

**УДК 504.4.054**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ РАЙОНА ДУНАЙСКОГО ВЗМОРЬЯ**

**Турега О.Н.**

*Керченский экономико-гуманитарный институт Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, г. Керчь, e-mail:ecolog-kegi@mail.ru*

Дунайское взморье – один из самых грязных районов акватории Черного моря. Со стоком Дуная привносится 83 млн. тонн взвеси, обогащенной вредными ингредиентами. В зоне геохимического барьера осаждаются тяжелые металлы, микроэлементы и поллютанты. Отмечается значительная щелочность вод Дуная, дефицит кислорода и образование зон гипоксии, значительное превышение содержания фосфатов, особенно в осадках на 2 порядка, нитратов до – 20 раз, нефтепродуктов в несколько раз (кроме зимнего периода), органо-минеральных и других загрязнений, что может привести к деградации экосистем.

**Ключевые слова:** Дунай, взморье, загрязнение, коагулянты, поллютанты, содержание

Рассматриваемый район находится в крайнем северо-западном секторе шельфа Украины.

Наработанные десятилетиями фактические материалы Причерноморской и Крымской геологических экспедиций, отделения морской геологии и осадочного образования НАН Украины Одесского Госуниверситета и других институций свидетельствуют об усугублении экологической ситуации, которая близка в настоящем к критической. Особенно загрязнен северо-западный шельф, близкий к устью Дуная. Сюда из сточной канавы Европы (так окрестили Дунай) попадает 83 млн. тонн твердого стока, из-за чего, несмотря на подъем уровня Мирового океана, дельта не только не уходит вглубь суши, а нарастает на шельф черного моря. С речным стоком в северо-западную часть Черного моря поступает 400 000 тонн нефтепродуктов, 20 000 тонн детергентов, 700 тонн летучих фенолов, 250 тонн свинца и 140 тонн кадмия [3]. Осаждаясь из морской воды эти вещества, накапливаются в донных отложениях, увеличивая резерв загрязнения. В целом донные отложения авандельты Дуная более чем в 2 раза превышают норму по Zn, Cd, S, Pb, Ni.

Единственное смягчающее звено – обширнейшие дунайские плавни, поросшие обильными зарослями тростника обыкновенного, способствующего самоочистке водного потока.

Из-за загрязнений прибрежно-морские экосистемы испытывают перегрузки, связанные с естественной спецификой прибрежных районов моря, где находятся, лито и геохимические барьеры между стоком вод, терригенным стоком и открытым морем. Изменчивость состава, концентраций и объемов нагрузок ведет к трансформации структуры и функционирования морских биоценозов, подавляет адаптивные свойства экосистем, что может привести к необратимости процессов и

деградации экосистем. В конечном итоге это скажется на возможностях хозяйственного использования акватории.

**Загрязнение водной массы:**

1. *Образование геохимического барьера* на стыке пресных речных и морских вод, *выпадения взвеси и поллютантов*. С поверхности более легкие пресные воды заходят вплоть до острова Змеиный. Дунайский грязно-зеленый поток прослеживается четкой границей голубоватых прозрачных вод невядалеке от острова. В придонном слое встреча речных вод с морскими происходит гораздо раньше при выходе потока с дельты на взморье. Отмечается своеобразный пиноклин холодных прозрачных соленых вод, отделяющих от дна более теплые грязные опресненные воды реки. Большая часть взвесей, особенно крупных переоткладывается вблизи берега с потерей скорости движения потока. Вещества, транспортировавшиеся в растворенном виде осаждаются на рубеже соприкосновения речного потока с морской водой, то есть на всем протяжении от устья к острову Змеиный. Соли и коагулянты, выпадающие в осадок, тем не менее, не накапливаются только в зоне геохимического барьера, а переносятся вдольбереговыми течениями и переоткладываются в понижениях подводного рельефа [2].

2. *Увеличение массы фитопланктона* на взморье, *дефицит кислорода* и *образование зон гипоксии*. В целом гипоксия возникает при большой разнице вертикальных температур воды или хорошо выраженной вертикальной, особенно обратной, стратификации. В дельте Дуная и при выходе пресного потока, обогащенного нитратами отмечается всплеск развития фитопланктона. После цветения последнего он оседает на дно, где происходит разложение, на которое затрачивается громадное количество кислорода. Как результат таких событий – дефицит кислорода в придонных слоях, образование заморных явлений. Неблагоприятный кислородный режим образуется в летне-осенний период на глубинах 12-30 м. Концентрация кислорода в придонном слое по осенним замерам (Степаняк Ю.Д. и др., 1997 г.) составляла 30% насыщения на площади 1200 км<sup>2</sup>. Чрезвычайное развитие фитопланктона сопровождается ростом биомассы за последние 30 лет более чем в 26 раз. В зимний период содержания насыщения кислородом достигает 89%, что в общем является положительным моментом.

3. Особенность *распределения рН*. Характерной особенностью района – своеобразная концентрация рН. На поверхности эти значения достигают 8,44-8,55, в то время как придонные слои наоборот более нейтральные – 7,8-8,3 [3]. Таким образом, отмечается значительная *щелочность* вод, которая хорошо коррелируется с кислородом.

4. *Содержание кремнекислоты* в районе исследований распределяются в зависимости от речного стока. В поверхностных слоях концентрации понижаются по мере удаления от дельты (осенью с 4 мкм/дм<sup>3</sup> до 14 мкм/дм<sup>3</sup>, зимой с 90 мкм/дм<sup>3</sup> до 10 мкм/дм<sup>3</sup>). В придонных водах, где *высокое содержание кремнекислоты* обусловлено разложением взвеси отмерших диатомовых водорослей с удалением от устья Дуная концентрации понижаются от 25 до 15 мкм/дм<sup>3</sup> – осенью и с 35 мкм/дм<sup>3</sup>

до 10 мкм/дм<sup>3</sup> – зимой [1]. То есть повышение содержания SiO<sub>2</sub> привязаны к речным водам и акватории охватываемой ими.

5. *Содержание фосфатов.* В осенне-летний период концентрация фосфатов в поверхностном слое вод колеблется от 0 до 0,85 мкм/дм<sup>3</sup> в придонных слоях от 0 мкм/дм<sup>3</sup> до 0,97 мкм/дм<sup>3</sup>. максимум PO<sub>4</sub> наблюдается в устье Дуная. При этом влияние дунайских вод просматривается до меридиана 30° с.д. Далее наблюдается однородное поле с содержанием 0,2-0,3 мкм/дм<sup>3</sup> по всей толще воды. Зимой распределение фосфатов четко указывает, что в период зимнего накопления биогенных элементов основным их источником для западного сектора северо-западного шельфа является сток Дуная. Содержание PO<sub>4</sub> на поверхности моря в пресных приустьевых зонах достигает 3,0-3,6 мкм/дм<sup>3</sup>, превышая на порядок в соленых черноморских (0,4 мкм/дм<sup>3</sup> - 0,6 мкм/дм<sup>3</sup>) [2,3]. Аналогичная ситуация и в придонных слоях: для района авандельты характерны типовые значения – 0,9 мкм/дм<sup>3</sup>– 1,1 мкм/дм<sup>3</sup>, а для вод открытого моря – 0,2 мкм/дм<sup>3</sup> – 0,3 мкм/дм<sup>3</sup>. Фосфаты активно аккумулируются донными осадками. Так содержание их в *поровых водах* примерно на 2 порядка выше, чем в водах моря/, то есть в осадках накапливается резерв биогенных фосфатов.

6. Катастрофические *превышения содержания нитратов* в зимний период, образование зон гипоксии в летний период – явление обыденное. В осенний период зафиксирована уникальная ситуация, когда воды Дуная практически свободны от нитратов. В это время концентрация NO<sub>3</sub> в устьевой зоне находится в пределах 0,1-0,4 мкм/дм<sup>3</sup> [2,3]. При распространении Дунайских вод на восток, образуется безнитратный рукав длиной до 30 миль (примерно до 30°25' с.д.). Низкие концентрации нитратов объясняются активной жизнедеятельностью фитопланктона. В зимний период концентрации нитратов в поверхностных водах приустьевых зон составляет 80-100 мкм/дм<sup>3</sup>, что в 20-30 раз выше, чем в Черноморских водах. Примерная тенденция сохраняется и в придонных слоях: в приустьевых зонах – 5-6 мкм/дм<sup>3</sup> что в 2-3 раза выше, чем в водах открытого моря (1,5-2 мкм/дм<sup>3</sup>).

7. *Превышение норм загрязнений токсикантами органического и органоминерального происхождения.* Наличие хлорорганических соединений (ХОС) в виде ДТ, ДДД и ПХБ выявляются в 100% проб отобранных в осенний сезон, значительно меньше проб от 17 до 92% обнаруживают содержание ХОС в зимний период. По абсолютным концентрациям доминируют полихлорбифенилы и группа ДДТ, их удельный вес в ХОС возрос до 60%. Типичным для большинства ХОС в зимний период – превышение их концентраций в придонном слое, где менее ярко выражены процессы фотохимического, микробиологического разложения и минерализации. Суммарное содержание ХОС в водах придунайского шельфа составляет 10,4-10,6 мг/дм<sup>3</sup> при требовании ПДК в недопустимости их присутствия [3].

8. *Нефтеуглеводороды (СНУ)*, которых в соответствии ПДК в воде не должно быть совсем содержатся в исследуемом районе довольно *значительных концентраций*. При этом летом и осенью в поверхностных водах они составляют минимум – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> или 4 ПДК, максимально – 3,2 мг/дм<sup>3</sup> или 64 ПДК.

Соответственно в придонных водах 0,3 (6 ПДК) – 4 (80 ПДК). Еще более высокие содержания отмечаются на выходе с устья и вблизи острова Змеиный (0 до 2 мкм/дм<sup>3</sup>). В придонных слоях при относительно слабых фоновых концентрациях 0,3-0,7 мг/дм<sup>3</sup> они распространяются на 40% площади. В районе острова Змеиный из-за апвеллингов распределение концентраций в поверхностных водах увеличивается до 1,2 мкм/дм<sup>3</sup> в придонных слоях до 2,0 мг/дм<sup>3</sup>. Значительно ниже концентрации углеводородов зафиксированы в зимний период. Несмотря на способность моря аккумулировать нефтепродукты в зимний период их содержание отмечается на уровне ПДК (Миронов О.Т., 1973).

Соответственно циркуляции загрязнения прослеживаются узкой полосой параллельно устью и клиновидно с севера до острова Змеиный. При этом центральная часть обычно свободна от нефтепродуктов. В целом авандельта загрязнена больше чем открытая часть моря.

9. *Содержание СПАВ* в целом, не превышает ПДК. Детергенты не относят к числу токсических веществ, они быстро разлагаются, однако некоторые очаги в речных водах также присутствуют особо вблизи поселков.

10. *Содержание фенолов* достигает значительных концентраций их происхождение связано с деструкцией продуктов жизнедеятельности планктона. Во время цветения диатомовых водорослей их концентрация превышает ПДК в 100 раз.

Следует отметить, что в настоящей работе охарактеризованы только рутинные концентрации поллютантов. Дунай известен еще и крупными залповыми выбросами от аварий на предприятиях его бассейна. При этом содержания загрязнений растут на взморье в геометрической прогрессии. Такие выбросы необходимо вовремя обнаруживать и применять эффективные меры по устранению последствий.

#### **Загрязнение донных осадков:**

11. *Геохимические особенности элементного состава донных осадков* определяются геохимическим барьером на границе река-море. Эта граница пространственно привязана к авандельте Дуная. Концентрация большинства элементов в илах превышает их содержание в 1,6-9,0 раз, As и Be в 20 раз N в 40 раз Co, Bi в 167 раз, а Ca и Na всего в 5 раз. Остальные элементы в кларковых и ниже кларковых концентраций. Удельный вес элементов в формировании геохимических аномалий определена показателем зональности. Мажоритарные ряды указывают на увеличение удельного веса элементов алюмосиликатной группы в геохимическом поле авандельты. При одновременном уменьшении Ca, Na, Cd.

12. *Локализация токсических тяжелых металлов* в зимний период значительно превышает допустимые нормы в авандельте. В мористой части Hg в 8-47 раз, Ni и As в 1,3-1,6 раз, Си в 1,5 раза [2].

13. *Радиоактивная зараженность осадков* отмечается повышенным содержанием Cs-137 и Sr-90. Диапазон концентраций Cs-137 в осадках придунайского шельфа составляет 0,5-190 Бк/кг сухой массы осадка. Участки максимального загрязнения радиоцезием (80-190 Бк/кг) отмечаются в авандельте Дуная до изобаты 20 метров, с удалением от дельты содержания падают в 10 раз и

на изобате 25 метров составляют 15-20 Бк/кг. На север от острова Змеиный отмечается отдаленное пятно в 60-77 Бк/кг, связанное с переносом и переотложением осадков течениями. Остров расположен в пределах концентраций Cs-137 от 10 до 17 Бк/кг. Концентрации Sr-90 в осадках придунайского шельфа содержатся в пределах нормы 0,2- 3,92 Бк/кг сухой массы. Площадное распространение радиоактивного стронция в противовес радиоцезию растет с удаленностью от авандельты. Будучи физико-химическим аналогом Са, стронций не осаждается в пределах геохимического барьера река-море, а принимает участие в процессах осадочного карбонатакопления. Поэтому его содержание в ракушечно-детритовом материале на порядок выше, чем в илах. По глубине осадков концентрации радионуклеидов (Cs-137) не приурочены к определенному горизонту, а выделяется несколько локализаций в интервале 0-30 см., что отвечает периодам наибольшего поступления радионуклеидов.

14. *Хлорорганические соединения* в осадках также *превышают* допустимые нормы. В донных осадках осеннего периода характерна 100% встречаемость ДДТ, ДДЕ, ДДД. В зимний сезон на взморье уменьшается встречаемость ДДД, ДДТ. Наиболее высокие концентрации группы ДДТ. Характерно увеличение концентраций ХОС в осадках зимнего периода (в авандельте – 3-4 раза), что связано с замедлением процессов деструкции. Загрязнение ХОС коррелируется органикой и глинистой фракцией. Наиболее высокие концентрации ХОС в илах авандельты Дуная (ДДт – 23 мкг/кг осенью и 119 мкг/кг зимой; ДДД соответственно 31 и 69 мкг/кг; ДДЕ – 8 и 22 мкг/кг). На восток от дельты концентрации ХОС уменьшаются к минимальным на долготе острова Змеиный.

15. *Содержание суммарных нефтеуглеродов в донных осадках* осеннего периода *не превышает* 0,2-2,5 мкг/кг, что укладывается в допустимые нормы. Максимальные концентрации 2,5 и > мкг/кг обнаружены непосредственно у острова Змеиный, что связано с техногенной деятельностью [3]. В зимний период концентрации суммарных нефтеуглеродов превышают осенние в 30-80 раз, причем наибольшее загрязнение по периметру площади исследования, т.е. у острова и вдоль устья, что связано с динамикой вод. Ароматические углеводороды максимально сосредоточены в илах авандельты.

Анализ химической обстановки исследуемого района указывает на крайне неблагоприятную ситуацию, что сложилась в придунайском шельфе. Ассимилируя значительные объемы загрязняющих веществ, приносимых водами Дуная компоненты бассейна осадконакопления (вода, осадки) подвержены значительным загрязнениям соединениями техногенного происхождения. При этом природные условия способствуют созданию экологической напряженности.

#### Список литературы

1. Горбатюк В.М. и др. Анализ особенностей техногенного загрязнения северо-западного шельфа Черного моря / В.М. Горбатюк. – Симферополь: Ученые записки, 1998. – С. 36-37.
2. Пасынков А.А. и др. Техногенные влияния на экологию придунайского шельфа Черного моря. – К.: Вестник Украины №2, 1998. – С.11-12.

3. Степаняк Ю.Д. Некоторые особенности дифференциации хлорорганических соединений в экосистеме северо-западного шельфа / Ю.Д. Степаняк.– Севастополь: Экокси-Гидрофизика, 1999. – С. 260-268.

**Турега О.М. Екологічні обставини району дунайського узмор'я / О.М. Турега // Учені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2009. – Т.22 (61). – № 2. – С.154-159.**

Дунайське узмор'є – один з найбрудніших районів акваторії Чорного моря. Зі стоком Дунаю привноситься 83 млн. тонн звісі, збагаченої шкідливими інгредієнтами. У зоні геохімічного бар'єру осідають важкі метали, мікроелементи і поллютанти. Відмічаються значна лужність вод Дунаю, дефіцит кисню і утворення зон гіпоксії, значне перевищення вмісту фосфатів, особливо в осадах на 2 порядки, нітратів – до 20 раз, нафтопродуктів у декілька разів (окрім зимового періоду), органіко-мінеральних і інших забруднень, що може привести до деградації екосистем.

**Ключові слова:** Дунай, узмор'є, забруднення, коагуляції, поллютанти, вміст

**Turega O.N. The ecological state of the Danube's coastal territories / O.N. Turega // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Geography. – 2009. – Vol. 22 (61). – № 2. – P.154-159.**

Danube coastal territory is one of the most polluted parts of water area of the Black sea. Danube introduces about 83 million tons of the weighed substances that are saturated with harmful ingredients. heavy metals, microelements and pollutants are besieged in the zone of geochemical barrier. Danube's waters are alkaline, there are deficit of oxygen, there are some zones of hypooxia, high concentration of phosphates, especially in the weighed substances (the concentration is two times higher), high concentration of nitrates (the concentration is twenty times higher), concentration of petroleum is also higher as usual (except of winter period), high level of organic and mineral pollution; this could cause degradation of ecosystems.

**Keywords:** Danube, coastal territories, pollution, coagulants, substance

*Поступила в редакцію 28.04.2009 г.*