Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

**Одеський державний екологічний університет**

**Богатова Юлія Іллівна**

УДК 556.631.4 (498.81)

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ СТОКУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН РІЧКИ ДУНАЙ (українська частина) І ЙОГО РОЛЬ В ЕВТРОФУВАННІ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата географічних наук



Одеса – 2005

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеській філії Інституту біології південних морів

ім. О.О. Ковалевського НАН України

|  |  |
| --- | --- |
| Науковий керівник: | кандидат географічних наук, старший науковий співробітник **Берлінський Микола Анатолійович,**Одеська філія Інституту біології південних морівім. О.О. Ковалевського НАН України, в.о. завідуючого відділу екологічних основ морського природокористування |
| Офіційні опоненти: | доктор географічних наук, старший науковий співробітник **Михайлов Валерій Іванович,**Одеський державний екологічний університет, завідувач кафедри океанології |
|  | кандидат географічних наук, доцент**Тімченко Зінаїда Володимирівна,**Національна академія природоохоронного та курортного будівництва, доцент кафедри інженерної екології  |
| Провідна установа: | Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, геолого-географічний факультет, кафедра геоекології і конструктивної географії, Міністерство освіти і науки України, м. Харків. |

Захист відбудеться « 14 » квітня 2005 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01 в Одеському державному екологічному університеті за адресою:

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського державного екологічного університету за адресою:

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

Автореферат розісланий « 1 »березня 2005 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради ЧугайА.В. Чугай

#### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Формування екологічних умов Чорного моря – одного з найбільших внутрішньоконтинентальних морів світу, обумовлено його географічним положенням і великою площею водозбору, на території якої протікає близько 300 великих і малих річок. Евтрофування або збагачення вод Чорного моря біогенними речовинами (БР) – сполуками вуглецю, азоту, фосфору та інших, пов'язано із збільшенням їх надходження з водозбірної площі в результаті інтенсивного використання природних ресурсів, зростанням економічної діяльності в басейні і, як наслідок, посиленням антропогенної дії на екосистему. Особливо інтенсивно процес евтрофування розвивається в мілководній північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ), площа водозбору якої майже в 23 рази перевищує площу водного дзеркала і куди поступає 80 % всього прісноводого стоку Чорного моря. Евтрофування ПЗЧМ привело до порушення природної біогеохімічно збалансованої екосистеми, яке виявляється в утворенні великих площ з “цвітінням” води, гіпоксії і заморів організмів в придонному шарі.

Річковий стік в ПЗЧМ формується трьома головними річками басейну Чорного моря – Дунаєм, Дністром, Дніпром з Південним Бугом. Дунай – головна річка Чорного моря, друга за величиною (після Волги) річка Європи. Його стік (середньобагаторічне значення 204 км·рік-1) забезпечує до 40 % притоку прісної води в Чорне море і до 80 % в ПЗЧМ. На своєму протязі від гір Шварцвальду до впадіння в Чорне море (2860 км) Дунай перетинає майже 22 градуси довготи, на його водозбірній площі (817000 км2) розташовані країни Центральної Європи з розвиненою індустрією, сільським господарством, комунальною інфраструктурою та з населенням більш 80 млн. чоловік.

Кількісна оцінка сучасного стоку БР річки Дунай і його ролі в евтрофуванні вод ПЗЧМ, негативні наслідки якого виявляються на протязі останніх 30 років, представляють науковий інтерес, дозволяють контролювати і прогнозувати зміни абіотичних і біотичних факторів морського середовища. Дані про міжрічну і сезонну мінливість стоку БР, розрахунки коефіцієнтів експорту і антропогенної складової стоку азоту і фосфору – основних елементів, що спричиняють евтрофування природних вод, дозволяють кількісно оцінити антропогенну дію на екосистему ПЗЧМ, можуть бути використані для прогнозування розвитку біогідрохімічних процесів на північно-західному шельфі.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Вивчення стоку БР Дунаю і його ролі в евтрофуванні ПЗЧМ проводили в межах фундаментальних досліджень з держбюджетної тематики Національної Академії Наук України: “Біологічні основи охорони і шляхів раціонального використання і відтворення промислових водоростей, безхребетних і риб на радянському шельфі Чорного моря” (№ ДР 7607875), “Визначення основних параметрів екосистеми північно-західної частини Чорного моря в умовах сучасної і очікуваної господарської діяльності” (№ ДР 018300655525), “Вивчення основ формування і мінливості екосистем морських вод України для управління біологічною різноманітністю і біологічною продукцією в умовах антропогенної дії” (№ ДР 0201U001251), “Основи формування біологічної різноманітності прибережних морських і приморських водних екосистем” (№ ДР 0101U000163), а також в межах міжнародних програм: Чорноморської програми (BSEP) Глобального екологічного фонду і Організації Об'єднаних Націй (GEF, UNDP) "Чорноморська Географічна Інформаційна Система (Black Sea GIS)", Міжнародної програми Європейського Союзу “Вплив парникового ефекту в прибережній зоні північно-західної частини Чорного моря: вплив Дунаю” (INCO Copernicus ERBIC 15-CT 96-108), Програми Глобального екологічного фонду (GEF) і Світового Банку (World Bank) “Збереження біорізноманіття української частини дельти Дунаю”. Дослідження проводилися також в межах госпдоговірних робіт: “ОВНС ТЕО-інвестицій будівництва глибоководного судноплавного ходу в українській частини дельти Дунаю через рукав Бистрий” і інших. Автор брав участь у виконанні тем як співробітник.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є визначення кількісних і якісних характеристик сучасного стоку БР р. Дунай, оцінка його внеску у формування якості водного середовища ПЗЧМ, що необхідно у зв’язку з розробкою методів охорони і раціонального використання водних ресурсів України.

При виконанні роботи були поставлені наступні задачі:

* вивчити міжрічну і сезонну мінливість біогенних речовин в українській частині дельти Дунаю;
* розрахувати коефіцієнти експорту біогенних речовин і антропогенну складову стоку мінеральних і органічних сполук азоту та фосфору – головних біогенних елементів, що спричиняють евтрофування природних вод;
* вивчити вплив плавнів дельти на формування стоку біогенних речовин р. Дунай;
* виявити закономірності формування гідрохімічного режиму узмор'я Дунаю;
* оцінити вплив стоку біогенних речовин р. Дунай на евтрофування північно-західної частини Чорного моря.

*Об'єкт дослідження* – гирлова область Дунаю (українська частина).

*Предмет дослідження* – стік біогенних речовин.

*Методи дослідження –* натурні спостереження, гравіметрія, фотометрія, потенціометрія, кондуктометрія*.*

**Наукова новизна одержаних результатів.** Найсуттєвіші наукові результати, які автор одержав на підставі матеріалів власних досліджень в 1979 – 2000 рр. особисто, це:

* вперше визначені основні етапи в міжрічній і сезонній мінливості біогенних речовин в гирловій області Дунаю за п’ятдесятирічний період;
* вперше розраховані коефіцієнти експорту біогенних речовин з водозбірної площі і антропогенна складова стоку Дунаю за 20-річний період, що дозволяє кількісно оцінити сучасний рівень антропогенного навантаження на екосистему річки;
* вперше визначено вплив плавнів в трансформації біогенних речовин і формуванні якості водного середовища дельти;
* вперше кількісно визначений внесок природних і антропогенних джерел в евтрофування північно-західної частини моря;
* вперше визначена роль стоку біогенних речовин р. Дунай в евтрофуванні північно-західної частини Чорного моря на сучасному етапі.

**Практичне значення одержаних результатів.** Дані про зміни стоку БР р. Дунай за 1948-2000 рр., результати розрахунків експорту БР з водозбірної площі і антропогенної складової стоку можуть бути використані для виявлення закономірностей формування екологічних умов під впливом абіотичних і антропогенних чинників, моделюванні процесів в гирлових областях річок. Дані про надходження БР зі стоком Дунаю і інших джерел дозволяють прогнозувати розвиток процесу евтрофування вод ПЗЧМ.

Матеріали можуть бути використані структурними підрозділами Мінекоресурсів України, профільними науково-виробничими організаціями для розробки природоохоронних заходів і нормуванні антропогенного навантаження на екосистему гирлової області Дунаю і ПЗЧМ, при розробці моделей прогнозу функціонування екосистеми Чорного моря і шляхів раціонального використання морських ресурсів.

Матеріали досліджень були використані структурними підрозділами Мінекоресурсів України для базових оцінок сучасних навантажень на екосистему північно-західного шельфу Чорного моря і відображені в Національній доповіді України про стан Чорного моря (1991-1995 рр.), для оцінки антропогенної дії на навколишнє природне середовище при проектуванні глибоководного судноплавного ходу “Дунай – Чорне море” через рукав Бистрий (2001) і для оцінки наслідків аварії судна “Дніпровець-6” на стан екосистеми Жебріянської бухти (2002).

**Особистий внесок здобувача**. Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням. Автор особисто брав участь в зборі і обробці проб, аналізі, узагальненні і інтерпретації масивів даних досліджень, одержаних в експедиціях Одеської філії Інституту біології південних морів (ОФ ІнБПМ) в 1979-2000 рр., сформулював основні висновки дисертаційної роботи. В роботах, опублікованих в співавторстві, внесок автора полягає в аналізі, узагальненні і інтерпретації результатів досліджень.

**Апробація результатів дисертації.** Результати дисертації були представлені і доповідалися: на II і III з'їздах Гідроекологічного товариства України (Київ, 1997; Тернопіль, 2001); ХХ, XXV, XXIX, XXXII, XXXIII Міжнародних Лімнологічних конференціях по вивченню Дунаю (IAD) (Київ, СРСР, 1979; Братислава, Чехословакія, 1985; Київ, Україна, 1991; Відень, Австрія, 1997; Осієк, Хорватія, 2000), Міжнародному симпозіумі “Управління і охорона прибережної смуги північно-західного Причорномор'я” (Одеса, Україна, 1996), Міжнародній науково-практичній конференції “Еколого-економічні проблеми Дністра (Одеса, Україна, 2000); Міжнародному симпозіумі з проблем регіональних морів (Стамбул, Туреччина, 2001), Міжнародному семінарі по складанню навчальних програм для вузів ”Система оцінки і відновлення природного середовища” (NEAR 2) (Варна, Болгарія, 2001); на наукових семінарах і вчених радах ОФ ІнБПМ НАН України.

**Публікації.** По темі дисертації опубліковано 19 наукових праць, з них 7 праць в виданнях, рекомендованих ВАК України, і 12 тез докладів вітчизняних і міжнародних конференцій.

**Структура і обсяг дисертації**. Дисертаційна робота складається з вступу, шести розділів, висновків і списку літератури, що включає 146 найменувань. Повний обсяг роботи становить 176 сторінок, містить 40 рисунків, 36 таблиць.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** розглядається сучасний стан наукової проблеми, обґрунтована актуальність теми, сформульовані основна мета і задачі досліджень, а також викладені відомості про апробацію і публікації результатів дисертації.

**У першому розділі** „Фізико-географічна характеристика гирлової області Дунаю” наведені дані про формування гирлової області Дунаю – про еволюцію дельти і узмор'я, клімат, рівневий режим водотоків дельти, водний стік і його розподіл по рукавах, тваринний і рослинний світ дельти, описані основні гідрологічні і фізико-хімічні процеси на узмор'ї. Ці відомості наведені для виявлення закономірностей в розподілі і трансформації стоку і виносу біогенних і органічних речовин та аналізу процесу формування запасу БР на північно-західному шельфі Чорного моря.

**У другому розділі** „Матеріал і методи досліджень” представлені відомості про використані в роботі матеріали і методи дослідження. В роботі були використані дані спостережень Одеської філії ІнБПМ НАН України в гирловій області Дунаю за 1979-2000 рр. (рис. 1). Це матеріали 50 наукових експедицій на НДС “Міклухо-Маклай”, “Мечніков”, “Ковалевський”, водолазному боті “Спрут”, 38 експедицій в дельту



Рис. 1. Схема станцій в гирловій області Дунаю в північно-західній частині Чорного моря в 1979-2000 рр. (СЖП – Стенцовсько-Жебріянські плавні дельти Килійського рукава Дунаю).

Кілійського рукава Дунаю (1989-2000 рр.), 12 експедицій в Стенцовсько-Жебріянські плавні дельти Дунаю (1994-1998 рр.).

За час досліджень в гирловій області Дунаю було зібрано та проаналізовано більше 1300 проб води та 200 проб донних відкладень, виконано більше 19 тисяч гідрохімічних аналізів і вимірювань, з яких більше 50 % виконано автором особисто. Дослідження якості водного середовища і донних відкладень проводилися стандартними методами за наступними параметрами: солоність, загальна мінералізація, розчинений кисень, БСК5, рН, зважені речовини, перманганатна окислювальність, розчинені мінеральні і органічні сполуки азоту та фосфору, кремній.

Аналіз і обробку отриманого матеріалу проводили за допомогою оригінального пакету прикладних програм BASEeco на базі Surfer 7.0.

Для оцінки антропогенного навантаження на гирлову область Дунаю були використані розрахунки модуля водного стоку (q), коефіцієнта експорту БР з водозбірної площі (КЕБР) і антропогенної складової біогенного стоку (АБР) (Максимова, 1979; 1996). Для оцінки ролі Дунаю в евтрофуванні ПЗЧМ були використані розрахунки стоку розчинених БР (WБР) Дунаю, Дніпра з Південним Бугом і Дністра, та дифузії БР (F) з донних відкладень (Friedrich, 2002), надходження БР з атмосферними опадами, комунальними стоками міст (Эдельштейн, 1997) та дренажним стоком.

**В третьому розділі „**Закономірності формування стоку біогенних речовин р. Дунай в дельті Кілійского рукава” на підставі літературних даних і власних досліджень розглянута міжрічна мінливість (1948-2000 рр.) стоку БР Дунаю. Показано, що зарегулювання водного стоку, зростання використання мінеральних добрив і господарська діяльність у водозбірному басейні призвели до зміни кількісних і якісних характеристик стоку БР нижнього Дунаю (табл. 1).

*Таблиця* 1

**Багаторічна мінливість вмісту біогенних речовин в дельті Килійського рукава Дунаю**

|  |  |
| --- | --- |
| Інгредієнт,мг·дм-3 | Роки |
| 1948 –19601 | 1977 – 19852 | 1986 – 19883 | 1989 – 1992 | 1993 – 1996  | 1997 – 2000  |
| NH4+ | 0,248 | 0,620 | 0,575 | 0,441 | 0,125 | 0,042 |
| NO2- | 0,012 | 0,044 | 0,160 | 0,118 | 0,074 | 0,015 |
| NO3- | 0,530 | 1,000 | 1,126 | 1,626 | 1,184 | 0,580 |
| Nмін.. | 0,790 | 1,664 | 1,861 | 2,185 | 1,383 | 0,637 |
| Nорг. | 0,630 | 0,900 | 3,072 | 5,069 | 3,739 | 5,034 |
| Nзаг. | 1,420 | 2,564 | 4,933 | 7,254 | 5,122 | 5,671 |
| PO43- | 0,071 | 0,165 | 0,281 | 0,233 | 0,091 | 0,079 |
| Pорг. | 0,031 | 0,073 | 0,100 | 0,113 | 0,096 | 0,038 |
| Рзаг.. | 0,102 | 0,238 | 0,381 | 0,336 | 0,187 | 0,117 |
| Si | 4,375 | 3,980 | 2,571 | 2,979 | 2,356 | 2,120 |
| Стік, км3·рік-1 | 179,4 | 227,7 | 204,7 | 169,7 | 195,1 | 230,9 |

П р и м і т к а.

1 - Алмазов, Майстренко, 1961; Алмазов, 1963;

2 - Енаки, Вискушенко, 1977;

3 - Енаки, 1987; Енаки, Журавлева, 1993; Гаркавая и др., 1998.

Аналіз матеріалу дозволив виділити наступні періоди: I – до зарегулювання стоку і початку евтрофування вод (до 1960 р.), II – початок процесу антропогенного евтрофування (1977-1985 рр.) і III – його подальший розвиток (1986-2000 рр.).

У період до зарегулювання стоку вміст БР – сполук азоту, фосфору і кремнію у воді дельтової області був прямо пов'язаний з надходженням террігенного стоку і не залежало від розвитку гідробіологічних процесів, оскільки через високу каламутність дунайської води фотосинтез був ускладнений.

Другий період характеризувався різким збільшенням (в 2 рази) концентрацій нітратів і фосфатів, зростанням органічних сполук і зниженням значень кремнію. Зростання концентрацій БР було викликано активізацією господарської діяльності на водозбірному басейні, оскільки саме в ці роки почалася реалізація Світового плану інтенсифікації сільського господарства, який одержав назву „Зеленої революції”. В основу плану було покладено інтенсивне вживання мінеральних добрив, яке тільки за 1970-1975 рр. в світі зросло в 8 разів (Зайцев, 1998). В цей період починається і зарегулювання стоку Дунаю, яке привело до зниження максимальних швидкостей течій, зменшення кількості зважених речовин, збільшення прозорості води (Харченко и др., 1999). Зростання надходження біогенних сполук з водозбірної площі і збільшення прозорості сприяло активізації фотосинтетичних процесів – інтенсивному розвитку фітопланктону, в основному діатомового, споживаючого кремній на будівництво клітини. Це в свою чергу призвело до зниження концентрацій кремнію і зростання органічних сполук – продуктів життєдіяльності фітопланктону. Водосховища в середній течії Дунаю, як свого часу на Дніпрі і Волзі, стали виконувати роль водоймищ-накопичувачів зважених і розчинених речовин.

Подальший розвиток евтрофування вод Дунаю (1986-2000 рр.) характеризувався спочатку зростанням концентрацій фосфатів (максимальні за п’ятдесятирічний період значення відмічали у 1986-1988 рр.) і нітратів (1989-1992 рр.), а потім їх зниженням до рівня 50-60-х років. Евтрофування вод супроводжувалося постійним зростанням вмісту органічних сполук і зменшенням концентрацій кремнію, які в порівнянні з періодом до евтрофування знизилися в 1,5 рази.

Було встановлено, що в період розвитку евтрофування мінливість вмісту БР носить яскраво виражений сезонний характер, що пов'язане з розвитком гідробіологічних процесів. В дельті в теплий період року постійно відмічали “цвітіння” води, фіксували насиченість води киснем більше 100 %, зниження концентрацій БР і зростання концентрацій органічних сполук.

Значення коефіцієнтів експорту БР (КЕБР) з водозбірної площі добре ілюструють зміни у стоці біогенних речовин р. Дунаю:

КЕБР = С / S, (1)

де С – кількість поступаючих біогенних речовин, т·рік-1,

S – величина водозбірної площі, км2.

Так, на початковому етапі евтрофування в порівнянні з 50-60-ми роками, надходження мінеральних сполук азоту і фосфору з водозбірної площі збільшилося майже в 2 рази, а в 1986-1988 рр. в 2,5 рази для сполук азоту і в 4 рази для сполук фосфору. Стабілізація і зниження надходження біогенних речовин з водозбору, починаючи з 1989-1992 рр., пов'язане зі спадом економіки в країнах колишнього соціалістичного табору. Надходження органічних сполук азоту і фосфору з водозбірної площі характеризується постійним зростанням – за 50-річний період збільшилося у 9 разів для азоту і у 2 рази для фосфору. Надходження кремнію знизилося більш ніж в 1,5 рази і пов'язано з осіданням кремнію у вигляді відмерлого фітопланктону у водосховищах в середній течії річки.

БР, які надійшли з водозбірної площі, не можливо розділити аналітичними методами на антропогенні і природні. Надходячи з техногенними міграційними потоками БР повністю залучаються до біотичного кругообігу і переходять у природні, тому для оцінки ступеню антропогенного навантаження на водну екосистему були використані розрахунки антропогенної складової стоку біогенних речовин (АБР):

АБР = В – (Siмін. розч. / К) , (2)

де В – вміст біогенної речовини в період евтрофування,

Si мін. розч. – вміст кремнію в цей період,

К – емпіричний коефіцієнт до початку евтрофування (Siмін. розч./аналізований елемент).

Розрахунки АБР показали, що максимальне антропогенне навантаження за мінеральними сполуками азоту і фосфору було у 1986-1988 рр. В цей період до 75 % азоту і 85 % фосфору у воді дельти були антропогенного генезису. Цей період можна назвати піком антропогенного евтрофування вод Дунаю. Надалі відмічали зниження антропогенної складової в стоці мінеральних сполук. Так, в 1997-2000 рр. тільки 37 % мінерального азоту і 72 % мінерального фосфору були антропогенного генезису. Антропогенна складова стоку органічного азоту зросла з 36 % в 1986-1989 рр. до 92 % в 1997-2000 рр. На протилежній тенденції наголошено в стоці органічного фосфору – зниження з 88 % в пік розвитку евтрофування (1986-1988 рр.) до 70 % в 1997-2000 рр.

За п’ятидесятирічний період сумарний стік мінеральних і органічних сполук БР (WБР) збільшився в 1,5 рази:

WБВ = M · Q ·31,5 · 103, (3)

де Q – середньорічна витрата води, м3·с-1,

М – середньорічна концентрація визначеної біогенної сполуки, кг·м-3.

Так, якщо до 1960 р. він складав 1060·103 т·рік-1, в період розвитку антропогенного евтрофування (1977-1985 рр.) – 1792·103 т·рік-1; на сучасному етапі (1986-2000 рр.) – 1835·103 т·рік-1. Відмічено зміни природних співвідношень мінеральних і органічних сполук азоту, що також є підтвердженням евтрофування вод. Так, у 2000 р. органічні сполуки азоту складали до 90% у балансі азоту у воді дельти на відміну від 44 % в період до евтрофування, з яких 92 % було антропогенного генезису. Органічні сполуки фосфору у воді дельти збільшилися незначно – з 30 % до евтрофування до 32 % в 1997 – 2000 рр., з яких до 70 % антропогенного генезису. Ця тенденція в співвідношенні мінеральних і органічних сполук азоту і фосфору збереглася в 2001-2004 рр.

На сучасному етапі, незважаючи на зниження концентрацій мінеральних сполук азоту і фосфору до рівня 50-60-х років, не можна констатувати зниження рівня евтрофування вод Дунаю. Органічні сполуки азоту і фосфору є потенційними джерелами БР. Потрапляючи в екосистему приймального водоймища – ПЗЧМ, вони також, як і БР, залучаються до біотичного кругообігу і призводять до створення гіперпродукції органічної речовини, сприяють порушенню продукційно-деструкційних процесів, розвитку евтрофування.

**У четвертому розділі** „ Роль плавнів дельти Кілійського рукава Дунаю у формуванні гідрохімічного режиму дельти (на прикладі Стенцьовсько-Жебріянських плавнів)” розглянута просторова і сезонна мінливість гідрохімічних параметрів в екосистемі Стенцовсько-Жебріянських плавнів (СЖП) – частини дельти Килійського рукава Дунаю. Антропогенне втручання у водний режим плавнів – будівництво гребель, каналів, шлюзів, регламентована подача дунайської води, призвело до порушення природних умов СЖП. Джерелами БР в екосистемі плавнів крім дунайських вод є атмосферні опади і дренажні води із зрошуваних полів.

Було встановлено, що плавні дельти відіграють роль могутнього природного біофільтру на шляху трансформації дунайських вод в море. Так, за рахунок седиментації і акумуляції в донних відкладеннях СЖП рівень надходження зважених речовин знижується на 75 %. За рахунок розвитку гідробіологічних процесів – утилізація гідробіонтами шляхом включення цих речовин в трофічні ланцюги і споживання вищою водною рослинністю, плавні здатні значно знизити рівень БР – сполук фосфору на 50 %, азоту на 30 %. У свою чергу, фотосинтетичні процеси приводять до значного збагачення води плавніше органічними речовинами. Таким чином, плавні дельти Дунаю в результаті фізико-хімічних і біологічних процесів акумулюють і трансформують стік зважених і розчинених речовин Дунаю.

**У п’ятому розділу** „Закономірності формування гідрохімічного режиму узмор'я р. Дунай” наведені матеріали районування за гідрофізичними і гідрохімічними показниками українського сектора північно-західної частини Чорного моря (від м. Тарханкут до гирла р. Дунай) (Гаркавая, Богатова и др., 2000). Вони свідчать, що пригирлове узмор'я Дунаю характеризується максимальним в ПЗЧМ рівнем БР.

## Було встановлено, що в мінливості гідрохімічних параметрів на узмор'ї Дунаю основне значення має просторовий розподіл прісних вод. За величиною солоності води на узмор'ї виділяються чотири основні зони: прісних або майже прісних вод (0,3-2 ‰), фронтальна – змішування річкових і морських вод (2-6 ‰), трансформованих річкових вод (6-17 ‰) і морських (більше 17 ‰) вод (Большаков, 1970). Розвантаження біогенного стоку Дунаю починається у фронтальній зоні, яка, як правило, розташована на відстані 2-8 км від гирл рукавів. В цій зоні, яку називають геохімічним бар'єром ”річка-море” або зоною лавинної седиментації (Гордеев, 1983), відбувається перехід в донні відкладення значної кількості зважених і розчинених компонентів стоку Дунаю.

Відзначено, що в цій зоні поведінка амонійного азоту, нітритів, нітратів і кремнію “консервативна”, тобто їх концентрації на узмор'ї лінійно зменшуються із зростанням солоності (табл. 2). Для сполук фосфору характерна “неконсервативна” поведінка, пов'язана з десорбцією фосфатів з суспензії, яка містить значно більшу кількість фосфору, чим розчинено у воді.

#### ***Таблиця* 2**

**Мінливість гідрохімічних показників в зоні змішування річкових і морських вод на узмор'ї Дунаю (за матеріалами 1990 – 1998 рр.)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Місце відбору проб | NH4+ | NO2- | NO3- | PO43- | Nорг.  | Pорг. |
| мг⋅дм-3 |
| 18 км р. Дунай | 0,400 | 0,083 | 1,347 | 0,200 | 3,528 | 0,088 |
| гирло р. Прорва | 0,537 | 0,072 | 0,726 | 0,220 | 4,285 | 0,065 |
| < 1,0 ‰  | 0,354 | 0,055 | 1,471 | 0,086 | 5,851 | 0,086 |
| 1 – 2 ‰  | 0,267 | 0,070 | 1,200 | 0,106 | 5,790 | 0,106 |
| 2 – 3 ‰ | 0,282 | 0,041 | 1,172 | 0,206 | 1,899 | 0,207 |
| 3 – 4 ‰  | 0,031 | 0,040 | 1,610 | 0,271 | 2,523 | 0,271 |
| 4 – 5 ‰ | 0,040 | 0,034 | 0,907 | 0,068 | 2,190 | 0,068 |

Було встановлено, що в донні відкладення узмор'я переходить до 75 % амонійного азоту, близько 50 % нітриту, фосфатів і кремнію, до 40 % нітратів. У зоні з солоністю 6-17 ‰ відбувається подальше зниження концентрацій БР за рахунок продукційно-деструкційних процесів, розвиток яких у діапазоні солоності 2-6 ‰ ускладнено через неможливість осмотичної адаптації гідробіонтів.

Евтрофування вод Дунаю призвело і до зростання концентрацій БР на узмор'ї, відобразилося на активності продукційно-деструкційних процесів. В 70-80-х роках (рис. 2) вміст мінерального азоту, у порівнянні з 50-60-ми

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рис. 2. Багаторічна мінливість гідрохімічних показників в зоні впливу дунайських вод.

роками, зріс майже в 13 разів, мінерального фосфору – у 2 рази, в 80-90- х роках концентрації збільшилися відповідно у 18 і 10 разів.

Зростання концентрацій біогенних речовин на узмор'ї стало причиною щорічного “цвітіння” води в поверхневому шарі моря. Насичення води киснем в цій зоні досягало 150 – 200 %, величина рН – 8,6-9,3, біомаса фітопланктону в порівнянні з 50-60-ми роками зросла, більш ніж на порядок (Зайцев и др., 1989). В придонному шарі води фіксували утворення гіпоксії і аноксії. В окремі роки зона “цвітіння” води займала 2/3 площі ПЗЧМ.

Седиментація аллохтонної зваженої речовини і біогенних речовин в зоні змішування морських і річкових вод, автохтонної органічної речовини в зонах “цвітіння” сформувала на узмор'ї Дунаю донні відкладення, насичені цими сполуками, концентрації яких на порядок і більше перевищують їх значення у воді узмор'я (рис. 3).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Рис. 3. Середні значення (мг·дм-3) біогенних речовин в поверхневому (1), придонному (2) шарах і у поровій воді донних відкладень (3) узмор'я Дунаю в 1998 – 2000 рр.

Моніторинг якості водного середовища в гирловій області Дунаю показав, що в період розвитку придонної гіпоксії за відновними умовами фіксується вихід БР з донних відкладень в придонний шар моря, викликаючи вторинне евтрофування вод. Дифузія БР з донних відкладень відбувається і в окислювальних умовах. Таким чином, порові води донних відкладень узмор'я Дунаю в даний час є додаткове джерело евтрофування. Подібні явища зафіксовані в Азовському, Балтійському, Каспійському, Північному морях, де процеси евтрофування розвивалися раніше (Александрова, Бронфман, 1975; Hall et al., 1996).

**У шостому розділі** „Роль біогенного стоку Дунаю в евтрофуванні північно-західної частини Чорного моря” розглянуто надходження біогенних речовин в ПЗЧМ зі стоком річок – Дунаю, Дніпра з Південним Бугом і Дністра, з атмосферними опадами, локальними береговими стоками і з донних відкладень. Надходження БР з річковим стоком (сумарний стік 256 км3·рік-1) оцінювали за власними даними про стік БР Дунаю, Дніпра і Дністра і літературним джерелам (Журавлева, 1988; Гидробиологический режим Днестровского лимана, 1992). Надходження з атмосферними опадами (із стоком 20 – 25 км3·рік-1) оцінювали за даними власних спостережень і літературними джерелами (Горев, 1994). Надходження з комунальними стоками міст, розташованих на берегах ПЗЧМ, розраховували, застосовуючи статистичну залежність про чисельність населення цих міст (Эдельштейн, 1997). Запас БР в донних відкладеннях ПЗЧМ оцінювали із загальної біомаси фітопланктону – середнє значення 1,5 г·м-3 (Стан довкілля Чорного моря, 2002), а надходження БР з одиниці площі донних відкладень розраховували, використовуючи схему деструкції органічної речовини (Rutgerrs van Loeff, 1984) і швидкість дифузії (F) сполук (Friedrich, 2002):

F = h · d(C) /dt, (4)4)()()

де h – глибина, м,

dС/dt – зміна концентрації біогенної речовини в поровій воді донних відкладень і в придонному шарі моря за одиницю часу, мг·м-3·добу-1.

Результати багаторічного екологічного моніторингу показали, що роль природних і антропогенних джерел в збагаченні ПЗЧМ сполуками азоту і фосфору різна. Так, до 36 % надходження сполук фосфору забезпечують донні відкладення, з річковим стоком і комунальними стоками міст надходить 30 і 31 % відповідно, атмосферні опади поставляють близько 3 %. Головна роль в збагаченні ПЗЧМ сполуками азоту належить річковому стоку – 73 %, надходження з донних відкладень складає близько 26 %, внесок атмосферних опадів не перевищує 1 %.

Роль річкового стоку і донних відкладень в евтрофуванні ПЗЧМ також різна. У даний час із стоком річок в ПЗЧМ зросло надходження органічних сполук азоту і фосфору – потенційних БР, мінералізація яких вимагає додаткової кількості розчиненого у воді кисню. Донні відкладення ПЗЧМ за рахунок дифузії як в окислювальних умовах, так і при розвитку гіпоксії, збагачують води розчиненими БР, утилізація яких переважна для життєдіяльності гідробіонтів.

Роль стоку БР р. Дунай в евтрофуванні ПЗЧМ в даний час зросла. Якщо в 50-60-х роках внесок Дунаю в надходження БР з річковими водами складав менше 80 %, то в даний час він збільшився до 90 %. Це зв'язано як із зарегулюванням стоку інших річок, що впадають в ПЗЧМ, так і з евтрофуванням їх вод.

Так, зарегулювання Дніпра привело до зменшення площі моря, що знаходиться під впливом вод, що поступають з Дніпровсько-Бузького лиману. Гідробіологічні і седиментаційні процеси, що протікають в лимані, значно знижують надходження мінеральних і збільшують надходження органічних сполук в ПЗЧМ (Журавлева, 1988).

Зарегулювання Дністра і безповоротне водоспоживання привело до зменшення витрат води і швидкостей течії як в річці, так і в мілководому Дністровському лимані. Зростання антропогенного навантаження на водозбірній площі привело до евтрофування і майже постійного “цвітіння“ води в лимані, зменшенню надходження в ПЗЧМ розчинених і зважених мінеральних і органічних речовин, які осідають в лимані при уповільненні швидкості течії (Гидробиологический режим Днестровского лимана, 1992).

#### **На сучасному етапі розвитку евтрофування ПЗЧМ, який характеризується порушенням балансу екзо- і ендобіогеохімічних процесів, Дунай поставляє близько 80 % мінерального і більше 90 % органічного азоту, більше 80 % мінерального і органічного фосфору, до 90 % кремнію, які надходять з річковими водами у море. Він є головним постачальником і розчинених органічних речовин, мінералізація яких також призводить до збагачення БР вод цього гідродинамічно активного району моря. Опосередковано через розвиток продукційних процесів стік БР Дунаю став причиною формування на узмор'ї донних відкладень, які в даний час є істотним додатковим джерелом евтрофування вод ПЗЧМ.**

#### ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і здійснено нове вирішення наукової задачі, що полягає в оцінці сучасного стоку біогенних речовин річки Дунай і його ролі в евтрофуванні вод північно-західної частини Чорного моря, негативні наслідки якого виявляються останні 30 років. Внаслідок проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Показано, що за період 1948-2000 рр. стік біогенних речовин (мінеральних сполук азоту, фосфору і кремнію) значно змінився: до зарегулювання стоку і початку евтрофування вод (до 1960 р.) він складав 1060·103 т·рік-1, в період розвитку антропогенного евтрофування (1977-1985 рр.) – 1792·103 т·рік-1; на сучасному етапі (1986-2000 рр.) – 1835·103 т·рік-1.
2. Встановлено, що розвиток антропогенного евтрофування (1977-1985 рр.) прямо пов'язаний із зростанням коефіцієнта експорту біогенних речовин з водозбірної площі річки і антропогенної складової стоку. Розвиток антропогенного евтрофування характеризувався зростанням (1986-1992 рр.), стабілізацією (1993-1996 рр.) і зниженням (1997-2000 рр.) концентрацій мінеральних сполук азоту і фосфору до рівня 50-60-х років, значним зниженням кремнію і зростанням органічних сполук антропогенного генезису.
3. Натурними спостереженнями встановлено, що сезонна мінливість розчинених біогенних і зважених речовин в дельті Дунаю пов'язана з величиною водного стоку і з розвитком продукційних процесів. Порівняльний аналіз і розрахунки співвідношення головних біогенних елементів – азоту, фосфору і кремнію свідчить про незбалансованість екосистеми, а зафіксована тенденція зростання вмісту і антропогенної складової стоку органічного азоту – про збільшення антропогенної дії на екосистему річки.
4. Плавні дельти Дунаю, що зберегли великі масиви рослинності з домінуванням очеретяних чагарників, виконують роль природного біофільтра: акумулюють зважені (до 75 %), утилізують (до 50 % фосфору і 30 % азоту), трансформують біогенні речовини і збагачують воду розчиненою органічною речовиною (від декількох разів до порядку величин, залежно від сезону).
5. За даними багаторічних спостережень встановлено, що рівень біогенних сполук на узмор'ї Дунаю є максимальним в ПЗЧМ.
6. На геохімічній межі „річка-море” наголошено на переході в донні відкладення до 75 % амонійного азоту, 50 % нітритів, фосфатів і кремнію, до 40 % нітратів, що поступають з водами Дунаю. Встановлено, що вміст біогенних і органічних сполук в поровій воді донних відкладень узмор'я в десятки разів перевищує їх концентрації в евфотичному шарі. На сучасному етапі розвитку евтрофування донні відкладення узмор'я служать новим, додатковим джерелом евтрофування морських вод. Їх вплив в збагачення вод цього району моря біогенними речовинами порівняно з внеском Дунаю.

## Аналіз джерел надходження біогенних речовин в ПЗЧМ показав, що головна роль в збагаченні цієї акваторії сполуками азоту належить річковому стоку – до 73 %, сполуками фосфору – донним відкладенням – до 36 %.

1. Порівняльний аналіз біогенного стоку річок, що впадають в ПЗЧМ, показав, що внесок Дунаю складає 80 – 90 % по біогенним і до 90 % по розчиненим органічним речовинам переважно антропогенного генезису.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Гаркавая Г.П.*, *Богатова Ю.И.*, *Буланая З.Т.* Северо-западная часть Черного моря. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы // В кн.: Практическая экология морских регионов. Черное море. Под ред. В.П. Кеонджяна. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 192-200.
2. *Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Буланая З.Т.* Современные тенденции изменения гидрохимических условий северо-западной части Черного моря // В кн.: Изменчивость экосистемы Черного моря: Естественные и антропогенные факторы. – М.: Наука, 1991. – С. 299-306.
3. *Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А.* Особенности формирования гидрохимических условий украинской части устьевой области Дуная // В кн.: Экосистема взморья украинской дельты Дуная. − Одесса: Астропринт, 1998. − С. 21-62.
4. *Богатова Ю.І., Гаркавая Г.П.* Моніторінг біорізноманітності. Гідрохімічний моніторінг // В кн.: Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління. − К.: Наукова думка, 1999. − С. 384-404.
5. *Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А.* Формирование гидрохимических условий на устьевом взморье Дуная // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. НАН Украины, МГИ, ИнБЮМ. − Севастополь, 2000. − С. 133-141.
6. *Богатова Ю.И.* Оценка антропогенных составляющих в биогенном стоке Дуная // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2002. – Вип. 46. – С. 250-254.
7. *Берлинский Н.А., Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И.* Проблемы антропогенного эвтрофирования и развития гипоксии в северо-западной части Черного моря // Экология моря. – 2003. – Вып. 63. – С. 17-22.
8. *Гаркавая Г.П., Буланая З.Т., Богатова Ю.И.* Биогенные вещества и кислород в придунайских водах Черного моря // Мат. ХХ Международной конференции по изучению Дуная. – К.: Наукова думка, 1979. – С. 83-84.
9. *Garkavaja G.P., Bulanaja Z.Т., Bogatova J.I.* Die Bedeutung der gegenwartigen einmundung der Donau fur die eutrophie des Schwarzen Meers // Proc. ХХV Arbeitstagung der Internationalen Arbeitsgemeinschaft Donauforschung. – Bratislava (CSSR). – 1985. – S. 194-197.
10. *Garkavaja G.P., Bogatova J.I., Bulanaja Z.Т.* Die Bedeutung Der Donau im Eutrophieren des Schwarzen Meeres // Proc. XXIX Konferenz Den Internationalen Assoziation zur Donauuntersuchung. – Kiev, Molod. – 1991. – P. 282-285.
11. *Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И.* Формирование качества воды прибрежной зоны Черного моря в условиях антропогенного воздействия // Мат. Международного симпозиума “Управление и охрана побережий северо-западного Причерноморья”. – Одесса. –1996. – С. 21-22.
12. *Garkavaja G.P., Bogatova J.I., Bulanaja Z.Т.* Dynamics nutrient substances in Kiliya delta Danube in conditions reduced and regulated runoff // Proc. XXXII Konferenz Der IAD. – Band II. – Wien (Osterreich). – 1997. – P. 37-41.
13. *Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И, Буланая З.Т.* Многолетняя динамика биогенных веществ Килийского устья Дуная // Тези доповідей Другого з’їзда гідроекологічного товариства України. – Т.I. – Київ. – 1997.– С. 23-24.
14. *Bogatova J.I., Garkavaja G.P.* Formation Peculiarities Hydrochemical Regime Stentsovsky-Zhebriansky Wetlands in Danube Delta under Sntropogenic Influence // Proc. XXXIII Konferenz Der IAD – Osijek (Сroatia). – 2000. – P. 423-429
15. *Alexandrov B.G., Bogatova Yu.I., Garkavay G.P., Vorobyova L.V.* Odessa city groundwater quality and its influence on marine coastal ecosystem // Proc. GPOLL Workshop ”Groundwater Pollution in areas ground-water overexploitation”. – Moscow, MAX Press. – 2000. – Р. 9-11.
16. *Гаркавая Г.П., Зайцев Ю.П., Богатова Ю.И.* Влияние стока эстуарной области Днестра на экологическое состояние прилегающей части Черного моря // Тез. докл. Международной научно-практической конференции “Эколого-экономические проблемы Днестра”. – Одесса. – 2000. – С. 12-13.
17. *Богатова Ю.И., Гаркавая Г.П.* Особенности формирования гидрохимического режима Стенцовско-Жебриянских плавней дельты Дуная // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Сер. Біологія, Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – № 3 (14). – С. 179-180.
18. *Берлинский Н.А., Богатова Ю.И., Гаркавая Г.П.* О развитии гипоксии в северо-западной части Черного моря в современный период // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Сер. Біологія, Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – № 4 (15). – С. 114-115.
19. *Alexandrov B., Berlinsky N., Bogatova Ju., Bushuev S., Garkavaya G., Zaitsev Yu.* Danube role in Black Sea contamination // Proceeding International symposium on problems regional seas. – Istanbul, Turkish marine Research Foundation. – 2001. – P. 64-75.

##### *АННОТАЦІЇ*

 **Богатова Ю.І. Закономірності формування стоку біогенних речовин річки Дунай (українська частина) і його роль в евтрофуванні північно-західної частини Чорного моря. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. Спеціальність 11.00.11 – конструктівна географія і раціональне використання природних ресурсів. – Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2005.

Дисертація присвячена оцінці ролі стоку р. Дунай в евтрофуванні північно-західної частини Чорного моря. На основі багаторічних даних (1948-2000 рр.) досліджень в гірлової області Дунаю встановлені етапи евтрофування вод Дунаю. Показано, що на сучасному етапі в стоці біогенних речовин Дунаю співвідношення головних біогенних елементів – азоту та фосфору, встановлені для збалансованих водних екосистем, дуже порушені зростанням органічних сполук азоту антропогенного походження.

На основі даних гідроекологічного моніторингу встановлено, що плавні дельти, незважаючи на різку антропогенну дію, ще продовжують виконувати функції природного біофільтру.

У роботі описані процеси, що протікають в зоні змішення річкових і морських вод на гідрогеологічній межі ”річка – море” в гирловій зоні Дунаю. Встановлено, що опосередковано через розвиток продукційних процесів стік біогенних речовин Дунаю став причиною формування на узмор'ї донних відкладень, які в даний час є істотним додатковим джерелом евтрофування вод північно-західної частини моря.

Оцінено сучасне надходження сполук азоту і фосфору з природними і антропогенними джерелами в північно-західну частину Чорного моря – стік річок (Дунай, Дніпро і Дністер), атмосферні опади, донні відкладення і комунальні стоки міст. Вказано, що стік біогенних речовин річки Дунай є головним постачальником біогенних речовин з річковим стоком і головним постачальником сполук азоту в північно-західну частину Чорного моря.

**Ключові слова:** Чорне море, гирлова зона Дунаю, біогенні речовини, евтрофування.

**Богатова Ю.И. Закономерности формирования стока биогенных веществ реки Дунай (украинская часть) и его роль в эвтрофировании северо-западной части Черного моря. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Специальность 11.00.11 – конструктивная география и рациональное использование природных ресурсов. – Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2005.

Диссертация посвящена многолетним изменениям в стоке биогенных веществ р. Дунай и его роли в эвтрофировании северо-западной части Черного моря. На основании многолетних (1948-2000 гг.) исследований в устьевой области Дуная показано, что за почти пятидесятилетний период сток биогенных веществ реки претерпел значительные изменения, связанные как с зарегулированием водного стока в среднем течении, так и с усилением антропогенной деятельности на водосборной площади. Установлены этапы эвтрофирования вод Дуная. Показано, что начало развития антропогенного эвтрофирования (1977-1985 гг.) было вызвано повышением экспорта биогенных веществ с водосборной площади. Развитие эвтрофирования характеризовалось ростом (1986-1992 гг.), стабилизацией (1993-1996 гг.) и снижением (1997-2000 гг.) концентраций минеральных соединений азота и фосфора до уровня 50-60-х годов, значительным снижением концентраций кремния и ростом органических соединений антропогенного генезиса. Суммарное поступление минеральных и органических соединений со стоком Дуная в северо-западную часть Черного моря за анализируемый пятидесятилетний период увеличилось в 1,5 раза. На современном этапе, несмотря на снижение концентраций биогенных веществ до уровня 50-60-х годов, нельзя констатировать уменьшение уровня эвтрофирования вод Дуная. Органические соединения азота и фосфора – основные компоненты стока Дуная, являются потенциальными источниками биогенных веществ. Попадая в экосистему приемного водоема, они вовлекаются в биотический круговорот, способствуют созданию гиперпродукции органического вещества, т.е. эвтрофированию.

Было установлено, что в период развития эвтрофирования изменчивость содержания биогенных веществ в воде дельты носит ярко выраженный сезонный характер, что связано с активным развитием гидробиологических процессов.

**На основании многолетнего мониторинга было установлено, что плавни дельты служат природным биофильтром на пути трансформации дунайской воды в море. Они аккумулируют взвешенные, утилизируют и трансформируют биогенные вещества, обогащают воду взморья растворенными органическими соединениями.**

Эвтрофирование Дуная привело к росту концентраций биогенных веществ на его взморье, отразилось на активности продукционно-деструкционных процессов. Так, в 70 – 80-х годах содержание минерального азота, по сравнению с 50-60-ми годами, возросло почти в 13 раз, минерального фосфора в 2 раза, в 80 – 90-х годах – в 18 и 10 раз соответственно. По данным многолетних наблюдений установлено, что уровень биогенных соединений на взморье Дуная является максимальным в северо-западной части моря. Избыточное поступление биогенных веществ с дунайскими водами стало причиной „цветения” воды, придонной гипоксии и снижения видового разнообразия во всех биотопах северо-западной части моря. Мониторинговыми исследованиями было установлено, что основная разгрузка стока биогенных веществ Дуная происходит на геохимической границе “река-море” (зона лавинной седиментации) в диапазоне солености 2-6 ‰. В этой зоне отмечали переход в донные отложения от 40 до 70 % растворенных и взвешенных биогенных веществ.

Было отмечено, что содержание биогенных и органических веществ в поровой воде донных отложений взморья Дуная в десятки раз превышает их концентрации в эвфотическом слое. Натурными наблюдениями установлена диффузия биогенных веществ из донных отложений в придонный слой моря, как в кислородных условиях, так и в период развития придонной гипоксии, вызывающая вторичное эвтрофирование вод. На современном этапе развития эвтрофирования северо-западной части Черного моря донные отложения взморья служат новым, дополнительным источником биогенных веществ. Их вклад в обогащение вод этого района биогенными веществами сопоставим с вкладом Дуная.

Оценено поступление в северо-западную часть Черного моря биогенных веществ с природными и антропогенными источниками – со стоком рек Дуная, Днепра с Южным Бугом и Днестра, с атмосферными осадками, коммунальными стоками городов и из донных отложений. Установлено, что роль природных и антропогенных источников в обогащении северо-западного части соединениями азота и фосфора различна: основными источниками соединений фосфора служат донные отложения и сток рек, соединений азота – сток рек. Мощным антропогенным источником обогащения вод моря соединениями фосфора служат коммунальные стоки городов, расположенных по берегам северо-западной части.

Дунай, как главная река Черного моря, является основным поставщиком биогенных (80-90 %) и растворенных органических (до 90 %) веществ, поступающих на северо-западный шельф с речным стоком.

**Ключевые слова:** Черное море, устьевая область Дуная, биогенные вещества, эвтрофирование.

Bogatova Yu.I. Mechanisms of formation of the Danube nutrients runoff (Ukrainian part) and its role in eutrophication of the north-western part of the Black Sea. – Manuscript.

Thesis for a candidate’s degree of geographic sciences by speciality 11.00.11 – constructive geography and rational utilization of natural resources. – The Odesa State Environmental University, Odesa, 2005.

The dissertation is devoted to the Danube river runoff in eutrophication of the north-western part of the Black Sea. Eutrophication of this region of the Black Sea is connected with changers in the Danube nutrients runoff which evaluation was done on basis of the seasonal long-term studies. It was determined that delta’s marshes serve as the natural biofilter on the way of the Danube waters transformation into the sea. The processes, which take place at the hydrochemical border river – sea in the Danube coastal zone have been described. It was determined that the Danube nutrients runoff has formed coastal bottom sediments – additional source of eutrophication of this sea region. Have been estimated the modern entry of nitrogen and phosphorus compounds with the natural and anthropogenic sources into north-western part of the Black Sea – rivers runoff (Danube, Dnieper and Dniestr), atmospheric precipitation, bottom sediments and municipal waste waters. It has been shown that the Danube runoff is the main source of nutrients with the river runoff and the main source of nitrogen compounds into the north-western part of the Black Sea.

**Key words:** Black Sea, estuary of the Danube, nutrients, eutrophication.

Підписано до друку 19.01.2005.

Умов. друк. арк. 0,9. Формат 60 х 80 1/16.

Папір офсетний. Друк різографічний.

Тираж 100прим. Зам. №29.

Друкарня фірми “Ветаком”

м. Одеса, вул. Пантелеймонівська, 15-а,

тел./факс: (0482) 496-100, 496-101, 777-08-84

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>