

УДК 504.4

КОМПЛЕКСНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОБРОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРИЛЕГЛІЙ ДО ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ МІСТА ОДЕСА ДІЛЯНЦІ УЗБЕРЕЖЖЯ

Ю. С. Тучковенко

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, tuch2001@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3275-9065>

Визначені й описані найгостріші проблеми, які пов'язані з антропогенним впливом на прибережну зону моря північної частини міста Одеси та водні об'єкти морського походження, прилеглі до неї: Одеську затоку північно-західної частини Чорного моря, Хаджибейський та Куяльницький лимани. До таких проблем віднесені: неможливість скиду зворотних вод, які надходять зі станції біологічного очищення міських стічних вод (СБО) «Північна», в прибережну зону моря або використання їх в господарстві як технічних, через недостатній ступінь очищення; високий ступінь забруднення вод та незадовільний екологічний стан прилеглого до Одеси Хаджибейського лиману; підвищення рівня води в ньому до критичних позначок через постійне надходження до лиману зворотних вод з СБО «Північна»; обміління та загроза повного висихання гіперсолонного Куяльницького лиману, що може призвести до втрати природних ресурсів цього курорту державного значення і засолення прилеглих до нього територій; періодичне погіршення якості морських вод в прибережній рекреаційній зоні Одеси, заборона на купання на окремих пляжах після сильних злив через надходження до моря неочищених зливових стоків з міської території. Показано, що всі ці проблеми певною мірою пов'язані між собою і можуть бути вирішені комплексно в межах реалізації єдиної стратегії природоохоронних заходів, визначених і обґрунтованих у статті. Ключовим і першочерговим елементом цієї стратегії визнана модернізація очисних споруд і впровадження сучасних технологій глибокого очищення стічних вод на СБО «Північна». Складові елементи стратегії рекомендовано включити до Плану дій для досягнення та підтримання «доброго» екологічного стану Азовського і Чорного морів на період 2022-2027 років, розробкою якого займається Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України разом із заінтересованими центральними та місцевими органами виконавчої влади, в межах реалізації Морської природоохоронної стратегії України.

Ключові слова: Чорне море; Одеський район; морське середовище; екологічний стан вод; стратегія поліпшення

1. ВСТУП

Морська природоохоронна стратегія України [1] передбачає розробку планів інтегрованого управління прибережними територіями, а також плану дій для досягнення та підтримання «доброго» екологічного стану Азовського та Чорного морів на період 2022—2027 років.

Одеський район північно-західної частини Чорного моря віднесений до «гарячих», в екологічному сенсі, акваторій Чорного моря через надходження забруднювальних речовин від берегових антропогенних джерел Одеської агломерації, серед яких найбільш потужними і постійно діючими є станції біологічного очищення (СБО) стічних вод м. Одеси «Південна» та «Північна». Детальний їх опис та оцінки впливу на навколишнє середовище

наведені в роботах [2-4]. Такі стаціонарні джерела забруднення є найбільш небезпечними для морських екосистем і потребують розроблення та реалізації окремих місцевих планів дій з охорони навколишнього природного середовища, спрямованих на запобігання забрудненню моря [1].

Найбільш проблемною, відносно негативного впливу на стан морського середовища, є СБО «Північна», оскільки вона багато років здійснювала скид частково очищених зворотних вод у прибережну зону мілководді Одеської затоки на глибину близько 3,5 м на відстані 250-300 м від берега або у ізольований від моря Хаджибейський лиман (рис. 1), що, окрім істотного впливу на якість вод в лимані, породжує проблему його переповнення і загрозу виникнення техногенної катастрофи [3].



Рис. 1 – Картосхема північної частини міста Одеси з прилеглою акваторією Одеської затоки, Хаджибейським та Куяльницьким лиманами. Позначення: 1 – ділянка трубопроводу КНС-25 – море, яка проходить уздовж Румунського каналу; 2 – старий випуск зворотних вод з СБО «Північна» до моря; 3 – Глибоководний випуск зворотних вод з СБО «Північна»; 4 – трубопровід для поповнення Куяльницького лиману морською водою; 5 – дамба Хаджибейського лиману; 6 – побудована наземна частина трубопроводу Глибоководного морського випуску; 7 – Крижанівська балка.

Fig. 1 – Map diagram of the northern part of the city of Odesa with the adjacent water area of the Odesa Bay, Khadzhybeyskiy and Kuialnytskyi Estuaries. Conventional signs: 1 – a section of the pipeline “SPS-25 – the sea” running along the Romanian Channel; 2 – an old discharge of return water from BTS “Pivnichna” to the sea; 3 – the Deep-Water Discharge of Return Water from BTS “Pivnichna”; 4 – a pipeline for replenishing the Kuialnytskyi Estuary with sea water; 5 – the Khadzhybeyskiy Estuary’s dam; 6 – a built land part of the Deep-Water Sea Discharge; 7 – Kryzhanivska Gully

Обсяги скидів зворотних вод з СБО «Північна» майже вдвічі перевищують такі для СБО «Південна» [4].

Окрім того, до північної частини Одеської затоки періодично надходять неочищені зливові стоки з центральної частини м. Одеси та житлового масиву Котовського, які на певний час (3-6 днів) суттєво погіршують якість морської води [2].

У зв’язку з інтенсивним розвитком м. Одеси як найбільшого на теперішній час морського курорту України, визначення стратегії досягнення та підтримання “доброго” екологічного стану морських вод біля Одеського узбережжя північно-західної частини Чорного моря є вкрай актуальною задачею.

В останнє десятиріччя до найгостріших проблем екологічного стану і техногенної безпеки м. Одеси відносять:

- неможливість скиду зворотних вод, які надходять з СБО «Північна», в прибережну зону моря через недостатній ступінь їх очищення;

- високий ступінь забруднення вод та незадовільний екологічний стан прилеглої до Одеси Хаджибейського лиману, підвищення рівня води в ньому до критичних позначок через постійне надходження до лиману зворотних вод з СБО «Північна»;

- обміління та загроза повного висихання гіперсолоного Куяльницького лиману, наслідком чого може бути втрата природних ресурсів цього курорту державного значення і загроза засолення прилеглих до нього територій;

- періодичне погіршення якості морських вод в прибережній рекреаційній зоні Одеси, заборона на купання на окремих пляжах після сильних злив через надходження до моря неочищених зливових стоків з міської території.

Мета роботи полягає у викладенні єдиної стратегії, реалізація якої здатна розв'язати Гордієв вузол визначених вище і пов'язаних між собою екологічних проблем, і, в кінцевому підсумку, досягти “доброго” екологічного стану морського середовища на прилеглій до північної частини м. Одеси ділянці узбережжя.

Розглянемо кожну проблему окремо у їх взаємозв'язку та послідовність їх комплексного вирішення.

2. ФУНКЦІОНУВАННЯ СБО «ПІВНІЧНА»

Станція біологічного очищення стічних вод «Північна» приймає 65 % виробничих і комунально-побутових стоків міста, в основному з центральної частини міста, а також з районів Пересипу, Молдаванки, Слободки, ж/м Котовського, 7-го км, Овідіопольської дороги і частково Малиновського району. Ефективність очистки стічних вод на СБО «Північна» набагато поступається такій, що існує і використовується в розвинених країнах світу та на деяких СБО в Україні, які працюють за сучасними технологіями [3].

Відомо [3], що в минулі роки ефективність очищення стоків на СБО «Північна» становила 82–95 % щодо лабільної органічної речовини, 72–86 % щодо амонійного азоту, 53–67 % щодо фосфатів. В той же час, на виході з очисних споруд концентрації азоту нітратів в середньому в 6-7 разів перевищували концентрації на вході, а азоту нітритів – в 5-10 разів. Як було показано в [4], це є слідством використання застарілої і недосконалої технології біологічного очищення стічних вод, яка, у відношенні до сполук азоту, закінчується на стадії нітрифікації з утворенням нітратного азоту у великій концентрації. В теперішній час в країнах Європейського Економічного Співтовариства для забезпечення екологічної ефективності біологічної очистки стічних вод застосовується технологія глибокого їх очищення, яка передбачає видалення сполук азоту в процесі не тільки нітрифікації, але й денітрифікації. В процесі денітрифікації нітрати і нітрити відновлюються до газоподібного азоту мікробіологічним шляхом в анаеробних умовах.

Скид недостатньо очищених стічних вод, з високим вмістом поживних речовин, у морське середовище сприяє інтенсифікації процесу евтрофування водних об'єктів і виникненню негативних наслідків евтрофікації, таких як розбалансування екосистемних процесів, бурхливе розмноження («цвітіння») планктонних водоростей, зниження прозорості води і пригнічення розвитку придонної рослинності, погіршення якості водного середовища для функціонування інших гідробіонтів аж до їх загибелі, розвиток гіпоксії у придонному шарі внаслідок розкладання органічної речовини мертвих рослин і тварин, нестабільність екологічного стану екосистеми, її функціонування. Негативні наслідки евтрофікації посилюються в результаті змін клімату, які наочно проявляються в останнє десятиріччя. Зокрема, в останні роки звичним стало явище накопичення в пляжній зоні моря значної маси водоростей, які після загибелі починають розкладатися (гнити) і призводити до значного погіршення якості вод за низкою мікробіологічних та гідрохімічних показників.

Через високий рівень бактеріального забруднення стічних вод на вході в очисні споруди, очищення зворотних вод, які надходять до морського середовища, є недостатнім для запобігання забрудненню прибережної рекреаційної зони м. Одеси. Не здійснюється обеззаражування зворотних вод перед їх скидом у морське середовище. В роки, коли відбувався скид зворотних вод з СБО «Північна» в прибережну зону моря в тепле півріччя року, відбувалось закриття пляжної зони північного рекреаційного узбережжя для водокористування через значне погіршення санітарно-мікробіологічних показників якості прибережних вод.

Для зменшення негативного впливу СБО «Північна» на екологічний стан вод прибережної рекреаційної зони м. Одеси в 2011 р. було розпочато будівництво «Глибоководного» морського випуску зворотних вод – підводного каналізаційного колектору протяжністю 4 км з випуском на глибині 10 м (рис.1, 2). Цей випуск хоча і був побудований, але в експлуатацію формально досі не введений через розбіжності між державою і підрядником – компанією «INCORE Group» в оцінці вартості проведених робіт. Готовність об'єкта – 95 %, термін експлуатації труб – 100 років. У 2014 та 2018 роках об'єкт запускали в тестовому режимі з

додаванням барвнику в воду. Випуск працював у штатному режимі. З березня 2022 року за розпорядженням Одеської обласної військової адміністрації, через загрозу можливого руйнування Хаджибейської дамби внаслідок ракетного удару, відведення зворотних вод з СБО «Північна» здійснюється в Чорне море через трубопровід КНС-25-море і морську частину Глибоководного випуску.

Проектування та будівництво Глибоководного морського випуску мало на меті виконати нормативні вимоги щодо відстані від випуску до берега (не менш ніж 4 км) і збільшити інтенсивність початкового (дифузійного) і основного (турбулентного, адвективного) гідродинамічного розведення зворотних вод, що надходять з СБО, для зменшення концентрацій біогенних і забруднювальних речовин у воді в прибережній рекреаційній зоні моря. Однак, слід враховувати, що біогенні елементи, які надходять до морського середовища зі зворотними водами СБО «Північна», включаються до біогеохімічних циклів. Неорганічні сполуки біогенних елементів (фосфати, амоній, нітрити, нітрати) використовуються в процесі продукування органічної речовини автотрофами при фотосинтезі. У разі високих швидкостей первинного продукування органічної речовини, вона не встигає споживатись організмами більш високих трофічних рівнів, відмирає і депонується в донних відкладах, піддається біохімічному окисленню та мінералізації, у результаті чого знову утворюються мінеральні форми біогенних елементів, які сприяють продукуванню органічної речовини. Таким чином, без зменшення кількості біогенних речовин, що надходять до Одеської затоки зі зворотними водами СБО «Північна», неможливо зменшити рівень трофності та сапробності морських вод.

Крім того, у разі відновлення скидання в море зворотних вод з СБО «Північна» в літній період року, коли швидкість продукційно-деструкційних процесів максимальна, біомаса фітопланктону та концентрація лабільної косної органічної речовини може збільшуватись на 40 – 90 % [2], тоді як видалення випуску зворотних вод СБО «Північна» на 4 км від берега сприятиме зменшенню значень цих характеристик у прибережних водах на 10-15 % [5].



Рис. 2 – Трубопровід морської частини Глибоководного випуску в період будівництва, перед його затопленням на дно Одеської затоки

Fig. 2 – The pipeline of the sea portion of the Deep-Water Discharge during the construction period, before submerging it to the bottom of the Odesa Bay

Тобто, збільшення біомаси фітопланктону, концентрації органічної речовини у водах поверхневого шару Одеської затоки, у разі скидання зворотних вод з СБО «Північна» влітку, значно перевищує ефект їх зниження за рахунок введення в експлуатацію віддаленого морського випуску. Тому слід очікувати, що при збереженні сучасної кількості скидів біогенних та органічних речовин у море з СБО «Північна» влітку у водах Одеської затоки спостерігатимуться вказані вище негативні наслідки евтрофікації морських вод. Вирішити цю проблему можна лише шляхом впровадження нових сучасних технологій очищення стічних вод від біогенних та забруднювальних речовин.

3. ХАДЖИБЕЙСЬКИЙ ЛИМАН ТА ЙОГО ДАМБА

Для зменшення антропогенного тиску на прибережну рекреаційну зону м. Одеси та запобігання погіршенню якості її вод, скид зворотних вод з СБО «Північна» може здійснюватися в Хаджибейський лиман (рис. 1). Однак цей лиман не має природного зв'язку з морем і є непроточною водоймою. Надходження до нього зворотних вод з СБО запобігає обміллю лиману, оскільки забезпечує компенсацію близько 50 % дефіциту його природного річного водного балансу, який в сучасний період оцінюється в 36-41 млн. м³ [6].

За оцінками, виконаними в [6], для запобігання виникненню багаторічної тенденції підвищення рівня води в Хаджибейському лимані у сучасних кліматичних умовах в середній за водністю рік СБО «Північна» повинна здійснювати скиди води в лиман у обсягах не більше 21 млн. м³/рік. В той же час, річний обсяг надходження зворотних вод з СБО «Північна» в сучасний період складає 50-60 млн. м³/рік. Тому безперервний багаторічний скид зворотних вод з СБО «Північна» в лиман може призводити до підвищення рівня води в ньому до критичних позначок, за яких виникає загроза прориву дамби, що відділяє лиман від прилеглої території міста (рис. 1). Така ситуація виникла у квітні 2015 р., коли безперервний протягом 2011-2014 рр. скид вод з СБО «Північна» в Хаджибейський лиман призвів до підвищення рівня води в ньому до небезпечної позначки +2,04 м БС, що сприяло розмиву верхньої частини Хаджибейської дамби під час шторму і утворенню в ній глибоких вимоїн (рис.3а). Склалася загроза виникнення техногенної катастрофи, пов'язаної з проривом дамби та затопленням значної частини території м. Одеси площею 23 км², на якій проживають близько 30 тис. жителів міста та розташовані десятки підприємств.

Раніше критичне підвищення рівня води в Хаджибейському лимані спостерігалось у 1969 (до позначки +2,21 м БС) та 2003 (до +2,38 м БС) роках. Тоді скиди води з СБО «Північна» у лиман припинялись на 3-4 роки, виконувались інженерні заходи з укріплення дамби та інтенсивна відкачка води з лиману у море. Це дозволило знизити рівень води в лимані у 1972 р. до позначки мінус 0,4 м БС та до меншої ніж +1,0 м БС у 2007-2009 рр. В період 2010-2015 рр., незважаючи на відносно маловодість років, рівень води в Хаджибейському лимані постійно зростає у середньому на 0,2-0,3 м/рік, що стало наслідком постійного протягом року надходження до нього зворотних вод СБО «Північна».

У 2016 р. проводились роботи з укріплення дамби Хаджибейського лиману загальною вартістю 42,25 млн.грн. 900 метрів дамби було укріплено настилом з геотекстильних матів, які заповнювались спеціальною цеглино-пісчаною сумішшю. Ділянка дамби довжиною в кілометр залишилась неукріпленою. Передбачалося, що наступним кроком буде зниження рівня води в лимані (приблизно на 1,5 м) шляхом скидання її в прилеглу акваторію моря. Для цього необхідно було прокласти трубопровід по шляху старого

Румунського каналу, який раніше використовувався для аварійного скиду води з лиману в море, а зараз зруйнований і не має виходу до моря. У подальшому трубопровід мав використовуватись для регулювання рівня води в Хаджибейському лимані шляхом аварійного самопливного скиду води з нього до Одеської затоки в зимовий період (до початку весняного водопілля) та/або під час катастрофічних паводків. Але цей проект так і не був реалізований. В результаті того, що рівень води в лимані не був знижений, а також через недоліки в реалізації робіт з укріплення дамби (подушка, на яку було покладено покриття з бетонних матів, містила підсіпку з піску, який з часом вимився водою), бетоноване покриття в наступні роки на окремих ділянках просіло, перестало бути суцільним і виконувати свою захисну функцію.

В квітні-травні 2018 р. відмітка рівня води в лимані знову перевищила критичне значення 2,1 м БС, що прискорило руйнування бетонного покриття з матів і загострило загрозу руйнування дамби. Шторми і зливи, які відбувались у 2019-2021 роках, також серйозно пошкодили дамбу. На теперішній час вона знаходиться в аварійному стані (рис. 3б).



Рис. 3 – Розмив дамби Хаджибейського лиману
Fig. 3 – Washout of the Khadzhybeyskiy Estuary's bund

Один із запропонованих варіантів вирішення проблеми полягає в будівництві в лимані паралельно існуючій дамбі, на відстані до 250 м від неї, нової захисної кам'яно-накидної дамби з протифільтраційним екраном, відміткою верху +4,2 – +4,5 м БС і засипкою ділянки між новою і старою дамбами мінеральним ґрунтом (гравієм, потім піском і по верху, вище за рівень води, глинистим ґрунтом). Реалізація цього проекту гарантувала би захист дамби від руйнування на досить тривалий період використання (більше 50 років), створила би умови для капітальної реконструкції існуючої дамби з розширенням одеської Об'їзної дороги, яка проходить по дамбі, надала би можливість подальшого використання новозбудованої дамби в якості прогулянковий набережної та/або причальної стінки, а також можливість створення понад 60 га інвестиційних майданчиків під різні проекти вздовж Об'їзної дороги. Недоліком проекту є його висока вартість – близько 800 млн.грн.

Іншим варіантом вирішення проблеми підвищення рівня води в лимані до критичних позначок є забезпечення можливості аварійного скиду води з Хаджибейського лиману в море самопливом через трубопровід, прокладений по трасі Румунського каналу з випуском вод через побудований Глибоководний випуск з СБО «Північна».

Оскільки Хаджибейський лиман є замкнутою непроточною водоймою, то багаторічне надходження до нього недостатньо очищених стічних вод м. Одеси призвело до значного погіршення якості води в ньому, яка не відповідає вимогам національних санітарних норм і правил охорони прибережних вод морів від забруднення в місцях водокористування населення, директив ЄС щодо якості поверхневих вод культурно-побутового та рекреаційного призначення, нормативам ЄС для вод рибогосподарського використання. В той же час лиман використовується у рибогосподарських цілях, на його південному узбережжі знаходиться велика кількість садово-городніх кооперативів, в яких проживає та відпочиває велика кількість мешканців м. Одеси.

Вода і донні відклади Хаджибейського лиману забруднені органічними і мінеральними біогенними речовинами, важкими металами, бактеріями [7-11]. Через забруднення запаси лікувальних грязей лиману більше не придатні для використання. Влітку в лимані щорічно спостерігається цвітіння синьо-зелених водоростей та виникнення «задух» через нестачу

у воді розчиненого кисню і, як наслідок, масові замори риби та загибель інших гідробіонтів. За свідченням органів санітарно-епідеміологічного контролю, лиман не рекомендується для використання у рекреаційних цілях. Риба в лимані має неприємний запах. За гідрохімічними показниками води південної частини лиману характеризуються як забруднені, евтрофні [8].

Надходження зворотних вод з СБО «Північна» в закритий Хаджибейський лиман, навіть за умови їх нормативної очистки, не може позитивно позначатися на екосистемі водойми. Надлишок біогенних речовин, що потрапляє в замкнуту екосистему, не виводиться з неї, а накопичується в донних відкладах (чорні мули з запахом сірководню), які постійно поповнюються відмерлою зваженою органічною речовиною. Донні відклади є джерелом додаткового надходження біогенних речовин в екосистему, тобто джерелом вторинного евтрофування вод лиману. В південній частині лиману донні відклади здатні чинити гостру токсичну дію [9].

З урахуванням змін клімату, які відбуваються в останні роки, слід очікувати загострення проблеми масового цвітіння синьо-зелених водоростей та загибелі гідробіонтів в Хаджибейському лимані. Зокрема, у 2020 р. випадки масової загибелі креветок та риб на різних ділянках узбережжя лиману реєструвались протягом червня – на початку липня. За результатами контролю якості вод в південній частині лиману у середині червня 2020 р. Державною екологічною інспекцією було встановлено перевищення нормативів ГДК за вмістом заліза загального - 0,12 мг/дм³ (при нормі у 0,05); амонію сольового - 3,20 мг/дм³ (норма – 0,65); нітритів – 0,140 мг/дм³ (норма – 0,080); фосфатів – 2,92 мг/дм³ (норма – 2,145). Аналогічна ситуація спостерігалась наприкінці першої декади вересня. У середині червня та наприкінці листопаду відзначалось цвітіння прісноводного виду ціанобактерій (Cyanoprokaryota), який є індикатором гіпертрофного стану водойми і здатний надавати токсичну дію. Загострення екологічної ситуації в Хаджибейському лимані влітку-восени 2020 р. певною мірою пов'язане з падінням рівня води в ньому на 0.6 м протягом 2019-2020 рр. і, відповідно, збільшенням концентрації у воді забруднювальних речовин.

За результатами досліджень, виконаних Інститутом морської біології НАН України в 2016 р. встановлено, що вміст у воді південної частини Хаджибейського лиману мінеральних і

органічних речовин, порівняно з водами прилеглої мілководної частини Одеської затоки, перевищує за азотом мінеральним – в 60 разів, фосфором мінеральним – в 20 разів, органічним азотом і фосфором – в 6 разів. Через високий рівень забруднення аварійний скид води з Хаджибейського лиману в Одеську затоку можливий лише в холодний період року. Окрім того, для зменшення негативного ефекту від цього скиду на екосистемні процеси в Одеській затоці, бажано здійснювати скид не в прибережну зону моря, а задіяти побудований Глибоководний морський випуск тощо.

4. КУЯЛЬНИЦЬКИЙ ЛИМАН

Активна, ненормована та нерегульована антропогенна діяльність (у тому числі водогосподарська) на водозборі Куяльницького лиману, посилення посушливості клімату, відсутність ефективної системи інтегрованого управління природокористуванням за басейновим принципом призвели до виникнення загрози повного зникнення (висихання) лиману та втрати запасів унікальних лікувальних грязей і ропи, а також своєрідної флори і фауни водойми.

Для запобігання повному висиханню лиману у грудні 2014 р. була введена в експлуатацію водопропускна система, через яку Куяльницький лиман поповнюється морською водою з Одеської затоки за допомогою спеціально прокладеного самопливного трубопроводу (рис. 1). Поповнення здійснюється в період грудень-квітень кожного року, коли температура морської води менша за 8°C. Забір води здійснюється на віддалені 500 м від берега в районі Лузанівки. Відстань між виходом до моря трубопроводу (старого) для скиду зворотних вод СБО «Північна» і точкою водозабору з моря становить близько 2 км, що при певних вітрах створює загрозу погіршення якості морських вод [10], які будуть надходити до Куяльницького лиману.

З іншого боку, в той час як постійне протягом року надходження зворотних вод з СБО «Північна» призводить до переповнення Хаджибейського лиману, для Куяльницького лиману існує значний дефіцит річного прісного водного балансу [12]. З огляду на це, логічним є рішення щодо перекиду надлишку вод з низькою мінералізацією з Хаджибейського лиману в Куяльницький. За оцінками фахівців, такий перекид може бути здійснений самопливом (за

рахунок гідравлічного перепаду рівня) між південними частинами обох лиманів при заборі води із самопливного каналу (трубопроводу) для аварійного скидання надлишку вод з Хаджибейського лиману в море.

Перешкодою для реалізації цього рішення є високий ступінь забруднення води і донних відкладів в південній частині Хаджибейського лиману, куди надходять зворотні води з СБО «Північна» та дренажний стік з Полів зрошення, що очікувано призведе до прискореного погіршення екологічного стану Куяльницького лиману та якості його унікальних природних ресурсів (ропи і пелоїдів). Слід зважати на те, що об'єм вод Куяльницького лиману в 26 разів, а середня глибина в 10 разів менша відповідних характеристик Хаджибейського лиману, через що асиміляційна здатність Куяльницького лиману в багато разів менша ніж Хаджибейського.

Тому реалізація варіанту поповнення Куяльницького лиману водою з Хаджибейського лиману вимагає обов'язкового застосування технологій її попереднього суттєвого доочищення. Така технологія описана, наприклад, в [13]. Відзначимо, що цей варіант не є комплексним, оскільки він дозволяє за певних умов вирішити проблему стабілізації водного режиму обох лиманів, але жодним чином не забезпечує вирішення надзвичайно гострої проблеми поліпшення екологічного стану Хаджибейського лиману.

5. ЗЛИВОВІ СТОКИ

Потужним джерелом періодичного забруднення прилеглої до північної частини міста Одеси прибережної зони моря є надходження неочищених зливових стоків з міської території [2], зокрема, житлового масиву Котовського. Злилова система каналізування цього району свого часу не була добудована через нестачу фінансування. На тепер збір зливових стоків з території житлового масиву здійснюється в магістральний зливовий колектор, прокладений вулицею Дніпропетровська дорога, з наступним їх скидом за рельєфом місцевості через Крижанівську балку в море (рис. 1, 4).



Рис. 4 – Виток стічних вод з Крижанівської балки до моря
Fig. 4 – Sewage flowing from Kryzhanivska Gully to the sea

При проходженні балкою до зливових стоків додаються каналізаційні стоки с. Крижанівка, включно з неочищеними стоками з приватних баз відпочинку, готелів, ресторанів-барів та ін.

За свідченням місцевих мешканців, в період сильних злив в балці формується водний потік глибиною 0,5 м та шириною до 10-20 м. Ця вода має неприємний запах каналізації та після потрапляння до моря викликає бурне цвітіння водоростей і нестерпний сморід через їх гниття. Тому актуальним є відведення зливових стоків житлового масиву Котовського та каналізаційних стоків с. Крижанівка на очисні споруди СБО «Північна». Вартість реалізації проекту будівництва системи водовідведення стічних вод з Крижанівської балки, включно з модернізацією очисних споруд СБО «Північна», в 2018 році оцінювалась в 1,3 млрд.грн.

Окрім Крижанівської балки, в період інтенсивних атмосферних опадів зливі стоки з міської території, змішані з каналізаційними водами, без очищення надходять до прибережної зони Одеської затоки через зливі випуски в районі Одеського морського торговельного порту (Деволанівський, Платонівський, Андросівський, та району Пересипу (1-й та 2-й Заливні провулки)), що призводить до значного погіршення якості морських вод не тільки в районах розташування зливових випусків, а й негативно впливає на екологічну ситуацію у всій Одеській затоці [3]. Для вирішення цієї проблеми у 2016 р. Одеська міська рада оприлюднила концепцію реконструкції зливової каналізації міста шляхом будівництва зливових колекторів глибокого закладення для спрямування змішаних стоків, які надходять до колекторів на вулицях Приморська і Балківська, до СБО «Північна» для очищення. Проект, орієнтовна вартість якого оцінювалась в

3 млрд. грн., передбачав будівництво самих колекторів глибокого закладення довжиною 8,5 кілометрів і діаметром до 3 метрів, лоткових каналів шириною до 4 метрів та довжиною 3,5 кілометра, демпферного ставка ємністю 72 000 м³ для перехоплення зливових залпів, каналізаційної насосної станції з пропускною здатністю 24 000 м³ на добу.

Однак, за минулі роки вищевказані проекти відведення зливових стоків м. Одеси на СБО «Північна» для їх очищення так і не були реалізовані через високу вартість робіт.

6. ОБГОВОРЕННЯ ШЛЯХІВ КОМПЛЕКСНОГО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Виникнення та комплексне вирішення вказаних вище проблем пов'язане з функціонуванням СБО «Північна». Модернізація очисних споруд СБО «Північна» та впровадження сучасних технологій глибокого очищення стічних вод, які надходять до неї з міської території, дозволило би значно зменшити ризики забруднення вод і накопичення забруднювальних речовин в донних відкладах Одеської затоки у разі відводу зворотних вод з СБО «Північна» до моря через Глибоководний морський випуск, а також зменшити антропогенне навантаження на екосистему та поліпшити екологічний стан Хаджибейського лиману. В перспективі, за умови виконання певних вимог до ступеня очищення стічних вод м. Одеси та досягнення необхідних показників якості вод на виході з очисних споруд СБО «Північна», ця прісна вода зможе бути використана в технічних цілях (для зрошення сільськогосподарських угідь, поливу вулиць та зелених насаджень міста і т.п.).

Переспрямування в холодну пору року зворотних вод, що надходять з СБО «Північна», до моря замість лиману, вилучення їх для використання в технічних цілях дозволить зменшити обсяги надходження вод до Хаджибейського лиману і, таким чином, запобігти наповненню лиману до критичних позначок рівня, коли виникає загроза руйнуванню дамби.

Стаття 104 Водного кодексу України забороняє скидання будь-яких зворотних вод у водні об'єкти, що віднесені до категорії лікувальних. Отже пряме спрямування навіть добре очищених зворотних вод з СБО «Північна» в Куяльницький лиман неможливе. Однак, істотне зменшення надходження до Хаджибейського лиману біогенних і забруднювальних речовин буде сприяти поліпшенню якості води в ньому і створенню

більш сприятливих умов для подачі води із Хаджибейського лиману в Куяльницький, зменшенню витрат на її доочищення.

В той же час, модернізація очисних споруд СБО «Північна» і поліпшення ефективності очищення міських стічних вод не виключають потребу в реалізації супроводжуючих заходів: спорудження трубопроводу (каналу) для аварійного скидання вод з Хаджибейського лиману в Одеську затоку, у разі виникнення катастрофічних повеней та паводків, та офіційне введення в експлуатацію і використання віддаленого на 4 км від берега Глибоководного морського випуску для скиду зворотних вод, що надходять з СБО «Північна», та/або вод Хаджибейського лиману. Ці заходи можуть розглядатися окремо від модернізації очисних споруд СБО «Північна», але в цьому разі їх реалізація буде сприяти лише мінімізації негативних наслідків від надходження недостатньо очищених скидних вод з СБО «Північна» до Хаджибейського лиману та/або Одеської затоки, але не усуне причину виникнення проблеми.

Оскільки у сучасному стані Хаджибейська дамба за своєю конструкцією не є гідротехнічною спорудою, то безумовно вона потребує реконструкції або будівництва нової дамби. Але у разі зниження і можливості регулювання рівня води в Хаджибейському лимані, витрати на реконструкцію дамби або будівництво нової дамби можуть бути значно зменшені. Оновлення дамби, без вирішення задачі регулювання рівня води в лимані, здатне лише відтермінувати загальну проблему переповнення лиману на більш тривалий термін.

Необхідність реалізації вказаних вище природоохоронних заходів визначається також планами переспрямування зливого стоку з міської території на СБО «Північна» для їх очищення замість прямого скиду неочищених стоків в прибережну зону моря. Зрозуміло, що у цьому разі значно збільшиться обсяг зворотних вод, які будуть надходити з СБО до Одеської затоки (через Глибоководний випуск) або до Хаджибейського лиману.

7. ВИСНОВКИ

Першочерговим і ключовим елементом стратегії досягнення “доброго” екологічного стану морського середовища на прилеглий до північної частини м. Одеси ділянці морського узбережжя є модернізація очисних споруд і впровадження сучасних технологій глибокого очищення стічних вод на СБО «Північна», що дозволить здійснювати екологічно безпечні

скиди зворотних вод не тільки до Хаджибейського лиману, а й до моря, використовувати їх як технічну воду в сільському та комунальному господарствах прилеглих територій.

Другим за важливістю елементом стратегії для досягнення поставленої мети є будівництво зливових колекторів для запобігання прямому надходженню неочищених зливових стоків з центрального та північного районів міста до моря і спрямування їх на очищення до СБО «Північна».

Важливими, але не вирішальними і такими, що лише доповнюють вказаний першочерговий, ключовий елемент стратегії, є такі природоохоронні заходи:

➤ введення в планову легальну експлуатацію віддаленого на 4 км від берега Глибоководного морського випуску зворотних вод з СБО «Північна» та вод Хаджибейського лиману, у разі їх аварійного скиду в море при підвищенні рівня води в лимані до критичних позначок;

➤ корінна реконструкція та/або будівництво нової дамби Хаджибейського лиману.

Визначені і обґрунтовані в статті природоохоронні заходи, які в сукупності і визначеній послідовності складають стратегію поліпшення екологічного стану морського середовища на прилеглий до північної частини м. Одеси ділянці морського узбережжя, рекомендується включити до Плану дій для досягнення та підтримання «доброго» екологічного стану Азовського і Чорного морів на період 2022-2027 років, розробка якого відповідно до пункту 2 розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2021 р. № 1240 «Про схвалення Морської природоохоронної стратегії України» доручена Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України, разом із зацікавленими центральними та місцевими органами виконавчої влади. На тепер, через російську збройну агресію проти України сформований лише проміжний варіант цього Плану. Важливість включення визначених в статті природоохоронних заходів до Плану дій визначається тим, що його складовою є фінансово-економічне обґрунтування виконання завдань та зведені витрати на виконання завдань по роках для приморських областей України [14], з визначенням джерел фінансування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морська природоохоронна стратегія України (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2021р. №1240-р). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021->

- %D1%80#Text (дата звернення: 24.03.2023).
- Тучковенко Ю. С., Иванов В. А., Сапко О. Ю. Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Черного моря: моногр. / Морской гидрофиз. ин-т НАНУ; Од. гос. эколог. ун-т. Севастополь: НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 169 с.
 - Тучковенко Ю. С., Сапко О. Ю. Характеристика сбросов антропогенных источников загрязнения морских вод у побережья Одессы в современный период. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. Вип. 22. С. 5-13.
 - Тучковенко Ю. С., Сапко О. Ю., Тучковенко О. А. (2020) Характеристика станцій біологічного очищення стічних вод міста Одеса як джерел біогенного забруднення морського середовища в сучасний період. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. 25. С. 127-135. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.12>
 - Тучковенко Ю. С., Височанская Ю. В. Недостатки ОВОС проекта глубоководного морского выпуска сточных вод СБО «Северная». *Екологія міст та рекреаційних зон: збірник доповідей та статей Всеукр. науково-практ. конф., 31 травня - 1 червня*. Одеса: ІНВАЦ, 2012 р. С. 120-123.
 - Тучковенко Ю. С., Козлов М. О. Водний баланс Хаджибейського лиману у сучасний період. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. № 21. С. 66-77.
 - Гуменюк Г. Б. Порівняльна характеристика вмісту концентрацій важких металів у складових гідроекосистеми Хаджибейського лиману. *Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф (м. Одеса, 18-20 листоп. 2015 р.)*. Одеса: ТЕС, 2015. С. 44-47
 - Богатова Ю. И., Секундяк Л. Ю., Кирсанова Е. В. Качество водной среды Хаджибейского лимана летом 2016 года. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2017. Вип. 21. С. 78 - 85.
 - Дятлов С. С., Кошелев О. В., Запорожець С. О. Донні відкладення південної частини Хаджибейського лиману в умовах хронічного забруднення. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2017. № 2 (69). С.60-64.
 - Гончаров О. Ю. Антропогенний вплив станції біологічної очистки «Північна» на Одеську затоку і Хаджибейський лиман в сучасний період. *Євроінтеграція екологічної політики України: матеріали всеукр. наук. конф., 29-31 травня*, Одеса: ОДЕКУ, 2019. С. 98-102.
 - Тропівська Г. Г., Нідзвєцька Л. М. (2018). Санітарно-мікробіологічна оцінка якості донних відкладень Хаджибейського лиману та Одеської затоки в умовах скидання стічних вод. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. Т. 23. Вип. 1(42). С. 55-66.
 - Тучковенко Ю. С., Хохлов В. М., Лобода Н. С. Вплив змін клімату на водний баланс квазізакрытих лиманів північно-західного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*. (29). С. 32-47. <https://doi.org/10.31481/uhmj.29.2022.03>
 - Гончаров О. Ю., Янчук Д. Л. Технологія підготовки забрудненої комунальними стоками води Хаджибейського лиману для компенсації водного дефіциту Куяльницького лиману. *Євроінтеграція екологічної політики України: матеріали Другої всеукр. наук. конф., 22 жовт.*, Одеса: ОДЕКУ, 2020. С. 26-32.
 - Опрацювання плану дій для досягнення та підтримання «доброго» екологічного стану Азовського та Чорного морів на період 2023-2027 років. Звіт про науково-дослідну роботу проміжний (наук. кер. В. М. Коморін) / Український науковий центр екології моря. Бібл. УкрНЦЕМ. ДР № 0122U201795, 2022. 59 с. URL: http://www.sea.gov.ua/img/reports/2022/report2022_t_heme7.pdf (дата звернення: 19.03.2023)

REFERENCES

- Morska pryrodokhoronna stratehiia Ukrainy (rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11 zhovtnia 2021 r. №1240-r)* [Marine environmental protection strategy of Ukraine (the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 11, 2021, no. 1240-p)]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021-%D1%80#Text> (Accessed: 24.03.2023) (in Ukr.)
- Tuchkovenko, Yu.S., Ivanov, V.A. & Sapko, O.Yu. (2011) *Otsenka vliyaniya beregovykh antropogennykh istochnikov na kachestvo vod Odesskogo ragona severo-zapadnoy chasti Chernogo morya* [Assessment of the coastal anthropogenic sources impact on water quality in north-western part of Black Sea near Odessa]. Marine Hydrophysical Institute of NASU, Odessa State Environmental University. Sevastopol : SPC EKOSI-Gidrofizika Publ. (in Russ.)
- Tuchkovenko, Yu.S. & Sapko, O.Yu. (2017) Assessment of the coastal anthropogenic pollution sources impact on water quality in North-Western part of Black Sea near Odessa. *Visnik Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu* [Bulletin of Odessa state environmental university], 22, pp. 5-13 (in Russ.)
- Tuchkovenko, Yu.S., Sapko, O.Yu. & Tuchkovenko, O.A. (2020) [Description of biological wastewater treatment plants of city of Odesa as sources of marine environment nutrient pollution in current period]. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 25, pp. 127-135. (in Russ.) <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.12>
- Tuchkovenko, Yu.S. & Visochanskaya Y.V. [Weaknesses of the environmental impact assessment of the project for the deep sea discharge of sewage from the biological treatment plant "Severnaya"]. *Zbirnyk dopovidei ta statei Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Ekolohiia mist ta rekreatsiinykh zon"* [The collection of reports and articles of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Ecology of cities and recreational areas"], May 31 - June 1. Odesa, pp. 120-123. (in Russ.)
- Tuchkovenko, Yu.S. & Kozlov, M.O. (2017). [Current water balance of Khadzhibeyskyi liman]. *Bulletin of Odessa State Environmental University*, (21), pp. 66-77. (in Russ.)
- Humeniuk, G.B. (2015). [Natural resource potential of Kuyalnik and Khadzhibeis estuaries, the territory between the estuaries: modern state, outlook of development]. *Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Pryrodno-resursnyi potentsial Kuialnytskoho ta Khadzhybeiskoho lymaniv, terytorii mizhlymannia: suchasnyi stan, perspektivy rozvytku"* [Proceedings of All-Ukrainian theoretical and practical conference "Natural resource potential of the Kuyalnytskyi and Khadzhibeis estuaries, inter-estuary territories: current state, development prospects"], 18-20 November. Odessa: TES, pp. 44-47. (in Ukr.)
- Bogatova, Yu.I., Sekundak, L.Yu. & Kirsanova, E.V. (2017). [Quality of aquatic environment of Khadzhibeyskyi Liman in summer, 2016]. *Visnik Odes'kogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu* [Bulletin of Odessa state environmental university], 21, pp. 78-85.
- Dyatlov, S.Ye., Koshelev, A.V. & Zaporozhets, S.A. (2017). [Bottom sediments of southern part of Khadzhibeis estuary in terms of chronic anthropogenic pollution]. *Scientific Issue*

- Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University*. Series: Biology, 2 (69), pp.60-64. (in Ukr.)
10. Honcharov, O.Yu. (2019). [Anthropogenic impact of the biological treatment plant "Northern" on the Odessa Bay and Hadzhibeysky estuary in the modern period]. *Materialy dopovidei Druhoi Vseukrainskoi naukovoï konferentsii "Yevrointehratsiia ekolohichnoi polityky Ukrainy" [Proceedings of the All-Ukrainian Scientific Conference "European integration of Ukraine's environmental policy"]*, 29-31 May. Odessa: OSENU, pp. 98-102. (in Ukr.)
 11. Tropivska, A.G. & Nidzvetska, L.M. (2018). [Sanitary and microbiological assessment of quality of the bottom sediments of Khadzhibey Liman and Odesa bay under conditions of wastewater discharge]. *Odesa National University Herald. Biology*, 23, 1(42), pp. 55-66. (in Ukr.)
 12. Tuchkovenko, Yu.S., Khokhlov, V.M., & Loboda, N.S. (2022). Climate change impact on water balance of quasi-closed lagoons in the North-Western Black Sea coast. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 29, pp. 32-47. <https://doi.org/10.31481/uhmj.29.2022.03>
 13. Honcharov, O.Yu. & Yanchuk, D.L. (2020). [Technology for the preparation of water the Khadzhibey estuary polluted by municipal waste water to compensate for the water deficit of the Kuyalnytsky estuary]. *Materialy dopovidei Druhoi Vseukrainskoi naukovoï konferentsii "Yevrointehratsiia ekolohichnoi polityky Ukrainy" [Proceedings of the Second All-Ukrainian Scientific Conference "European integration of Ukraine's environmental policy"]*, 22 October. Odessa: OSENU, pp. 26-32. (in Ukr.)
 14. Development of an action plan for achieving and maintaining a "good" ecological state of the Azov and Black Seas for the period 2023-2027. Intermediate report on research activity (scientific supervisor V. M. Komorin) / Ukrainian Scientific Center of Ecology of Sea. Library of UkrSCES. SR No. 0122U201795, 2022. 125 p. (in Ukr.) Available at: http://www.sea.gov.ua/img/reports/2022/report2022_theme7.pdf (Accessed: 19.03.2023).

A COMPREHENSIVE SOLUTION TO THE PROBLEM OF ENSURING A GOOD ENVIRONMENTAL STATUS OF THE MARINE ENVIRONMENT ACROSS THE COASTAL AREA THAT IS ADJACENT TO THE NORTHERN PART OF THE CITY OF ODESA

Y. S. Tuchkovenko

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, tuch2001@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3275-9065>*

The research identifies and describes the most urgent problems associated with the anthropogenic impact on the sea's coastal zone affecting the northern part of the city of Odessa and the marine-origin water bodies that are adjacent to it, i.e. Odessa Bay of the north-western part of the Black Sea, the Khadzhybeyskyi and Kuyalnytskyi Estuaries. These problems include: impossibility to discharge the return water coming from the municipal sewage biological treatment station (BTS) "Pivnichna" into the sea's coastal zone or to use it economically wise as technical water because of insufficient degree of treatment; a high degree of water pollution and unsatisfactory environmental condition of the Khadzhybeyskyi Estuary that is adjacent to Odessa, increase of its water level to critical marks because of the constant flow to the estuary of return water from BTS "Pivnichna"; shallowing and potential complete drying up of the hypersaline Kuyalnytskyi Estuary that may lead to loss of natural resources of the resort of state importance and salinization of its adjacent territories; periodic deterioration of the sea water quality within the coastal recreation area of Odessa, prohibition of swimming at certain beaches after heavy downpours because of influx into the sea of untreated stormwater runoff coming from the city. The research demonstrates that all these problems are interconnected to a certain extent and can be solved comprehensively in the course of implementation of a single strategy of environmental protection measures that are defined and substantiated in this article. The key and high-priority element of such strategy consists in modernization of sewage treatment facilities and introduction of modern technologies of advanced wastewater purification at BTS "Pivnichna". It is recommended to include the constituent elements of the strategy into the Action plan to achieve and maintain the "good" environmental status of the Azov and Black Seas for the period 2022-2027 being jointly developed by the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine alongside with interested executive central and local bodies as part of implementation of the Marine Environmental Protection Strategy of Ukraine.

Keywords: the Black Sea; Odessa District; marine environment; environmental condition of water; improvement strategy

*Подання до редакції : 21. 04. 2023
Надходження остаточної версії : 01. 05. 2023
Публікація статті : 29. 06. 2023*