

ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНІ ТА ГІДРОХІМІЧНІ ЧИННИКИ ЦИКЛІЧНИХ СУКЦЕСІЙ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

І.В. Наконечний, В.Л. Даниленко

Миколаївський національний університет ім. В.О. Сухомлинського

Наведено результати досліджень деструктивних явищ, розвиток яких набув особливої інтенсивності починаючи з 80-х рр. минулого століття. Показано, що дефіцит кисню та висока засоленість вод спричинили накопичення водоростевого детриту, який не піддається гнилісному розпаду, формує придонний шар органіки та стимулює процес замулення. Зі збільшенням мілководності зростає рівень випаровуваності вод, відтак утворюється замкнене коло чинників: нестача річкового стоку — падіння рівня — зростання солоності порушення водних фітоценозів — зростання випаровуваності — зростання солоності. Деструктивний потенціал останнього чинника збільшується з кожним циклом, і нині сягає критичної межі. Лиманні екосистеми за таких умов втратили можливість до самовідновлення та майже не здатні до реалізації саморегулювальних процесів, що вимагає розроблення та впровадження заходів з відновлення та збереження водойми, від стану якої залежать чисельні прибережні та навколводні біотопи.

Ключові слова: Тилігульський лиман, сукцесії солоноводних водоймищних екосистем, Північне Причорномор'я, болотні угіддя Причорномор'я.

Виникнення та існування лиманів Північного Причорномор'я обумовлено геологічними процесами формування всього Чорноморського басейну наприкінці пліоцену — початку плейстоцену (четвертинної системи) і до середини голоцену, коли утворилося сучасне солоноводне Чорне море [1–3]. Одним із істотних наслідків зростання рівня моря стало затоплення річкових долин і виникнення лиманів, геологія та стратиграфія яких у межах всього Північного Причорномор'я майже ідентична [4]. Останнє є прямим свідченням безперервності сукцесійних процесів та циклічності явищ дигресії, ініційованих глобальними чинниками. Отже, за умов постійної палеоекологічної нестабільності середовища в голоцені найдавнішим серед нинішніх лиманних екокомплексів налічується не більше 7–8 тис. років [5].

Одним із найбільших лиманів Причорномор'я є Тилігульський, розташований на межі Одеської та Миколаївської областей (у меридіональному напрямку). Природний комплекс долини лиману відрізняється

значною збереженістю, але зростання солоності вод та негативний водно-сольовий баланс водойми загрожує їм швидким знищенням [6, 7]. Приклади дигресій сусідніх Куяльницького та Аджибейського лиманів наочно демонструють загрозу і наслідки перетворення «живих» водойм у сольову пустелю, що руйнується під дією пануючих північно-західних вітрів і слугує осередком засолення навколишніх територій.

Метою дослідження є комплексне вивчення впливу еколого-гідрологічних та гідрохімічних чинників на стан водних екосистем Тилігульського лиману. Загалом виконані дослідження мали дати відповідь на ключові питання — чи зможе зберегтися лиманна водойма без допомоги людини і в чому саме полягає така допомога? Гострота проблеми і пошук шляхів їх розв'язання має важливе фундаментальне, прикладне та господарське значення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для аналітичних узагальнень як основи роботи стали результати власних екологічних, гідрологічних, гідрохімічних та маршрутних досліджень, ви-

конаних упродовж 2012–2014 рр. на різних ділянках Тилігульського лиману. Також були використані літературні, звітні та статистичні дані щодо геоморфології, геології, гідрології, гідрохімії, палеокліматичного та сучасного кліматичного стану в Північно-Західному Причорномор'ї. Порівняння їх із результатами власних досліджень дало змогу узагальнити дані щодо еколого-гідрологічних механізмів змін лиманних екокомплексів, оцінити сучасний стан водойми та розробити прогноз варіантів природного розвитку сукцесій на нинішній фазі трансформації лиманних біомів.

Статистичні обчислення фактичних даних здійснювали різноманітними методами параметричних і непараметричних розрахунків, поєднаних з елементами кореляційного, факторного та варіаційного аналізів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Тилігульський лиман є водоймою закритого типу площею близько 170 км². Площа водозбору становить 5240 км², середньорічний об'єм водойми сягає 250–600 млн м³ [3, 8].

Проведені у жовтні 2012 та навесні 2014 рр. контрольні перетини лиману на моторному човні з використанням потужного ехолота GJO-87 засвідчили про його загальну мілководність. На всій площі верхньої частини лиману (до с. Кордон) вони варіюють у межах 0,5–1,5 м і лише подекуди сягають 2,0–2,5 м. Глибини низової частини лиману також незначні — 1,5–2,5 м, але на деяких ділянках сягають 9–12 м. Повсюдно, особливо в серединній та низинній зонах лиману, ехограми поперечних маршрутів фіксують доволі розвинені зони прибережного мілководдя (300–1500 м) глибиною 0,25–0,40 м та свідчать про існування суцільного шару рослинного детриту потужністю 0,3–0,5 м (рис. 1).

Безпосередні дослідження донного ґрунту з використанням болотного бура (діаметром 75 мм при довжині робочої частини 500 мм) підтвердили наявність щільних шарів детриту з напівзгнилої водної рослинності на всій території прибережного

мілководдя середньої та нижньої ділянок лиману. Потужність детритного шару — 0,2–0,4 м, зовні він зазвичай покритий тонким (2–5 см) осадам піщано-глинистого намулу. Основою детриту переважно є рештки ризоклоніуму звивистого (*Rhizoclonium tortuosum*) з різним співвідношенням домішок боіопсису перистого (*Briopsis plumose*), представників червоних (*Chondriacapillaris*, *Chondriatenuissima*), зелених (*Cladophoralaetivirens*), а також представників групи суто морських водоростей (*Enteromorpha flexuosa*, *Enteromorpha compressae*) [6]. Наявність подібних решток на дні солоноводної частини лиману зумовлено їх багаторічним (не менш ніж 15–20 років) накопиченням в умовах значного рівня солоності та придонного дефіциту кисню.

Нинішнє обміління Тилігульського лиману є доволі інтенсивним явищем, що набуває чіткого прояву за порівняння обрисів берегів із аналогічними даними початку 80-х рр. минулого століття. Вказане явище є наслідком сумарної дії чинників замулення: стоку; детриту; переміщення ґрунту, вивільненого під час абразивної руйнації берегів. Раніше береги були захищені від абразії масивами очерету (*Phragmites communis*, *Phragmites australis*) та куگی (*Scirpus lagustris*). Певне послаблення хвильової активності забезпечували і зарості амфіфітів у складі камки (*Zostera marina*), занікелії великої (*Zannichelia major*) та бурої водорості цистозіри (*Cystoseira barbata*). Остання займала горизонт 0,3–1,0 м і слугувала постійним елементом рослинного профілю низової частини лиману [4, 7]. На жаль, ці аборигенні представники водної рослинності Тилігульського лиману не витримали збільшення рівня солоності та гіпоксії його вод і на сьогодні майже зникли.

Так, до початку XIX століття лиман характеризувався як частково проточна водойма, забезпечена стоком лиманних вод через мілкі та звивисті залишки гирлової ділянки перешийка (шириною 4–6 км) [2]. Їх повне замулення, а потім і перекриття перешийка штучним насипом траси Одеса — Миколаїв (із 1819 р.) фактично унеможливило природний стік лиману, перетворив-

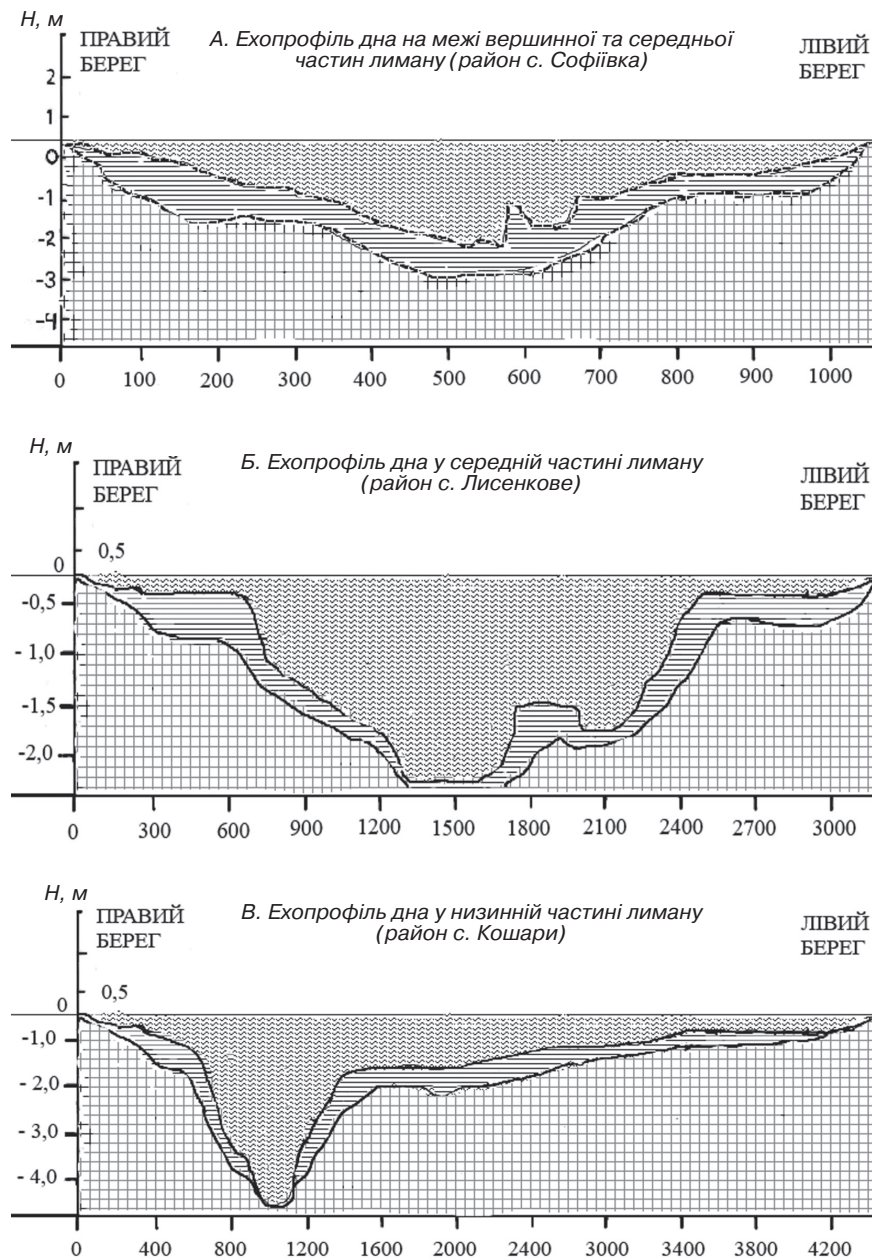


Рис. 1. Ехопрофіль глибин та придонної дендритної товщі на різних ділянках лиману

ши його в закриті водойму з рівнем майже на 1,0 м нижчим від рівня моря. Це призвело до необхідності штучного відкриття перешийка (уперше в 1968 р., знову відновлений у 1973 р.) та живлення водойми

морською водою, обсяги якої впродовж 1973–1981 рр. становили 1,0–1,5 млн м³/добу (без урахування сезонних варіацій), але останніми роками здебільшого не перевищували 200–350 тис. м³/добу [2, 9, 10].

Цілорічний стік р. Тилігул до середини 80-х рр. минулого століття забезпечував водний баланс лиману та існування у його межах двох зон (рис. 2-А) — північної солонкуватого-прісноводної (від гирла Тилігулу до с. Калинівка) та південної солоноводної (від с. Калинівка до морського перешийка). Зі збільшенням річкового стоку солоність у північній зоні лиману зросла до 17‰, а у південній — до 21‰ [1].

На сьогодні слід виділити кілька ділянок лиману, значно відмінних за градієнтом солоності вод (рис. 2-Б). Так, вершина лиману (до с. Гуляївка) є типовою прісноводною водоймою плавневого типу з нестабільним гідрологічним режимом. Мінералізація води цієї ділянки у меженний період становить близько 5–6‰ (за складом солей належить до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи), влітку збільшується до 8‰, а у деякі роки — до 12‰.

Від с. Гуляївка на 20–25 км у напрямку моря (приблизно до с. Ташине Миколаївської обл.) розташована зона лиману з сезонно-динамічними особливостями мінералізації води, що загалом формує ознаки суто солонуватоводної водойми. Показники мінералізації води у цій зоні дуже нестабільні — варіюють у межах 9–17‰ і навіть сягають 27‰ залежно від існування течії, напрямку та сили вітрів.

Нижня, солоноводна зона лиману (від с. Ташине до перешийка) довжиною понад 50 км має особливості морської мілководної затоки з відповідними біоценозами та рослинними угрупованнями прибережного і солончакового типу. Рівень солоності води у цій зоні доволі високий (19–23‰), влітку у деякі роки сягає 27–28‰, що є критичним для існування прісноводних та малосолоноводних видів біоти.

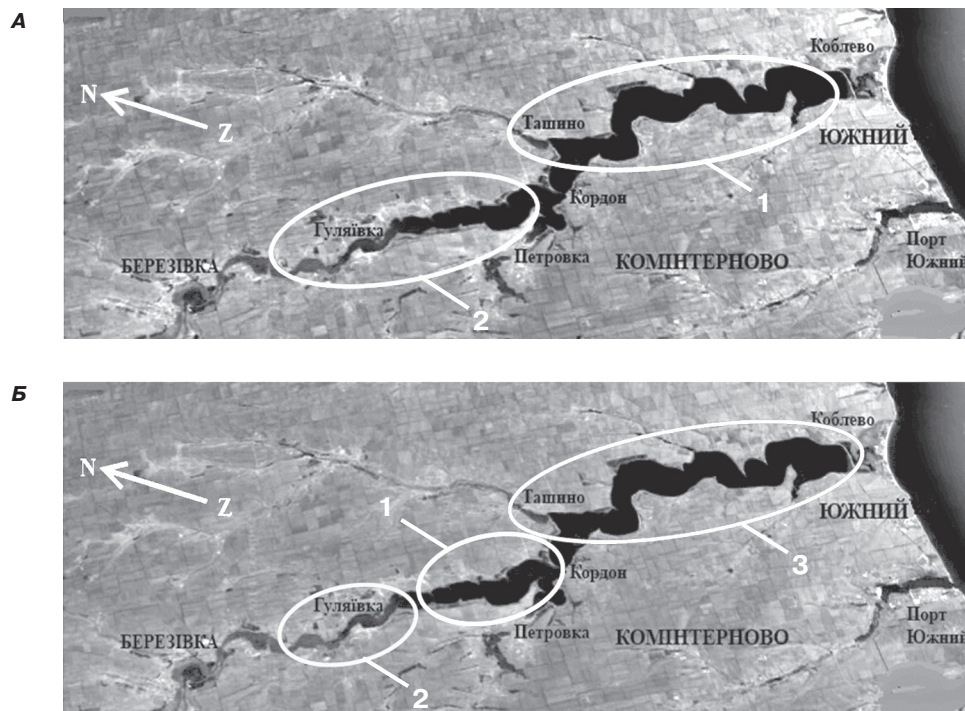


Рис. 2. Межі прісноводної (1), солонуватоводної (2) та солоноводної (3) зон Тилігульського лиману: А — 1968–1973 рр., Б — 2013–2014 рр.

Таблиця 1

**Сезонно-зональні показники мінералізації (‰) проб води із різних ділянок
Тилігульського лиману (1.09.2012–1.09.2013 рр.)**

Терміни взяття проб	Верхня частина		Середня частина		Приморська частина		Морська вода Одеського порту
	Поверхневі води	Придонні води	Поверхневі води	Придонні води	Поверхневі води	Придонні води	
Вересень	12,3	12,5	17,1	17,5	27,2	22,7	17,1
Жовтень	11,9	10,5	16,3	12,7	22,4	22,6	16,8
Листопад	12,1	12,3	17,2	18,4	19,1	22,0	16,2
Грудень	10,2	10,4	17,9	15,1	19,0	19,2	16,3
Січень	7,1	7,9	14,1	14,8	17,2	19,0	17,8
Лютий	8,3	8,2	10,3	14,2	17,8	19,4	17,9
Березень	2,9	3,3	13,7	14,4	17,4	19,1	16,2
Квітень	3,4	3,9	13,2	14,6	17,2	18,7	17,0
Травень	7,4	7,5	16,8	15,5	18,4	18,9	17,9
Червень	9,1	9,4	10,1	19,5	19,3	23,1	18,2
Липень	8,5	8,2	19,7	17,7	22,7	23,3	17,9
Серпень	7,2	7,9	22,2	23,9	22,2	25,2	17,6
Середнє за рік	8,4	8,5	15,7	16,5	20,0	21,1	17,2

Незважаючи на значне зростання мінералізації вод, екосистеми лиману загалом утримують первинну двозонну специфіку. Так, південна приморська ділянка набула ознак морського мілководного біотопу (абсолютно лагунного типу), а північна зберігає змішані ознаки лиманно-річної дельтової зони з нестабільним рівнем солоності. Обидві ділянки на сьогодні мають сформований склад біоти відповідно до умов солоності води. Слід зауважити, що найнесприятливіші умови для формування та існування стабільного біотичного комплексу спостерігаються саме у межах середньої ділянки лиману, води якої постійно змінюють градієнт солоності. Саме чинник стрімких і непередбачуваних перепадів солоності вод негативно впливає на біокомплекси лиману загалом, а особливо на його середню частину (табл. 1).

Наведені дані не є репрезентативними, але дають змогу зробити певні узагальнення: відносна безсистемність динаміки показників солоності вод, зафіксована одночасно на різних ділянках лиману, безза-

перечно свідчить, що чинником цих змін є не сезонні коливання в обсягах надходження прісної води, а насамперед — напрямки вітрів, які є нагонними для верхів'я і, навпаки, відгонними для низової зони; у нижній (приморській) частині лиману солоність перевищує аналогічний показник морської води, що є прямим свідченням незворотного засолення водойми внаслідок негативного балансу випаровування; навіть за незначних глибин та постійного вітрового перемішування вод спостерігається тенденція до утримання більш солоної та щільної води у придонних шарах; відзначено очевидне зростання рівня солоності у всій акваторії лиману влітку та поступова нормалізація градієнта мінералізації восени — взимку; навесні (у березні — травні) на всіх ділянках лиману та в морі зафіксовано найнижчий рівень солоності.

ВИСНОВКИ

Сучасні зміни гідрологічного та сольового режиму Тилігульського лиману є не одномоментним явищем, а мають довго-

тривалі циклічні особливості, що неодноразово повторюються у часі та просторі. Ці явища, насамперед, є наслідком зміни стану, площі та рівня Чорного моря, що зумовлені глобальними геологічними та кліматичними чинниками.

Екосистема Тилігульського лиману за нинішніх умов не здатна до самостійного відновлення та саморегуляції водно-сольового балансу, що потребує нагального техногенного втручання у процеси гідрологічної та гідрохімічної стабілізації водойми з подальшою їх системною корекцією на основі еколого-раціональних прийомів та заходів.

Після детальної екологічної експертизи одним із варіантів таких техногенних заходів можуть стати масштабні днопоглиблювальні роботи на всій ділянці лиману — від гирла до верхів'я, що нададуть можливість:

- нормалізувати процеси вітрового перемішування вод та їх терморегімі, своєю чергою, стабілізувати гідрохімічні та гідробіологічні властивості водойми;
- видалити значні відклади детриту, що розкладається, та донних органічних решток і піддати їх повній анаеробній трансформації (на березі);
- завдяки спрямованому переміщенню значних донних мас ґрунту укріпити береги і створити на літоралі умови для росту водної рослинності, що є ключовим чинником біотичної протидії абразії;
- різко зменшити площу надкритичного щодо рівня випаровуваності мілководдя (0,2–0,4 м) і дещо обмежити (на 5–7%) загальну площу водного дзеркала лиману, що сприятиме зниженню випаровуваності на 27–30% порівняно з існуючою та частково стабілізувати гідрологічний і сольовий режим водойми.

Перспективи подальших досліджень полягають у більш детальних і суто технічних опрацюваннях різних шляхів стабілізації

рівня мінералізації вод лиману за впливу природних і антропогенних чинників. Вказані дослідження передбачають побудову різних модельних схем, що функціонують за різних варіантів системної нормалізації еколого-гідрологічного режиму лиману.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Коников Е.Г.* Гидрохимическая эволюция Азово-Черноморского бассейна в позднем плейстоцене и голоцене / Е.Г. Коников // *Океанология*, 1993. — Т. 33. — № 2. — С. 217–223.
2. *Коников Е.Г.* Геологічна історія гирлової частини Тилігульського лиману в пізньому плейстоцені-голоцені / Е.Г. Коников // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана*. — 2013. — № 2. — С. 76–86.
3. *Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения* / [Под ред. Г.И. Швебс]. — Л.: Наука, ЛО, 1988. — 303 с.
4. *Гидрология и перспективы реконструкции одесских лиманов* / [Сост. и ред. М.Ш. Розенгурт]. — К.: Наукова думка, 1974. — 224 с.
5. *Антропогенные отложения Украины* / [науч. ред.: В.Н. Шелкопляс, П.Ф. Гожик, Т.Ф. Христофорова и др.]. — К.: Наук. думка, 1986. — 152 с.
6. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення»*. — Одеса: ОДЕКУ, 2012. — 160 с.
7. *Полукарова Л.А.* Екологічна оцінка прибережних акваторій Тигульського лиману / Л.А. Полукарова, В.М. Байрактар // *Питання біоіндикації та екології*. — 2011. — Вип. 16, № 2. — С. 191–207.
8. *Коников Е.Г.* Реконструкція рівня та міграції берегової лінії Чорного моря у новоевксині та голоцені в світлі дискусії «про катастрофічний потоп» / Е.Г. Коников, Г.С. Педан, С.М. Фащевський // *Вісник ОНУ*. — 2006. — Вип. 3. — Т. 11. — С. 196–206.
9. *Геология шельфа УССР. Лиманы* / [Под ред. Е.Ф. Шнюкова]. — К.: Наук. думка, 1984. — 176 с.
10. *Адобовский В.В.* Влияние аномальных условий зимы 2002–2003 гг. на гидрологический режим закрытых лиманов Северо-Западного Причерноморья / В.В. Адобовский, В.Н. Большаков / *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа* / НАН Украины. Мор. гидрофиз. ин-т, ОФ ИнБЮМ. — 2003. — Вып. 9. — С. 54–58.