

УДК 504.062:551.464(477.83)

Н. О. Березницька, викл.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
кафедра фізичної географії та природокористування
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

ПРОЗОРИСТЬ ВОДИ В ДНІСТРОВСЬКОМУ ЛИМАНІ, УЗБЕРЕЖЖЯ ЧОРНОГО МОРЯ

Прозорість води в Дністровському лимані залежить від кількості річкових наносів (з Дністра), від хвильового змушення на дні лиману, інтенсивності абразії берегів та дна, проникнення морських наносів крізь прорву, падіння атмосферного пилу на водну акваторію. Мінімальне значення прозорості становило 0,22—0,23 м, максимальне — 1,55—1,67 м, пересічне — 0,52 м. Найменші значення панують у північній частині (зона затоки Турлучак), а найбільші — в Карагвольській затоці.

Ключові слова: Дністровський лиман, вода, дно, наноси, прозорість, карта.

Вступ

Дуже інтенсивне господарське засвоєння Дністровського лиману потребує більшої та детальнішої наукової інформації про природу цієї водойми. До цього часу не виконувалися зйомки такого важливого фактора, як прозорість води. Разом з цим прозорість є важливим індикатором деяких природних характеристик: проникнення тепла та кисню у воду, розпорошення світла як інструменту фотосинтезу, поглинання газів у воді, кольор води, розвиток цвітіння води тощо. Саме цієї інформації недостає для оптимального природокористування в лимані. Отже, тема роботи є *актуальною*.

Метою статті є встановлення величин прозорості води та закономірностей їх розповсюдження в акваторії Дністровського лиману. Для досягнення мети треба вирішити *такі завдання*: а) розподіл глибин в лимані; б) побудова карти прозорості води; в) аналіз закономірностей розповсюдження прозорості в різних частинах лиману; г) оцінка впливу водного стоку Дністра на можливу кількість наносів у лимані. *Об'єктом* роботи є Дністровський лиман та його водна маса на узбережжі Чорного моря. *Предметом* є закономірності розповсюдження значень прозорості води як індикатора стану природної системи лиману.

Комплексне дослідження будь-якої природної системи вміщує розгляд всіх складових структур такої системи. Для озера і затоки, таких як лиман, що вивчається, важливим елементом системи є прозорість води, що може віддзеркалювати характер її каламутності. Урахування цієї складової робить наукове дослідження більш досконалим. Тому ця робота має *наукове значення*. Оскільки розробка поданої теми призначена для удосконалення природокористування і охорони природи, то стаття має також і *практичне значення*.

Робота побудована на підставі спостережень автора під час експедиції кафедри фізичної географії та природокористування ОНУ ім. І. І. Мечникова під науково-методичним керівництвом проф. Ю. Д. Шуйського. Я висловлюю щиро подяку всім учасникам експедиції за допомогу у виконанні польових і лабораторних робіт, за фінансування натурних досліджень.

Матеріали і методика досліджень

Натурні дослідження на Дністровському лимані були нами виконані в червні 2007 р. На площі лиману в 370 км було відпрацьовано 80 гідрологічних станцій, що відповідає зйомці в масштабі 1:50000. Вони охоплювали всю акваторію рівномірно, з півночі на південь і із заходу на схід (рис. 1). Вимірювання виконувалися білим диском Секкі з дерев'яного човна, який мав осадку 0,3 м, з підставки 4-метрової висоти над рівнем води. Умовна прозорість вимірялася в метрах за стандартною методикою [1,3].

Використовувалися також методи теоретичного дослідження, які звичайно використовуються при комплексному дослідженні озер, заток та інших мілинних акваторій [3]. До них належать методи систематизації, аналізу, синтезу, порівняльно-географічний, комп'ютерної обробки вихідної інформації. Основні матеріали натурних досліджень зводилися в таблиці, а також використовувалися для складання схем та графіків. Кількісні матеріали використовувалися для комп'ютерної обробки інформації, що сприяло побудуванню карт та графіків. Як допоміжний використовувався також матеріал спостереження за іншими природними характеристиками Дністровського лиману (вітровим, хвильовим режимом, течіями, стоком Дністра, температурою, солоністю, щільністю води тощо).

Результати дослідження та їх аналіз

Загальні параметри глибин в лимані. В кожній з відпрацьованих станцій вимірювалася прозорість лиманної води со, м. Як елемента природної системи значення ш велике, бо відбиває загальний характер концентрації завислих наносів, який впливає на процеси фотосинтезу, на розпорошення світла та звуку, на стан первинної продукції тощо. На цю характеристику треба звертати увагу ще й тому, що мова точиться навколо специфічного лиману, в який втікає велика річка, лиману з обмілинним дном та великими дистанціями розгону вітру над акваторією, що створює можливості ефективного впливу вітрових хвиль на дно. Частина каламутної морської води може заходити в лиман крізь Цареградське гирло, особливо під час дії вітру від південного заходу, коли створюється нагін з боку моря та згін з боку лиману. До того ж великі навколишні площі розорення полів та гарячі вітри з Середньої Азії та Прикаспію сприяють приносу еолового пилу; хоча і рідко, але маємо помітний вплив еолового фактора на поле каламутності лиману. Тому на формування поля прозорості Дністровського лиману впливають річковий, морський, абразійний та еоловий фактори.

У даному разі на велику увагу заслуговує розподіл глибин. Він впливає на процеси седиментогенезу, зокрема на концентрацію завислих теригенних наносів в умовах обмілинного дна. Великі відстані від одного берегу до протилежного сприяють достатній дистанції розбігу вітрового потоку над акваторією, а відтак — можливості утворення вітрових фрикційних хвиль висотою навіть трохи більше 1 м. При вказаних глибинах і пересічній 1,74 м (табл. 1) хвилі з висотою навіть 0,4—0,5 м спроможні активно впливати на дно і суттєво підвищувати каламутність та знижувати прозорість води.

Виконані розрахунки показали, що найбільша площа дна розташована в інтервалі глибин 1,5—2,0 м (33,24% від сумарної) (табл. 1). Трохи більше 70% площі мають глибини 1,5 м і більше, при тому, що пересічна глибина лиману сягає 1,74 м. Таким чином лиманне дно нагадує величезну миску з вирівняним дном

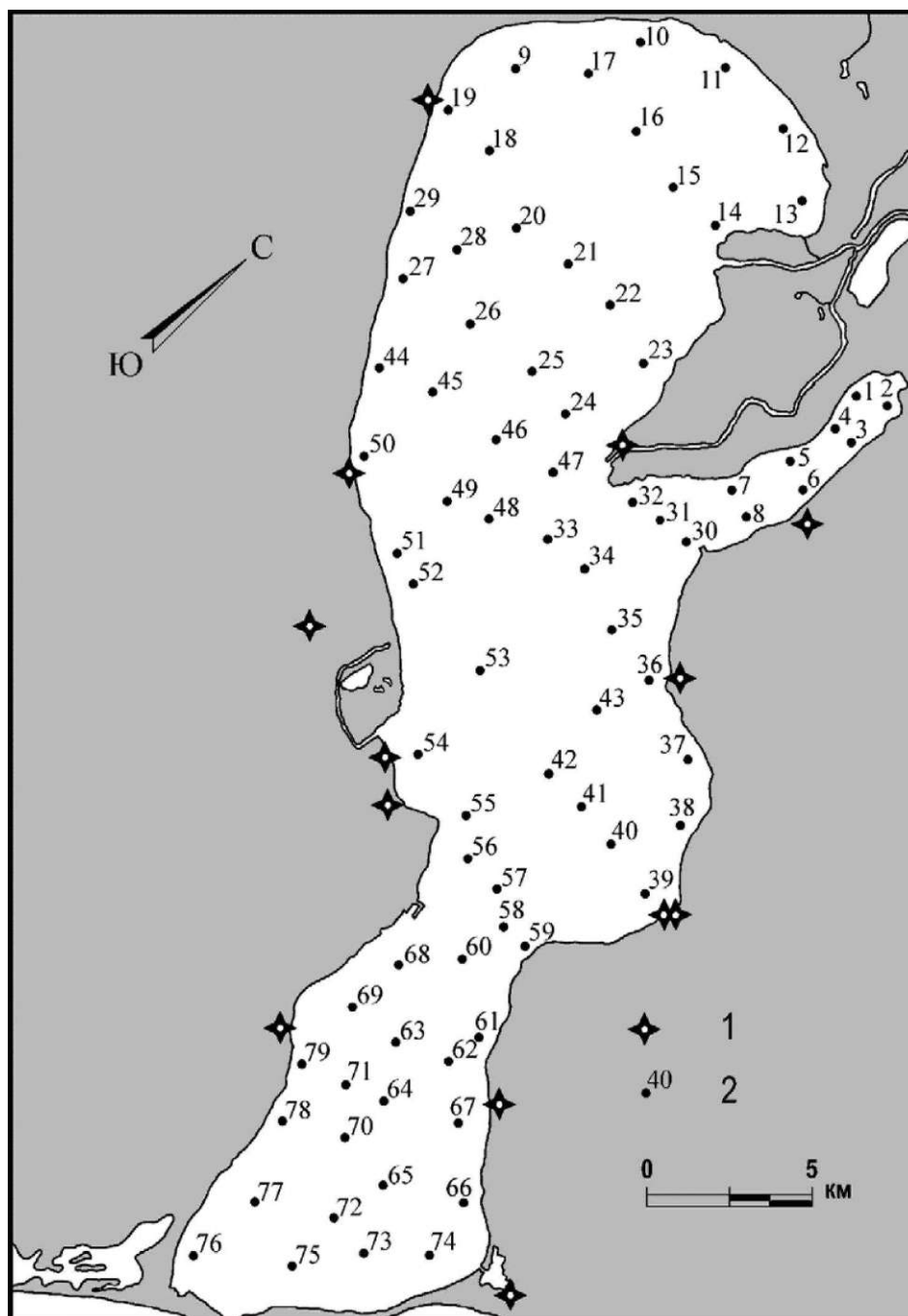


Рис. 1. Схема поширення станцій дослідження, які виконані в червні 2007 р. на акваторії Дністровського лиману. Позначки: 1 — орієнтири, що призначені для вимірювання секстантом; 2 — дослідницькі станції та їх номери

Прозорість води в Дністровському лимані, узбережжя Чорного моря

і крутим підводним береговим схилом. Таку особливість рельєфу можна пояснити підвищеними швидкостями донної абразії, яка забезпечується досить сильними, крутими вітровими хвилями, добре вираженим дефіцитом пляжоутворюючих наносів, послабленим опором абразії, значними вітровими нагонами та певним короточасним здійсненням рівня води під час повені. Бачиться, вплив названих факторів може помітно зростати в періоди внутрішньотисячолітніх здійснень рівня, як це було в німфейську стадію розвитку водного балансу Чорного моря.

Таблиця 1

Гіпсографічні характеристики дна Дністровського лиману за матеріалами батиметричної карти в масштабі 1:50000

№ п/п	Інтервали глибин, м	І [лоша окремих інтервалів глибин	
		абсолютна, км ²	% від загальної
1	<0,5	29,65	8,01
2	0,5-1,0	29,09	7,86
3	1,0-1,5	45,97	12,42
4	1,5-2,0	122,99	33,24
5	2,0-2,5	99,59	26,92
6	>2,5	42,71	11,55
Пересічно:	1,74	–	
Сумарно:		370	100

Провідні характеристики прозорості води. Взагалі, наші дослідження виконувалися на початку літа, коли починалося цвітіння лиманної води, і вона насичувалася завислими частинками — органічним муллем. Оскільки цвітіння супроводжувалося помірними вітрами, то каламутність води була підвищеною, а прозорість — пониженою. Відповідно, найменшою величиною прозорості була знайдена на Південній ділянці — в 1,5 км від західного берегу вона дорівнювала 0,22—0,23 м (рис. 2). Можна передбачити, що така маленька величина пов'язана із впливом абразії підводних скидів осадової маси, що накопичуються на дні після очищення навігаційного каналу з моря до порту Білгорода-Дністровського. Взагалі, зменшена прозорість локалізована на позитивних формах донного рельєфу та біля зрізу води.

Найбільша прозорість була знайдена в Карагвольській затоці — до 1,5—1,67 м, при пересічному значенні 0,77 м. Це пов'язано із дуже слабкою динамічністю води в затоці та тим, що дно вислане суцільним шаром водоростей. Основна частина станцій з підвищеними значеннями ш розташована в місцях розповсюдження водної рослинності — більше 0,8 м, як, наприклад, на станціях 14, 32, 34, 35, 66, 67. По центру лиману, у віддаленні від берегів розташовані осередки, в яких вона сягає > 0,8 м, як, наприклад, на станціях 42, 64, 65. Упризрізовій смузі прозорість не перебільшує 0,28 м. На різних ділянках межі цієї смуги окантовані ізолінією прозорості 0,2 і 0,3 м. До того ж прозорість є яскравим індикатором розвитку літодинамічних процесів у Дністровському лимані. У фізико-географічних умовах, що склалися на сьогодні, величини ш тим більше, чим більше мулля надходить з Дністра чи з моря, чим більш інтенсивною є хвильова абразія, чим сильніше процес надходження донного осаду в товщу води, чим більша площа дна позбавлена рослинності, чим більша довжина лиманного берегу блокувана смугою рослинності (очерету або осоки).

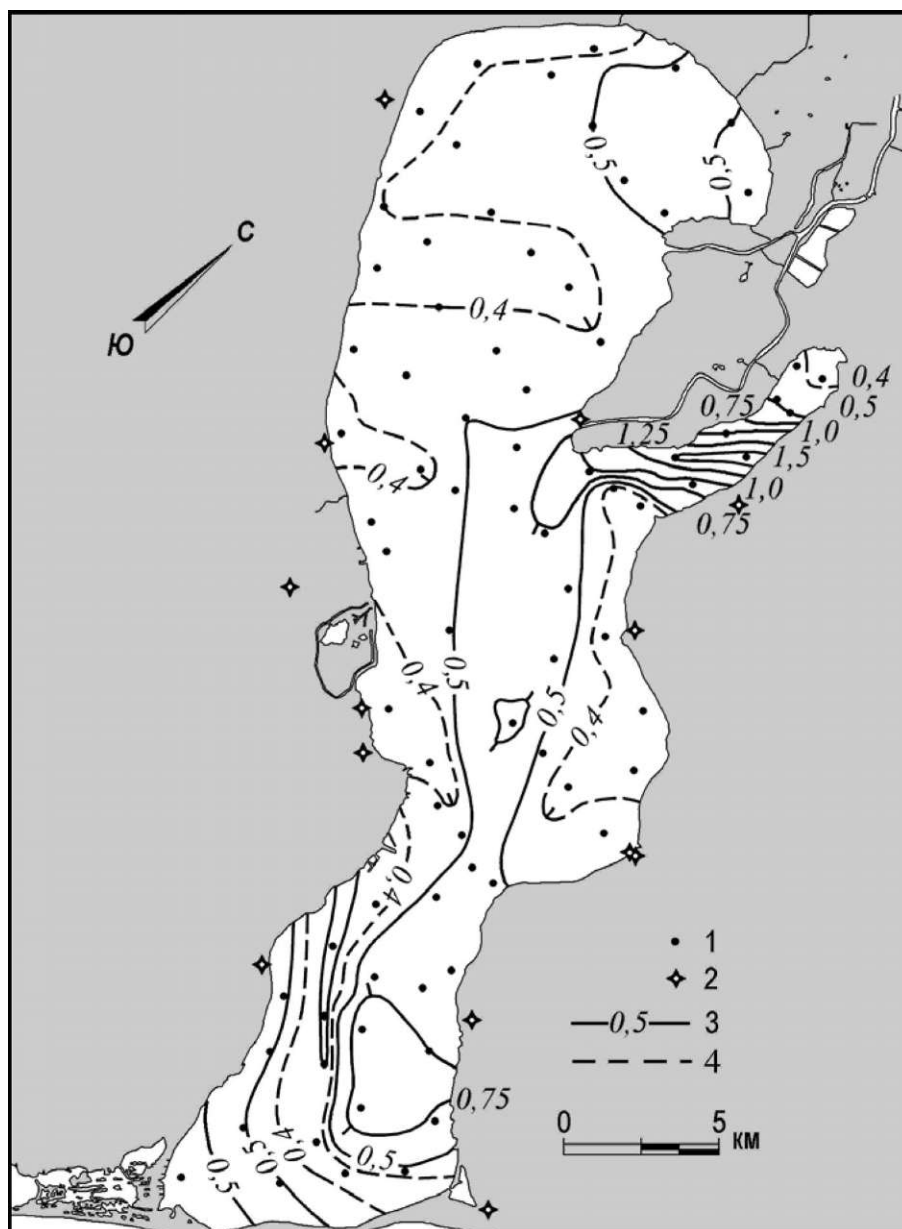


Рис. 2. Схема поширення значень прозорості води в Дністровському лимані за результатами зйомки в червні 2007 р.: 1 — дослідні станції; 2 — орієнтири на березі для засікання станцій в лимані; 3 — ізолінії рівної прозорості через 0,25 м; 4 — те ж, для 0,4 м

Як можна бачити (рис. 2), взагалі ізолінії відносно негусто вкривають акваторію лиману. З цієї позиції його північна частина характеризується дуже невеликим ступенем перепадів прозорості. Найбільші перепади визначилися в Карагвільській затоці за причинами впливу турбулізації водного шару, впливу річкової води і численних джерел підземної води. Донна рослинність виключає активне змулення донних наносів і забезпечує підвищені значення прозорості. Вплив проникнення морських вод крізь Цареградське гирло створює другий район великих перепадів значень прозорості.

Коли взяти за основу гідрологічне районування акваторії лиману [4], то в кожному районі склалися власні особливості значень прозорості. Виявилося, що в Північному та Центральному районах вода найкаламутніша, значення її найменші, — відповідно 0,44 м та 0,47 м. Одночасно і перепади її найменші у порівнянні з Карагвільським та Південним районами: в Південному пересічне дорівнює трохи більшому значенню, а максимальним воно є в Карагвільському районі — 0,77 м. Це не так вже і мало, коли взяти до уваги пересічну (1,74 м) та максимальну (3,1 м) глибину в Дністровському лимані, а також гідрометеорологічну його активність.

У разі урахування всіх значень її на всіх станціях, пересічне становить 0,52 м. Відтак маємо збіг лиманного пересічного та виявленого в Південному районі (теж 0,52 м). Це ще один показник провідного значення Дністра як найважливішого фактора надходження муля в лиман. Щодо величин відхилення максимальних та мінімальних від пересічного, то показовим може бути різниця між ними. Так, відхилення пересічного від мінімального ($-0,30$ м) та максимального значення ($+1,15$ м) вказує на поширення в більшій мірі значень менше за 0,52 м. Налічується 57 станцій з такими значеннями, що становить трохи більше 71% від всього числа, якими охоплена площа у майже 332 км². Причому в Північному районі, де Дністро втікає в лиман, виявлена тільки 1 станція із значенням її $> 0,52$ м. Всі інші відбивають меншу прозорість води. Ця закономірність стверджується для початку літнього сезону року. Але порівняти її з величинами вимірювання со в минулому не можна, бо ще не проводилися дослідження з аналогічною щільністю гідрологічних станцій, в масштабі 1:50000 (рис. 1). Разом з цим вважаємо отримані значення достовірними для умов саме цього лиману на початку літа, наприкінці весняної повені і після сильних дощів у басейні Дністра, та при дії невеликих вітрових хвилювань на лиманній акваторії.

Закономірності стоку Дністра в лиман. Провідним фактором надходження зависів в Дністровський лиман, як наголошено, є стік наносів з Дністра, про що говорять всі автори, які виконували тут дослідження [2, 4—6]. Оскільки стік річкових наносів щільно залежить від стоку води [2], то є велика вірогідність, що крива водного стоку буде віддзеркалювати зміни надходження наносів у Дністровський лиман.

Як можна бачити (рис. 3), пересічні річні значення стоку води, як максимальні та мінімальні, мають дуже складний хід. Пересічні значення характеризувалися поступовим невеликим зниженням рік від року протягом 1880—2001 рр. Як можна бачити, рівняння регресії для функції $f(T) \sim f(T)$ становить $f(T) = -0,29 \cdot T + 879,32$. Це вказує на дуже невелике зниження, що дорівнює лише 0,29 м³/сек протягом багатьох десятилітніх термінів при умові, що пересічні значення повного стоку води сягають сотень м³/сек (рис. 3, о). Аналогічна закономірність притаманна також і мінімальним значенням стоку. Тут уклін прямої лінії тренда є трохи більшим у порівнянні з графіком За, але оскільки мінімальні значення $f(T)$ на графіку

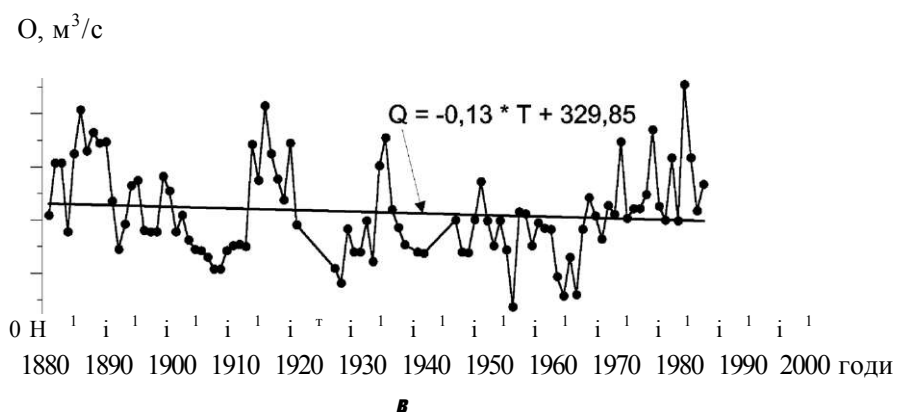
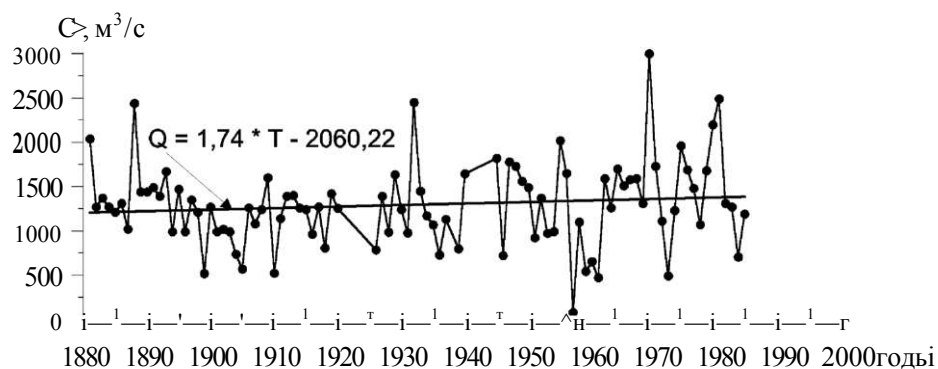
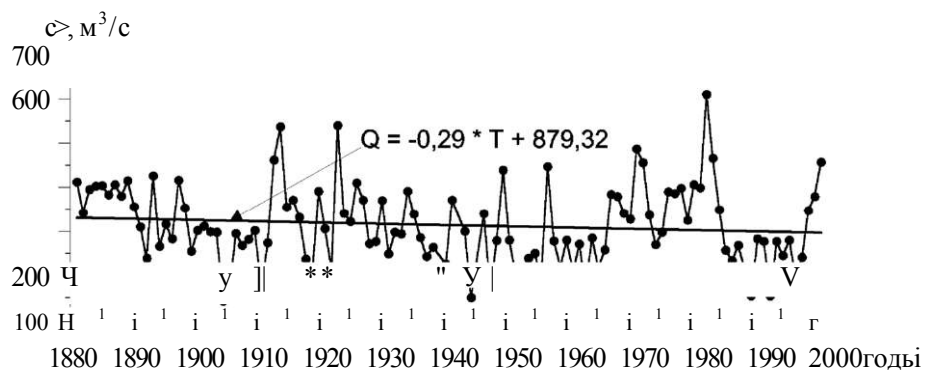


Рис. 3. Динаміка стоку Дністра протягом багаторічного періоду ($\text{м}^3/\text{сек}$).
Величини: a — пересічні, b — максимальні, c — мінімальні

Зв на порядок величини менші, то регулярні перманентні втрати стоку становлять лише $0,13 \text{ м}^3/\text{сек}$. Це є 45% від пересічних значень на графіку За. Разом з тим коливання максимальних величин Q ($500\text{—}3000 \text{ м}^3/\text{сек}$) має позитивний тренд, і пересічне прирощення стоку дорівнює $1,74 \text{ м}^3/\text{сек}$, що більше, ніж від'ємне прирощення. Тому надходження води (і наносів) в Дністровський лиман суттєво регулюється протягом років максимальними значеннями стоку, коли в лиман надходить істотно більше наносів і поле прозорості починає характеризуватися малими величинами. До того ж підвищене надходження води супроводжується підвищенням рівня води в лимані [4], що активізує процеси абразії, а тому знижує прозорість води.

Отже, створюється велика вірогідність того, що прозорість зазнає не тільки сезонних коливань, але і багаторічних коливань під впливом кількох факторів. Серед них провідне значення має стік наносів з Дністра та абразія берегів і дна лиману. Певною мірою впливає завись органічного походження.

Висновки

На підставі викладеного можна зробити такі провідні висновки.

1. Дослідження прозорості води Дністровського лиману на узбережжі Чорного моря були виконані вперше детально, разом із вимірюваннями інших фізико-географічних рис лиману (глибини, температури і солоності води, складу донних осадків тощо), під час зйомки цієї водойми в умовах впливу звичайних умов на початку літа 2007 р. Результати отримані на підставі зйомок у масштабі 1:50000.

2. Величини прозорості вимірювалися в метрах бачності білого диску Секкі з висоти 4 м над рівнем води в лимані.

3. Мінімальне значення прозорості становило 0,22 м, максимальне — 1,67 м, пересічне по лиману — 0,52 м. При цьому прозорість майже 71% площі лиману становила $<0,52 \text{ м}$, що віддзеркалює активний вплив стоку наносів з Дністра, еолових процесів, абразії берегів та підводного схилу, хвильового впливу на каламутність в умовах пересічного значення глибини 1,74 м і 60% площі дна в інтервалі глибин 1,5—2,5 м.

4. Стік наносів Дністра в лиман є вкрай нерівномірним. Але точні спостереження не виконуються. Тому була проаналізована крива стоку води по станції «Маяки». Найвірогідніше, що підвищені значення стоку річкової води сбігаються з підвищенням стоку наносів. Коли так, то максимальні надходження дністровських наносів відбувається кожні 3—4 роки та 9 років пересічно за останні століття.

5. Підвищені з пересічних кількості стоку наносів у лиман відбувалися в 20, 50, 70—80-ті роки ХХ століття. Максимальні кількості мулля Дністер скидав у лиман протягом 90-х років ХІХ століття, в 30, 50, 80-ті роки ХХ століття. Одночасні великі кількості води, що скидалася в лиман, призводили до загального підвищення зависі у воді та зниженню прозорості. Тому при фізико-географічній оцінці прозорості треба урахувати також і довготермінові її коливання.

Література

1. Богословский Б. Б. Озероведение. — Москва: Мысль, 1960.
2. Вишневский В. И. Пшорография устьевого участка Днестра // Тр. Укр. регион. НИГМИ. — 1991. — Вып. 240. — С. 80-97.

3. *Петров К. М.* Теоретические основы ландшафтного картирования дна морских мелководий // Картирование шельфов: Сб. научн. тр. / Под ред. А. И. Сорокина. — Ленинград: Изд. общ. СССР, 1974. — С. 6-30.
4. *Розенгарт М. Ш.* Исследование влияния зарегулированного стока р. Днестра на солевой режим Днестровского лимана. — К.: Науковадумка, 1971. — 132 с.
5. *Русев И. Т.* Дельта Днестра. История природопользования, экологические основы мониторинга, охраны и менеджмента водно-болотных угодий. — Одесса: Астропринт, 2003. — 768 с.
6. *Шуйский Ю. Д.* Современная динамика дельты реки Днестр // Доповіді НАН України. — 1995. — № 5. — С. 76-78.

Н. А. Березницкая

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ПРОЗРАЧНОСТЬ ВОДЫ В ДНЕСТРОВСКОМ ЛИМАНЕ, ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Резюме

Прозрачность воды в Днестровском лимане зависит от количества речных наносов (сносимых из Днестра), от волнового взмучивания дна лимана, от интенсивности абразии берегов и подводного склона лимана, от проникновения морских наносов из моря в лиман, от выпадения атмосферной пыли на поверхность лиманной акватории. Минимальные значения прозрачности составили 0,22—0,23 м, максимальные — 1,55—1,67 м, а среднее — 0,52 м. Наименьшие значения доминируют в северной части лимана (в зоне залива Турдучак), а наибольшие — в Карагвольском заливе, где дно выстлано водорослями.

Ключевые слова: Днестровский лиман, вода, дно, наносы, прозрачность, карта.

N. A. Bereznitskaya

Physical Geography Department, National Mechnikovs University of Odessa,
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

WATER TRANSPARENCE IN DNESTROVSKIY LIMAN, THE BLACK SEA COAST

Summary

Water transparency of Dnestrovskiy Liman depend from several reasons: alluvium sediment flow quantity (from Dnestr River), wave muddle of bottom sediment, action of abrasive processes on cliffs and benches, ingression of sea water through the inlet during storms, the fall out of atmospheric dust on the limanic aquatory, etc. Minimal value of transparence was 0,22 m and maximal value was 1,67 m, that was measured. The average value was calculated as 0,52 m. The lowest transparence predominate in northern region of the liman (nearest of Turduchak bay) and highest transparence was met in Karagvol bay, when the bottom was paved with alga.

Keywords: Dnestrovskiy liman, water, bottom, sediment, transparence, map.