

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

№ 2 (10)

Одесса - 2009

<i>О. С. Матигін, Г. Ф. Джиганшин, Г. Г. Золотарьов, С. П. Ковалишина</i>	
31-й експедиційний рейс науково-дослідницького судна «Владимир Паршин»	133
<i>С. И. Шепелина, Г. С. Волкова, Г. В. Федорова</i>	
Биогеохимическая оценка состояния вод Одесской области	137
<i>А. В. Чугай, О. В. Атанасова</i>	
Оцінка якості вод річок Одеської області	141
<i>С. П. Нагаєва, Г. А. Верещинська</i>	
Екологічна оцінка якості вод малих річок басейну Дністра в Одеській області	145
<i>М. А. Берлінський, О. Ю. Тихомир</i>	
Аналіз мінливості біогенного стоку р. Дунай (2004-2008 рр.)	150
<i>А. В. Чугай, Л. О. Прикуп</i>	
Оцінка антропогенного навантаження на р. Дунай	159
<i>М. В. Захарова, О. Г. Пересада</i>	
Оцінка гідроекологічного стану річки Тиси за гідрохімічними показниками	164
<i>Є. Д. Голченко, Ж. Р. Шакірманова</i>	
Довгострокове прогнозування водності Хаджибейського лиману та оцінка його наповнення поверхневими водами у весняний період року	169

**АНАЛІЗ МІНЛИВОСТІ БІОГЕННОГО СТОКУ Р. ДУНАЙ
(2004-2008 рр.)**

Вступ. Дунай — друга за величиною річка Європи, її водозбірний басейн простягається на 817 тис. км², а середньорічний стік (216 км³) становить 60 % загальної величини надходження річкових вод у Чорне море. Антропогенний вплив, а саме сільське господарство, комунальні стоки міст, промислові стоки, призвели до надлишкового надходження в води Дунаю забруднюючих речовин — нафтопродукти, важкі метали та інші, а також біогенних речовин — переважно солей азоту і фосфору, які призводять до евтрофування.

Українське Придунав'я (Ренійський, Болградський, Ізмаїльський, Кілійський і Татарбунарський райони) є аграрно-орієнтованим регіоном, в якому сільське господарство є основним джерелом забруднення навколишнього середовища. Вплив тваринництва є значимим і інтенсивним за обсягами потоку речовини. Неорганізоване зберігання відходів тваринництва, перевищення сільськогосподарських норм при внесенні органічних добрив на поля призводить до змиву біогенів (в першу чергу сполук азоту та фосфору) і потраплянню їх у Дунай і придунайські водойми (озера Кагул, Ялпух і Кугурлуй, Катлабух, Китай та ін.), а також забруднення ґрунтових вод.

Об'єкт дослідження. Найбільша транспортна артерія Центральної та Південно-Східної Європи — річка Дунай має довжину 2850 км, з яких понад 2740 км (від м. Ульм в Німеччині до гирла) використовуються для судноплавства. Географічно річка Дунай розділяється на три частини: Верхній Дунай, довжиною від витоку 1060 км; Середній Дунай, протяжністю 860 км; Нижній Дунай, протяжністю 930 км.

Дунай впадає в Чорне море, в якому коливання рівнів, обумовлене астрономічними причинами, практично відсутнє. Ця обставина в поєднанні з тим, що північно-західна частина моря відносно мілководна, призводить до того, що друга в Європі за площею водозбору і водності річка, що виносять в море мільйони тонн наносів на рік, будує в своєму гирлі велику дельту. Однією з особливостей дельт такого типу є те, що в гирлах відносно глибоководних, утворюються мілини (гирлові бари), глибина над вершиною яких не перевищує 1,5-2 м. Тому в дельтах таких рік для проходу морських судів будують штучні судноплавні траси.

Гирлова область Дунаю являє собою складну гідрографічну систему, яка включає в себе кілька великих, пов'язаних між собою, елементів: придельтову ділянку Дунаю від гирла р. Прут до вершини дельти; руслову мережу дельти — сукупність природних (рукавів, проток) і штучних водотоків; придунайські озера-лимани, що прилягають до придельтової ділянки річки; дельтові (в середині дельти) озера; придельтові озера-лимани; придельтові (біля моря) озера-лагуни; гирлове взмор'є.

Верхньою межею (вершиною) придельтової ділянки Дунаю (гирлової області Дунаю і гирлової ділянки річки в цілому) може вважатися гирло р. Прут, що знаходиться в 170,3 км від гирлового створу рукава Прорви, від якого йде відлік кілометражу по Кілійському рукаву і Нижньому Дунаю. Відстань від порту Сулина (гирло Сулинського рукава) до гирла р. Прут становить 72,5 морські милі. Верхня межа придельтової ділянки Дунаю визначена по дальності поширення нагонів під час межені. Придельтова ділянка Дунаю є однорукавною, великих закрутів не має. Її довжина складає 54,3 км, ширина — приблизно 800 м, середня глибина — близько 9,0 (під час межені) і 11,0 м (під час повені). Обидва береги придельтової ділянки Дунаю в низинних місцях обваловані. В вершині дельти (Ізмаїльському Чаталі) Дунай розділяється на два рукави — Кілійський (лівий) і Тульчинський (правий). Тульчинський рукав в Георгіївському Чаталі розділяється на два рукави — Сулинський (лівий) і Георгіївський (правий). Рукава Кілійський, Тульчинський, Сулинський і Георгіївський вважаються основними рукавами дельти. Кілійський рукав є прямим продовженням Дунаю в межах дельти і найбільш водоносним рукавом, тому його можна вважати головним рукавом дельти.

Руслова система Кілійського рукава складається з трьох ділянок. Перша ділянка включає звивисте русло рукава від його витоку (Ізмаїльського Чаталу) до витоку рукава Кислицького та першу внутрішню дельту Кілійського рукава, яка в даний час складається з рукавів Кислицького (відмираючого), основного Середнього (Кілійського) та Іванешть (друга назва Татару). У районі м. Кілія відгалуження Кілійського рукава знову збираються в єдине русло, чому сприяє Кілійська гряда, розташована впоперек течії рукава [3]. Друга ділянка Кілійської руслової системи включає коротке єдине русло нижче м. Кілія й рукави другої внутрішньої дельти Бабина (з Черновкою), Прямий і Соломонів. У районі м. Вилкове, де

Кілійський рукав перетинає систему стародавніх піщаних морських гряд Жебриянська-Летя, русло знову стає єдиним. На даній ділянці від Соломонова рукава вліво відходить великий регульований канал Дунай-Сасик [1]. Третя ділянка Кілійського рукава починається нижче м. Вилкове і складається із складної і динамічної системи рукавів зовнішньої (морської), або Кілійської дельти. Руслова мережа Кілійської дельти складається з двох основних підсистем — Очаківського рукава (лівого) та Старостамбульського рукава (правого).

Теоретичні відомості. Вуглець, кисень, водень, азот у формі нітратів, фосфор у формі фосфатів відносяться до елементів живлення, тобто це «їжа», необхідна для росту і розвитку рослин. У невеликих кількостях їм потрібні також і інші елементи, зокрема залізо, мідь і кальцій, проте фосфати і нітрати займають тут особливу роль, тому що поодиночі або разом — вони зазвичай є лімітуючими факторами в природних незабруднених водоймах. Водойми з великою кількістю цих необхідних рослинам елементів називають евтрофними. Відносно високі концентрації елементів живлення в евтрофних водоймах дозволяють розвиватися в них величезній кількості водних рослин, зокрема фітопланктону. Швидко зростаюча популяція мікродоростей викликає так зване «цвітіння» води [1].

Азот, фосфор та інші біогенні елементи та їх сполуки надходять у водні об'єкти в результаті змиву мінеральних і органічних добрив з полів; випадання кислих опадів; скидання стоків, що містять миючі засоби, компоненти яких виготовлені на фосфорній основі; стоків тваринницьких комплексів, побутових та інших вод. У землеробських районах сільське господарство є основним забруднювачем водних об'єктів. Стоки з сільськогосподарських полів надходять у водні об'єкти розосереджено або неорганізовано і тому майже не піддаються очищенню. Обсяги стічних вод тваринницьких комплексів перевищують побутові. Комплекс з 100 тис. голів великої рогатої худоби забруднює середовище так само, як місто з мільйонним населенням [3].

Евтрофування полягає в збагаченні води біогенними елементами, особливо азотом і фосфором, внаслідок чого зростає первинна продукція органічної речовини завдяки інтенсифікації фотосинтезу водоростей і вищих водних рослин. Вміст біогенних речовин у водних екосистемах може збільшуватися внаслідок автохтонних процесів (природне евтрофування) — розкладу органічних речовин,

азотфіксації та переходу у воду біогенних елементів, похованих у донних відкладеннях, і внаслідок надходження біогенних речовин ззовні, з алохтонних джерел (антропогенне евтрофування) — вимивання з полів, надходження стічних вод тваринницьких комплексів, комунально-побутових і промислових стічних вод, які несуть значну кількість азоту і фосфору. Причиною прискореного евтрофування може стати зарегулювання річкового стоку, коли велика кількість біогенних елементів вимивається з затоплених ґрунтів.

Основними ознаками евтрофування водойм є збільшення біомаси фітопланктону або інших автотрофних організмів (фітомікробентос, нитчасті водорості), масовий розвиток водоростей до рівня «цвітіння» води, зменшення концентрації розчиненого кисню на заключному етапі вегетації — при масовому відмиранні водоростей та інших організмів. Залежно від кількості біогенів, що надходять у водну екосистему, може прискорюватися перехід оліготрофних водойм в мезотроні та евтрофні.

Водорості і вищі водні рослини під час надходження в водне середовище азоту і фосфору здатні накопичувати ці елементи в значних кількостях. Нарощування біомаси фітопланктону в певній мірі позитивно впливає на функціонування водних екосистем: підвищується кормова база для гідробіонтів наступних трофічних рівнів, чисельність і біомаса гетеротрофів. Але з плином часу між нарощуванням біомаси фітопланктону, утворенням органічної речовини і кількістю кисню, що витрачається на біологічну деструкцію і хімічне окислення органічної речовини, виникає дисбаланс. Органічної речовини утворюється більше, ніж можуть розкласти мікроорганізми, тому вона накопичується та забруднює водні маси. В той же час стимулюється подальше зростання біомаси фітопланктону, що ще більше поглиблює і прискорює процес евтрофування.

В евтрофованих водоймах істотно змінюються фізико-хімічні властивості середовища: підвищується вміст біогенних і органічних речовин, знижується рівень насичення води киснем, в придонних шарах води з'являються анаеробні зони, зростає каламутність і зменшується прозорість води. Накопичення надмірної кількості органічних речовин у донних мулових відкладеннях супроводжується утворенням метану, водню, сірководню, аміаку, які можуть виділятися у вигляді бульбашок. При розчиненні у воді ці речовини надають їй неприємний запах і токсично впливають на риб і безхребетних, особливо взимку при наявності крижаного покриву, що сприяє виникненню нестачі кисню у воді і масової загибелі риб.

Аналіз просторової мінливості біогенного стоку р. Дунай.
 Спостереження за якістю води в нижній частині річки Дунай за період 2004-2005 рр. ДГМО (м. Ізмаїл) проводилось в Рені, Ізмаїлі, Кілії та Вилкове (табл. 1-3).

Таблиця 1.

Концентрації біогенних речовин (м. Рені, 2 створи)

Роки		2004		2005		2006		2007		2008	
Компо- нент	Створ	Концентрація біогенних речовин, мг/дм ³									
		сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.
NO ₂	1	0,108	0,358	0,105	0,23	0,095	0,184	0,079	0,181	0,076	0,128
	2	0,066	0,066	0,095	0,184			0,059	0,092	0,069	0,095
NO ₃	1	4,870	8,500	5,620	7,620	5,930	9,610	5,360	8,860	5,140	8,460
	2	3,850	3,900	0,840	2,670			5,360	9,340	4,920	8,100
NH ₄	1	0,190	0,480	0,210	0,570	0,130	0,370	0,310	0,750	0,140	0,270
	2	0,130	0,150	0,190	0,410			0,210	0,760	0,190	0,410
Si	2	2,030	3,980	2,920	4,00	2,150	3,550	2,120	4,450	1,850	3,910
P _{заг}	1	0,145	0,256	0,132	0,296	0,102	0,206	0,095	0,162	0,103	0,199
	2	0,232	0,263	0,157	0,358			0,090	0,247	0,102	0,195
PO ₄	2	0,251	0,460	0,248	0,453	0,187	0,306	0,147	0,316	0,153	0,294

Перший створ знаходиться на 2 км вище за течією річки від м. Рені та на 0,5 км нижче впадіння річки Прут, а другий — на 1 км нижче водомірного посту. Аналізуючи дані табл. 1, можна зробити висновок, що нижче впадіння річки Прут в Дунай загалом спостерігається тенденція до зменшення концентрацій усіх біогенних елементів та сполук, крім загального фосфору. Це може бути пов'язане зі збільшенням об'єму води в Дунаї та відповідним розведенням.

Перший створ знаходиться на 10 км вище за течією річки від м. Ізмаїл і на 1 км вище скиду стічних вод Суворовського управління зрошувальними системами (СУЗС). Другий знаходиться в межах міста на 0,5 км нижче скиду стічних вод СУЗС, а третій — на 1 км нижче міста і на 3,7 км нижче водомірного посту. Аналізуючи дані табл. 2, можна зробити висновок, що концентрації біогенних сполук у другому створі вище, ніж у першому. Таким чином, стічні води, що скидаються СУЗС, можуть мати прямий вплив на вміст біогенів у водах річки в межах міста. У третьому створі протягом всього розглянутого періоду спостерігається зниження концентрацій загального фосфору. Концентрації інших елементів не змінюються, або змінюються по-різному.

Таблиця 2.

Концентрації біогенних речовин (м. Ізмаїл, 3 створи)

Роки		2004		2005		2006		2007		2008	
Компо- нент	Створ	Концентрація біогенних речовин, мг/дм ³									
		сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.
NO ₂	1	0,171	0,621	0,099	0,177	0,082	0,158	0,072	0,118	0,072	0,128
	2	0,125	0,401	0,108	0,177	0,099	0,263	0,076	0,125	0,069	0,125
	3	0,141	0,473	0,089	0,276	0,089	0,191	0,076	0,355	0,066	0,112
NO ₃	1	8,410	9,120	5,710	8,410	5,850	9,960	5,850	9,610	5,710	8,330
	2	5,230	10,360	5,800	9,030	5,850	9,300	6,160	9,830	5,800	12,750
	3	5,230	9,080	5,850	9,030	5,540	9,960	6,160	9,390	5,620	10,140
NH ₄	1	0,180	0,390	0,230	0,410	0,130	0,490	0,230	0,690	0,180	0,550
	2	0,210	0,420	0,240	0,730	0,150	0,660	0,210	0,760	0,190	0,530
	3	0,240	0,690	0,270	1,170	0,140	0,460	0,180	0,640	0,210	0,750
Si	2	1,950	3,820	2,970	4,400	1,970	4,750	2,280	5,650	2,330	5,800
P _{заг}	1	0,125	0,243	0,152	0,327	0,106	0,339	0,114	0,192	0,111	0,204
	2	0,123	0,273	0,156	0,327	0,127	0,298	0,130	0,648	0,119	0,256
	3	0,122	0,263	0,149	0,286	0,107	0,256	0,105	0,263	0,098	0,215
PO ₄	2	0,227	0,478	0,282	0,542	0,159	0,389	0,183	0,423	0,178	0,359

Таблиця 3.

Концентрації біогенних речовин (м. Кілія, 3 створи)

Роки		2004		2005		2006		2007		2008	
Компо- нент	Створ	Концентрація біогенних речовин, мг/дм ³									
		сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.
NO ₂	1	0,128	0,306	0,082	0,253	0,085	0,166	0,069	0,123	0,092	0,394
	2	0,128	0,279	0,089	0,191	0,102	0,292	0,069	0,148	0,072	0,128
	3	0,125	0,545	0,082	0,230	0,105	0,503	0,085	0,329	0,072	0,131
NO ₃	1	5,710	11,340	5,710	8,500	5,620	9,700	5,270	9,700	5,000	9,210
	2	5,540	8,410	6,020	10,630	5,310	10,140	4,920	7,930	4,870	8,460
	3	5,800	8,860	6,070	29,790	5,340	10,010	4,740	10,580	4,960	8,860
NH ₄	1	0,150	0,350	0,260	0,590	0,140	0,370	0,230	0,750	0,180	0,410
	2	0,140	0,330	0,280	0,680	0,120	0,310	0,300	0,800	0,190	0,460
	3	0,150	0,230	0,270	0,660	0,130	0,280	0,330	1,130	0,190	0,460
Si	2	2,030	3,550	3,120	4,580	1,950	4,800	1,810	4,750	1,820	5,570
P _{заг}	1	0,030	0,060	0,157	0,276	0,117	0,278	0,090	0,154	0,104	0,199
	2	0,020	0,060	0,154	0,256	0,128	0,285	0,100	0,279	0,106	0,162
	3	0,020	0,070	0,149	0,286	0,129	0,264	0,102	0,226	0,105	0,168
PO ₄	2	0,218	0,368	0,300	0,545	0,147	0,582	0,150	0,493	0,165	0,303

Перший створ знаходиться на 4 км вище за течією річки від м. Кілія та на 1,5 км вище скиду стічних вод ефірномаслового заводу. Другий створ розташований на 6 км нижче міста та на

7,5 км нижче скиду стічних вод Придунайського УЗС, а третій — на 13 км нижче міста та на 0,5 км нижче скиду стічних вод Кілійського УЗС. Аналізуючи дані табл. 3 можна зробити висновок, що прямий вплив стічних вод, що скидаються в Кілійському районі, на вміст біогенних елементів в р. Дунай, відсутній.

Таблиця 4.

Концентрації біогенних речовин (м. Вилкове, 2 створи)

Роки		2004		2005		2006		2007		2008	
Компонент	Створ	Концентрація біогенних речовин, мг/дм ³									
		сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.	сер.	макс.
NO ₂	1	0,125	0,296	0,085	0,174	0,082	0,227	0,076	0,138	0,072	0,135
	2	0,131	0,329	0,079	0,154	0,092	0,184	0,082	0,145	0,066	0,122
NO ₃	1	5,850	10,980	6,160	10,140	5,450	8,810	5,360	10,580	5,360	10,890
	2	5,360	7,090	6,330	10,360	4,650	9,390	4,650	6,950	4,920	9,430
NH ₄	1	0,310	0,540	0,270	0,540	0,180	0,410	0,310	0,710	0,190	0,420
	2	0,230	0,500	0,260	0,590	0,130	0,410	0,330	0,680	0,230	0,540
Si	2	2,060	4,300	3,150	4,650	2,000	4,650	1,910	4,800	1,790	4,430
P _{заг}	1	0,115	0,193	0,160	0,266	0,127	0,292	0,097	0,167	0,108	0,177
	2	0,126	0,222	0,161	0,306	0,121	0,204	0,106	0,184	0,113	0,205
PO ₄	2	0,221	0,429	0,310	0,524	0,165	0,368	0,165	0,346	0,165	0,251

Перший створ знаходиться на 1 км вище за течією річки від м. Вилкове і на 1 км нижче впадіння рук. Соломонова, а другий — на 1 км нижче міста і 0,5 км нижче відгалуження рук. Очаківського. Аналізуючи дані табл. 4, можна говорити про збільшення концентрації загального фосфору в другому створі, у порівнянні з першим, за винятком 2006 року. Концентрації інших елементів змінюються по-різному.

Аналіз часової мінливості біогенного стоку р. Дунай.

Найбільш інтенсивний приріст біогенних сполук у воді річки Дунай відзначався в період з 1958-1960 по 1977-1985 рр. Це був пік розвитку евтрофування вод нижнього Дунаю. Надалі темп приросту мінеральних форм фосфору і азоту знижується, а концентрація органічних речовин збільшується. Збільшення органічних речовин у воді Дунаю спостерігалось в результаті активізації розвитку фітопланктону після будівництва водосховищ [5].

Характерною особливістю для вод Дунаю в період 1993-1996 рр. є якісні і кількісні зміни, що відбуваються з азотними формами. У цілому загальний вміст азоту, по відношенню до 1977-1985 рр., збільшився в 2 рази, при цьому вміст амонійного азоту зменшився в 4 рази, нітритів — в 1,5 рази, а вміст нітратів зберігається на

рівні середньої багаторічної величини. У період 1989-1992 рр. спостерігалось різке зростання концентрацій азоту органічного, при середньому значенні 5,069 мг/дм³, максимальне значення сягало 18,330 мг/дм³. Високі показники вмісту деяких азотних форм у воді Дунаю в 1989-1992 рр. можуть бути пов'язані зі скороченням об'єму річкового стоку до 169,7 км³/рік. Скидання слабо очищених і неочищених стоків у Дунай, при зменшеному обсязі його, ймовірно, сприяло накопиченню в його водах і збільшенню концентрацій нітритів, нітратів, азоту органічного в цей період.

Таблиця 5.

Багаторічна динаміка вмісту біогенних речовин
у воді Кілійської дельти Дунаю

Біогенні речовини, мг/дм ³	Періоди (роки)					
	1958-1960	1977-1985	1986-1988	1989-1992	1993-1996	2004-2008
NH ₄	0,248	0,620	0,575	0,441	0,125	0,224
NO ₂	0,012	0,044	0,160	0,118	0,074	0,091
NO ₃	0,530	1,000	1,126	1,626	1,184	5,403
PO ₄	0,071	0,165	0,281	0,233	0,091	0,201
P _{заг}	0,102	0,238	0,380	0,336	0,187	0,112
Si	4,375	3,980	2,571	2,979	2,356	2,164
Стік Дунаю, км ³ /год	179,4	227,7	204,7	169,7	195,1	237,8

Дані спостережень Дунайської ГМО за 2004-2008 рр. показали, що обсяг водного стоку в цей період досяг 237,8 км³/рік, максимальне значення спостерігалось в 2005 р. — 269,36 км³/рік. У цей же період спостерігаються максимальні концентрації нітратів — 5,403 мг/дм³. У порівнянні з 1993-1996 рр. зростає вміст азоту амонійного та фосфатів майже в 2 рази. У порівнянні з даними 1977-1985 рр., коли спостерігався пік розвитку евтрофування, у 2004-2005 рр. наявне зменшення концентрації NH₄ в 3 рази, загального фосфору — в 2 рази, а також збільшення концентрації NO₂ — в 2 рази і NO₃ — в 5 разів.

Вміст кремнію і його динаміка у воді Дунаю в прямому відношенні не залежить від антропогенного впливу. Однак концентрація кремнію у воді Дунаю зменшилася з 4,375 мг/дм³ у 1958-1960 рр. до 2,182 мг/дм³ у 2004-2008 рр. В даний час зберігається тенденція до зменшення концентрації кремнію у воді Дунаю. Це пов'язано з його частковою седиментацією на водосховищах Дунаю, крім того, не виключається збільшення його споживання, як і інших біогенних речовин, фітопланктоном.

Для таких показників, як нітрати, фосфати, загальний фосфор і кремній, максимальні значення концентрацій у воді спостерігаються в 2005 р., що може бути пов'язане з найбільшим значенням стоку ріки. Концентрації цих елементів у 2008 р. починають збільшуватися, в той час як вміст кремнію навпаки зменшується.

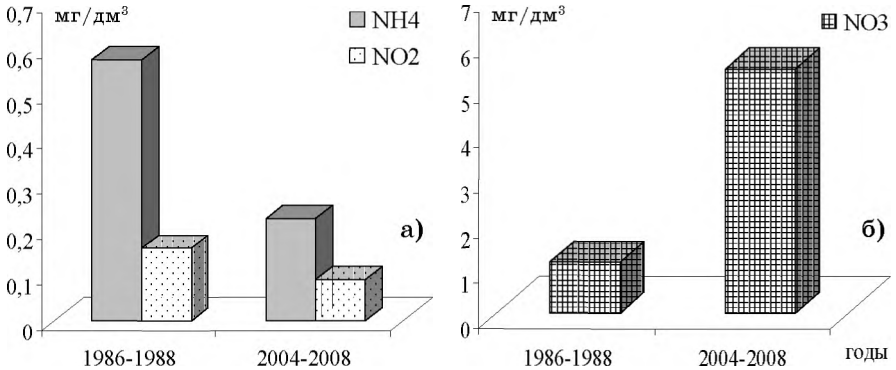


Рис. 1. Мінливість середньорічних значень азоту амонійного, нітритів (а) та нітратів (б) в різні періоди.

Таким чином, аналіз багаторічних даних по стоку річки Дунай показав, що за таким показником як фосфор загальний якість води наближається до 50-60-их років. В останні роки спостерігається відзначається різке зниження вмісту кремнію в воді та деяке збільшення концентрацій інших біогенних сполук в порівнянні з попередніми періодами.

Література

1. Ревелль П., Ревелль Г. Среда нашего обитания: В 4-х кн. — М.: Мир, 1995. — Кн. 2 (Загрязнение воды и воздуха).
2. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. Учеб. — М.: Юнити, 1998. — 455 с.
3. Воронков Н. А. Экология общая, социальная, прикладная. Учеб. — М.: Агар, 1999. — 424 с.
4. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии. Учебник. — К.: Генеза, 2004. — 664 с.
5. Александров Б. Г., Зайцев Ю. П., Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И., Берлинский Н. А. Экосистема взморья украинской дельты Дуная. — Одесса: Астропринт, 1998. — 213 с.

Резюме

В статье рассматривается проблема содержания биогенных веществ в водах реки Дунай, которые приводят к его эвтрофикации. Анализируется пространственная и временная изменчивость биогенного стока реки.

*А. В. Чугай,
Л. О. Прикуп*

ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА Р. ДУНАЙ

Вступ. Ріка Дунай являється єдиною міжнародною водною магістраллю, яка протікає через Європу і має довжину 2857 км. На території України розташовано біля 1/5 загальної території дельти Дунаю. По адміністративному діленню ця територія знаходиться на території Ренійського, Ізмаїльського і Кілійського районів Одеської області. Дельта Дунаю відрізняється великим ландшафтним різноманіттям. На цій території також розташований Дунайський біосферний заповідник, який включає не лише ландшафтне різноманіття, а й чудовий природний світ з його величними рослинами та тваринами. Регіон характеризується розвинутою інфраструктурою в галузі рекреаційної діяльності, що є показником значного антропогенного навантаження на екосистему р. Дунай.

Матеріали і методи дослідження. В якості вихідних даних в роботі використані матеріали спостережень за гідрохімічними показниками якості вод р. Дунай (м. Ізмаїл) за 2005-2007 рр. (дані Облводгоспу в Одеській області).

Для розрахунку ступеня антропогенного навантаження на р. Дунай використана методика оцінки на основі комплексного показника антропогенного навантаження рік (*КПАН*), який враховує найбільш важливі характеристики рівня забруднення води (x), ступінь використання річного стоку (y), а також ряд інших несприятливих дій на ріки, пов'язаних з господарською і іншими видами діяльності населення (z) [1; 2]. Для розрахунку *КПАН* рекомендується формула:

$$КПАН = x + y + z \quad (1)$$

Окремі елементи (x , y , z) *КПАН* рік обчислюються за розглянутими нижче залежностями, які виражають кратність перевищення даного складового значення відповідних їм нормативам.