

УДК 551.465

**В.И. Михайлов, д.г.н. В.Ф. Пятакова, асп. М.М. Монюшко, асп.**

*Одесский государственный экологический университет*

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ СО СТОКОМ ДУНАЯ В ЭКОСИСТЕМУ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

*Анализируется современное состояние Дунайского региона, его влияние на экосистему северо-западной части Черного моря (СЗЧМ). Выделяются наиболее существенные виды загрязнений. Проводится ранжирование источников загрязнения реки Дунай, а затем Черного моря.*

**Ключевые слова:** биогенные вещества, взвешенные частицы, загрязняющие вещества, эвтрофикация

### **Введение**

Рациональное использование вод – одна из наиболее важных современных проблем экологии. Общемировое водопотребление составляет примерно 9% суммарного стока рек. Однако не оно вызывает в большинстве случаев нехватку пресных вод в тех или иных районах земного шара, а их загрязнение – «качественное истощение».

Большую часть круговорота пресных вод стали составлять стоки, загрязненные в процессе промышленной, сельскохозяйственной и бытовой деятельности людей.

Опасным источником загрязнения являются нефтепродукты – основной загрязнитель вод Мирового океана. Рост во всех странах количества автомобилей, водно-моторного транспорта остро ставит проблемы защиты и внутренних водоемов от нефтепродуктов.

Угрозу для водоемов представляют минеральные удобрения и ядохимикаты, которые попадают с полей вместе с талой и дождевой водой. Насыщение водоемов рядом минеральных веществ (азотом, фосфором и др.) сопровождается интенсивным развитием сине-зеленых водорослей – потребителей кислорода, который идет на дыхание растений и разложение их отмерших остатков. В результате происходит массовая гибель рыбы, снижается способность водоемов к самоочищению, что подтверждается постоянными заморными явлениями в северо-западной части Черного моря.

Все шире распространяется тепловое загрязнение рек. Теплые, отработанные воды, которые используются для охлаждения агрегатов и реакторов атомных станций, в значительных количествах накапливаются в водохранилищах, озерах и реках. Кроме загрязнения, происходит уменьшение содержания кислорода в воде, ухудшаются условия жизни многих водных организмов, становятся невозможными употребление рыбы в пищу.

### **Материалы и методы исследования.**

Украина – вторая по площади страна Европы богатая на реки, озера и лиманы. Конечно, их распределение по территории является неравномерным. Хорошо известно, что речной сток, прежде всего, формируется в западных и северо-западных районах. Одновременно на территорию Украины «приходят» реки, которые сформировались в соседних странах. Дунай – наибольшая из них. Площадь водосбора реки – (817 тыс. км<sup>2</sup>) превышает площади водосборов Рейна, Эльбы, Одера и Вислы вместе взятых [2]. Река берет начало в горах Германии. Ниже по течению Дунай пересекает

следующие страны: Австрия, Словакия, Венгрия, Хорватия, Югославия, Румыния, Болгария, Молдова и Украина.

Длина реки в пределах отдельных стран значительно отличается. Наибольший участок в Румынии (1075 км). Наименьший участок выхода к реке - у Молдовы (около 1км).

Согласно новым оценкам, площадь современной дельты Дуная составляет 4200 км<sup>2</sup> (без учета придельтовых озер – лиманов и озер - лагун). На долю Украины приходится 830 км<sup>2</sup> (20% площади всей дельты), Румынии -3370 км<sup>2</sup> (80%).

Одновременно бассейн Дуная охватывает территорию еще нескольких стран: Швейцарии, Чехии, Италии, Словении, Боснии и Герцеговины, Албании, Македонии, Польши. Сток реки (а значит и качество) формируется на территории 18 европейских государств [2]. Дунай на своем протяжении от гор Шварцвальда до впадения в Черное море (2860 км) за счет развитой индустрии, сельского хозяйства, коммунальных инфраструктур, береговых промышленных объектов значительно загрязняется.

Не стоит забывать, что крупнейшая река Европы является одновременно источником серьезной экологической опасности. Промышленные объекты, предприятия, терминалы, склады, хранилища опасных веществ, морские и речные суда, атомные и тепловые станции, расположенные у побережья Дуная являются потенциально опасными источниками чрезвычайных ситуаций, аварий и катастроф.

События в Югославии нанесли удар и так «побитой» экосистеме Дуная. Неконтролируемые выбросы загрязняющих веществ, попавшие в реку в тот не спокойный период, до сих пор дают о себе знать. Так, только при бомбардировках нефтехимического комплекса в Панчево (Югославия), а таких предприятий находящихся на Дунае (20 км выше по течению от г. Белграда), было разрушено более 100 (без учета судов), в элементы биосферы и гидросферы было выброшено 2100 т 1,2-дихлорэтана, высокотоксичного продукта, используемого при производстве поливинилхлорида, 8т металлической ртути, 460т мономера винилхлорида - высокотоксичного когемера диоксина, 80000 т нефти и нефтепродуктов, 250 т жидкого аммиака и др. [5]

#### **Результаты исследования и их анализ.**

Выделим несколько наиболее существенных видов загрязнений:

- 1) биогенные вещества – соединения азота, фосфора и кремния, легкоусваиваемая органика;
- 2) взвешенные частицы;
- 3) высокотоксичные вещества – тяжелые металлы, радионуклиды, хлорорганические соединения, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, красители [6].

Основными источниками поступления биогенных веществ в СЗЧМ служат - речной сток, атмосферные осадки, береговые источники (точечные, диффузионные) и донные отложения (табл. 1) [1].

В табл. 1 представлены поступления биогенных веществ в СЗЧМ из различных источников. Из табл. 1 видно, что больше всего приносят реки азота органического (до 98 %).

Суммарный годовой сток главных рек (Дунай, Днестр, Днепр и Южный Буг) в СЗЧМ - 260 км<sup>3</sup>/год, из которого 204 км<sup>3</sup>/год – сток Дуная, что обеспечивает до 60% притока пресных вод в Черное море.

Дунай, как наибольшая река бассейна Черного моря, оказывает самое значительное влияние на экосистему СЗЧМ (рис.1 (а, б)). Вклад Дуная в сток биогенных веществ рек СЗЧМ в 1990-2000гг. составлял 90%. [1]

Таблица 1 – Поступление биогенных веществ (тыс.т·год<sup>-1</sup>) в СЗЧМ (1990 – 2000 гг.)

Источник	Фосфор общ.	Азот мин.	Азот орг.
Дунай	12,0	187,6	1054
Днепр и Днестр	7,0	49,0	94,0
Дунай, Днепр, Днестр	19,0	236,6	1148
Атмосферные осадки	≈ 11,0	6	23
Коммунальные стоки городов	≈ 5,0	?	?
Дренажные стоки г.Одессы	-	0,3	0,6
Донные отложения СЗЧМ	≈ 20,0	490,0	-
Всего	≈ 55,0	732,9	1171,6
Вклад рек, %	35	32	98
Вклад донных отложений, %	36	67	-
Вклад атмосферных осадков, %	≈ 20	1	≈ 2
Вклад коммунальных стоков, %	≈ 9	-	-
Вклад Дуная, %	22	26	90

Отдельно необходимо остановиться на акватории, называемой «поле Зернова», куда, в итоге, поступает большая часть биогенов и органики из рек и задерживается в халистатической области филофорной водоросли. Это принесло непоправимый ущерб водоросли, так как этот район характерен наиболее плотным содержанием мальков всех видов рыб.

Кроме органики все реки северо-западной части несут в Черное море огромное количество *взвешенных частиц* (ВЧ), ухудшающих прозрачность, а затем и фотосинтез, что приводит к катастрофическому уменьшению кислорода и всего живого. За последние 100 лет прозрачность воды Черного моря уменьшилась в 5 раз.

Наличие огромного количества свалок увеличило отложение ила на дне СЗЧМ, что привело к гибели растений и гидробионтов.

Реки, впадающие в Черное море, несут огромное количество ВЧ, живых и мертвых, которые, откладываясь на дне в виде ила, уничтожают все живое.

Дунайская вода отличается большим содержанием ВЧ, которые оказывают сложное, иногда неоднозначное влияние на экологические процессы.

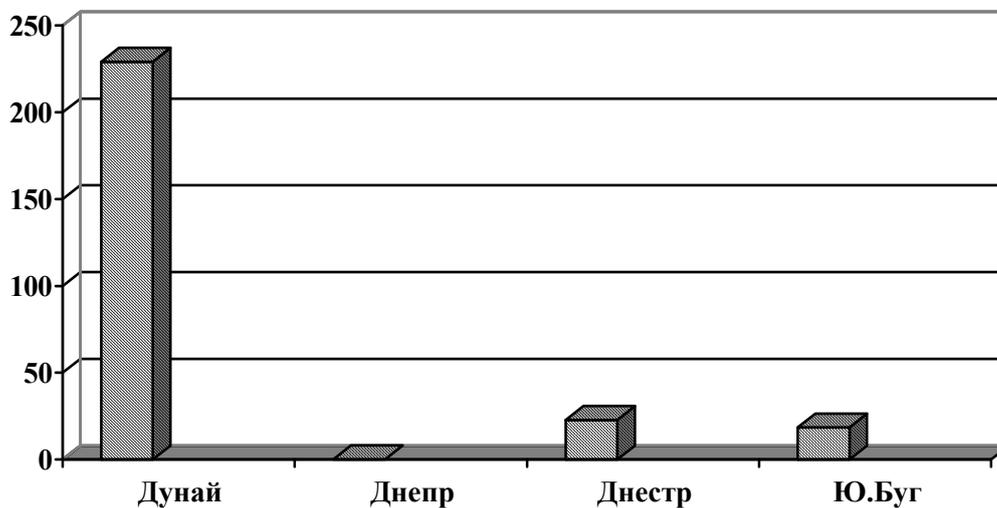
Основные источники загрязнения: смыв с почвы (поверхностный и речной сток); сброс недоочищенных сточных вод; отмирающие водные микроорганизмы; образование карбоната кальция.

ВЧ поступают в морскую среду в основном из неконтролируемых источников с речным стоком. Именно ВЧ являются важнейшим дельтаобразующим фактором, участвуя в образовании донных отложений в руслах и баровых зонах рукавов. ВЧ активно адсорбируют многие примеси (в том числе нефтепродукты, пестициды, синтетические ПАВ, тяжелые металлы и т.п.). Поэтому ВЧ могут являться фактором очищения вод, являясь одновременно причиной их вторичного загрязнения (например, в результате дноуглубительных работ).

В табл. 2 приведены важнейшие физико-химические свойства и концентрации некоторых примесей, характерных для соответствующего района акватории и определяющихся местными условиями, в прибрежных поверхностных водах Черного моря, а также водах дельты Дуная [8].

Реки	т/г
Дунай (Румыния + Украина)	229,181
Днепр (Украина + Россия)	0,03
Днестр (Украина + Молдавия)	22,750
Ю.Буг (Украина)	18,44

а) общий азот



Реки	т/г
Дунай (Румыния + Украина)	34938
Днепр (Украина + Россия)	3970
Днестр (Украина + Молдавия)	980
Ю.Буг (Украина)	1434

б) общий фосфор

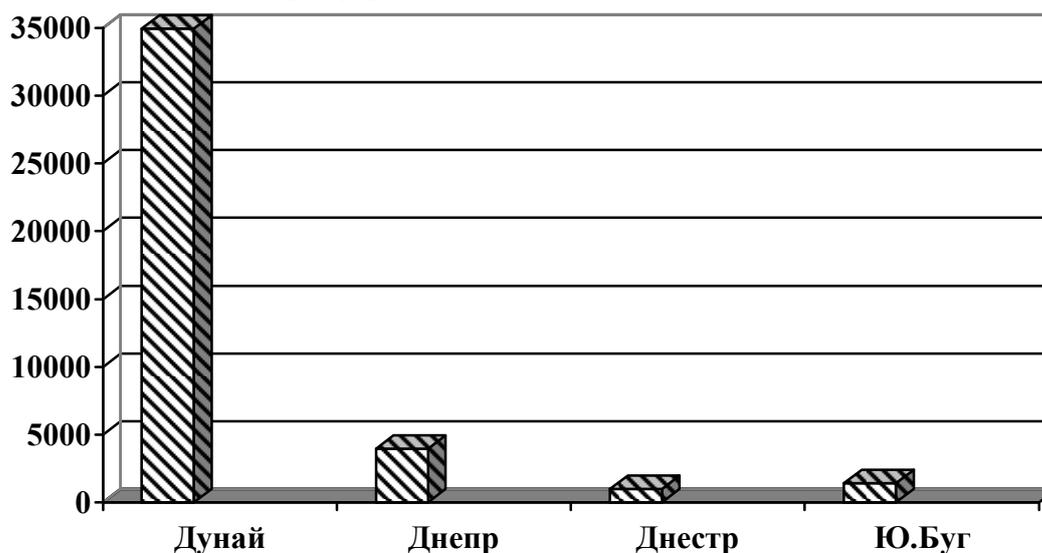


Рисунок 1 - Содержание общего азота (а) и общего фосфора (б) в стоках некоторых рек Черного моря.

Таблица 2 - Результаты измерений физико-химических свойств и некоторых примесей (июль – сентябрь 2006)

Наименование параметра	Единицы измерения	Воды дельты реки Дунай	Черное море (прибрежные воды, прилегающие к дельте р. Дунай)
Мутность среднесуточная (мелкодисперсная)	мг/дм <sup>3</sup>	1,6 – 4,8	0,51 – 0,67
РН		7,10 – 8,10	7,6 – 8,25
Сумма растворенных солей	мг/дм <sup>3</sup>	227 - 295	9700 - 9950
Общая жесткость	мг-экв/дм <sup>3</sup>	4,0 – 5,1	49 – 61
Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	260 - 430	13600 – 16360
Прокаленный остаток	мг/дм <sup>3</sup>	204 - 320	11900 – 12300
Удельная электропроводность	См/м при 25 <sup>0</sup> С	0,046 – 0,075	1,80 – 2,05
Аммиак	мг/дм <sup>3</sup>	0,11 – 0,75	0,025 – 0,040
Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,03 – 0,15	0,001 – 0,024
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	4,3 – 7,6	93 – 114
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	24 – 66	6900 – 8200
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	28 – 43	996 – 1227
Гидрокарбонаты	мг/дм <sup>3</sup>	2,9 – 4,4	3,3 – 3,5
Кальций	мг/дм <sup>3</sup>	54 – 75	190 – 225
Магний	мг/дм <sup>3</sup>	11 – 18	470 – 610
Натрий + калий	мг/дм <sup>3</sup>	17 - 39	3900 – 4640

Сравнение качественных характеристик воды в Дунае и других больших реках, которые, так или иначе, относятся к Украине, свидетельствуют о том, что дунайская вода является относительно загрязненной. В значительной степени это обусловлено природными особенностями реки. Особенностью, которая влияет на качественные характеристики воды, является ее высокая мутность. Выполненные исследования показали, что именно на частичках наносов транспортируется основная масса загрязняющих веществ, особенно, тяжелых металлов. В первую очередь это касается марганца, свинца, а также хрома. С учетом значительного стока Дуная, эта река играет большую роль в формировании гидрохимического состояния Черного моря, особенно его северо-западной части [2].

Существует ряд работ, в которых делаются попытки оценить вклад различных источников в загрязнение Черного моря [3,4,7,9]. Наиболее изученным, пожалуй, представляется загрязнение моря *нефтяными углеводородами* (НУ).

Согласно данным по загрязнению моря за 1978-1989 гг., основными источниками поступления нефтепродуктов являются реки, на них приходится 41,3% всех нефтеуглеводородов, вынос с берега - 35% , из атмосферы - 21% [4]. В то же время в литературе приводятся сведения, что в Черное море только 30% общего объема НУ поступает с реками [9].

Одним из последних источников информации о количестве поступающих в Черное море загрязняющих веществ является Black Sea Transboundary Diagnostic

Analysis (Трансграничный Диагностический Анализ, ТДА) - итоговый документ 3-х летней работы группы экспертов в рамках программы BSEP.

По оценкам ТДА около 110 тыс. тонн нефтепродуктов ежегодно поступает в Черное море, 48% из них выносятся Дунаем. Наиболее полно нам представляются сведения о "вкладе" Украины в загрязнение Черного моря. Так, ежегодно с её территории в акваторию моря поступает 38,3 тыс. тонн нефтепродуктов, что составляет 66,7 % от общего загрязнения моря всеми черноморскими странами. Причем, главными источниками загрязнения являются бытовые и промышленные стоки, в меньшей степени - реки (рис.2) [9].

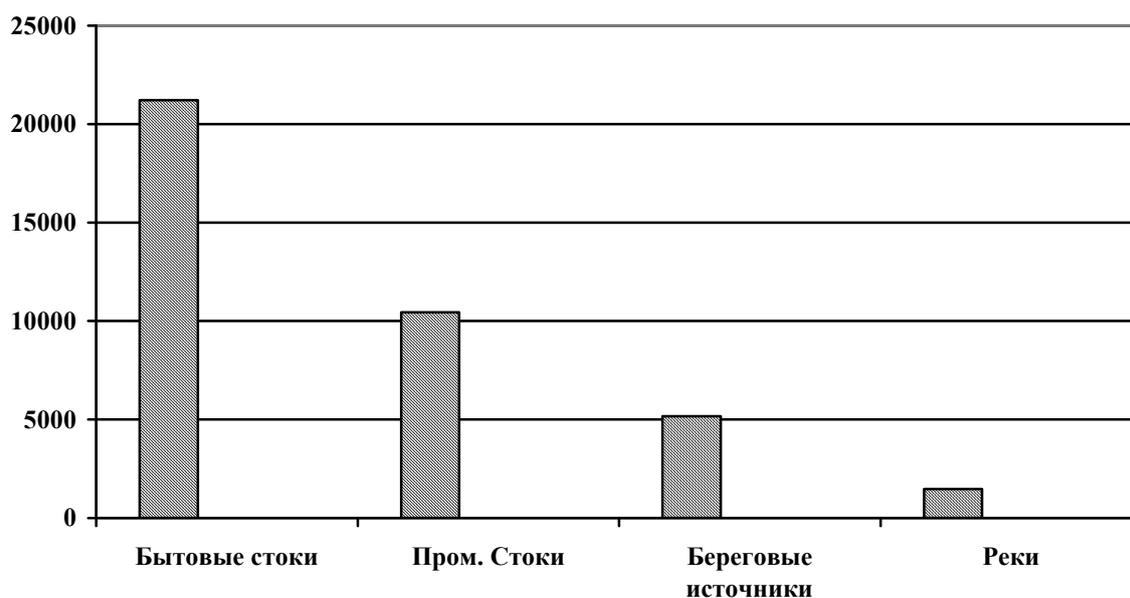


Рисунок 2 - «Вклад» Украины в загрязнение Черного моря нефтепродуктами.

Этот вывод предлагает ученым провести комплексные научные исследования и определить вклад в загрязнение Черного моря различными видами загрязнения.

Кроме этого, наибольшую опасность для Черного моря представляют органические вещества, а они в значительной степени превышают все другие виды загрязнения.

#### **Выводы.**

##### Результаты исследования:

1) Дунай является одним из главных каналов загрязнения СЗЧМ, в том числе филофорного поля.

2) Загрязнение за счет Дуная зависит от двух факторов:

- водосборной площади 18 стран;
- содержание реки большого количества взвешенных веществ.

3) Оценены вклады в загрязнение Черного моря за счет индивидуальных загрязняющих веществ Дуная: биогенов до 90%, нефтепродуктов – 41,3%.

4) Проведено ранжирование источников загрязнения реки Дуная, а затем Черного моря. Они расположились в следующем порядке: бытовые стоки (55%), промышленные стоки (27%), береговые источники (14%), реки (4%).

5) Доказано, что реки несут значительное количество загрязняющих веществ, по сравнению с другими источниками.

Дальнейшими задачами являются:

- уменьшить сброс органических соединений (в том числе в виде биогенных веществ) всем Придунайским странам в ближайшее время в 8 – 10 раз;
- запретить дампинг грунтов и дноуглубления в устьевой зоне рек, в первую очередь Дуная;
- создать научно-обоснованную комплексную систему мониторинга рек, в первую очередь Дуная, на национальном и международном уровнях;
- Проводить постоянный контроль по выявлению на первом этапе локальных эффектов загрязнения, региональных, а затем глобальных эффектов загрязнения рек, устьевых зон Черного моря, включая такие регионы как Филлофорное поле Зернова, которое находится под угрозой исчезновения;
- определить правовые и юридические аспекты морского и речного природопользования, и адаптировать их к международным стандартам Мирового сообщества;
- провести инвентаризацию экологической паспортизации всех предприятий, экологически опасных объектов, территорий, акваторий, городов и т.д.
- определить допустимые и критические антропогенные воздействия с учетом ассимиляционной емкости рек и экосистемы Черного моря.

### Список литературы

1. Богатова Ю.И. Закономерности формирования стока биогенных веществ реки Дунай (украинская часть) и его роль в формировании северо-западной части Черного моря // Автореферат дис... канд. геогр. наук., Одесса, 2004.
2. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: Монографія. – К.: Віпол, 2000.- 376 с.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т.IV. Черное море. Вып.3. Современное состояние загрязнения вод Черного моря / Под ред. А.И.Симонова, А.И. Рябикина.-Севастополь: ЭКОСИ - Гидрофизика, 1996. - 230 с.
4. Губанов В.И., Рябинин А.И., Симов В.Г. Проблемы балансовой оценки источников загрязнения Черного моря // Диагноз состояния экосистемы Черного моря и зоны сопряжения моря и суши: Сб. науч. тр. (НАН Укр. МГИ: под ред. чл.-корр. НАН Украины В.Н. Еремеева.- Севастополь, 1997. - С. 23-24.
5. О некоторых принципах контроля и управления переносом загрязняющих веществ/ Алексеев В.С. ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО, Россия.
6. Практическая экология морских регионов. Черное море. / Э.Н. Альтман, А.А. Безбородов, Ю. И. Богатова и др. Под ред. В.П. Кеонджяна, А.М. Кудина и Ю.В. Терехина. – К.: Наукова думка, 1990.- 252 с.
7. Синицина Н.Н., Субботин А.А. и др. Влияние загрязняющих стоков на морские экологические системы Черного моря и поиск их расчета и контроля // Диагноз состояния экосистемы Черного моря и зоны сопряжения моря и суши: Сб. Науч. тр. НАН Укр. МГИ: под ред. чл.-корр. НАН Украины В.Н. Еремеева. - Севастополь, 1997. - С. 81-83.
8. Цыкало А.Л., Нгуэн Фьок Лап. Исследование физико-химических свойств вод дельты р. Дунай, дельты р. Меконг и прибрежных поверхностных морских вод // Причерноморский экологический бюллетень.-2006.-вып. 3-4.- С. 199-203.
9. Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis. United Nations publications Sales No. 97.III.B.15 IUN Plaza.- New York, NY 10017 USA, 1997. - 142 pp.

**Оцінювання забруднювальних речовин, які надходять зі стоком Дунаю на екосистему північно-західної частини Чорного моря. Михайлов В.І., П'ятакова В.Ф., Монюшко М.М.**

*Аналізується сучасний стан Дунайського регіону, його вплив на екосистему північно-західної частини Чорного моря (ПЗЧМ). Виділяються найбільш істотні види забруднень. Проведено ранжирування джерел забруднення Дунаю, та Чорного моря.*

**Ключові слова:** *біогенні речовини, завислі частки, забруднювальні речовини, евтрофікація.*

**Estimation of contaminants matters with flow of Danube on ecosystem of north-western part of Black Sea. Michailov V., Pyatakova V., Monyushko M.**

*The modern state of the Danube region, its influence on ecosystem of north-western part of the Black sea is analyzed. The most substantial types of contaminations are selected. Ranging of sources of contamination of Danube, and Black sea is conducted.*

**Keywords:** *biogenic matters, self-weighted particles, the contaminating matters, eutrophication.*