

СУЧАСНІ МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

В статті, за результатами натурних експедиційних досліджень Одеського державного екологічного університету в липні-серпні 2009 р. (за рахунок бюджетних коштів з обласного фонду охорони навколишнього природного середовища), наведено сучасну морфометричну характеристику Куяльницького лиману.

Метою натурних вимірювань було вивчення сучасного рельєфу дна лиману, побудови плану батиметричної зйомки в ізобатах, кривих об'ємів і площ водної поверхні лиману, які в останнє виконувалися ще у 1975 р. [1].

Перед початком вимірювальних робіт проведено аналіз сучасних супутникових знімків Куяльницького лиману та прилеглої місцевості для складання робочої схеми вимірювальних робіт (рис. 1). Батиметрична зйомка виконувалася по косих галсах, що дозволило достатньою мірою відобразити характер рельєфу дна водойми з необхідною точністю. Координація промірних робіт здійснювалася засобами супутникової навігації.

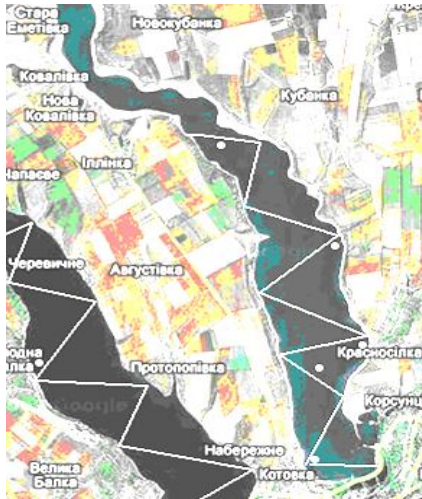


Рис. 1. Супутниковий знімок Куяльницького лиману (білі лінії — промірні галси; білі точки — гідрохімічні станції)

Проміри глибин виконувалися в окремих точках акустичним способом (ехолокацією). Висотна прив'язка здійснена до основної рейки на рейковому водомірному посту, який розташований у південній частині лиману на території сан. Куяльник (рис. 1). Водомірна рейка закріплена на бетонному пірсі в 5 метрах від забірної пристрою насосної станції сан. Куяльник. Відмітка нуля графіка водомірного поста становить мінус 7,06 м БС, а нуля спостережень — мінус 6,56 м БС.

Результати батиметричної зйомки представлені у вигляді плану батиметричної зйомки та кривих об'ємів і площ водної поверхні лиману. При виконанні батиметричної зйомки фіксувались такі дані: дата та час початку і закінчення робіт, відмітка рівня води на водомірному посту на початок та кінець батиметричної зйомки, погода, хвилювання водної поверхні, прилади для промірів глибин та координування, номери промірних вертикалей, глибина на них, відмітки дна, прямокутні координати вертикалей (X та Y , м) в системі координат WGS-84. Визначались також і координати берегової лінії.

Після підготовки та первинного аналізу польових матеріалів батиметричної зйомки побудовано план Куяльницького лиману в ізобатах (рис. 2). Також були обчислені основні морфометричні характеристики лиману, які наведені нижче за текстом цього розділу. До основних морфометричних характеристик лиману належать: довжина, середня ширина, порізаність берегової лінії, площа водного дзеркала, об'єм води.

Довжина лиману L — найкоротша відстань між двома віддаленими точками берегової лінії на лимані, у липні-серпні 2009 р. становила 20,7 км. Середня ширина лиману $B_{\text{сеп}}$ — відношення площі до довжини:

$$B_{\text{сеп}} = \frac{F}{L}, \quad (1)$$

де F — площа водної поверхні лиману, км²; L — його довжина, км.

На Куяльницькому лимані у липні-серпні 2009 р. $B_{\text{сеп}} = 1,82$ км. Максимальна ширина, у середній найбільш широкій частині лиману, складає близько 3,60 км.

Порізаність берегової лінії k (відношення довжини берегової лінії S до довжини кола, яке має площу рівновелику площі лиману)

$$k = \frac{S}{2\pi\sqrt{\frac{F}{\pi}}} \quad (2)$$

У липні-серпні 2009 р. k становило 2,06.

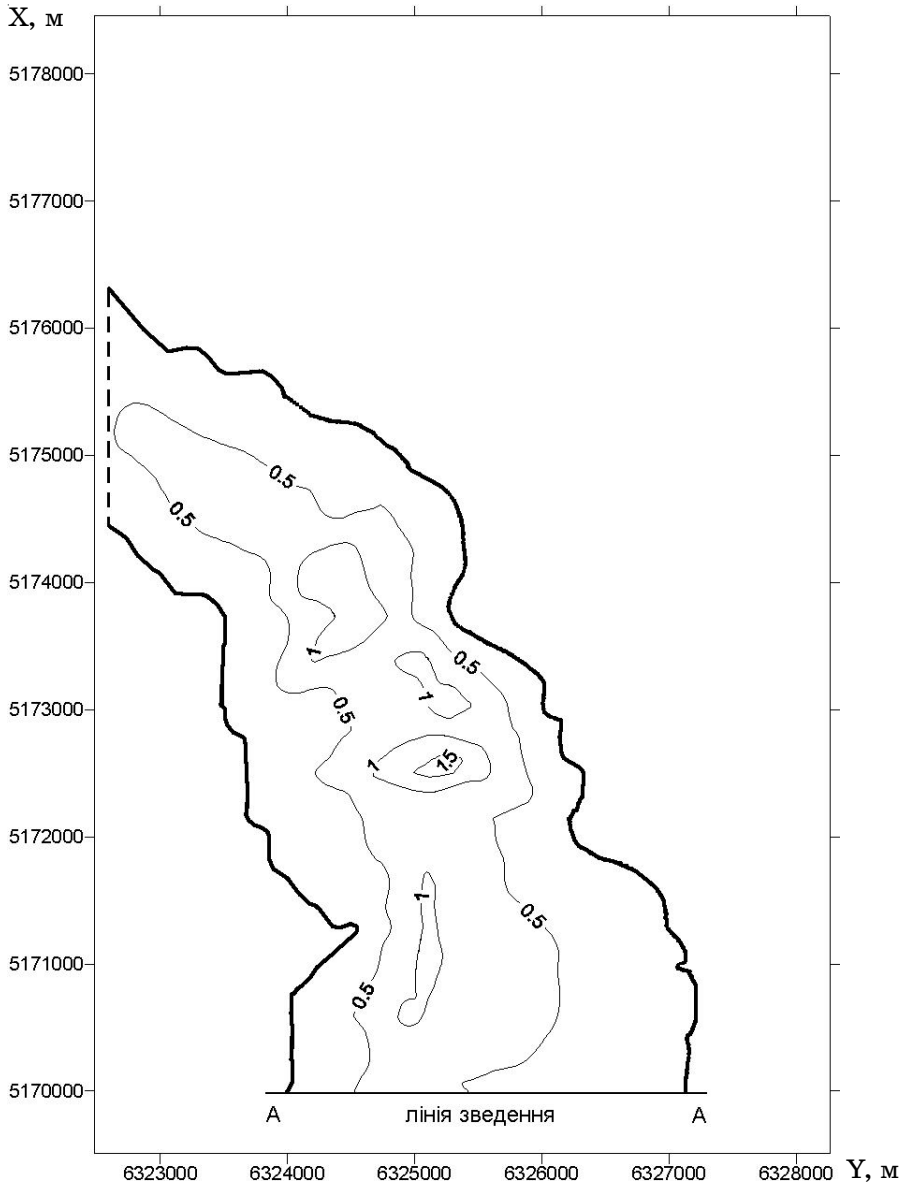
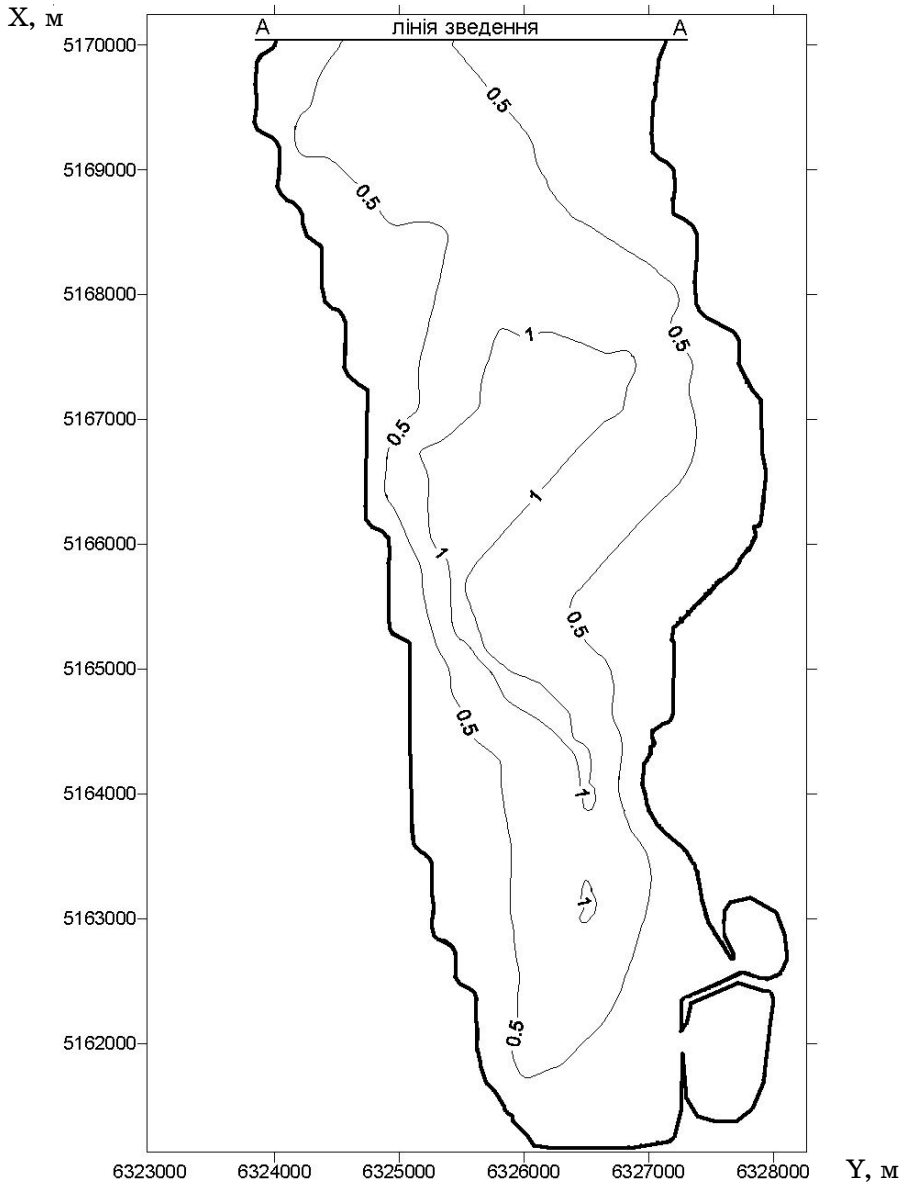


Рис. 2. План Куяльницького лиману в ізобатах (відмітка поверхні води мінус 6,42 м БС)



Продовження рис. 2

Площа водного дзеркала лиману F , яка визначалася за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Surfer7.04, становила 37,6 км². Об'єм води в лимані V розраховувався складанням часткових об'ємів між ізобатами (горизонталями), тобто v_1, v_2, \dots, v_n , та визначався за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Surfer7.04. Часткові об'єми дорівнюють

$$V_i = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} h_{\text{пер}} \quad (3)$$

де F_i — площа, обмежена i -ю ізобатою; $h_{\text{пер}}$ — відстань між ізобатами по висоті.

Об'єм лиману у липні-серпні 2009 р. становив 18,8 млн. м³. Середня глибина лиману $h_{\text{СЕР}}$ визначається як частка від ділення об'єму лиману V на площу водного дзеркала F , тобто

$$h_{\text{СЕР}} = \frac{V}{F} = 0,50 \text{ м.} \quad (4)$$

Для вирішення прикладних гідрологічних задач зручно мати криві залежностей між рівнями води в лимані та його площами $F = f(H)$ і об'ємами $V = f(H)$ (рис. 3, 4).

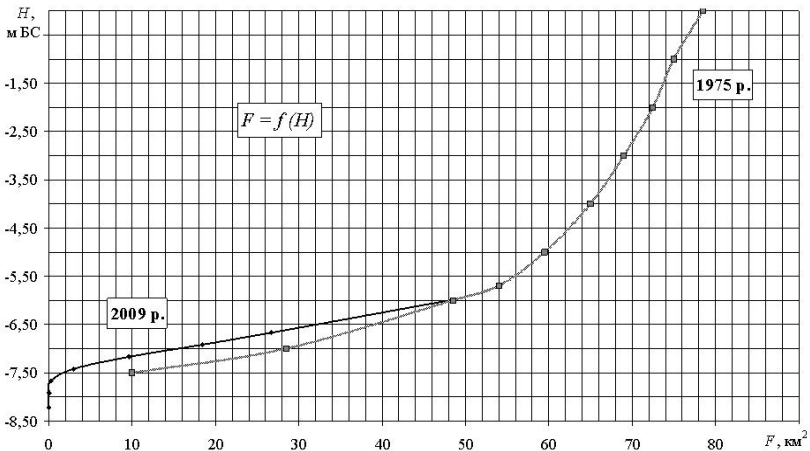


Рис. 3. Криві площ $F = f(H)$ водної поверхні Куяльницького лиману, за даними батиметричних зйомок в 1975 та 2009 рр.

Результати натурних експедиційних досліджень Куяльницького лиману в липні-серпні 2009 р. дозволяють узагальнити основні морфометричні характеристики водойми у сучасний період та дати аналіз їх змін в залежності від коливань рівня води в лимані.

Зокрема, ширина лиману поступово збільшується з півночі на південь та досягає максимального значення на ділянці с. Красносілка і становить 3,60 км. Найбільша глибина в лимані у липні-серпні 2009 р. відмічена в районі гирла р. Кубанка, яка при відмітці рівня мінус 6,42 м БС становила 1,80 м, а середня глибина становила 0,50 м. Площа водного дзеркала Куяльницького лиману в залежності від наповнення водойми може змінюватися від 19 до 74 км² (в липні-серпні 2009 р. при рівні мінус 6,42 м БС площа водного дзеркала становила 37,6 км²). Об'єм води в лимані може досягати 370 млн. м³, але влітку 2009 р. він склав лише 18,8 млн. м³, що майже в 20 разів менше за максимальне значення. Висновок про те, що чаша лиману замулюється, базується на підставі зіставлення кривих площ водної поверхні (рис. 3) та об'ємів води (рис. 4), побудованих за результатами батиметричних зйомок (промірів глибин) Куяльницького лиману, виконаних в 1975 р. та влітку 2009 р. Зіставляючи ці криві, можна бачити, що за рахунок замулення та внутрішнього перерозподілу донних відкладів, відбувається постійне зменшення ємності лиману в області мінімальних рівнів води. Так, за період з 1975 р. по 2009 р. об'єм Куяльницького лиману за рахунок замулення в області мінімальних рівнів води (менше мінус 6,50 м БС) зменшився на 13,0 млн. м³, тобто середня інтенсивність зменшення об'єму лиману за останні три десятиріччя становить 0,38 млн. м³ на рік.

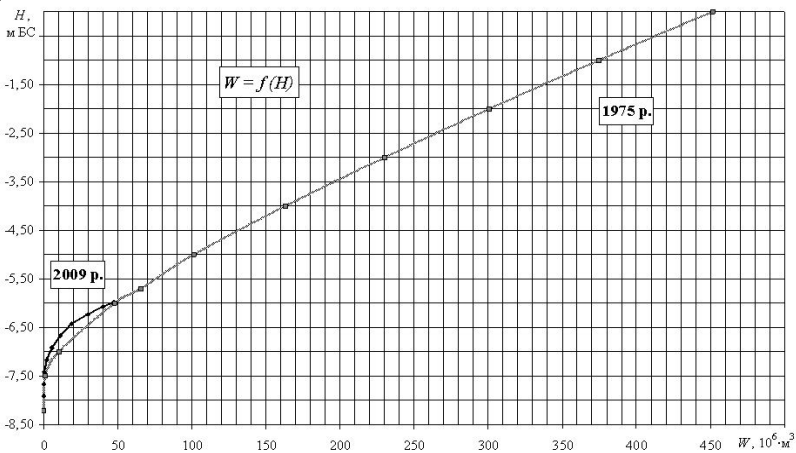


Рис. 4. Криві об'ємів води $W = f(H)$ Куяльницького лиману, за даними батиметричних зйомок в 1975 та 2009 рр.

Аналізуючи водний стік р. В. Куяльник за період з 1975 по 2009 рр., який міг би під час значних паводків та водопіль принести в лиман велику кількість наносів, можна констатувати, що він був майже відсутнім. Надходження наносів з річковим і балковим стоком, а також їхній змив зі схилів лиману під час зливових опадів та в період весняного сніготанення не міг значним чином вплинути на замулення лиману. Отже, зменшення ємності лиману в області мінімальних рівнів води (менше мінус 6,50 м БС) могло відбуватися тільки за рахунок внутрішнього перерозподілу донних відкладів, завдяки вітровим циркуляціям у водоймі.

Висновок про замулення Куяльницького лиману також підтверджує підвищення солоності ропи водойми при майже однакових рівнях води за останні 50 років. Так, у 1962 р. рівню води мінус 6,50 м БС відповідала солоність 250 ‰, при тому ж рівні в 1995 р. вона вже була 272 ‰, а в 2009 р. при рівні води мінус 6,42 м БС — підвищилася аж до 390 ‰. Солоність води Куяльницького лиману пов'язана з водним режимом водойми (рис. 5) [1; 2].

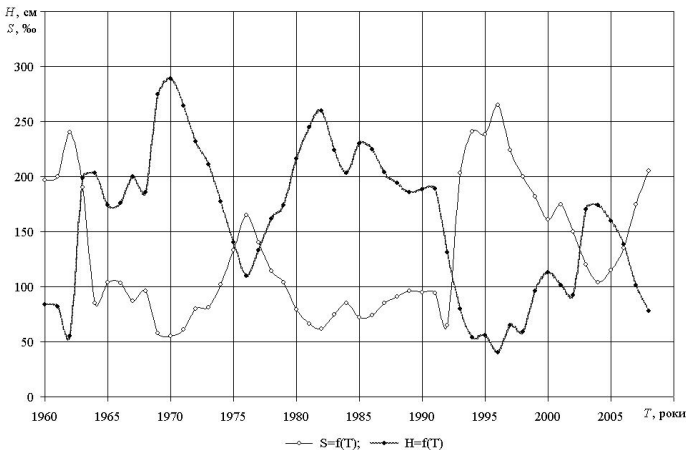


Рис. 5. Багаторічний хід середньорічних значень солоності та рівня води Куяльницького лиману (за період 1960-2008 рр.)

З урахуванням цього, для визначення розрахунково-прогностичних значень солоності води, обґрунтована емпірична залежність солоності S від рівня води в лимані H (рис. 6). Ця залежність є досить надійною, про що свідчить високе значення детермінанта зв'язку ($R^2 = 0,96$). Вона апроксимується степеневим рівнянням вигляду:

$$S = 161 \cdot H^{-1,12} , \quad (5)$$

де S — солоність води, ‰; H — рівень води над «0» графіка водомірного поста, м.

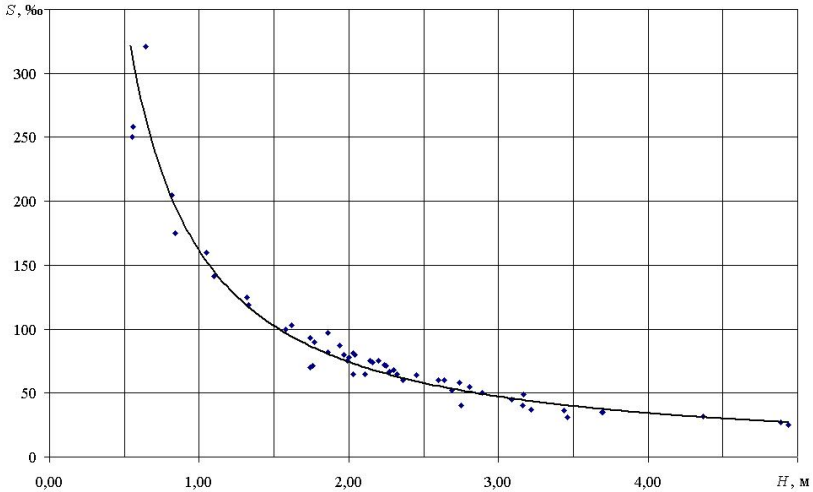


Рис. 6. Залежність $S = f(H)$ солоності від рівня води в Куяльницькому лимані

Така залежність дозволяє отримати фоновий прогноз солоності води лиману по рівнях води на водомірному посту та істотно обмежує масштаб солеобмінних розрахунків, які для лиманів закритого типу малодоступні дослідженню через велике число невідомих компонент, що беруть участь у формуванні їх сольового режиму [2].

Література

1. Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницкого лимана: Отчет о НИР / Од. гос. ун-т им. И. И. Мечникова. — Одесса, 1995. — 190 с.
2. Гопченко Є. Д, Гриб О. М., Белов В. В., Гриб К. О., Медведева Ю. С. Аналіз сучасних морфометричних та деяких фізико-хімічних характеристик лиману Куяльник // За ред. В. М. Небрата. — Одеса: ІНВАЦ, 2009. — С. 63-65.