

УДК: 504.42

Н. С. Лобода, О. М. Гриб

**ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО
ЛИМАНУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

Показано, що основним чинником нищівної трансформації гідроекосистеми Куяльницького лиману є загальне зневоднення його водозбору у результаті посилення посушливості клімату і водогосподарської діяльності. Антропогенний вплив на складові екосистеми поставив під загрозу бальнеологічну цінність лиману. У роботі розглянуті можливі шляхи стабілізації екосистеми через відновлення природного стоку річок та поповнення морськими водами Одеської затоки.

Ключові слова: обміління лиману, бальнеологічні ресурси, відновлення природного стоку річок, подача морських вод через трубопровід, перспективи стабілізації водно-сольового режиму лиману в умовах кліматичних сценаріїв.

Куяльницький лиман належить до закритих водойм і відомий як важливий рекреаційний і бальнеологічний об'єкт. Лиман відділений від Чорного моря пересипом. Приплив прісної води до нього відбувається переважно за рахунок стоку річок та атмосферних опадів [12]. Приблизно така ж кількість води витрачається на випаровування та інфільтрацію у підстильну поверхню [13]. Через значну мінералізацію води біота лиману збіднена [11]. З Куяльницького лиману видобувають лікувальні сіль та грязі (пелоїди), які є головним бальнеологічним фактором курорту «Куяльник».

Екологічний стан Куяльницького лиману на початку XXI сторіччя можна охарактеризувати як кризовий, що обумовлено катастрофічним обмілінням [7], викликаним змінами клімату у поєднанні із водогосподарською діяльністю [9, 10, 16]. Переламним з точки зору формування термічного режиму України визнаний 1989 р. [6]. У жовтні — грудні 1992 р. мінералізація води у лимані перевищила граничне значення 200 г/дм³, при якому деякі розчинені солі кристалізуються та випадають в осад. Це супроводжувалося загибеллю більшості водних організмів та припиненням процесу формування пелоїдів. У цей же рік рівень води у лимані вперше з 1963 р. знизився нижче позначки -6,00 м БС і у наступне десятиріччя не перевищував цього значення. Візуальні прояви висихання лиману спостерігалися вже у 2008 р., тому з 2009 р. Одеським державним екологічним університетом були організовані епізодичні гідрометеорологічні та гідрохімічні спостереження. Висихання лиману супроводжувалося зменшенням рівнів води (на 5—10 см щорічно) та глибин, зростанням мінералізації води, яка починаючи з 2009 р.

© Н. С. Лобода, О. М. Гриб, 2017

стала перевищувати 300 г/дм³ і у 2014 р. досягла 340—420 г/дм³. Площа висихання водної поверхні лиману склала 26,0 км² (або 44% від початкової), об'єм води зменшився з 100 до 10 млн. м³. У 2009 р. у лимані зник зяброногий рачок *Artemia salina*. Все це створило загрозу втрати унікальних бальнеологічних ресурсів лиману та його повного зникнення.

Задачу збереження Куяльницького лиману як бальнеологічного об'єкту можна вирішити регулюванням складових його водного та сольового балансів, насамперед упереджувальними заходами зі збільшення об'єму води у ньому. Джерелами поповнення лиману водою можуть слугувати прісні води річок, включаючи р. Дністер, води інших лиманів і морські води Одеської затоки. Слід зазначити, що середня мінералізація морської води в Одеській затоці становить близько 14 г/дм³, що набагато менше, ніж у лимані. Як швидка допомога екологічному стану Куяльницького лиману з грудня 2014 р. була реалізована періодична подача морської води з Одеської затоки Чорного моря через трубопровід «море — лиман». На основі результатів моніторингу 2014—2015 рр., надходження морських вод не погіршило гідрологічних та гідрохімічних умов лиману [1]. Запас солі у ньому досяг 8,5 млн. т, при цьому частка NaCl не перевищувала 1,6% [2]. Використання вод найближчого Хаджибейського лиману потребує їх значного очищення, а відведення дністровської води пов'язане із значними фінансовими витратами. Додаткові об'єми води можуть надходити з річками, які впадають у Куяльницький лиман, за умови відновлення їх природного стоку завдяки оптимізації водогосподарської діяльності на водозборі та можливими у майбутньому змінами клімату [3]. За даними досліджень Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) на водозборі річки Великого Куяльника (основної притоки Куяльницького лиману) розташовано 135 водойм із загальним об'ємом (при максимальному наповненні) близько 15,6 млн. м³ та площею водної поверхні 6,26 км². Вплив цих водойм у сучасних кліматичних умовах зменшив водні ресурси р. Великий Куяльник на 37%. Заходи з нормування водогосподарської діяльності на водозборах річок можуть бути доцільними лише у випадку незмінного або зростаючого природного стоку у кліматичних умовах ХХІ сторіччя. Таким чином, подальша стратегія управління гідрологічним, гідрохімічним та екологічним станом Куяльницького лиману значною мірою залежить від наслідків кліматичних змін.

Метою даної роботи була оцінка перспектив стабілізації водно-сольового режиму Куяльницького лиману шляхом відновлення природного стоку річок та подачі до лиману морської води в залежності від кліматичних умов (за сценаріями змін клімату) і рівня водогосподарської діяльності.

Матеріали і методика досліджень. У роботі використані архівні дані гідрометеорологічних і гідрохімічних спостережень від початку спостережень до 2016 р., а також результати вимірювань рівнів і мінералізації води у лимані, річках, балках, штучних скидних лотках і трубопроводі «море — лиман», витрат води і завислих речовин у гирлах водотоків, що живлять лиман.

Отримані дані використано у наступних моделях: імітаційна стохастична модель «клімат — стік», яка дозволяє оцінити природний та побутовий (перетворений водогосподарською діяльністю) стік річок у різних кліматичних

умовах, включно з умовами кліматичних сценаріїв; модель водно-сольового балансу Куяльницького лиману, яка дозволяє оцінити зміни його складових при різних режимах заповнення річковими та морськими водами у сучасних та сценарних кліматичних умовах.

Модель «клімат — стік» використовує на вході метеорологічні (фактичні або сценарні) дані для розрахунків та прогнозів характеристик стоку річок у природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умовах [8, 15]. Модель калібрована та верифікована на ретроспективних даних минулого сторіччя (до початку значущих змін клімату, тобто до 1989 р.) для різних географічних зон України та різних за розмірами водозборів. Точність визначених статистичних параметрів природного річкового та побутового стоку відповідає вимогам нормативних документів України по розрахунках гідрологічних характеристик і становить $\pm 10\%$. На основі моделі розроблена методика розрахунків характеристик природного та побутового стоку при відсутності даних спостережень або значному перетворенні стоку водогосподарською діяльністю, яка увійшла до нормативних документів Молдови (2012 р.). У ХХІ сторіччі модель була удосконалена для прогнозування характеристик річного і середнього місячного стоку у сценарних кліматичних умовах [5] і використана для розрахунків водних ресурсів річок водозборів Тилігульського й Куяльницького лиманів [3, 4]. Перевага моделі «клімат — стік» полягає у можливості її застосування для територій з малою щільністю розташування метеорологічних станцій та гідрологічних постів і недостатністю для розрахунків тривалістю рядів спостережень. В умовах обмеженості гідрометеорологічних спостережень, необхідних для калібрування сучасних європейських числових гідрологічних моделей (SWIM, SWAT, MIKE11 та інші), ця стохастична модель дає кращі результати.

До розрахунків річного стоку річок у Куяльницький лиман у ХХІ сторіччі були залучені «сценарії викидів» (A1B, A2, B1) та «сценарії траєкторій» (RCP4.5, RCP8.5). Вибір оптимального сценарію кліматичних змін для території Північно-Західного Причорномор'я, де розташований Куяльницький лиман, був зроблений на основі аналізу відповідності сценарних та фактичних метеорологічних даних за спеціально розробленими «критеріями відповідності» у межах проекту FP7-ENV-2011 «Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change — LAGOONS» [14]. З 15 кліматичних сценаріїв, наведених в базі даних ENSEMBLES, був обраний регіональний кліматичний сценарій (M10) з гілки A1B, отриманий за числовою моделлю REMO. Модель розроблена в Інституті метеорології ім. Макса Планка (м. Гамбург). Установлено, що цей сценарій найбільш адекватно описує часову мінливість середніх місячних температур повітря і опадів за ретроспективний період (1951—2012 рр.). У подальших розрахунках та прогнозах природного і побутового стоку річок та складових водно-сольового балансу Куяльницького лиману використовували дані розглянутого сценарію, наведені у вузлах декартової сітки з кроком 25 км.

У розрахунках мінералізації води за ретроспективний період за обраним сценарієм змін клімату на першому етапі визначались складові водного балансу лиману. Об'єм води в Куяльницькому лимані $W_{K,j}$ (млн. м³) наприкінці

розрахункового (j) місяця визначали як результуючу приходних та витратних складових з урахуванням початкового об'єму води наприкінці попереднього та початку розрахункового місяця $W_{K, j-1}$ (млн. м³). Прибутними складовими водного балансу лиману є об'єми атмосферних опадів $W_{P, j}$ (млн. м³) на водну поверхню лиману, стоку річок $W_{r, j}$ (млн. м³), надходження морської води $W_{m, j}$ (млн. м³) через трубопровід «море — лиман». Основною витратною складовою $W_{E, j}$ (млн. м³) є об'єм води, що випаровується з водної поверхні лиману за місяць. Розрахунки та прогнози маси солей у лимані виконували за допомогою балансового рівняння виду

$$C_{K, j} = C_{K, j-1} + (W_{P, j} S_{P, j} + W_{r, j} S_{r, j} + W_{m, j} S_{m, j}) \Delta t,$$

де Δt — розрахунковий крок моделі у часі, який брався рівним одному місяцю; $C_{K, j}$ та $C_{K, j-1}$ — маса солей у лимані наприкінці розрахункового (j) та попереднього місяця ($j-1$), млн. т; $S_{P, j}$, $S_{r, j}$, $S_{m, j}$ — відповідно значення середньої місячної мінералізація атмосферних опадів, що випали на водну поверхню лиману за розрахунковий період, притоків і морських вод, що надійшли до лиману, г/дм³.

Модель водно-сольового балансу калібрована та верифікована на базі архівних даних (щомісячних значень рівнів і мінералізації води в лимані, шарів атмосферних опадів та випаровування з водної поверхні, об'єму припливу води з водозбору лиману тощо) за період 1986—2016 рр. Порівняння розрахункових (за моделлю водно-сольового балансу) та фактичних (за даними вимірювань) середніх місячних значень рівнів і мінералізації води у лимані, виконаних для умов відсутності морських вод (1987 і 2003 рр.) і їх надходження (2015—2016 рр.), дало задовільні результати. Середні відхилення не перевищували $\pm 4\%$ для рівнів води та $\pm 17\%$ для мінералізації.

У результаті імітаційного моделювання було визначено відповідний режим рівнів води у лимані та його мінералізація. Аналіз результатів дозволив обрати найбільш оптимальне поєднання антропогенних та природних чинників, які мають забезпечити стабілізацію водно-сольового режиму лиману і збереження його бальнеологічних ресурсів. У розрахунках водно-сольового балансу Куяльницького лиману приймалося, що початкова кількість солей у ньому (станом на 01.12.1992 р.) становить 8,60 млн. т, початковий рівень води — -6,16 м БС, а мінералізація води — 219,4 г/дм³.

Результати досліджень та їх обговорення

Імітаційному моделюванню водно-сольового балансу передували дослідження кліматичних змін та стоку річок за різними кліматичними сценаріями. Виявлені тенденції змін кліматичних чинників на водозборі Куяльницького лиману вказують на несприятливі умови формування стоку. Перехід середніх температур повітря холодного сезону в область додатних значень зумовлює формування відлиг та незначну глибину промерзання ґрунтів, що призводить до зростання втрат поверхневого талого стоку на інфільтрацію у підстильну поверхню. Відлиги зумовлюють зменшення запасів води у сніговому покриві на початок весняного водопілля, а відтак зменшення максимальних витрат його стоку і об'ємів. У свою чергу зростан-

ня температур повітря теплого періоду викликає зростання випаровування з поверхні суші і водної поверхні штучних водойм на водозборі. Втрати стоку, пов'язані зі зростанням температури повітря, не компенсуються зростанням зволоження території. Навпаки, кількість опадів у минулі десятиріччя залишалась практично незмінною. За моделлю «клімат — стік» встановлено, що сумарний об'єм прісних вод водотоків, які б мали надходити до Куяльницького лиману у природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умовах минулого сторіччя (до 1989 р.) становив 22,2 млн. м³, з об'єм стоку р. Вел. Куяльник — 20,4 млн. м³ (91,8%).

Чинниками водогосподарської діяльності на водозборі Куяльницького лиману є скиди забруднених вод, урбанізація, розораність, регулювання річок. Оцінка коефіцієнтів антропогенного впливу, виконана за моделлю, дозволила встановити, що штучні водойми найбільшою мірою трансформують природний стік через втрати на додаткове випаровування з водної поверхні та заповнення, яке у більшості з них відбувається майже щороку через пересихання у літньо-осінню межінь. Результати моделювання показали, що найкраща відповідність розрахованих статистичних параметрів річного стоку фактичним отримується, коли середній багаторічний об'єм заповнення ставків приймається рівним 40% їх сумарного повного об'єму. Середня площа водної поверхні ставків на водозборі р. Вел. Куяльник становить 0,3% загальної площі водозбору. Середній багаторічний об'єм її стоку у кліматичних умовах минулого сторіччя (до 1989 р.) зменшився через вплив штучних водойм до 12,8 млн. м³. Таким чином, було висунуто гіпотезу, що шляхом розчищення водозбору р. Вел. Куяльник від ставків можна збільшити приплив прісних вод до лиману.

У результаті аналізу різницевих інтегральних кривих багаторічних коливань сум опадів та середніх річних температур повітря у ХХІ сторіччі, побудованих за обраним регіональним кліматичним сценарієм А1В (М10), були встановлені розрахункові кліматичні періоди, які відповідають повним циклам коливань кількості опадів у межах водозбірної басейну Куяльницького лиману: 2031—2070 рр. і 2071—2100 рр., окремо був виділений тридцятирічний період 2021—2050 рр., який відповідає найближчому майбутньому, але припадає на маловодну фазу. За розробленою авторською методикою були відтворені ряди багаторічної мінливості річного та середньомісячного стоку р. Вел. Куяльник як головного постачальника прісних вод протягом ХХІ сторіччя як у природних, так і перетворених господарською діяльністю умовах. Характерні за водністю роки визначалися як такі, що мають забезпеченість (ймовірність перевищення) річного стоку 25%, 50% та 75% і класифікувались відповідно як маловодний, середній за водністю та багатоводний. Розрахунки середнього місячного стоку виконувались за внутрішньорічними розподілами характерних років, встановлених для природного та побутового стоку окремо. Результати розрахунків за різними кліматичними сценаріями дозволили зробити висновок, що у ХХІ сторіччі збільшення стоку річок водозбору лиману за рахунок кліматичних умов не відбудеться, оскільки посушливість клімату буде зростати. Таким чином, для поповнення лиману необхідно використовувати додаткове джерело живлення — морську воду.

На основі імітаційного математичного моделювання режимів рівнів і мінералізації води лиману за моделлю водно-сольового балансу з використанням гідрометеорологічних даних минулих років (з грудня 1992 р. по листопад 2015 р.) та за умови надходження до лиману морської води об'ємом $1 \text{ м}^3/\text{с}$ (пропускна здатність існуючого на сьогодні трубопроводу) був обраний найбільш оптимальний варіант роботи трубопроводу. Установлено, що наповнення лиману морською водою має відбуватися щорічно у періоди з температурою морської води в Одеській затоці $< 8^\circ\text{C}$ (температура, за якої у морській воді ще відсутні мікроорганізми, потрапляння яких у лиман небажане). Морську воду можна подавати до того моменту, поки значення середньої місячної мінералізації води у лимані не зменшиться до $40 \text{ г}/\text{дм}^3$ (нижня межа для існування специфічних водних організмів лиману, так званої бальнеологічної біоти), а позначка рівня води перед початком водопілля буде меншою за $-4,35 \text{ м БС}$. Цей рівень характеризує умови, при яких після проходження водопілля або паводка забезпеченість $P = 1\%$, а також при їх накладанні, не відбудеться затоплення розташованих на узбережжі лиману та території пересипу населених пунктів, санаторно-курортних закладів, автомобільної дороги та інших господарських об'єктів. Вибір такого варіанту моделювання базується на таких критеріях оцінки ефективності функціонування лиману:

— мінералізація у лимані вже з середини п'ятого циклу подачі морської води має бути меншою від максимально допустимого значення для повноцінного функціонування гідробіонтів ($200 \text{ г}/\text{дм}^3$);

— рівні води у лимані навіть у дуже багатоводний рік не повинні перевищувати максимально допустимої позначки ($-4,35 \text{ м БС}$);

— кількість солей в лимані за 23 роки збільшиться лише на 3,9 млн. т (або на 45% відносно початкової — 8,6 млн. т).

За прийнятим варіантом поповнення лиману морською водою з Одеської затоки через трубопровід та використання спрогнозованих за моделлю «клімат-стік» характеристик стоку було виконане моделювання рівнів і мінералізації води Куяльницького лиману у XXI сторіччі для різних розрахункових періодів (табл. 1 та 2) і характерних за водністю років (табл. 3 та 4). Встановлено, що у нових кліматичних умовах, які відповідають сценарію А1В (М10), природний (див. табл. 1) і побутовий (див. табл. 2) стік р. Вел. Куяльник у XXI ст. буде поступово зменшуватись. Навіть у випадку, коли її природний стік вдасться відновити, мінералізація у лимані буде наближатися до критичної ($200 \text{ г}/\text{дм}^3$) у посушливий інтервал (2021—2050 рр.) та наприкінці сторіччя (2071—2098 рр.). Без подачі морської води мінералізація перевищуватиме критичне значення у маловодні роки періоду 2031—2070 рр. та у середні і маловодні роки періоду 2071—2098 рр. Подача морської води покращить становище, але у маловодні роки кінця сторіччя (2071—2098 рр.) воно знов наближатиметься до критичного.

За умови збереження сучасного стану водогосподарської діяльності на водозборі за відсутності подачі морської води середня багаторічна мінералізація перевищуватиме критичну відмітку у всі розрахункові періоди

1. Мінералізація і рівні води Куяльницького лиману в розрахункові кліматичні періоди за умови відновлення природного стоку р. Вел. Куяльник

Періоди, роки	Середній багаторічний природний стік, $W_{пр}$, млн. м ³ /рік	Мінералізація та рівні води			
		без подачі морської води		при надходженні морської води	
		мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС	мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС
До 1989	20,4	—	—	—	—
1990—2030	19,0	123,87	-5,06	117,24	-4,96
2021—2050	12,7	191,62	-5,65	174,54	-5,47
2031—2070	15,2	174,65	-5,29	159,71	-5,05
2071—2098	10,7	188,96	-5,36	168,93	-4,99

2. Мінералізація і рівні води у Куяльницькому лимані у розрахункові кліматичні періоди за умови збереження сучасного рівня водогосподарської діяльності на водозборі

Періоди, роки	Середній багаторічний побутовий стік, $W_{пр}$, млн. м ³ /рік	Мінералізація та рівні води			
		без подачі морської води		при надходженні морської води	
		мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС	мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС
До 1989	12,8	81,90	-4,67	—	—
1990—2030	9,69	224,92	-5,89	156,02	-5,37
2021—2050	3,68	238,19	-5,95	170,60	-5,31
2031—2070	6,11	219,20	-5,76	168,91	-4,97
2071—2098	1,81	250,71	-5,89	201,60	-4,95

(див. табл. 2). Робота трубопроводу суттєво покращить водний і сольовий режим лиману не лише у середні за водністю, а і у маловодні роки (див. табл. 4).

За результатами моделювання рівнів і мінералізації води встановлено, що як в умовах побутового стоку з водозбору, так і в умовах відновленого природного стоку, рівні води у лимані у маловодні роки і періоди (наприклад, 2018—2020, 2031—2034 рр.) будуть нижчими за позначку НПР (-5,5 м БС), а мінералізація перевищуватиме гранично допустиме значення (200 г/дм³). Отже поповнення лиману морською водою з Одеської затоки згідно з обраним варіантом роботи трубопроводу є необхідним. Проте оптимізація водогосподарської діяльності на річках водозбору Куяльницького лиману дозволить зробити роботу трубопроводу більш ефективною.

Аналіз основних результатів гідрологічних обстежень Куяльницького лиману та Одеської затоки у жовтні — грудні 2016 р. та у січні — квітні 2017 р.

3. Мінералізація та рівні води у Куяльницькому лимані у роки різної водності за умови відновлення природного стоку р. В. Куяльник

Періоди, роки	Водність року	Мінералізація та рівні води			
		без подачі морської води		при надходженні морської води	
		мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС	мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС
1990—2030	Багатоводний	116,36	-5,17	113,15	-5,05
	Середній	136,49	-5,38	134,43	-5,30
	Маловодний	198,51	-5,78	194,00	-5,72
2031—2070	Багатоводний	162,88	-5,53	154,93	-5,31
	Середній	194,91	-5,73	175,21	-5,48
	Маловодний	233,45	-5,87	191,49	-5,63
2071—2098	Багатоводний	123,12	-4,99	121,25	-4,61
	Середній	201,98	-5,66	186,86	-5,39
	Маловодний	236,77	-5,78	210,68	-5,46

4. Мінералізація та рівні води у Куяльницькому лимані у роки різної водності за умови збереження сучасного рівня водогосподарської діяльності на водозборі р. В. Куяльник

Періоди, роки	Водність року	Мінералізація та рівні води			
		без подачі морської води		при надходженні морської води	
		мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС	мінералізація, г/дм ³	рівень, м БС
1990—2030	Багатоводний	151,50	-5,59	111,69	-5,00
	Середній	212,42	-5,89	130,93	-5,14
	Маловодний	305,82	-6,18	211,30	-5,83
2031—2070	Багатоводний	203,64	-5,83	158,65	-5,05
	Середній	244,28	-5,99	181,77	-5,28
	Маловодний	278,67	-6,08	206,83	-5,29
2071—2098	Багатоводний	186,60	-5,67	166,25	-4,66
	Середній	257,92	-5,96	199,70	-5,07
	Маловодний	293,64	-6,05	216,33	-5,09

та їх порівняння з даними вимірювань у відповідні місяці минулих років (з 2009 по 2016 рр.) дозволив зробити висновок, що водно-сольовий режим лиману значно покращився. Рівень наповнення лиману зріс, мінералізація зменшилася [3]. Таким чином, можна рекомендувати подальше поповнення

лиману морською водою при середньодобових температурах води в Одеській затоці нижче 8°C.

**

Показано, что основным результатом разрушительной трансформации гидро-экосистемы Куяльницкого лимана является общее обезвоживание его водосбора в результате увеличения засушливости климата и интенсивности водохозяйственной деятельности. В работе рассмотрены возможные пути стабилизации экосистемы, посредством восстановления естественного стока рек и пополнения чаши лимана морскими водами Одесского залива.

**

It is shown that the main factor of destructive transformation of Kyalnitskiy liman hydroecosystem is a general dehydration of its catchment, caused by aridity of the climate and water management activities. Possible ways of ecosystem stabilization is restoring the natural runoff of rivers and replenishment by water from the Odessa Bay of the Black Sea.

**

1. *Агобовский В. В., Соколов Е. В.* Изменение гидролого-морфометрических характеристик Куяльницкого лимана в результате запуска морской воды // Укр. гідрометеор. журн. — 2016. — № 18. — С. 132—139.
2. *Богатова Ю. И.* Гидрохимический режим Куяльницкого лимана в современный период // Вісн. Одеськ. держ. екол. ун-ту. — 2016. — Вип. 20. — С. 61—68.
3. *Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману / За ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка.* — Одеса: ТЕС, 2016. — 332 с.
4. *Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману / За ред. Ю. С. Тучковенко, Н. С. Лободи.* — Одеса: ТЕС, 2014. — 276 с.
5. *Гопченко Е. Д., Лобода Н. С.* Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиол. журн. — 2000. — Т. 36, № 3. — С. 67—78.
6. *Гребінь В. В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). — К.: Ніка-Центр, 2010. — 316 с.
7. *Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Демченко В. А. и др.* Решение проблемы борьбы с опустыниванием на примере Куяльницкого лимана и других приморских водоемов Украины // Материалы Всеукр. науч.-практ. конф. «Природно-ресурсный потенциал Куяльницкого и Хаджибейского лиманов, территории межлиманья: современное состояние, перспективы развития» (18—20 нояб. 2015 г.). — Одесса: ТЭС, 2015. — С. 146—150.
8. *Лобода Н. С.* Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. — Одесса: Экология, 2005. — 208 с.
9. *Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін.* Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. — Одеса: ТЕС, 2015. — 520 с.

10. Романенко В. Д. Актуальні гідроекологічні проблеми в умовах глобальних змін клімату // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія. — 2010. — № 2. — С. 416—419.
11. Романенко В. Д. Основи гідроекології. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
12. Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья. — Киев: Наук. думка, 1990. — 240 с.
13. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоемов Украины. — Киев: Наук. думка, 2006. — 384 с.
14. *Coastal Lagoons in Europe: Integrated Water Resource Strategies* / Ed. by A. I. Lillebø, P. Stalnacke, G. D. Gooch. — London: IWA Publishing, 2015. — 256 p.
15. Loboda N., Glushkov A., Khohlov V. Using meteorological data for reconstruction of annual runoff series over an ungauged area: empirical orthogonal function approach to Moldova — Southwest Ukraine region // *Atmospheric Res.* — 2005. — Vol. 77, N 1—4. — P. 100—113.
16. Loboda N., Bozhok Y. Impact of climate change on water resources of north-western Black Sea region // *Intern. J. Res. Earth and Environ Sci.* — 2015. — Vol. 2, N 9. — P. 1—6.

Одеський державний
екологічний університет

Надійшла 13.06.17