

## **ПОХОДЖЕННЯ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ, СОЛОНІСТЬ ТА КАЛАМУТНІСТЬ ЙОГО ВОДИ**

**Загальні нотатки.** В морі та в будь-якій водоймі до числа провідних природних географічних характеристик завжди відносять солоність та каламутність води. Ці характеристики були досліджені також і в водах Тилігульського лиману, приморської водойми, однієї з найкрупніших на узбережжі Чорного моря, яка має важливе господарське значення (рибальство, рекреація, водні види спорту та ін.). Роботи виконувалися протягом окремих сезонів року, від 2011 до 2020 рр., на 19 станціях, на стандартній глибині 1 м, переважно в південній найбільш глибокій частині цієї водойми. Взірці відбиралися стандартною 1-літровою пляшкою-батометром. Не пізніше, як через 3 години вимірювалася солоність та каламутність в навчальній аналітичній лабораторії кафедри фізичної географії, природокористування та ГІС-технологій ОНУ. Детальна методика взірцювання та камеральної обробки викладена в роботі [7]. Треба зауважити, що подібні дослідження завжди корисні для студентів ГГФ як необхідний засіб отримання вмінь, навичок та набуття географічної кваліфікації. Досить повна наукова література із цієї тематики в посиланнях міститься в роботах [2, 3, 6].

**Історія формування лиману.** Під час розгляду будь-яких результатів дослідження природи Тилігульського лиману визначається перш за все його походження та формування [6]. В цій роботі ми ґрунтуємося перш за все на результатах досліджень Ю.І. Іноземцева, Є.Ф. Шнюкова, Є.Н. Невеського, А.С. Полякова, В.М. Воскобойнікова, Г.І. Іванова, В.І. Шмуратка, Д.І. Склярука та деяких інших авторів. Ними інструментально встановлено, що лиманна депресія (вмістилище води) спочатку склалася як ґрунтова неглибока розколина під впливом тектонічних посувів у області Чорноморської западини.

Згодом, по лінії розколини утворилася тектонічно послаблена зона у верхній частині земної кори, із значним порушенням гірських порід, вивітрилістю та шпаринністю. Тому ця зона стала середовищем локалізації текучих вод від суміжних водозбірних басейнів та формування річкової долини із базисом ерозії у Чорному морі.

Наприкінці льодовикового періоду (стадія Würm-II) річкову долину тут знайшла собі р. Тилігул. На початку новоевксину рівень моря встановився на позначках  $(-35) \div (-45)$  м, відносно сучасного, за Є.Н. Невеським, Ю.І. Іноземцевим, В.І. Шмуратком та Г.І. Івановим. Ці автори користувалися кондиційною зйомкою в масштабі 1: 200000, взірцюванням віброколонкування із кернами з непорушеною структурою, визначенням абсолютного віку шарів донних відкладів, точною ехолотною батиметричною зйомкою. На протязі новоевксинського часу долина була вироблена остаточно, а на сучасному розрізі на лінії пересипу лиману максимальне урізання в корінні глинисті породи склало трохи більше  $-45$  м. За І.Я. Яцьком, урізання пройшло крізь не тільки глинисті породи різної міцності, але й понтичних вапняків-чурупників.

Зазначимо, що на початку голоцену Тилігул втікав у Дніпро на сучасних глибинах шельфу близько  $-45$  м. Дніпро формував стік наносів у процесі впливу осадових відкладів льодовика, і, за Ю.І. Іноземцевим, П.Ф. Гожиком та О.М. Мариничем, виносив досить багато часток алевритових та дрібнопіщаних фракцій. Цей осадовий матеріал відкладався у нижній течії Дніпра перед його втіканням у море, де утворювалися піщані борові тераси. Але північний берег річки тут перешкоджав розвитку акумулятивної тераси, бо і тоді був високим, урвистим, але вихід гирлової частини долини Тилігулу дозволяв відкладатися наносам, т.є. на лінії сучасного Тилігульського пересипу. Одночасно борова тераса активно формувалася уздовж південного берега Дніпра, де згодом у верхньому голоцені стала можливою поява Кінбурнського півострова та підводної Одеської банки. На протязі часу, до років стабілізації голоценової трансгресії Чорного моря протягом каламітської фази трансгресії ( $\approx 4$  тис. років тому), нізовина долини Тилігулу відокремлювалася від гирла Дніпра, а пізніше — також і Чорного моря протягом джеметинської фази формування пересипу

(за Є.Н. Невеським та Н.М. Кривоносової), але вже під впливом уздовжберегового потоку наносів у береговій зоні моря. За даними О.Б. Муркалова та О.О. Стояна [2021], його пересічний обсяг дорівнює 20 тис. м<sup>3</sup>/рік, а результативний напрямок — на захід. Довжина пересипу сягає 6,7 км, природна висота до 2-5 м над ординаром моря, площа 14,1 км<sup>2</sup>.

За В.П. Зенковичем, багато століть нарощування пересипу призвело до того, що пересип став дуже широким,  $\approx 3,5$  км від моря до лиманного берегу, а тому став майже неможливим вплив водообміну між лиманом та морем. При цьому досить глибоке урізання річища Тилігулу обумовило також і значну глибину цієї водойми. За нашими вимірами в липні 2020 р., максимальна глибина становила 25,3 м, що дещо більше, ніж вказувалося в роботі [2, с.130]. Ця глибина є найбільшою серед всіх лиманів на узбережжях Чорного та Азовського морів, що викликано сильним урізанням потоком річища річки, відносно невеликим надходженням наносів із малих річок, які втікають в лиман, та обмежені можливості надходження абразійних осадів. За даними Г.В. Вихованець [1], геоморфологічна зйомка показала, що активна абразія діє в лимані уздовж берегів, довжиною 43,1 км (33,4%), а довжина абразійно-денудаційних та відносно стабільних кліфів сягає 57,3 км (44,4%), всього 100,4 км (77,8%). Решта належить нешироким акумулятивних терасам, особливо у місцях відкриття до лиману гирл малих річок і балок, але в першу чергу — до десятка досить крупних піщано-чурупкових кіс (Любопільська, Чалова, Ранжева та ін.).

Тилігульський лиман є відносно самостійною водоймою, яка спроможна самовідновлювати хімічний склад та солоність після простого антропогенного впливу domeжованого рівня. Але лиманна природна система не може витримати антропогенний обмежений вплив, коли ведеться про корінну штучну перебудову природної системи лиману. Тому море штучно з'єднали із лиманом для періодичного поповнення «свіжою» солонуватою морською водою із  $S = 5-14\%$  протягом різного часу та сезонів року. Але, за певними причинами, повна задача не була вирішена. Саме це спонукає вести відповідні натурні спостереження і за каналом, і за станом води у лимані.

**Чому «лиман»?** В сучасній біологічній, краєзнавчій, будівельній, екологічній літературі ця водойма найчастіше називається «*естуарієм*», хоча при цьому автори не можуть дати пояснення. Протягом плейстоценової та голоценової історії узбережжів Чорного моря були практично відсутні припливні явища, бо величини припливних хвиль складали лише кілька см. Відповідно до адаптованого в науку загальноприйнятого визначення, що знаходимо в роботах О.К. Леонтьєва, Ю.В. Лупачова, І.В. Самойлова, І.С. Щукіна, Й. Елерса, Чен Жи-Ю, Нгуен Ван-Ки та інших дуже знаних дослідників, естуарій є продуктом виникнення та розвитку на *припливних узбережжях*. Відповідно, режим його будови та розвитку набуває принципових відмінностей, які не притаманні Тилігульському лиману. Естуарій представляє собою багатофакторну фізико-географічну систему, природний комплекс, який існує та розвивається під щільним впливом припливних хвиль та течій, причому для них типовою є ритмічність протягом часу (правильна добова, неправильна добова, правильна напівдобова, неправильна напівдобова, змішана) на різних широтах, уздовж берегів різних океанів та морів [5]. На таку гідрогенну дію накладається вплив вітрових хвиль та течій, а це викликає такий гідродинамічний режим, який відсутній в межах лиманних природних систем. Спричиняється відповідний розподіл річкових та прибережно-морських наносів, в тому числі також і теригенної та органічної зависі, формування своєрідного позитивного та негативного рельєфу, різних типів субстрату для бентосних рослин та тварин, різному прояву явищ фотосинтезу та гідрохімічних явищ. Інакше відбувається водообмін річок та моря, прісної та солоної води, що по-різному впливає на видовий склад рослин та тварин у товщі води в естуаріях, з одного боку, та в лиманах, з іншого боку.

Найтипівішим результатом впливу припливів в гирлових областях є утворення в них припливних присух (*tidal flats*), в той час, як у неприпливних умовах виникають тільки вітрові присухи *wind flats* [8]. Ширина припливних присух може сягати десятків км, наприклад в затоках Гіжигінська, Сен-Мало, Уощ, Кач, Сан-Себастьян тощо. На Чорному та Азовському морях такі не зустрічаються. Присухи із дією припливних хвиль, коливань рівня та

припливних течій в межах гирлової області Тилігулу відсутні як у минулому, так і поточного часу [1, 3]. Як правило, вітрові присухи мають невелику ширину, що вимірюється десятками метрів, буває нечасто — першими сотнями метрів. Відтак, ця ознака не может вважати Тилігульський лиман естуарієм. Це саме лиман, відповідно до визначення за ознаками: а) в межах його гирлової області припливні явища відсутні; б) формування даної водойми відбувалося переважно ерозійним процесом, із участю розривної тектоніки, що обумовило її глибину; в) досліджена водойма розташована на суто рівнинному узбережжі моря; г) планова форма берегів водойми не є лійковидною; д) приморська водойма здавна блокована піщаним пересипом, що значною мірою обумовлює її гідродинамічний та гідрохімічний режим; є) дно цього лиману характеризується відносно інтенсивним накопиченням осадового матеріалу. Треба наголосити, що всі перелічені ознаки лиману діють одночасно в комплексі, що є провідним механізмом цієї природної системи на узбережжі Чорного моря і в інших узбережних регіонах.

**Зміни солоності води в морі та в лимані.** В роботі О.Б. Муркалова та О.О. Стояна [3] наводяться результати натурних вимірів морської води уздовж пересипу. Виміри майже кожного місяця на протязі останніх 10 років показали, що її солоність тут становила переважно від 5‰ до 15‰, а бувало – до 2,8‰ [4]. Регулярні взірцювання біля мису Сичавського показали значення від 4,35‰ до 7,25‰ на глибинах 1-2 м. Значення солоності залежать від загальної циркуляції води на півночі моря, від сумарної водності Дніпра та Південного Бугу, від напрямку, швидкості та довгості дії вітрів, від наявності криги та випадіння зливових дощів. Ці закономірності були суттєво порушені залповим скидом 6 липня 2023 р. із Каховського водосховища, коли солоність скинутої води на поверхні моря протягом 2 тижнів становила 2-7‰, а її ерозійна спроможність та забруднення оцінюється нами як екологічна катастрофа, що миттєво змінила природний режим в приморській частині гирлової області Тилігулу. Вона завдала дуже чутливого екологічного ушкодження Дніпровсько-Бузькому лиману та морським прибережним водам уздовж Тилігульського пересипу, і незрозуміло, чому немає кардинальної реакції «Грінпісу». Можна

увити, що було би, якщо ця вода з моря опинилася би у Тилігульському лимані.

Багаторічні вимірювання від 1953 р. до 2014 р. дали можливість отримати річні значення солоності води в лимані, що становили від 12‰ до 42‰, причому, був простежений стійкий тренд зростання [2]. На цьому загальному фоні наші роботи в природних умовах показали абсолютний *сезонний* мінімум 13,2‰ та абсолютний *сезонний* максимум 27,4‰ на 19 взірцях кожного відбору на поверхневому горизонті у позначений час. В результаті протягом майже 10 років нами було вилучено 3340 взірців протягом 123 місяців. Відтак, виявилось, що пересічне багаторічне значення становило 23,87‰ за період робіт в південній глибоководній частині Тилігульського лиману. Можна вважати, що це підсумкове значення в ньому є фоновим для 10-х років XXI століття.

Щодо окремих сезонів, то в багаторічній осені пересічне значення  $S = 22,25‰$ , що дещо менше за фонове сезонне. Воно обумовлене підвищеною кількістю атмосферних опадів та меншим випаровуванням при деякому зростанні вітрів від *NE* напрямків. Максимальна осіння солоність становила 24,2‰ (на  $\approx 9\%$  більше пересічної), а мінімальна 13,5‰ (на  $\approx 65\%$  менше пересічної). Тому можна вважати, що восени типовою є понижена солоність в кліматичних умовах південного степу Причорномор'я та початку активних зимових опадів наприкінці року.

Протягом багаторічної зими пересічною виявилася  $S = 24,36‰$ , що на величину  $\approx 10\%$  більше, ніж пересічна осіння солоність. Таку різницю ми пояснюємо загальним пониженням стоку талої води в лиман та підвищеною інтенсивністю перемішування води сильними зимовими вітрами, деяким підйомом придонних солоних вод на поверхню. Максимальна зимова солоність становила 27,4‰, що на  $\approx 13\%$  більше пересічної. Мінімальна солоність становила 18,6‰, а це на  $\approx 24\%$  менше зимової пересічної. Тому закономірним зимовим багаторічним становищем є поле підвищеної солоності. Ця властивість також пояснює загальну невелику льодовитість поверхні лиману, бо значення солоності на глибокій акваторії лиману дозволяють виникнення криги тільки після встановлення добових температур менше за  $-1,2^\circ \text{C}$  в умовах поступового

багаторічного зниження кількості днів із морозом та підвищеної маси лиманної води у водоймі [6].

Протягом весни пересічна солоність лиманної поверхневої води сягала 25,47‰, що більше як восени та взимку. Взагалі підвищеним є поле солоності, бо максимум становить 28,1‰, а мінімум 19,9‰, що становить загальну весняну різницю у 8,2‰. Максимум перевищує пересічне значення на 2,63‰ (10,4%), а мінімальне менше пересічного на 5,57‰ (21,9%). Виявилося, що весняне поле солоності в поверхневому шарі води Тилігульського лиману схильне до знижених значень більше, ніж до підвищених, як і восени.

На протязі пересічного багаторічного літа солоність води на різних точках взірцювання в Тилігульському лимані становила від 7,6‰ до 85,2‰, що становить досить велику різницю, яка в інші сезони не буває. Вона становить 77,6‰, що ми вважаємо випадковим екстремальним, а тому не закономірним, бо наступним найближчим до максимального є значення 45,8‰ (майже в 2 рази менше). Тим паче, що пересічне літнє значення дорівнює 26,3‰, що в 3,3 рази менше максимального. В той же час найменша літня солоність становить 7,6‰. Отримані екстремальні та пересічні різниці хоча і незвичні, але ми їх розглядаємо як певний показчик, за яким літній сезон взагалі характеризується підвищеною випаровуваністю, малим поверхневим стоком, підвищеними сезонними температурами.

Невеликі пересічні різниці отриманих значень пояснюються тим, що взірцювання відбувалося в часи штильових погод, коли штормові умови були відсутні, а поле солоності на поверхні було однорідним. На цьому фоні у загальному сенсі викликаються звичайними різниці між максимальними та мінімальними значеннями солоності протягом періоду наших досліджень. Вони становлять протягом багаторічного осіннього часу 23,8‰, взимку 24,3‰, навесні 25,4‰, а влітку становить 26,3‰. На цьому загальному фоні протягом окремих сезонів кожного року значення солоності можуть суттєво відрізнятись від пересічних. Але разом із тим, отримані нами значення встановилися між 12‰ та 42‰ за спостереженнями 1953-2014 рр. [2], що ми оцінюємо як достовірний реальний матеріал.

**Каламутність лиманних вод.** Разом із солоністю, в лабораторії виконувалися визначення каламутності в кожному взірці за стандартною методикою [3, 6, 7]. Для 3340 взірців, вилучених протягом 123 місяців, виявилось, що абсолютне мінімальне значення каламутності становило  $0,020 \text{ г/дм}^3$ , а максимальним є значення  $0,560 \text{ г/дм}^3$ . Пересічне багаторічне значення дорівнювало  $0,194 \text{ г/дм}^3$ . Такий розкид свідчить про складне формування поля завислих частинок, яке обумовлене впливом кількох чинників. Так, річковий стік наносів обмежений пересиханням річищ малих річок та балочних водотоків. До того ж основна частина алювіальної зависі не приходить до глибоководної частини лиману. Але в південному басейні, де значна глибина, великий розбіг хвиль уздовж вісі лиману та значні синоптичні коливання рівня води, є підвищеною інтенсивністю абразійного джерела наносів [1]. Значну частину осадів (до 20%) дають фактори біогенний та еоловий. Причому, найбільша каламутність спостерігається на прибережній акваторії в смузі, шириною до 150 м. Центральна частина водної акваторії на поверхневому шарі є освітленою, із каламутністю переважно до  $0,05 \text{ г/дм}^3$  протягом штильової погоди. Якщо в межах прибережної смуги переважає теригенна завись, то в центрі південної частини лиману провідною є органогенна завись, переважно продукти розкладання рослин та тварин.

**Висновки.** Констатуємо більш репрезентативну сітку наших досліджень у порівнянні із всіма попередніми. Наші роботи показали суттєвий вплив морської солонуватої води з моря, в напрямку певного зниження солоності у південній частині лиману. На підвищення солоності впливає згінний підйом глибинних вод лиману під дією домінуючих північних вітрів. В цілому, протягом часу наших регулярних досліджень пересічні сезонні значення солоності поверхневої води становили від 24,3‰ восени до 26,1‰ влітку, інші сезонні значення виявилися проміжними. Це дещо вище, ніж за підсумками попередніх переривчастих робіт, і такий процес вписується в загальну багаторічну тенденцію зміни солоностя лиманних вод.

Отримані результати мають суттєве практичне значення. Вони будуть використані під час природного обґрунтування проектів рибальства, рекреації,



водних видів спорту, а у перспективі — можливо для випаровування солі та видобутку пелоїдів. Матеріали роботи можуть бути корисними для подальшого розвитку лімнології як однієї з галузевих географічних наук.

*Список використаних джерел: [1] Вихованець Г.В. Природні та штучні ландшафти Тилігульського пересипу і природокористування в їх межах // Причорноморський Екологічний бюлетень. – 2004. – № 2 (12). – С. 32 – 39. [2] Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману // За ред. С.Ю. Тучковенка та Н.С. Лободи. – Одеса: Вид-во ТИС, 2014. – 278 с. [3] Муркалов О.Б., Стоян О.О. Довготривалі зміни площі озер на пересипу Тилігульського лиману (Чорне море) // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2021. – Том 26. – Вип. 1 (36). – С. 55 – 66. [4] Стоян О.О. Про розподіл солоності води коло берегів Чорного моря влітку 2013 р. // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2013. – Том 18. – Вип. 2 (18). – С. 88 – 92. [5] Шуйський Ю.Д. Научное понятие термина «эстуарий» на побережьях морей и океанов. // Архивариус. – 2017. – Том 2. Мультидисциплинарный научный журнал. – С. 12 – 18. [6] Шуйський Ю.Д., Вихованець Г.В. Природа Причорноморських лиманів. – Одеса: Астропринт, 2011. – 276 с. [7] Шуйський Ю.Д., Синюк Г.М. Про сезонні коливання солоності води в Тилігульському лимані (північне узбережжя Чорного моря) // Науковий Вісник Чернівецького університету. Географія. – 2016. – Вип. 775-776. – С. 127 – 134. [8] Shuisky Yu.D. Windy flats development on the untidal Ukrainian Black Sea // Annals Valahia University (Rom.). Ser. Geography. – 2002. – Т. 2. – Р. 115 – 127.*