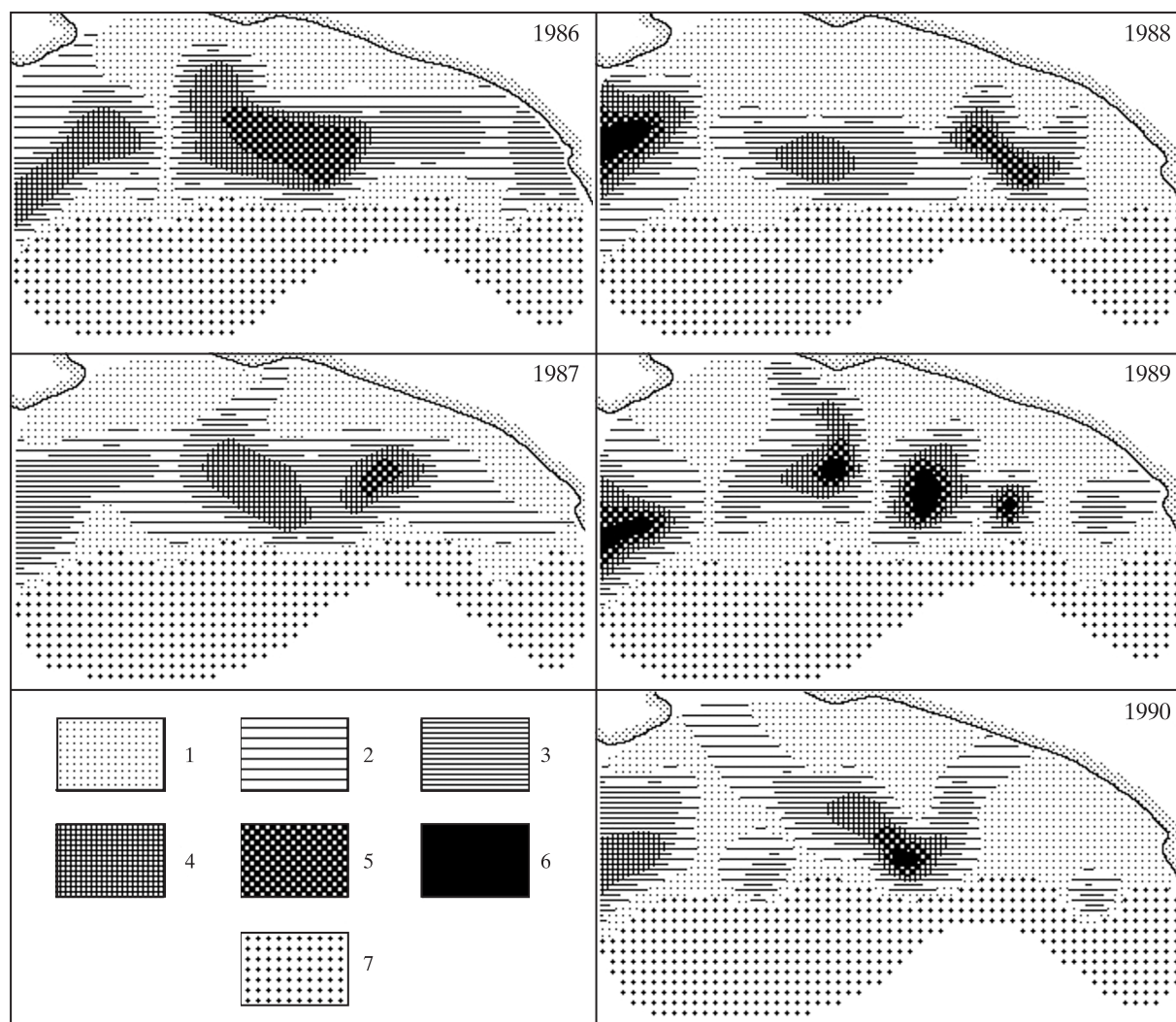


Рис. 8. Динамика биомассы (г/м²) мидий в Керченском предпроливье Черного моря. (1 – < 10; 2 – 10–50; 3 – 50–250; 4 – 250–500; 5 – 500–1000; 6 – >1000; 7 – не встречаются).

Аналогичная ситуация сложилась в 1986–1990 гг. и на шельфе Керченского предпроливья – в другом районе добычи шпрота [17–19]. В результате 10 тыс. ежегодных тралений, выполнявшихся здесь в ходе промысла, а также функционирования перенесенной в 1987 г. в этот район свалки грунта, за 5 лет площадь, занимаемая илами, увеличилась в **11 раз** (со 156 до 1696 км²), а их доля в осадках на глубинах 10 и 80 м увеличилась с 10–30 до 50–95% соответственно (рис. 6).

В результате площадь биоценозов двустворчатых моллюсков *Modiolus adriaticus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Modiolus phaseolinus* сократилась в **1.9 раза** (с 4.4 до 2.5 тыс. км²), а площадь биоценоза полихеты *Terebellides stroemi* – типичного обитателя илистых грунтов – увеличилась в **5.9 раза** (с 265 до 1537 км²). При его образовании видовое богатство исходного биоценоза мидий уменьшилось в **11 раз**, а площадь – в **1.8 раза** (с 1200 до 690 км²) (рис. 7).

В течение 5 лет в донном сообществе Керченского предпроливья ведущая роль, как и на банке “Тетис-2” в Каркинитском заливе, перешла от

сестонофагов к детритофагам. При этом биоценоз двустворчатого моллюска предпроливья *Mytilus galloprovincialis* не только потерял свое промысловое значение, но и был практически полностью разрушен (рис. 8): встречаемость мидии снизилась в **2–3 раза** (с 64–82 до 21–35%); удельная численность уменьшилась в **3–5 раз** (с 69 ± 13 до 16.4 ± 2.6 экз./м²); запас по численности сократился в **5 раз** (с 223 ± 42 до 56.0 ± 8.8 млрд экз); удельная биомасса уменьшилась в **1.8–2.3 раз** (с 121.7 ± 5.0 до 58.1 ± 6.3 экз./м²); запас мидии по биомассе сократился в **1.8–2.2 раза** (с 437 ± 21 до 217 ± 21 тыс. т). Такие выводы были получены после обработки 340 параллельных гидробиологических и геологических станций, выполненных в процессе ежегодного мониторинга ЮгНИРО последствий хозяйственной деятельности для условий среды и состояния донных биоценозов в Керченском предпроливье – акватории с площадью 5.3 тыс. км² [18].

Изменения в состоянии сообщества мидии предпроливья сопровождались изменениями размерной и возрастной структуры биоценоза. В 1986 г. здесь по численности доминировали мелкие моллюски – до 19 мм. В то же время наблюдался второй пик, где преобладала мидия размером от 25 до 35 мм. К 1990 г. доля мелкой мидии сократилась с 48 до 18%. При этом значительно возросло (с 13 до 27%) количество среднеразмерной мидии. Доминирующими стали моллюски длиной 30–35 мм.

В 1986 г. на большей части поселения мидии в возрастной структуре их биоценоза доминировали сеголетки. Они преобладали на всей прибрежной части акватории, а возрастные группы старше 2 лет располагались в центральной ее части и на очень небольшом участке на юго-востоке района (рис. 9).

В 1990 г. сеголетки мидии остались только непосредственно у входа в пролив (глубина 15–20 м). В прибрежной зоне (от 10 до 40 м) вплоть до Анапы преобладали моллюски в возрасте одного года. Ареал двухлеток между изобатами 40–50 м значительно увеличился и стал занимать не только центральную часть предпроливья, но и вытянулся в северо-западном (вплоть до Керченского п-ва) и в восточном (вдоль Таманского п-ва) направлении. Также расширилась площадь с преобладанием моллюсков старших возрастных групп (более 2 лет). Они заняли центральную и большую часть западной акватории предпроливья с глубинами от 10 до 80 м.

Заключение. Приведенные в обсуждении факты и результаты данной статьи дают авто-

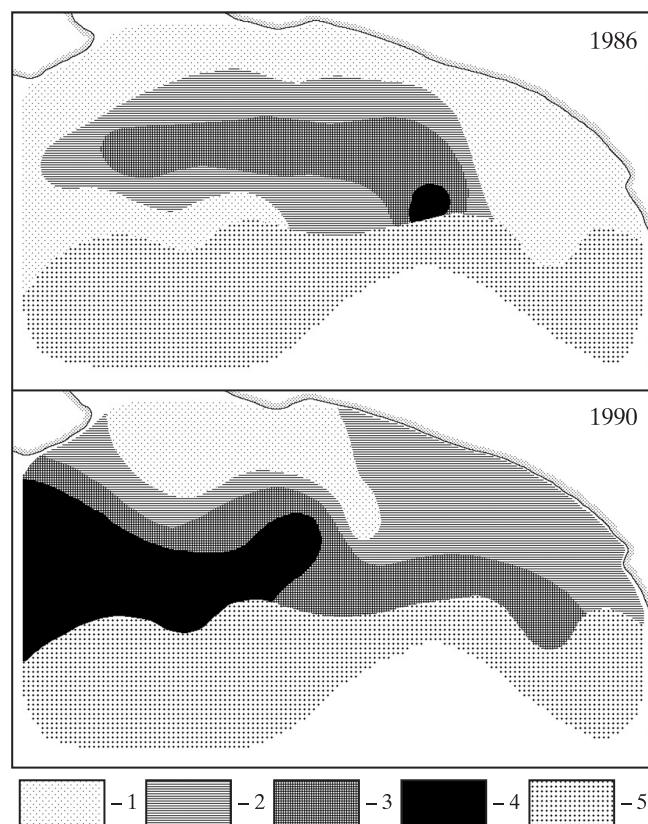


Рис. 9. Распределение преобладающих возрастных групп мидии в Керченском предпроливье Черного моря. (1 – сеголетки, 2 – годовики, 3 – двухлетки, 4 – старше двух лет, 5 – не встречаются).

рам основание утверждать, что одной из причин установленной нами ранее деградации (см. рис. 5 [22]) в Керченском проливе популяций массовых видов сестонофагов – двустворчатых моллюсков, и замещение их биоценозов сообществом детритофага полихеты *Melinnapalmate*, состоит в заилении дна пролива в результате активизации здесь хозяйственной деятельности (см. рис. 4г).

В Керченском проливе донный траловый промысел не ведется. Тем не менее дноуглубление и свалка грунтов, активизировавшиеся с 1960-х годов [12, 13], а также изменение водообмена через пролив, структуры циркуляции, скорости размыва берегов после строительства Тузлинской дамбы в 2003 г. [21] привели к активизации литодинамических процессов на акватории пролива. Произошло перераспределение типов осадков, изменился их гранулометрический состав: традиционные районы обитания массовых сестонофагов (двустворчатых моллюсков), стали для этого непригодными.

Полученные выводы нельзя считать окончательными, так как деградация донных сообществ в Керченском проливе. В течение 1975–2008 гг. произошла не только в представленных в данной статье заиленных районах, что свидетельствует о существовании других механизмов развития этого процесса. К ним можно отнести антропогенное загрязнение донных осадков и изменение физических свойств вод пролива (концентрация взвеси), а также биологический фактор – роль хищного моллюска-вселенца *Rapana* [15] В этой связи начатое исследование предполагается продолжить с целью установления вклада указанных факторов в динамику популяций макрозообентоса Керченского пролива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельский А.Д., Страхов Н.М.* Геологическое строение и история развития Черного моря. 1938. М.-Л.: АН СССР, 226 с.
2. *Болдырев В.Л.* История развития и современная динамика косы Чушка. 1961 // Тр. ИО АН СССР. Т. XLVIII (48). 1961. С. 67–87.
3. *Болтачев А.Р.* Траловый промысел и его влияние на донные биоценозы Черного моря // Морской эколог. журн. Т. 5. 2006. №3. С. 45–55.
4. *Визе В.Ю.* Историческое прошлое наносных образований в Керченском проливе, в особенности косы Тузла // Изв. Центрального гидрометеобюро. 1927. Вып. 7. С. 129–167.
5. *Гусар А.Г., Гетманцев В.А.* Черноморский шпрот. М.: ИЭМЭЖ АН СССР. 1985. 229 с.
6. *Зайцев Ю.П., Фесюнов О.Е., Синегуб И.А.* Влияние донного тралового промысла на экосистему черноморского шельфа // Докл. АН Украины. 1992. № 3. С. 156–158.
7. *Латышев В.* Известия писателей греческих и латинских о Скифии и Кавказии. Т. 1. Вып. 1. 1893.
8. *Митропольский А.Ю.* Содержание редких металлов в колонках донных осадков в восточной части Черного моря // Геология побережья и дна Черного моря и Азовского моря в пределах УССР. 1979. № 4. С. 93–98.
9. *Невеский Е.Н.* К вопросу о новейшей черноморской трансгрессии. 1958 // Тр. ИО АН СССР. Т. XXVIII (28). 1958. С. 23–29.
10. *Невеский Е.Н.* Осадкообразование в прибрежной зоне моря. М., 1967.
11. *Павлидис Ю.А.* Новейшая история развития Темрюкского побережья Азовского моря // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. 1961. Т.48. С. 103–113.
12. *Петренко О.А., Себах Л.К., Панкратова Т.М. и др.* Дампинг грантов и его влияние на распространение загрязняющих веществ в Керченской предпроливной зоне Черного моря // Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане. Керчь: ЮгНИРО, 1993. С. 47–54.
13. *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. 2002. Т. 29. № 5. С. 622–635.
14. *Ратманов Г.Е.* Грунты Керченского пролива // Бюл. погоды Черного и Азовского морей. 1928. № 36.
15. *Рубинштейн И.Г., Хиженяк В.И.* Запасы рапаны в Керченском проливе // Рыбное хоз-во. 1988. № 11. С. 39–40.
16. *Терентьев А.С.* Влияние антропогенного заиления дна на промысловые скопления мидий на банке “Тетис-2” (Каркинитский залив Черного моря) // Гидробиол. журн. 2003. Т. 39. № 2. С. 82–87.
17. *Терентьев А.С.* Влияние тралового промысла на донные сообщества // Подводные технологии и мир. 2006. № 4. С. 26–36.
18. *Терентьев А.С.* Изменение площади донных биоценозов в результате заиления Керченского предпроливья Черного моря // Тр. ЮгНИРО. 2010а. Т. 48. С. 15–23.
19. *Терентьев А.С.* Сукцессия биоценоза *Mytilus galloprovincialis* в биоценоз *Terebellides stroemii* в результате заиления Керченского предпроливья Черного моря // Мат-лы V Междунар. конф. “Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона”. Керчь. 8–9 октября 2009 г. С. 44–49.

20. Фащук Д.Я. Эколого-географические последствия катастрофы танкера в Керченском проливе 11 ноября 2007 г. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2009. № 1. С. 105–117.
21. 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.
22. Фащук Д.Я., Флинт М.В., Кучерук Н.В. и др. География макрозообентоса Керченского пролива: динамика распределения, структуры и показателей развития. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2012. № 3. С. 99–112.
23. Шнюков Е.Ф. Геология шельфа Украины. Керченский пролив. Киев., 1981. 147 с.
24. Шнюков Е.Ф. Геология шельфа Украины. Среда. История и методика изучения. Киев., 1982. 160 с.
25. Щербаков Ф.А. и др. Накопление и преобразование органического вещества в позднечетвертичных осадках Черного моря // Осадконакопление на континентальной окраине Черного моря. М.: Наука, 1978.

Changes in coastal zone of Kerch Strait and their environmental effects

D.Ya. Fashchuk*, S.K. Kovalchuk, A.S. Terentiev***, G.A. Dubinets***,
L.V. Kriskevich*****

* *Institute of Geography, RAS*

** *Crimean republican enterprise "Anti-landslide management", Yalta, Ukraine*

*** *Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Kerch, Ukraine*

According to the literature and the results of field observations of Southern Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography and Institute of Geography RAS, lithofacies types of bottom sediments and their size distribution in 1975–1976, 1986, 1990 and 2008 are investigated. The dynamics of these indicators is analyzed. The silting of separate sea-bed areas in the last 35 years are marked, as well as degradation of biocenoses of common species of bivalves (suspension feeders), and their replacement by community of polychaetes (detritophags) Melinnapalmate. Anthropogenic causes of geological transformations in the Strait, namely, dumping of dredge spoil, are investigated. Recommendations for further study of other anthropogenic (pollution of precipitation) and natural (the invasion of predatory Rapana shellfish) mechanisms of degradation of populations of macrozoobenthos of the Kerch Strait are given.