

Н. А. Берлинский¹, Ю. И. Богатова², В. И. Борулько¹, кандидаты географ. наук, старшие научные сотрудники
Ю. М. Деньга¹, старший научный сотрудник
Ю. И. Попов¹, канд. географ. наук, старший научный сотрудник

¹ Украинский научный Центр экологии моря

Минприроды Украины,

Французский бульвар, 89, Одесса-9, 65009, Украина

² МЧП Исследовательский центр “Ноосфера”,

ул. Приморская, 31/1, Одесса-26, 65026, Украина

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЗМОРЬЯ ДУНАЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЛУБОКОВОДНОГО СУДОВОГО ХОДА “ДУНАЙ — ЧЕРНОЕ МОРЕ”

Результаты мониторинга состояния водной среды и донных отложений взморья Дуная показали, что влияние дноуглубления и складирования грунтов ограничено районом дноуглубления и размерами морского подводного отвала. Концентрации загрязняющих веществ в разрабатываемых отложениях на устьевом баре рукава Быстрый по интегральному показателю соответствуют природно-чистым и условно чистым отложениям, складирование которых в море разрешено законодательством Украины.

Ключевые слова: Быстрый, дельта, взморье Дуная, судовой ход, мониторинг, взвесь, судоходство.

Введение

Создание глубоководного судовой хода “Дунай — Черное море” решает проблему военной, топливно-энергетической и торгово-экономической независимости Украины в связи с приобретением автономного выхода в море из бассейна Дуная. Дунайский судовой ход станет неотъемлемой частью национальной и международной транспортной сети.

Трасса создаваемого глубоководного судовой хода (ГСХ) проходит по украинскому участку р. Дунай от Рени до взморья и далее до выхода в открытое море. Из рассмотренных вариантов создания судовой хода, как альтернативы существующему румынскому Сулинскому каналу, по соображениям технической и экономической целесообразности был выбран вариант прохождения трассы ниже г. Вилково по гирлу Быстрое (Новостамбульское). Проектная глубина определена из возможности прохождения судов с осадкой 7,2 м. Транспортный комплекс, использующий географическое преимущество Дунайского водного пути, служит основным градообразующим фактором развития придунайских городов. Важнейшие территориально-структурные характеристики Придунавья определяются функционированием дунайской водной артерии [1]. Со времени начала производства работ по восстановлению судоходства в сопряжении Дунай — Черное море выполняется экологический мониторинг сопровождения дан-

ных работ в дельте Дуная и на приустьевом взморье. В связи с изложенным, тему статьи считаем *актуальной*.

Целью работы является анализ результатов длительных наблюдений за географическими характеристиками в дельте Дуная и на его устьевом взморье. Для достижения этой цели решаются такие *основные задачи*: а) рассмотрение природных условий, при которых велись наблюдения; б) анализ распространения вод разной солености на взморье; в) распределение концентраций минеральных соединений азота, фосфора, кремния в дунайских водах; г) загрязняющие вещества и их количество в дельте Дуная. Все эти вопросы имеют важное *практическое значение*. Они помогают получить более полное представление о гидрохимии воды на взморье крупной реки, что вносит определенный вклад в разработку *теоретического значения* вопроса. Как можно видеть, *объектом наших исследований* является дельта и устьевое взморье реки Дунай, а *предметом* — анализ состояния водной среды и донных отложений в дельте и на взморье реки Дунай при развитии судоходства и наличии судоходного канала сквозь устьевой бар.

Материал и методы исследований

В настоящей работе представлены результаты последних, за март 2009 г., наблюдений и анализ сформировавшихся условий на приустьевом взморье Дуная. Наблюдения проводили (рис. 1) на морском подходном канале (МПК) (станции 5, 6, 7) во время проведения дноуглубительных работ, в акватории строительства стыковочного с берегом участка морской дамбы (станции 2, 3, 4) и на дампинге грунта (станция 1) в момент сброса грунта землесосом “Прорвин”. Для последовательного пополнения базы гидрохимических данных о стоке взвешенных, минеральных и органических веществ Дуная были отобраны пробы воды в створе 2-го километра (устье) и истоке рукава Быстрый, на 18-м километре Килийского рукава (развилка рукавов Старостамбульский-Очаковский) — ст. 10, 11 и 12. Метеорологические и гидрологические исследования проводили в соответствии с Руководством [6]. Направление и скорость течения определяли вертушкой ВММ. Отбор гидрохимических проб проводили батометром Молчанова. Пробы грунта для определения гранулометрического состава, содержания загрязняющих веществ (ЗВ) отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,1 м². Определение солености ($S_{\text{‰}}$), растворенного кислорода (O_2), величины водородного показателя pH проводили “in situ” с помощью приборов фирмы WTW — Conductivity meter LF 318, Oxi meter LF 420, pH-320. Расчеты процента насыщения воды кислородом проводили по [2, 3, 9]. Содержание взвешенного вещества (ВВ) определяли методом ультрафильтрации через ядерные фильтры с размером пор 0,45 мкм. Затем в фильтрате стандартными методами, в соответствии с [4, 7, 8], определяли аммонийный азот (NH_4^+), нитриты (NO_2^-), нитраты (NO_3^-), фосфаты (PO_4^{3-}), кремний (Si), растворенное органическое вещество (POB), общий ($N_{\text{общ}}$) и органический азот ($N_{\text{орг}}$), общий ($P_{\text{общ}}$) и органический фосфор ($P_{\text{орг}}$). Содержание в грунтах загрязняющих веществ (ЗВ) определяли: Hg , Cd , Pb , Cu ,

Zn, As методом непламенной атомно-адсорбционной спектрофотометрии [10] на ААС “Spectr AA-8000” (Австралия), суммы нефтепродуктов (НУ) методом ИКС на спектрофотометре “UR-20” (ГДР) [10], фенолы спектрофотометрическим методом [4].

Результаты исследований и их анализ

Общие характеристики. К основной составляющей антропогенной нагрузки на морскую экосистему относятся дноуглубительные работы на морском подходном канале (МПК) и сброс грунта на морскую подводную свалку или дампинг грунта. Эти виды работ проводились в 2004 г., на первом этапе открытия ГСХ, затем, после практически двухлетнего перерыва, были возобновлены в 2006 г. Помимо того, в 2004 г. был возведен полукилометровый фрагмент защитной дамбы (рис. 1), на удалении 1 км от устья, а в 2008–2009 гг. было завершено строительство первой очереди ГСХ, что включало и стыковку морского участка дамбы с берегом. Наблюдения в море проводили в период завершения строительства дамбы, поэтому в работе отображены гидродинамические эффекты, обусловленные незавершенной гидротехнической конструкцией.

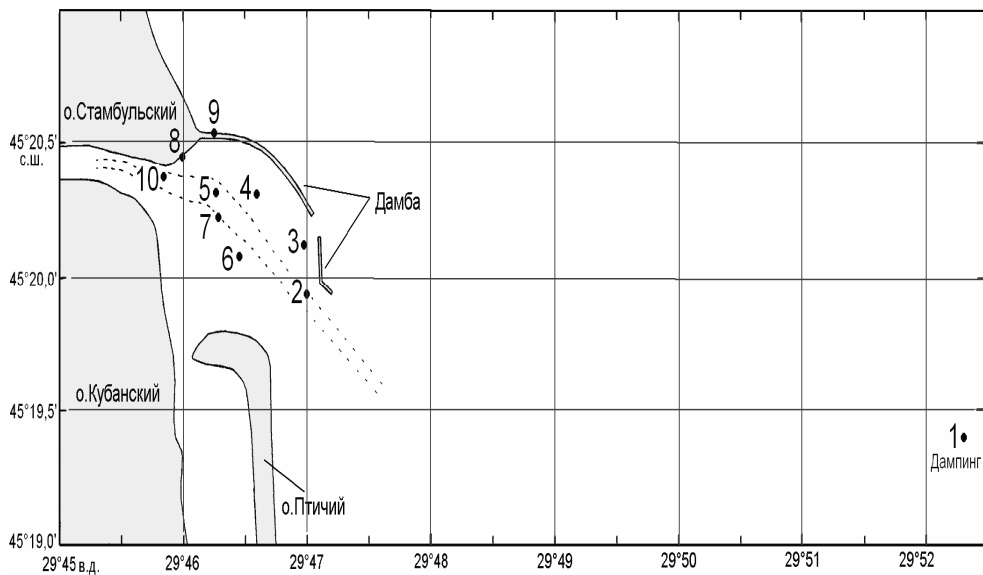


Рис. 1. Схема станций на взморье в марте 2009 г. (ст. 1 дампинг грунта, ст. 8, 9 — береговые станции в месте строящейся дамбы)

Расположение станций мониторинга на взморье Дуная позволяет представить результаты наблюдений в виде практически широтного разреза протяженностью около 8 км от устья рукава Быстрый до района дампинга грунта (ст. 10 — устье р. Быстрый, ст. 1 — дампинг). Мониторинг проводили при температуре воздуха 5°C при ветре северо-западных румбов со

скоростью до 12 м/с. При этом отмечали ветровое волнение моря, состояние поверхности моря от 1 балла — в акватории под прикрытием дамбы и до 3 баллов в открытом море. Высота волны изменялась от 1 до 3 баллов. Температура воды на поверхности моря варьировала по акватории от 5,90 до 6,30 °С. В районе мелководного бара отмечалась полная вертикальная изотермия вод — 5,90-6,00 °С. Это распределение обусловлено интенсивным фрикционным перемешиванием в условиях штормовой деятельности. На глубинах за пределами 10 м изобаты характер распределения не менялся и в районе дампинга грунта значения температуры составляли 6,10° в поверхностном и 6,05 °С в придонном горизонтах.

Представленные на рис. 2 поверхностные спутниковые распределения температуры, концентрации хлорофилла “А” и мутности поверхностного слоя воды, полученные за двое суток до начала проведения мониторинга, позволяют получить более общее представление о районе дунайского взморья. Так, 10-, 15-мильная прибрежная область от устья рукава Прорва до устья рукава Сфынтул-Георгиу была занята относительно теплыми водами (6,5–7,0 °С), на фоне которых проявляются узкие полосы относительно холодных вод (6,0–6,5 °С) речного выноса из основных рукавов Дуная. Мористее этой области располагается поток холодных трансформированных вод днепровско-днестровского генезиса. В целом, вся 30-мильная область дунайского взморья была охвачена весенним развитием фитопланктона, где концентрация хлорофилла составляла 5–10 мг/м³ (рис. 2б). Вынос дунайских вод хорошо виден на рис. 2в, где они отделяются от вод, поступающих с севера, резким градиентом цветности воды. В дельте Дуная, от 18 км (ст. 12 — Вилковский пережат) до устья, и непосредственно в устье рукава Быстрый (ст. 5 и 7) температура вод в период наблюдений составляла 6,3–6,5 °С, т. е. на 0,4–0,5 °С выше вод, лежащих ниже по течению. Возможно, за двое суток (с 12 по 14 марта) произошло существенное повышение температуры вод, и они стали более теплыми, чем воды прибрежно-мелководья, по сравнению с ситуацией 12 марта.

Анализируя распределение солености на приустьевом взморье рукава Быстрый, важно отметить, что значение солености обусловлено интенсивным влиянием пресного стока Дуная. На расстоянии до 3 миль от устья значения солености не превышали 1‰. Это соответствует формированию гидрологической структуры вод, находящейся под определяющим влиянием устойчивой (более 2-х суток) ветровой деятельности западной составляющей. По мере удаления от устья соленость на поверхности моря монотонно возрастала до 12‰ в районе дампинга грунта. В придонном горизонте за пределами дамбы и МПК расположены водные массы открытого моря со значениями солености до 17‰ в районе дампинга (рис. 3).

Величина прозрачности воды по диску Секки на взморье характеризовалась низкими значениями — в устье рукава Быстрый 0,1 м и 0,3 м у мористого участка дамбы. На станции дампинга грунта, даже при условии постоянного отвала грунта землесосом “Прорвин”, работы которого зафиксированы в процессе съемки, прозрачность была достаточно высока — 6 м.

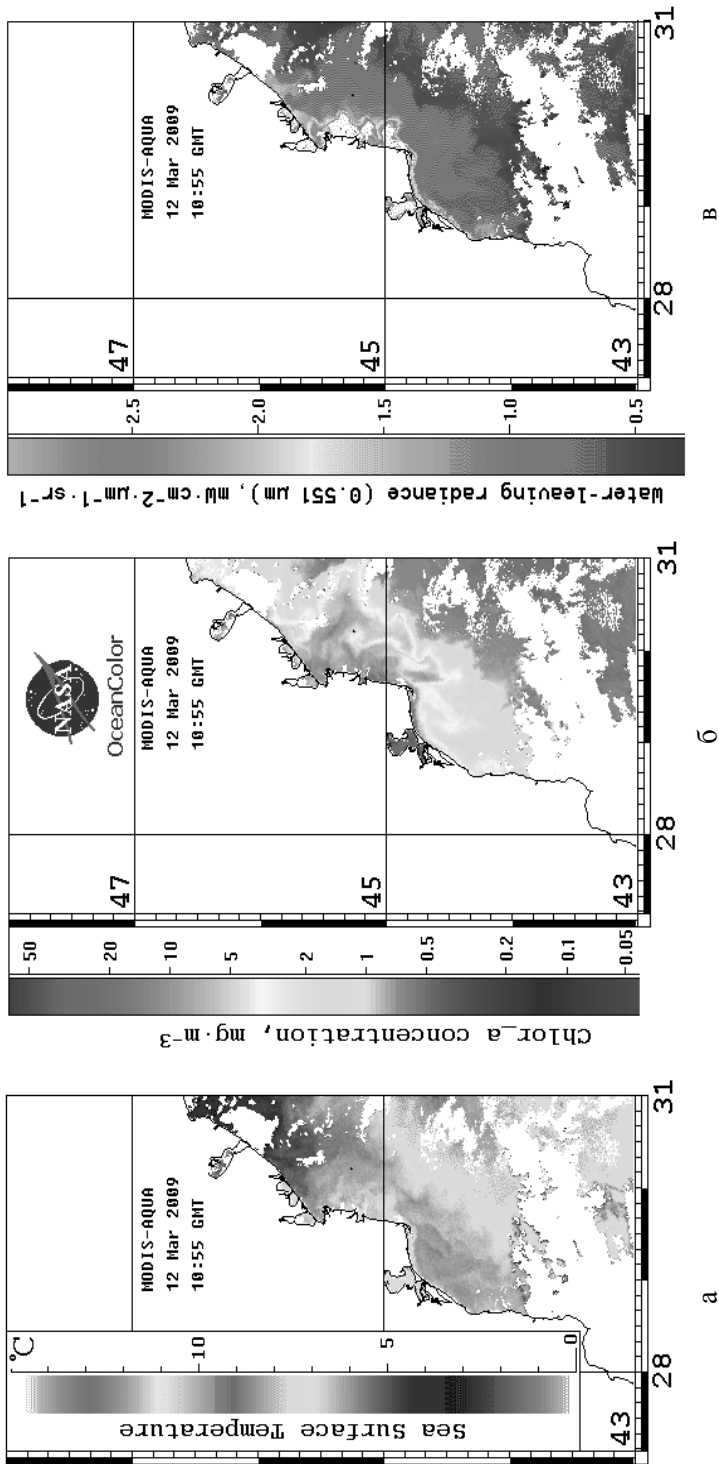


Рис. 2. Пространственное распределение температуры воды (а), концентрации хлорофилла “А” (б) и цветности воды (в) поверхностного слоя в придунайском районе Черного моря 12 марта 2009 г. (по данным спутниковых наблюдений NOAA-15, полученных из Remote Sensing Department, MHI NASU)

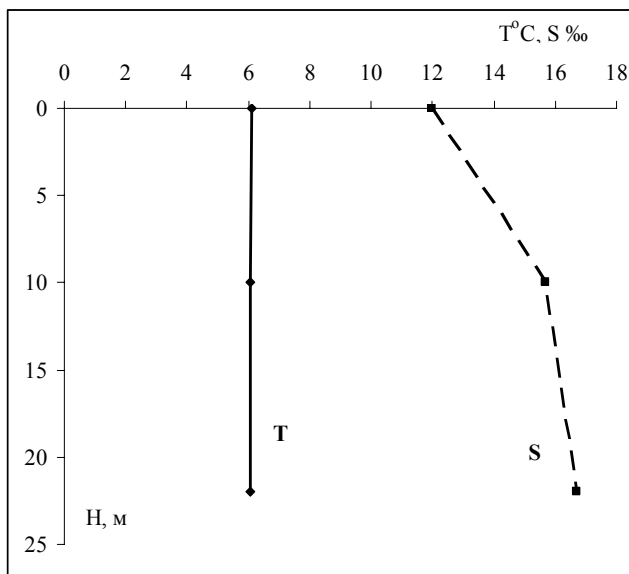


Рис. 3. Термохалинная структура вод в районе дампинга грунта: такая термохалинная структура воды характерна для устьевых взморья Дуная в период половодья

Как видно из рис. 4, геометрия незавершенного участка дамбы формирует мощное отклонение от оси основного течения поверхностной пресной воды Дуная со скоростью до 50 см/с СВ направления. Максимальные векторы со значениями скорости 140 м/с ориентированы по оси МПК. В связи с этим, достаточно очевидна необходимость срочной достройки дамбы, с целью сохранения энергии потока пресных вод в море. Это обеспечит сильный вынос взвеси в стоковом течении и, таким образом, снизит вероятность заиления судоходной прорези.

Распределение взвешенного вещества (ВВ) на взморье Дуная обусловлено его выносом с речным стоком и переходом в донные отложения на приустьевом участке. Высокие скорости и массы его накопления встречены на дне, ограниченном дамбой, где отмечались высокие значения ВВ от поверхности до дна (рис. 5). Следует отметить, что содержание ВВ на МПК и в районе строящейся дамбы было значительно выше, чем в самом Дунае. Например, в поверхностном горизонте этого участка взморья концентрация ВВ составляла 185,05 мг·дм⁻³, в придонном 191,58 мг·дм⁻³, а на 18-м километре Дуная (ст. 12) только 113,90 мг·дм⁻³. Такое увеличение ВВ на этом участке МПК происходит за счет взмучивания донных отложений взморья во время действия штормовых ветровых волн. В этой связи достройка фрагмента защитной дамбы может способствовать не только сохранению энергии потока пресных вод в море, но и препятствовать размыву бровки канала и переносу донных отложений с мелководья в канал.

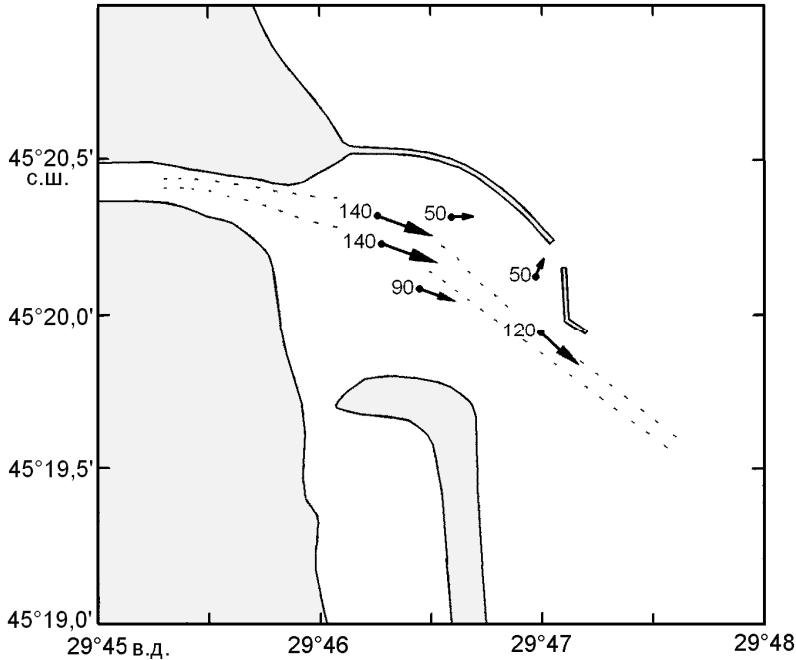


Рис. 4. Векторы скоростей поверхностных течений в районе МПК

В то же время в районе дампинга осадочного материала пробы на ВВ отбирались во время разгрузки землесоса “Прорвин”. Однако содержание ВВ было незначительным — $7,78 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ в поверхностном и $7,98 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ в придонном горизонтах (рис. 6). Во время пробоотбора развивалось ветровое волнение, вызванное ветром от северной стороны горизонта. При этом сила ветра составляла III балла, а высотой волны соответствовала 3 баллам по шкале балльности. Такая погода способствовала диффузии взвеси даже при определенной соленостной стратификации устьевой воды (рис. 4).

Таким образом, сток Дуная и гидрометеорологические условия (устойчивая, более 2-х суток ветровая деятельность западной составляющей) обеспечили значительное распространение на взморье пресных вод. Воды с соленостью $< 1\text{‰}$ занимали участок на удалении > 3 миль в море от устья рукава Быстрый от поверхности до дна. Здесь ветровая деятельность и форма незавершенного участка дамбы формировали мощное отклонение от оси струи основного течения поверхностной пресной воды, которое вызвало взмучивание донных отложений на устьевом мелководье, а также привело к размыву бровок канала. В связи с этим, для сохранения энергии стокового течения пресных вод в море, достаточно очевидна необходимость срочной достройки дамбы. Воздействие сброса грунта на дампинге землесосом “Прорвин” на увеличение содержания ВВ в водной толще в условиях волнения силой III балла с высотой волны 3 м в наших наблюдениях не зафиксировано.

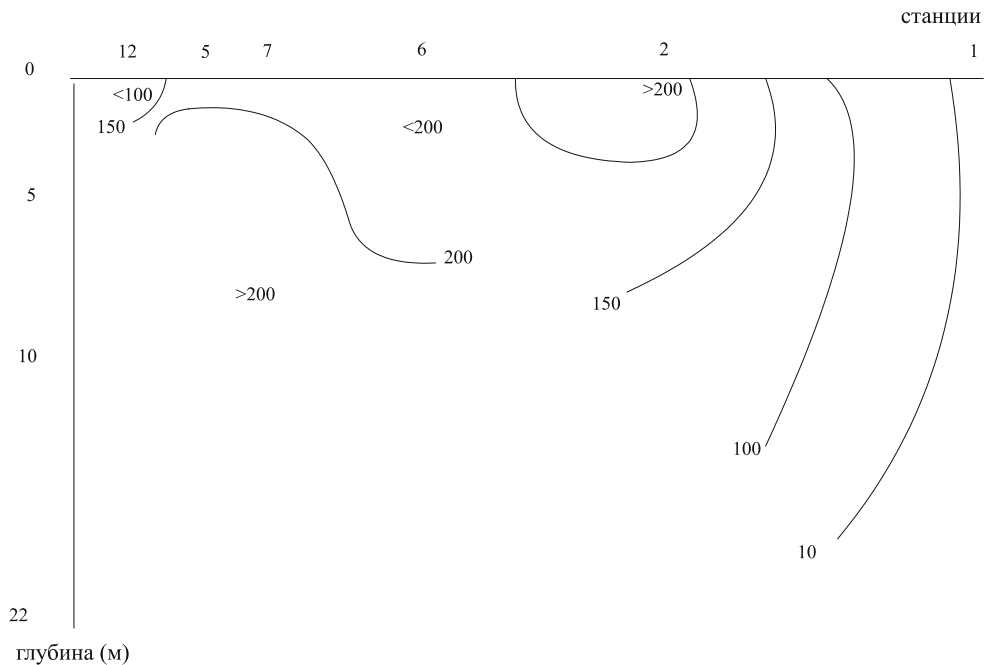


Рис. 5. Распределение взвешенного веществ (ВВ, мг·дм⁻³) на широтном разрезе “рукав Быстрый—море”

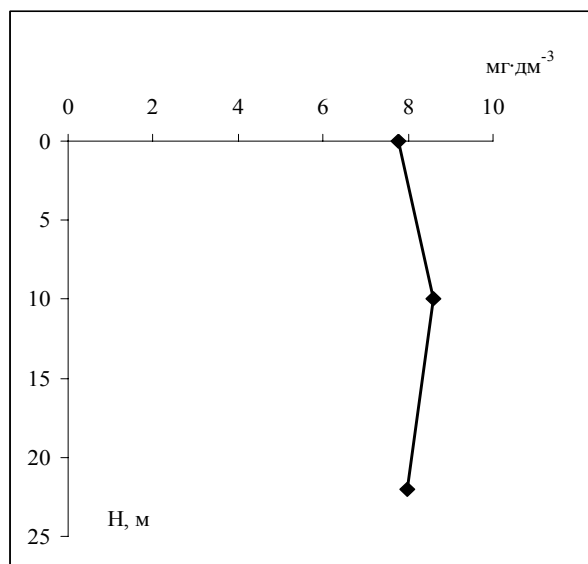


Рис. 6. Распределение взвешенного вещества (ВВ, мг·дм⁻³) по вертикали в районе дампинга грунта

Распределение кислорода, соединений азота, фосфора и кремния.

В связи с отмеченными выше характерными гидрометеорологическими условиями на морском крае и устьевом взморье, целесообразно рассматривать отдельно результаты гидрохимических исследований на устьевом баре ГСХ. Этот участок включает в себя район МПК и дамбы, где проводилось дноуглубление и строительство дамбы. Отдельно рассматривался район дампинга грунта.

Кислородный режим участка ГСХ сквозь устьевой бар был благоприятным. Здесь абсолютные значения растворенного в воде кислорода и процент его насыщения в поверхностном и придонном горизонте были близки: они составляли 13,41 и 13,35 мг-дм⁻³, т. е. 108,45 % и 107,88 % соответственно. На баре нами отмечались высокие значения величины pH — 7,45–7,82.

На устьевом взморье, восточнее 20-метровой изобаты, в очаге дампинга грунта, ветровое волнение силой до III баллов не привело к обогащению придонного горизонта воды кислородом. Здесь насыщение воды кислородом придонного горизонта было значительно ниже (62,9 %), чем поверхностного (105,7 %). Такое явление весьма характерно для стратифицированного по вертикали слоя воды на взморье Дуная.

Поступление дунайских вод на взморье обеспечило высокие концентрации минеральных соединений азота и фосфора, кремния на участке устьевого бара ГСХ, в зоне с соленостью воды < 1 ‰. Ветровое перемешивание способствовало почти однородному распределению этих соединений на участке взморья с малыми глубинами. В очаге дампинга грунтовой массы, во время её сброса на дно, распределение этих соединений было иным. Так, содержание нитритов, нитратов, фосфатов и кремния в придонном горизонте, сформированном водой морского генезиса с соленостью 16,7‰, было значительно ниже, чем в поверхностном горизонте, сформированном трансформированными дунайскими водами с соленостью ≤ 12,0‰ (рис. 7). Следует отметить, что концентрации этих ингредиентов в очаге дампинга были значительно ниже, чем на участке устьевого бара рукава Быстрый. Это значит, что увеличения концентраций минеральных соединений за счет сброса грунта отмечено не было по причине высокой динамической активности вод этого района.

В распределении растворенного органического вещества и органических соединений азота и фосфора как в районе МПК, так и в районе дампинга отмечали следующие тенденции. На устьевой бар растворенное органическое вещество (РОВ) и органический фосфор поступало со стоком Дуная и, по мере удаления от устья рукава Быстрый, в поверхностном горизонте содержание этих соединений снижалось. В придонном горизонте отмечали некоторое увеличение этих соединений за счет взмучивания и перемешивания во время шторма (рис. 8 а, в).

Для органических соединений азота, концентрации которых были очень низкими в поступающих дунайских водах, отмечено значительное увеличение в поверхностном и, особенно сильно, — в придонном горизонте (рис. 8б). Такое увеличение органического азота на участке приустьевого бара рукава Быстрый может быть связано как с его накоплением здесь

во время весны-осени предыдущего года, так и со взмучиванием донных отложений. Ведь в них концентрации органических соединений во много раз превышают концентрации в водной толще. В районе дампинга, в момент сброса грунта в придонном горизонте, по сравнению с поверхностным слоем, отмечали значительное увеличение растворенного органического азота — почти в 20 раз, растворенного органического вещества и органического фосфора — в 2 раза (рис. 9).

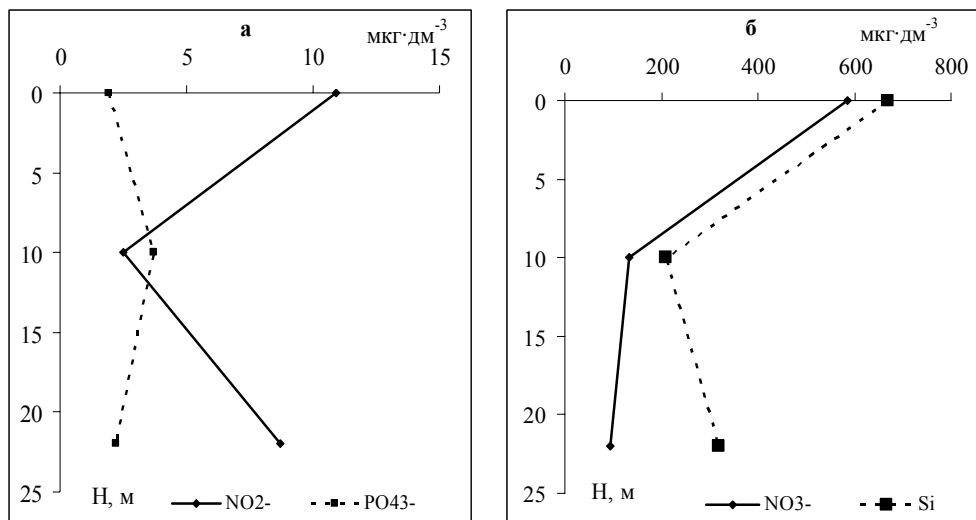


Рис. 7. Распределение нитритов и фосфатов (мкг·дм⁻³, а), нитратов и кремния (мкг·дм⁻³, б) в районе дампинга грунта

Содержание растворенного органического вещества и азота органического здесь было ниже, а азота органического выше, чем на баре рукава Быстрый. Если учесть, что увеличения содержания ВВ в придонном горизонте в районе дампинга не отмечалось (рис. 8), то рост органических соединений в придонном горизонте можно объяснить только выходом этих соединений из донных отложений. Именно они способны аккумулировать значительное количество отмершего органического вещества (фитопланктон) еще в теплый период 2008 года.

Гидрохимические исследования показали, что поступление дунайских вод на взморье и ветровое перемешивание на участке с малыми глубинами (район ГСХ) привели к формированию квазиоднородной водной массы со значениями солености < 1‰ от поверхности до дна на расстоянии до 3-х миль от устья рукава. В этих условиях оценить воздействие дноуглубительных работ на гидрохимический режим этого участка взморья не представляется возможным. В придонном горизонте района дампинга, во время сброса осадочного материала, в условиях стратификации толщи воды отмечали недосыщение воды кислородом, увеличение содержания растворенных органических соединений. В связи с тем, что увеличения взвеси

в придонном горизонте зафиксировано не было, и в этом случае высокие концентрации органических веществ могут быть связаны с их выходом из донных отложений взморья, которые накопили значительное количество отмершего органического вещества (фитопланктон) в теплый период 2008 г.

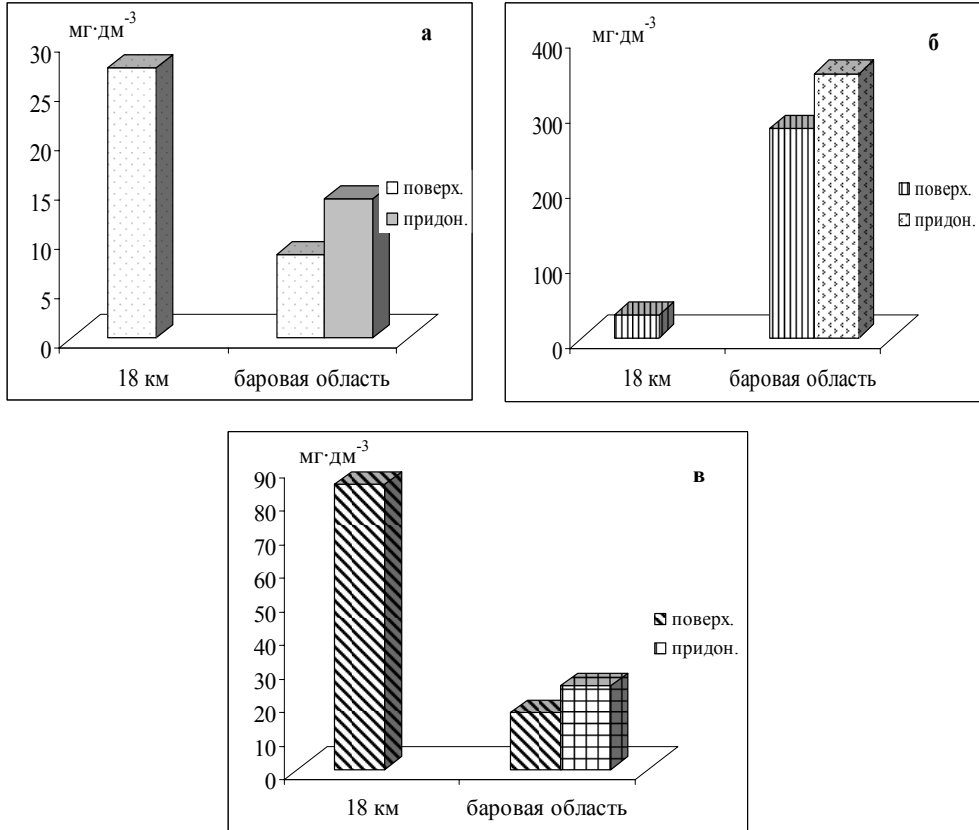


Рис. 8. Распределение органических соединений на разрезе от 18-го км Дуная до устьевого бара (МПК): а — РОВ (мг·дм⁻³), б — органический азот (мкг·дм⁻³) и в — органический фосфор (мкг·дм⁻³)

Загрязняющие вещества в дунайских водах. Результаты исследований загрязняющих веществ (ЗВ) в донных отложениях взморья Дуная показали, что концентрации всех исследуемых ингредиентов (табл. 1) соответствовали классам А-IV [5]. Интегральные показатели для исследуемого района взморья (за исключением ст. 5 — бровка МПК) соответствовали А-I классу — природно-чистые и условно чистые донные осадки. Складирование осадков такого класса в море разрешено законодательством Украины. Осадки станции 5 по интегральному показателю соответствовали II классу. Здесь были зафиксированы максимальные концентрации НУ (150 мг·кг⁻¹ сухого грунта), мышьяка (13,1 мг·кг⁻¹), свинца (23,3 мг·кг⁻¹) и

значительные концентрации фенолов ($1,71 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$). Относительно высокие показатели ЗВ в грунте на этой станции связаны с его гранулометрическим составом и близостью к устью рукава Быстрый. Алевритовый ил обладает большей, чем кварцевые пески района, адсорбционной способностью к поступающим с речным стоком загрязняющим веществам.

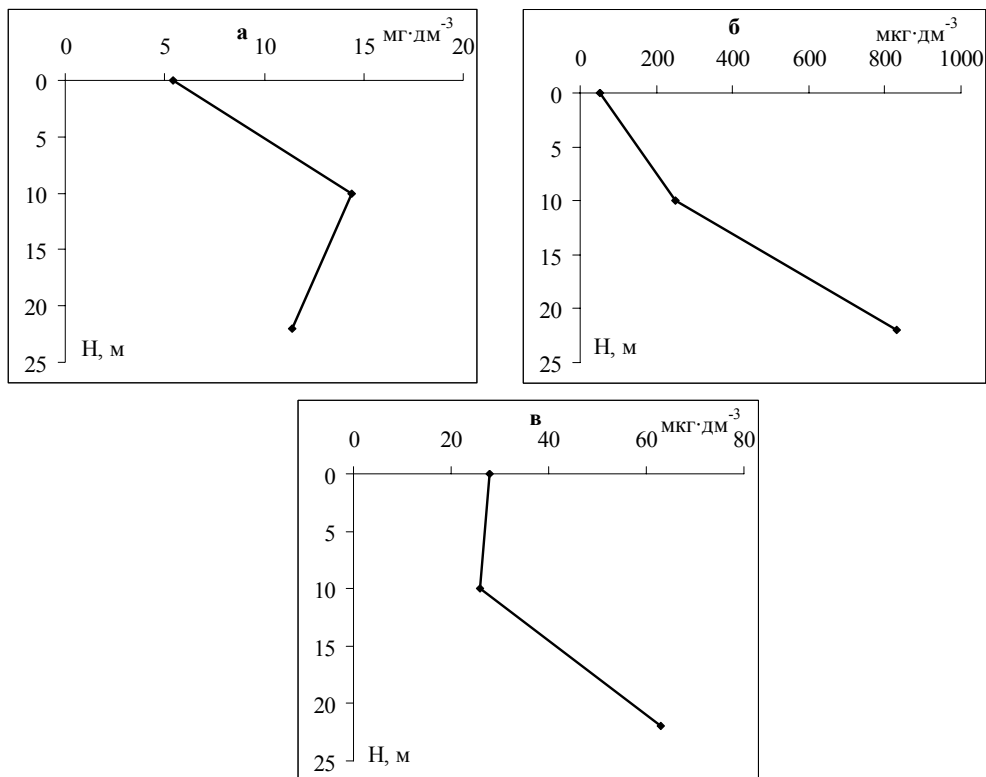


Рис. 9. Распределение органических соединений в районе дампинга грунта: а — РОВ ($\text{мг}\cdot\text{дм}^{-3}$), б — органический азот ($\text{мкг}\cdot\text{дм}^{-3}$) и в — органический фосфор ($\text{мкг}\cdot\text{дм}^{-3}$)

Для донных отложений взморья были характерны высокие концентрации фенолов $0,82\text{-}1,84 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ сухого грунта. В грунтах района дампинга нами отмечались максимальные для взморья концентрации фенолов — $1,84 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ сухого грунта, которые могут быть связаны с разложением отмершего органического вещества (моллюски, осевший планктон) во время летне-осенней гипоксии. Высокие концентрации фенолов в отложениях устьевого бара рукава Быстрый ($1,71\text{-}1,76 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ сухого осадка) можно объяснить выносом разложившегося органического вещества растительно-го происхождения из плавней дельты Дуная.

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ (мг·кг⁻¹ сухого грунта) в донных отложениях взморья Дуная в марте 2009 г.

Показатель	Станции						
	1	2	3	4	5	6	7
Нефтепродукты, мг·кг ⁻¹ сухого грунта (с/г)	120	40	60	60	150	80	60
класс*	I	A	A	A	I	A	A
Ртуть, мг·кг ⁻¹ с/г	0,073	0,022	0,029	0,125	0,088	0,035	0,023
класс*	A	A	A	I	A	A	A
Кадмий, мг·кг ⁻¹ с/г	0,229	0,112	0,157	0,199	0,377	0,157	0,122
класс*	A	A	A	A	A	A	A
Свинец, мг·кг ⁻¹ с/г	20,8	11,8	12,2	14,3	23,3	14,0	12,2
класс*	II	I	I	I	II	I	I
Медь, мг·кг ⁻¹ с/г	20,3	4,4	9,4	11,5	34,4	7,8	5,5
класс*	A	A	A	A	I	A	A
Цинк, мг·кг ⁻¹ с/г	93,1	36,8	44,9	59,2	112,0	54,3	40,1
класс*	II	A	A	A	II	A	A
Мышьяк, мг·кг ⁻¹ с/г	10,4	5,2	4,4	6,9	13,1	6,0	4,9
класс*	IV	I	A	II	IV	I	A
Фенолы, мг·кг ⁻¹ с/г	1,84	0,84	0,86	1,11	1,71	1,76	0,82
класс*	II	A	A	I	II	II	A
интегральный показатель, класс*	I	A	A	I	II	A	A

Примечание: классификация грунтов дноуглубления для условий Азово-Черноморского бассейна [5]

Выводы

1. Сток Дуная и гидрометеорологические (устойчивая, более 2-х суток ветровая деятельность западной составляющей) условия обеспечили значительное распространение на взморье пресных вод. Воды с соленостью < 1‰ и высокими концентрациями минеральных и органических соединений азота и фосфора, кремния занимали участок на удалении до 3-х миль в море от устья рукава Быстрый от поверхности до дна. Изъятие грунта в баровой области рукава из-за высокой динамической активности вод не отразилось на кислородном режиме и содержании основных биогенных веществ этого участка взморья.

2. В районе дампинга отмечали гомотермию и соленостную стратификацию водных масс: поверхностный слой формировали трансформированные дунайские воды, придонный — воды морского генезиса с соленостью около 17‰ и недонасыщением воды кислородом, что характерно для взморья Дуная в условиях стратификации водных масс. В момент сброса грунта не отмечено увеличения концентраций взвешенных веществ, минеральных соединений азота и фосфора, кремния. Значительное увеличение содержания органических соединений в придонном горизонте, возможно, связано с выходом этих соединений из донных отложений взморья, аккумуляровавших отмершее органическое вещество (фитопланктон) в теплый период 2008 года.

3. Геометрия незавершенного участка дамбы и ветровое перемешивание приводили к отклонению от оси основного течения поверхностной пресной воды, вызывая взмучивание донных отложений и размыв бровок канала. Завершение строительства стыковочной с берегом дамбы — необходимое условие для увеличения энергии потока речных вод в море, за счет исключения ее дисперсии.

4. Грунты морского и подходного канала и района дамбы, за исключением бровки канала, были представлены хорошо сортированными кварцевыми, среднезернистыми песками, которые по интегральному показателю содержания загрязняющих веществ относятся к природно-чистым и условно чистым осадкам. Их складирование на морском дне разрешено законодательством Украины.

Таким образом, следует считать, что по широкому спектру рассмотренных параметров, характеризующих условия устьевой экосистемы, уровень антропогенной нагрузки при строительстве дамбы и проведении дноуглубительных работ на взморье Дуная не превышает допустимых величин, принятых национальным законодательством.

Литература

1. Берлинский Н. А. Оценка вариантов расположения ГСХ в сопряжение “Черное море— р. Дунай” // Людина і довкілля. Збірник наукових праць Харківського нац. університету. — 2005. — Вип. 7. — С. 4–10.
2. *Международные океанологические таблицы.* — Вып. 1. — Москва: Гидрометеиздат, 1969. — 107 с.
3. *Методы гидрохимических исследований океана.* — Москва: Наука, 1978. — 261 с.
4. *Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях:* № 43. — Москва: Гидрометеиздат, 1979. — С. 40.
5. *Рекомендации по снижению влияния дноуглубительных работ и дампинга на качество водной среды.* — Мин. транспорта Украины, Государственный департамент морского и речного транспорта. — Одесса, 1996. — 43 с.
6. *Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. — 725 с.
7. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. — 532 с.
8. *Руководство по химическому анализу морских вод* РД 52. 10. 243-92. — Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. — 263 с.
9. *Таблицы растворимости кислорода в морской воде.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. — 195 с.
10. *Manual for geochemical analyses of marine sediments and suspended matter — Reference Methods for Marine Pollution Studies:* № 63. — IAEA: NEP/FAO/IOC, 1995. — P. 18 — 42.

**М. А. Берлінський¹, Ю. І. Богатова²,
В. І. Борулько¹, Ю. М. Деньга¹, Ю. І. Попов¹**

¹Український Науковий центр
екології моря Мінприроди України,
Французький бульвар, 89, Одеса-9,
65009, Україна

²ПП Дослідний центр “Ноосфера”,
вул. Приморська, 31/1, Одеса-26,
65026, Україна

МОНІТОРИНГ СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ УЗМОР'Я ДУНАЮ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГЛИБОКОВОДНОГО СУДНОВОГО ХОДУ “ДУНАЙ — ЧОРНЕ МОРЕ”

Резюме

Результати моніторингу стану води та донних відкладень узмор'я Дунаю показали, що вплив днопоглиблення і складування ґрунтів обмежений районом днопоглиблення і розмірами морського підводного відвала. Концентрації забруднюючих речовин у відкладах гирлового бару річища Бистре за інтегральним показником відповідають природно-чистим і умовно чистим відкладам, складування яких у морі дозволене законодавством України.

Ключові слова: Бистрий, дельта, узмор'я Дунаю, судновий хід, моніторинг, завись, судноплавство.

**N. Berlinsky¹, Yu. Bogatova², V. Borulko¹,
Yu. Denjga¹, Yu. Popov¹**

¹Ukrainian Scientific Center of Sea Ecology,
Environment Ministry of Ukraine,
89, Frantsuzsky bl.-vd., Odessa-9, 65009,
Ukraine

²Research Center “Noosphera”, Priv. Enterprise,
31/1 Primorskaya St., Odessa-26, 65026, Ukraine

MONITORING OF WATER AND BOTTOM SEDIMENTS WITHIN THE DANUBE MARINE MARGIN AREA DURING NAVIGATING WATER WAY “THE DANUBE — BLACK SEA” USING

Summary

The results of water and bottom sediments monitoring of the Danube coastal zone shown that dragging and dumping influence limited by sizes of dragging area and dumping area. Integral indicator of contamination concentrations in the bottom sediments in the Bystriy arm coastal zone correspond to naturally clean and tentative clean sediments. Dumping of this type of sediments is permitted according to Ukrainian laws.

Key words: Bystriy, delta, Marine margin, water-way, monitoring, suspension, navigation.