



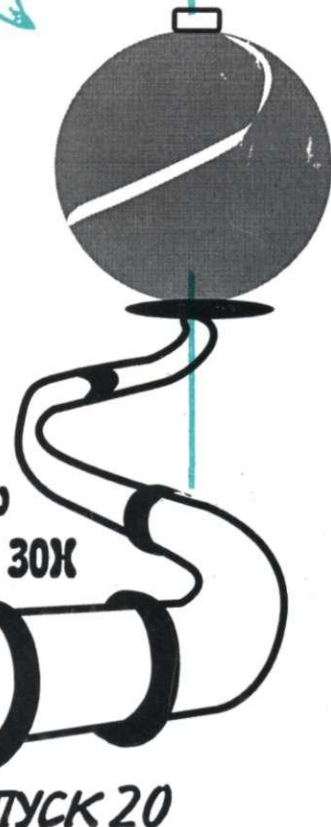
ISSN 1726-9903

Морської гідрофізичний інститут
Інститут геологічних наук
Одеський філіал Інституту біології південних морів
Національної академії наук України

Екологічна безпека прибережної
та шельфової зон та комплексне
використання ресурсів шельфу



Экологическая безопасность
прибрежной и шельфовой зон
и комплексное
использование
ресурсов шельфа



ВИПУСК 20

**Севастополь
2009**

МОРСЬКИЙ ГІДРОФІЗИЧНИЙ ІНСТИТУТ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ФІЛІАЛ ІНСТИТУТУ БІОЛОГІЇ ПІВДЕННИХ МОРІВ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИБЕРЕЖНОЇ ТА ШЕЛЬФОВОЇ ЗОН
ТА КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ ШЕЛЬФУ

Збірник наукових праць

выпуск 20

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

ОДЕССКИЙ ФИЛИАЛ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИБРЕЖНОЙ И ШЕЛЬФОВОЙ ЗОН
и КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ШЕЛЬФА

Сборник научных трудов

выпуск 20

Севастополь
2009

Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу: 36. наук, праць. Вип.20 / НАН України, МП, ІГН, ОФ ІнБПМ. Редкол.: Іванов В.О. (гол. ред.) та інші - Севастополь, 2009.- С. 352. Іл. 135. Табл. 66.

Збірник являє собою результати досліджень, що виконуються науковими організаціями Причорноморських держав, відмічена все зростаюча роль прибережної зони в соціально-економічному розвитку України, а також збільшення її значущості як невід'ємної частини зон промислової експлуатації, рекреації і природних ресурсів. Роботи виконувалися по напрямках: комплексні досліджень берегової зони, моніторинг прибережних зон моря, біотехнологія відтворення якості середовища і біоресурсів.

Призначений для широкого кола фахівців у галузі екології моря.

Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. Вип.20 / НАН Украины, МГИ, ИГН, ОФ ИнБЮМ. Редкол.: Иванов В.А. (гл. ред.) и др., - Севастополь, 2009.-С. 352. Ил. 135. Табл. 66.

Сборник представляет собой результаты исследований, выполняемых научными организациями Причерноморских государств, отмечена все возрастающая роль прибрежной зоны в социально-экономическом развитии Украины, а также увеличение ее значимости как неотъемлемой части зон промышленной эксплуатации, рекреации и природных ресурсов. Работы выполнялись по направлениям: комплексные исследования береговой зоны, мониторинг прибрежных зон морей, биотехнологии воспроизводства качества среды и биоресурсов.

Предназначен для широкого круга специалистов в области экологии моря.

Ecological safety of coastal and shelf zones and comprehensive use of shelf resources: Collected scientific papers. Iss.20 / N A S of Ukraine, MHI, IGS, OD IBSS. Eds by Ivanov V .A. , et al - Sevastopol, 2009.- P. 352. Figs 135. Tabs 66.

Issue presents results of the studies, executed by scientific organizations of Black Sea states, it is noted an increasing role of the coast zone in social-economic development of the Ukraine, as well as increase of its value as integral part of the industrial zone, recreation and natural resource. Studies were executed on directions: complex investigations of the coastal zone, monitoring of the sea areas, biotechnology of an environment quality and biological resources reproducing.

It is oriented on wide circle of specialists in marine ecology.

Затверджено до друку Вченою радою МП НАН України, Вченою радою ІГН НАН України і Вченою радою ОФ ІнБПМ НАН України

ISSN 1726-9903

*is**

Морський гідрофізичний інститут
НАН України,
Інститут геологічних наук НАН України,
Одеський філіал Інституту біології
південних морів НАН України, 2009

**ВЗВЕШЕННОЕ ВЕЩЕСТВО В КИЛИЙСКОЙ ДЕЛЬТЕ
И НА ВЗМОРЬЕ ДУНАЯ**

По данным наблюдений 1987 - 2008 гг. проведен анализ изменчивости содержания взвешенного вещества в Килийской дельте и на взморье Дуная. Показано, что тенденция к снижению уровня взвешенного вещества в рукавах дельты, намечившаяся в 60 - 70-е гг. прошлого столетия, сохраняется. Оценен современный твердый сток Килийского рукава Дуная и его трансформация на взморье. Показано, что дноуглубительные работы в баровой области рукава Быстрый и сброс изымаемого грунта за 20 м изобату, не оказывают существенного воздействия на сезонное распределение взвешенного вещества взморья Дуная, т.к. носят локальный и временный характер.

Природные воды принято рассматривать как полидисперсную систему, в которой растворенные, взвешенные и коллоидные вещества находятся в динамическом равновесии. Взвешенное вещество (ВВ) в природных водах - минеральные и органические соединения природного и антропогенного происхождения, с размерами большими, чем у коллоидных частиц, которые находятся во взвешенном состоянии и задерживаются фильтрами с диаметром пор 0,45 - 1,00 мкм [1]. Происхождение ВВ в водных экосистемах может быть различным - терригенное (продукты смыва почв, горных пород), биогенное (фрагменты тел и экскременты организмов), хемогенное (продукты химических реакций) и антропогенное (сточные воды).

В экологии дельты Дуная и прилегающего взморья ВВ играет ключевую роль. В речном стоке ВВ - одна из составляющих твердого стока, от содержания которого зависит прозрачность и цвет вод, оно служит исходным материалом при образовании донных отложений. На устьевом взморье, в зоне смешения речных и морских вод ВВ является источником формирования или пополнения твердым материалом вдольбереговых потоков наносов, формирует состав и распределение отложений на взморье, обогащая их минеральными и органическими соединениями. С одной стороны ВВ ограничивает развитие бактерио- и фитопланктона, а с другой - способствует сорбции до 80 - 90 % загрязняющих веществ (тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты, синтетические ПАВ).

Первые исследования содержания ВВ в водах нижнего Дуная были связаны с оценкой твердого стока и процесса образования дельты. Так, в 1862-1894 гг. при среднем стоке за этот период 201 км³год⁻¹ твердый сток Дуная (взвешенные и влекомые наносы) оценивали в 83 млн. тгод⁻¹. Твердый сток Килийского рукава, на долю которого в то время приходилось около 70 % от общего водного стока Дуная, составлял 58 млн. тгод⁻¹, Георгиевского рукава 19,2 млн. тгод⁻¹ (23 % от общего водного стока), Сулинского 5,8 млн. тгод⁻¹ (7 %) соответственно [2 - 5]. Твердый сток Дуная за 1895 - 1922 гг. не превышал 75,5 млн. тгод⁻¹, максимальное значение

178,7 млн. т год⁻¹ отмечали в 1912 г. Средняя величина мутности дунайской воды составляла 325 г м⁻³. В 1948 - 1958 гг. мутность дунайской воды [6] в Килийском рукаве у Вилково при высоких уровнях достигала 850 г м⁻³ (июнь 1949 г.), 880 г м⁻³ (март 1950 г.) и даже 1300 г м⁻³ (апрель 1958 г.). При падении уровней авторы отмечали уменьшение количества ВВ. Например, в ноябре 1948 г. и январе 1949 г. мутность воды в районе Вилково составляла всего 8 г м⁻³. В результате гидротехнического строительства в среднем течении Дуная в 1959 - 1979 гг. мутность воды в вершине дельты снизилась с 325 до 200 - 205 г м⁻³ [7], но оставалась все еще очень высокой. Среднегодовые характеристики мутности за этот период колебались в пределах 93 - 242 г м⁻³; среднемесячные - от 16,6 (ноябрь 1969 г.) до 801 г м⁻³ (октябрь 1972 г.), а среднесуточные колебания составляли от нескольких граммов до 3 кг м⁻³. Строительство гидроэнергетического комплекса Джердап-Н (Железные ворота) в 1984 г. в 950 км от устья и перераспределение водного стока в пользу Сулинского и Георгиевского рукавов после значительного гидротехнического строительства в румынской части дельты, также способствовало снижению уровня ВВ в дельте Дуная.

Изменчивость содержания ВВ на взморье Дуная рассматривалась в работах [8 - 10]. В настоящее время, в связи с дноуглубительными работами в баровой области рукава Быстрый при создании и эксплуатации украинского глубоководного судового хода «Дунай - Черное море», исследование пространственной и временной изменчивости ВВ на взморье имеет весьма актуальное значение.

Материал и методика. Для анализа многолетней изменчивости содержания ВВ в Килийской дельте и на взморье Дуная были использованы материалы исследований за 1987 - 2008 гг., полученные автором. Пробы воды для определений ВВ в Килийской дельте отбирали батометром Молчанова в поверхностном и придонном горизонтах в истоках и устьях крупных рукавов: в системе Очаковского рукава - Прорва и Потаповский, в системе Старостамбульского рукава - Быстрый и Восточный. На прилегающем взморье этих же рукавов, до изобаты 20 м, пробы отбирали батометром типа Нискин в поверхностном, 5, 10 м и придонном горизонтах. Содержание ВВ определяли методом ультрафильтрации на мембранных фильтрах с диаметром пор 0,45 мкм [11]. Всего в дельте Килийского рукава на содержание ВВ проанализировано 435 проб воды, на взморье - более 1000.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что тенденция к снижению количества ВВ в воде дельты, наметившаяся 60 - 70-е гг. прошлого столетия, сохраняется. Так, среднее содержание ВВ в дельте Килийского рукава за 1987 - 2008 гг. составляло 119 г м⁻³. Среднегодовые концентрации ВВ изменялись от 135 (1997 г.) до 425 г м⁻³ (1999 г.). Такая изменчивость была обусловлена колебаниями водного стока, который в этот период изменялся значительно - от 132,3 в 1990 г. до 269 км³ в 2005 г. Диапазон изменчивости содержания ВВ в воде Килийской дельты возростал в годы с максимальным водным стоком (табл. 1).

В отдельные годы в половодье концентрации ВВ были очень высокими. Например, в первую декаду мая 2000 г. при среднемесячном расходе воды 5780 м³ с⁻¹ (данные ГМО г.Измаил) концентрация ВВ у г. Вилково составляла

Таблица 1. Диапазон изменчивости содержания ВВ в годы с различной величиной водного стока в дельте Килийского рукава Дуная (1987 - 2008 гг.).

годы	ВВ, гм ⁻³
маловодные	13,6- -146,3
средние по водности	20,9- -527,0
многоводные	8,9- 743,2

деление стока взвешенных наносов приблизительно совпадает с годовым распределением стока воды.

Для рукавов Килийской дельты характерно увеличение в несколько раз содержания ВВ в придонном горизонте. Например, в период половодья в мае 2000 г. в поверхностном горизонте в истоке рукава Быстрый оно составляло 112,3 г/м³, в придонном 526,7 г/м³.

Из всех рукавов Килийской дельты Дуная рукав Быстрый характеризуется наиболее значительным колебанием концентрации ВВ и с 1991 по 2008 гг. в истоке рукава она изменялись от 20,1 до 526,7 гдм⁻³, в устье - от 20,2 до 743 гдм⁻³. Как правило, количество ВВ в истоке и устье рукава Быстрый, особенно в придонном горизонте, было больше, чем в районе выше по течению (18 км, г.Вилково). Такая изменчивость содержания ВВ в этом рукаве может быть связана с увеличением расходов воды с 645 м³/с в 1958 - 1960 гг. до 1200 м³/с в 2001 - 2003 гг., т.к. это развивающийся рукав в системе Старостамбульского рукава Килийской дельты Дуная [12].

На основании исследований изменчивости содержания ВВ в воде рукавах Килийской дельты на протяжении 20 лет рассчитан твердый сток. В условиях сокращения водного стока Килийского рукава в общем стоке Дуная до 52 % [12] (данные для 115 км) его твердый сток не превышает 15 млн. т год⁻¹. Это значение почти в 3 раза меньше, чем в период 1862 - 1894 гг. Для расчета влекомых наносов - одного из компонентов твердого стока реки, доля которых, по различным источникам, колеблется от 18 - 24 [12] до 3,5 % [13], была принята средняя величина 10 %.

В изменчивости содержания ВВ на взморье Дуная основные значения имеют пространственное распределение речных вод, прямо связанное с величиной водного стока, а также метеорологические и гидрологические условия района. Величина стока Дуная определяет положение границы зоны смешения пресных и морских вод; ветровые течения вносят существенные изменения в пространственное распределение речных вод на взморье.

528 гм⁻³, в августе 2005 г. в устье рукава Быстрый достигала 743 г-м⁻³.

Максимальные концентрации для этого периода отмечали весной в половодье: среднее значение 116 гм⁻³, минимальные - зимой и осенью, среднее значение 60 гм⁻³ (табл.2). Диапазон колебаний ВВ в течение одного сезона также был весьма значительным, и как указывают авторы [12], распределение

Таблица 2.Сезонная изменчивость содержания ВВ (гм⁻³, средние значения) в дельте Килийского рукава Дуная в годы с различной величиной водного стока (1987 - 2008 гг.).

сезон	годы		
	маловодные	средние по водности	многоводные
зима	-	65	71
весна	73	129	148
лето	32	141	78
осень	19	115	45

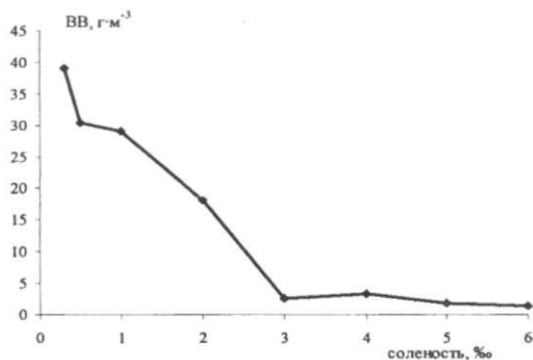


Рис. 1. Изменчивость концентраций ВВ на разрезе 18 км Килийского рукава – устье р.Прорва – взморье Дуная в августе 1998 г.

Трансформация речной воды начинается непосредственно в дельте при замедлении скорости течения в устьях рукавов. Здесь в результате процессов адсорбции происходит быстрое осаждение частиц взвеси крупнее 5-10 мкм по закону Стокса, которые формируют баровые участки на выходе рукавов в море, а также коагуляция мелких (2-5 мкм) глинистых частиц (рис.1).

На взморье, в зоне с соленостью 2 - 6 ‰, которую называют зоной лавинной седиментации или гео- и гидрохимической границей речных и морских водных масс, происходит дальнейшая седиментация взвеси, вызванная перезарядкой или нейтрализацией частиц в сильном электролите морской воде [14 - 17]. В этой зоне происходит основная разгрузка твердого стока Дуная. Как правило, соленость 2 — 6 ‰ в поверхностном горизонте взморья характерна до изобаты 5 м, а в период половодья - до Юм.

В зоне трансформированных речных вод с соленостью 6 - 17 ‰, для которых характерно наличие гидрофронтальной зоны или зоны с максимальными горизонтальными градиентами солености воды, происходит дальнейшее удаление из воды глинистых частиц ВВ - основного компонента твердого стока Дуная. Так как местоположение гидрофронта на взморье не постоянно и зависит от объема водного стока и интенсивности поверхностного течения [18], окончательная разгрузка твердого стока Дуная может происходить на значительном удалении от края дельты. Так, на гидрофронте, расположенном на удалении до 2 км от края дельты в июле 2001 г. при северном ветре в зоне речных вод с соленостью до 2 ‰ содержание ВВ составляло 65 г·м⁻³, а на морской границе с соленостью 8 ‰ 9 г·м⁻³.

Содержание взвеси на взморье обусловлено также и образованием живого ВВ за счет суммарной биомассы, прежде всего, бактерио- и фитопланктона [19]. Биомасса фитопланктона в зонах «цветения» воды, вызванного его массовым развитием (более 1 млн. кл.-дм⁻³), может достигать нескольких десятков граммов в 1 м³ воды [20, 21].

Многолетние исследования на взморье показали, что концентрация ВВ изменяется в пределах 3,0 - 450,0 г·м⁻³ на поверхности и 3,0 - 280,0 г·м⁻³ в придонном горизонте. Среднегодовое количество ВВ в поверхностном и придонном горизонтах составляет около 30 г·м⁻³. Для теплого периода года, когда вегетация фитопланктона максимальна, среднее количество ВВ для всего слоя взморья возрастает до 50 г·м⁻³ (рис.2).

Дноуглубление в баровой области рукава Быстрый при строительстве морского подходного канала глубоководного судового хода «Дунай - Черное море» и во время ремонтного дноуглубления для поддержания рабочих глубин отражается на содержании ВВ в баровой области рукава и в районе сброса изымаемого грунта (дампинг). Однако антропогенное воздействие

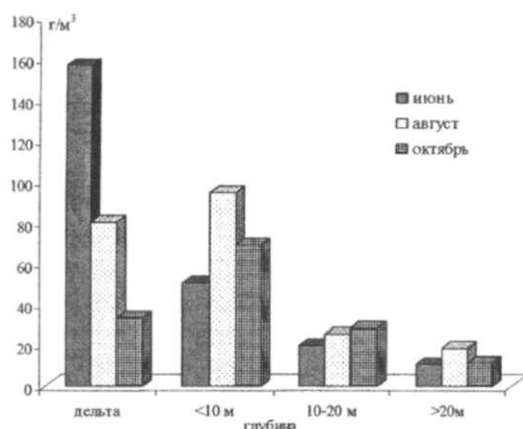


Рис. 2. Сезонное распределение ВВ ($\text{г}\cdot\text{м}^{-3}$) на взморье Дуная в 2008 г.

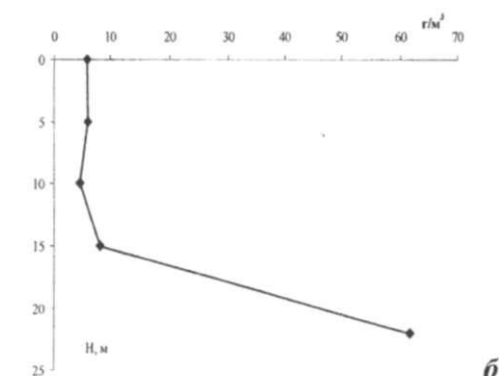
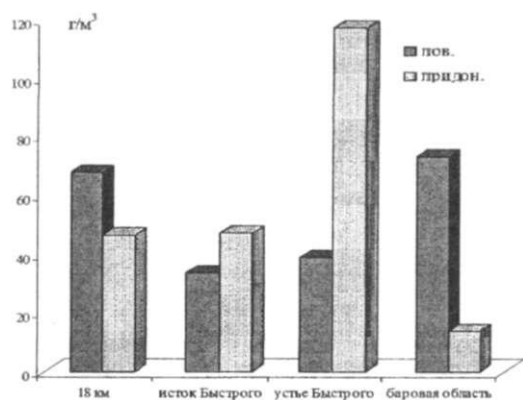


Рис. 3. Изменчивость содержания ВВ ($\text{г}\cdot\text{м}^{-3}$) в баровой области рукава Быстрый (а) и в районе дампинга грунта (б) в момент проведения дноуглубления и сброса грунта в мае 2004 г.

носит локальный и временный характер.

Например, в мае 2004 г. в районе работ в баровой области рукава Быстрый отмечали увеличение, по сравнению с устьем, содержания ВВ в поверхностном горизонте в 2 раза (рис.3, а), а в зоне дампинга, через 35 мин. после сброса грунта, десятикратное увеличение взвеси в придонном горизонте (рис.3, б).

Однако проведение дноуглубительных работ в баровой области и сброс грунта на расстоянии 8 км от края дельты не отразился на сезонном распределении ВВ на взморье, что объясняется постоянным воздействием твердого стока Дуная и высокой гидродинамической активностью вод района. Так, в период дноуглубления в баровой области район находился под воздействием мощного водного и твердого стока Дуная - величина солености во всей водной толще на расстоянии до 1,5 км от края дельты при ветре западного направления составляла 1,7 ‰, т.е. здесь располагалась зона лавинной седиментации. Взвесь, поступившая в воду в результате дноуглубления, быстро оседала по закону Стокса в придонный горизонт взморья, а твердый сток из рукава нивелировал антропогенное воздействие. Уже на расстоянии 1 км от места дноуглубления (2,5 км от устья рукава) на геохимической границе река-море с соленостью в поверхностном горизонте 5,8 ‰ концентрация ВВ снижалась

почти в 10 раз и соответствовала фоновым значениям для открытого взморья. В районе дампинга, который расположен в 8 км от края дельты, за 20-ти метровой изобатой, в условиях плотностной стратификации водных масс (термо-

и галоклин располагались на глубине 15 м), происходила быстрая седиментация взвеси, которая концентрировалась под термоклином, не создавая диффузного, рассеянного «облака мутности». На расстоянии 800 м к югу, на фоновой для района дампинга станции, концентрации ВВ снижались до значений $7,3 \text{ г м}^{-3}$ в поверхностном и $5,9 \text{ г м}^{-3}$ в придонном горизонте.

Таким образом, изменчивость содержания ВВ на взморье Дуная определяется в основном пространственным распределением речных вод, прямо связанным с величиной водного стока, а также метеорологическими и гидрологическими условиями района. Вклады дноуглубления в баровой области рукава Быстрый и сброс грунта на взморье в указанный процесс не столь существенны: твердый сток из рукавов дельты и гидродинамическая активность вод района со сложной термохалинной структурой вод нивелируют антропогенное воздействие на экосистему взморья.

Выводы. Результаты исследований в Килийской дельте и на взморье Дуная показали:

Тенденция снижения количества ВВ в рукавах дельты, наметившаяся 60 - 70-е гг. прошлого столетия, сохраняется. Значительная изменчивость среднегодовых значений концентраций ВВ в дельте обусловлена колебаниями водного стока Дуная, т.к. распределение стока взвешенных наносов совпадает с годовым распределением стока воды. Максимальные концентрации ВВ отмечали весной в половодье, минимальные - зимой и осенью. Диапазон изменчивости ВВ в интервале одного сезона был весьма значительным и увеличивался в годы с максимальным водным стоком. В Быстром - развивающийся рукав в системе Старостамбульского рукава, диапазон изменчивости сезонных и годовых значений ВВ был максимальным по сравнению с другими рукавами Килийской дельты. Твердый сток из рукавов Килийской дельты, рассчитанный по данным 1987 - 2008 гг. не превышает $15 \text{ млн. т год}^{-1}$.

В изменчивости содержания ВВ на взморье Дуная основное значение имеет пространственное распределение речных вод, связанное с величиной водного стока, метеорологическими и гидрологическими условиями района, а также образование живого ВВ - бактерио- и фитопланктон. Основная нагрузка твердого стока (крупные фракции 5 - 10 мкм) из рукавов дельты происходит в зоне лавинной седиментации (соленость 2 - 6 ‰), которая располагается до изобаты 10 м. Удаление мелких (2 - 5 мкм) глинистых частиц ВВ - основного компонента твердого стока Дуная, происходит в зоне трансформированных речных вод (соленость 6 - 17 ‰). Несмотря на то, что концентрация ВВ на взморье изменяется в большом диапазоне: $3,0 - 450,0 \text{ г м}^{-3}$ в поверхностном, $3,0 - 280,0 \text{ г м}^{-3}$ в придонном горизонтах, среднегодовая величина для поверхностного и придонного горизонта составляет около 30 г м^{-3} . В период максимальной вегетации фитопланктона среднее значение ВВ для взморья увеличивается до 50 г м^{-3} .

Твердый сток из рукавов дельты и гидродинамическая активность вод взморья - района со сложной термохалинной структурой вод, нивелируют антропогенное воздействие на экосистему. Дноуглубление в баровой области рукава Быстрый и сброс грунта на дампинге не оказывают существенного воздействия на сезонное распределение взвешенного вещества на взморье Дуная, т.к. приводят к локальному и временному увеличению ВВ в районе работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Strickland J.D.H., Parsons T.R.** A practical handbook of sea water analysis. // Fish res. Board of Canada. Ottawa, Bull.- 1968.-№ 177.-P.18-43.
2. **Самойлов ИВ.** Устья рек - М.: Географгиз, 1952 - С.329-347.
3. **Петреску ИТ.** Дельта Дуная. Происхождение и развитие - М.: Иностранная литература, 1963.-279 с.
4. **Гидрология** устьевой области Дуная / Под ред. Я.Д.Никифорова и К.Дьякону-М.: Гидрометиздат, 1963.-384 с.
5. **Михайлов В.Н., Вагин Н.Ф., Морозов В.Н.** Основные закономерности гидрологического режима дельты Дуная и его антропогенных изменений // Водные ресурсы.- 1981.- № 6.- С.22-44.
6. **Алмазов А.М., Майстренко ЮТ.** Гидрологическая и гидрохимическая характеристика советского участка Дуная // Дунай и Придунайские водоемы в пределах СССР - Киев: Изд-во АН УССР, 1961.- С. 13-36.
7. **Харченко Т.А., Ляшенко А.В., Баишмакова ИХ** Ретроспективный анализ качества воды низовьев Дуная // Гидробиологический журнал - 1999- т.35, № 6 - С.3-16.
8. **Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А.** Особенности формирования гидрохимических условий украинской части устьевой области Дуная // Экосистема взморья украинской дельты Дуная - Одесса: Астропринт, 1998 - С.21-62.
9. **Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И.** Источники эвтрофирования // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология - Киев: Наукова думка, 2006 - С.60-63.
10. **Berlinsky N., Bogatova Yu., Garkavaya G.** Estuary of the Danube // The handbook of environmental chemistry- v.5. Water pollution- part H. Estuaries- Germany: Springer, 2006.- P.233-264.
11. **Методы** гидрохимических исследований океана.- М.: Наука, 1978 - 261 с.
12. **Гидрология** дельты Дуная / Под ред. В.Н.Михайлова.- М.: ГЕОС, 2007.- С.221-267.
13. **Морозов В.Н., Ковалев В.А.** О величине стока влекомых наносов в устье Дуная // VI конференция «Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей».- М., 2004.- С. 558-559.
14. **Гордеев В.В.** Речной сток в океан и черты его геохимии - М.: Наука, 1983 - 159 с.
15. **Симонов А.И.** Гидрология и гидрохимия устьевого взморья в морях без приливов // Тр. ГОИНа.- 1969.- вып.92.- С.5-230.
16. **Хрусталева Ю.А.** Закономерности современного осадконакопления в Северном Каспии,- Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1978 - 208 с.
17. **Millero F.J.** Chemical speciation of ionic components in estuarine ecosystems // River inputs to ocean systems.- Switzerland: UNEP and UNESCO, 1981.- P. 116-131.
18. **Большаков В.С.** Трансформация речных вод в Черное море. - Киев: Наукова думка, 1970.-328 с.
19. **Теплинская Н.Г., Нестерова Д.А.** Взаимосвязь бактерио- и фитопланктона в придунайском районе северо-западной части Черного моря // Экосистема взморья украинской части дельты Дуная - Одесса: Астропринт, 1998.- С. 11-202.
20. **Нестерова Д.А.** Районирование северо-западной части Черного моря по составу фитопланктона // Экология моря - 2001- вып.55 - С.23-27.
21. **Нестерова Д.А., Теренко Л.М.** Видовое разнообразие фитопланктона в зоне прямого влияния вод Дуная // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа».-2007.-вып.15.-С.541-555.

Материал поступил в редакцию 5.1.2009 г.