

УДК 502.51:504.5

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.8>

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Сапко О.Ю.

Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса
sapko-olga@ukr.net

Причорноморські лимани відрізняються від навколишнього посушливого степу багатством тваринного і рослинного світу, наявністю специфічних плавнівіводно-болотних угідь та відіграють важливу роль для збереження ландшафтного та біологічного розмаїття. Їх кліматичні та фізико-географічні умови сприяють розвитку різноманітних курортно-рекреаційних комплексів на берегах лиманів. Проте сучасний стан природно-рекреаційного потенціалу лиманів викликає занепокоєння. Надмірне навантаження на рекреаційні ресурси не тільки знижує якість та ефективність лікування та відпочинку, а й веде до деградації самих ресурсів, втрати ними функціональних властивостей. Одним із прикладів нерационального використання природних ресурсів є Хаджибейський лиман, тому актуальним є питання вивчення екологічного стану лиману та пошук шляхів щодо його покращення.

Хаджибейський лиман відокремлений від моря піщано-черепашковим пересипом і не має зв'язку з морем, а його глибини розподілені нерівномірно. Помітний, часом вирішальний вплив на рівень води в Хаджибейському лимані оказує поверхневий стік зі схилів лиману і очищені стічні води м. Одеси. Величезною екологічною катастрофою для Хаджибейського лиману є надмірне його зарегулювання, перекриття і просто знищення малих річок, які живлять водойму. Найбільша кількість забруднюючих речовин надходить в лиман від стоки ТОВ «Інфокводоканал», а саме від СБО «Південна», не зважаючи на те, що вона скидає стічні води в лиман тільки в теплий період року. В наслідок скиду в лимані збільшується концентрація шкідливих мінеральних і органічних речовин, зменшується солоність води, з'являється неприємний запах. Надмірно високий вміст біогенних речовин в екосистемі лиману сприяє масовому розвитку одноклітинних водоростей, що, в свою чергу, викликає «цвітіння води». Значний додатковий внесок в забруднення лиману вносять розташовані на його берегах великі і малі населені пункти, багаточисельні дачні масиви та фермерські господарства. Практично всі вони не мають очисних споруд і так чи інакше скидають неочищені каналізаційні стоки в лиман. Загалом сьогодні Хаджибейський лиман можна віднести до забруднених евтрофних водойм, а його екологічна система характеризується як нестабільна, незбалансована за вмістом основних біогенних речовин. Для поліпшення екологічного стану лиману необхідно провести модернізацію існуючих очисних споруд м. Одеси; вирішити проблему руйнування дамби; реалізувати заходи щодо відновлення малих річок, які живлять лиман, розчищенню їх русел; дотримуватися зон санітарної охорони малих річок та самого Хаджибейського лиману; проводити регулярний моніторинг якості його вод по всій його акваторії включно із водотоками, які його живлять; розробити науково обґрунтовану Програму з охорони та оздоровлення басейну лиману. *Ключові слова:* Хаджибейський лиман, екологічний стан, антропогенні джерела забруднення, гідрохімічний та гідрологічний режим, екологічні проблеми.

Analysis of the environmental problems of the Khajibeye estuary and determining ways to solve them. Sapko O.

Black Sea estuaries differ from the surrounding arid steppe by the richness of animal and plant life, the presence of specific floodplains and wetlands, it plays an important role in preserving landscape and biological diversity. The climatic and physical and geographical conditions contribute to the development of various resort and recreation complexes on the shores of the estuaries. However, the current state of the natural and recreational potential of the estuaries causes concern. Excessive load on recreational resources not only reduces the quality and effectiveness of treatment and recreation, but also leads to degradation of the resources themselves, loss of their functional properties. One of the examples of irrational use of natural resources is the Khadzhibey estuary. There fore the question of studying the ecological condition of the estuary and finding ways to improve it is relevant.

The Khadzhibey estuary is separated from the sea by a sand-shell barrier and has no connection with the sea, and its depths are unevenly distributed. Surface runoff from the slopes of the estuary and purified sewage from the city of Odessa have a noticeable, sometimes decisive influence on the water level in the Khadzhibey estuary. A huge ecological disaster for the Khadzhibey estuary is its excessive regulation, blocking and simply destroying the rivers that feed the reservoir. One of the most powerful sources of estuary pollution is the effluents of Infoxvodokanal. The largest number of pollutants comes from the SBO "Pivdenna", even though it discharges wastewater into the estuary only in the warm period of the year. As a result of discharge in the estuary, the concentration of harmful substances increases, water salinity decreases, and an unpleasant smell appears. An excessively high content of biogenic substances in the ecosystem of the estuary contributes to the massive development of unicellular algae, which, in turn, causes "water bloom". A significant additional contribution to the pollution of the estuary is made by large and small settlements located on its shores, numerous country estates and farms. Practically all of them do not have treatment facilities and in one way or another discharge untreated sewage into the estuary. Generally, today the Khadzhibey estuary can be classified as a polluted eutrophic water body, and its ecological system is characterized as unstable, unbalanced in terms of the content of the main biogenic substances. In order to improve the ecological condition of the estuary, it is necessary to modernize the existing treatment facilities in the city of Odessa; solve the problem of dam destruction; to implement measures to restore the small rivers that feed the estuary, to clear their channels; observe the sanitary protection zones of small rivers and the Khadzhibey estuary itself; conduct regular monitoring of the quality of its waters throughout its water area, including the watercourses that feed it; to develop a scientifically based Program for the protection and improvement of the estuary basin. *Key words:* Khadzhibey estuary, ecological condition, anthropogenic sources of pollution, hydrochemical and hydrological regime, ecological problems.

Актуальність дослідження. Лимани причорноморського регіону виділяються своєрідністю в рослинному та тваринному світі. Тут спостерігаються характерні для цього регіону плавні та водно-болотні угіддя, які надають лиманам унікальний характер. Крім того, лимани відіграють ключову роль у збереженні ландшафтного та біологічного різноманіття регіону. Завдяки сприятливим кліматичним та фізико-географічним умовам, на берегах лиманів активно розвиваються різноманітні курортно-рекреаційні комплекси.

Актуальність стану природно-рекреаційного потенціалу Північно-Західного Причорномор'я стає причиною занепокоєння в сучасному контексті. Всі промислові та економічні об'єкти, які розташовані уздовж узбережжя, впливають на стан лиманів негативно. З іншого боку, господарська діяльність в межах курортів та рекреація сама по собі робить свій внесок у погіршення екологічної ситуації. Зайве навантаження на рекреаційні ресурси не лише знижує якість та ефективність відпочинку, але й може спричинити деградацію цих ресурсів та втрату їхніх функціональних властивостей. Прикладом нераціонального використання природних ресурсів є Хаджибейський лиман, що підкреслює актуальність питання щодо вивчення екологічного стану цього водоймища та пошуку шляхів для його поліпшення.

Мета роботи. Метою роботи є аналіз стану використання вод Хаджибейського лиману, визначення його основних екологічних проблем та розробка шляхів щодо їх вирішення.

Методи дослідження. В роботі використаний метод системного аналізу та обробки наявної інформації про стан водних ресурсів Хаджибейського лиману та антропогенних джерел його забруднення.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Тема дослідження відповідає основним напрямом екологічної політики щодо охорони, відтворення та раціонального використання водних ресурсів, які визначені в Морській природоохоронній стратегії України [1]. Крім того, робота є актуальною з точки зору аналізу реалізації положень Європейського законодавства щодо управління водними ресурсами в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню окремих складових екологічного стану Хаджибейського лиману присвячена низка робіт, в тому числі [2–9]. Так в роботах [2–4] приведено результати досліджень щодо оцінки внесків різних природних та антропогенних чинників у формування водного балансу Хаджибейського лиману в сучасних умовах. Вказано що основну роль у формуванні водного режиму лиману відіграють саме антропогенні чинники. В роботі [6], на підставі гідрохімічних досліджень у липні 2016 р., наведено гідрохімічні характеристики південної частини лиману. Доведено що його екосистема характеризується як евтрофна із високим рівнем вмісту біогенних речовин як в поверхневому так і в придонному шарі.

Вказано, що концентрації мінеральних та органічних речовин в поровій воді донних відкладів лиману в декілька разів перевищують значення в придонному шарі. В роботах [5, 6] вказано, що вміст важких металів в водах Хаджибейського лиману не перевищує максимально допустимий рівень для морських рибогосподарських водойм, окрім цинку. Роботи [8, 9] присвячені опису сучасного видового складу іхтіофауни та стану кормової бази Хаджибейського лиману. В роботах проаналізовано особливості формування іхтіофауни лиману в умовах тривалої антропогенної трансформації водойм.

Результати досліджень. Хаджибейський лиман розташований за 6,4 км на північний схід від міста Одеса, в долині річки Малий Куяльник. Він відокремлений від моря піщано-черепашковим пересипом і не має прямого з'єднання з Чорним морем. Глибини лиману розподілені нерівномірно: північна частина є більш мілководною, тоді як південна частина має більші глибини. Під час періодів високого рівня води у лимані швидко розмиваються береги, що спричиняє накопичення значної кількості мулистих відкладів на дні. Мул лиману насичений різноманітними мінеральними частинками та органічними речовинами. Ці відклади володіють лікувальними властивостями, сприяючи поліпшенню стану серцево-судинної та нервової систем, опорно-рухового апарату, а також шлунково-кишкового тракту та інших систем організму [2].

Помітний, іноді визначальний вплив на рівень води в Хаджибейському лимані має поверхневий стік зі схилів лиману та очищені стічні води міста Одеса. Стік річки Малий Куяльник є невеликим, тому його вплив на рівень води в лимані незначний. Багаторічні коливання рівня води у лимані відображають складну взаємодію природної та антропогенної частини водного балансу. Їхнє співвідношення відзначається певною циклічністю, яка визначає помітну регулярність у коливанні рівня води. У сучасних умовах, якщо не враховувати значущого впливу людської діяльності на виток води, Хаджибейський лиман, за умови дворазового перевищення випаровування над опадами при слабкому припливі поверхневих вод, міг би абсолютно висохнути [3].

На сучасний момент Хаджибейський лиман представляє собою водойму з нестабільними екологічними умовами, особливо щодо несталої солоності. Її рівень в лимані відзначається змінами як у сезонному, так і міжрічному аспектах, а також в різних частинах акваторії, коливаючись від 2 до 10 ‰. Водна іхтіофауна в цьому водоймищі значно збіднена. Незважаючи на це, північна частина лиману використовується для риборозведення, і для цього були побудовані дамби, які практично перетворили її на систему великих ставків. Проте за останні роки ця частина лиману стикається з проблемою пересихання. Зменшення рівня води в північній частині лиману суттєво вплинуло на фауну та флору, а також на мешканців прилеглих населених пунктів і дачних селищ. Спостерігається загибель риби, а водойма

стала схильною до виникнення такого явища як цвітіння води [9].

Екологічною трагедією для Хаджибейського лиману є систематичне зарегулювання, перекриття і фактичне знищення річок, які недавно ще жили цю водойму. Вже в 1999–2000 роках річка Свиняча повністю висохла, яка раніше вливалась у верхів'я Паліївської затоки та живила її. Річка Малий Куяльник, що була облаштована каскадами ставків на всій своїй протязі, також стала об'єктом многократного зменшення свого стоку. Ці негативні зміни призвели до майже повної втрати природних місць для розмноження риб та інших важливих елементів екосистеми.

Хаджибейська дамба, яка розташована в південній частині лиману, споруджувалася в першій половині ХХ століття як насип для об'їзної дороги і спочатку не призначалася для використання в якості гідроспоруди. Однак з часом її використання розширилося, і тепер вона служить для уникнення підтоплення міста Одеси водами лиману. У сучасний період дамба знаходиться в аварійному стані, а її можлива руйнація становить потенційну загрозу екологічній катастрофі на прилеглий території.

Одним із найсерйозніших джерел забруднення вод Хаджибейського лиману є стічні води, що надходять від ТОВ «Інфоксводоканал» у місті Одеса. Загалом існує чотири пункти випуску стічних вод безпосередньо в лиман, а саме від СБО «Північна», дренажних насосних станцій № 4 і № 5, а також від каналізаційних очисних споруд селища Наті. Усі ці точки випуску розташовані в південній глибоко-

водній частині лиману. Характеристики цих випусків стічних вод в Хаджибейський лиман наведено в табл. 1, згідно з даними [10].

Скид зворотних вод від СБО «Північна» здійснюється, як правило, в теплий період року (з травня по вересень) в лиман для зменшення антропогенного тиску на прибережну рекреаційну зону м. Одеси та запобігання погіршенню якості її вод [11]. Проте, оскільки лиман є непроточною водоймою, то такий скид призводить до накопичення значної кількості забруднюючих речовин в водах лиману і донних відкладах.

За даними Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища Одеської області за період з 2020 по 2022 рр., об'єм водовідведення очищених стічних вод в Хаджибейський лиман склав: у 2020 р. – 45,627 млн. м³, у 2021 р. – 52,342 млн. м³ та у 2022 р. – 45,627 млн. м³ [12]. У порівнянні зі скидами у 2009 р. можливо говорити про тенденцію до зменшення обсягів скиду зворотних вод ТОВ «Інфоксводоканал» майже на 24 %, що може бути пов'язаним із зменшенням обсягів стічних вод, які надходять на очищення від споживачів м. Одеси та прилеглих районів.

Річний скид зворотних вод, які надходять в лиман від випусків ТОВ «Інфоксводоканал» після їх очищення на очисних спорудах, за даними [10], наведено в табл. 2.

З наведеної таблиці бачимо, що найбільша кількість забруднюючих речовин надходить саме від СБО «Південна», не зважаючи на те, що вона скидає стічні води в лиман тільки в теплий період року. Так,

Таблиця 1

Характеристика випусків стічних вод в Хаджибейський лиман від випусків ТОВ «Інфоксводоканал»

Назва випуску	Категорія зворотних вод	Фактичні витрати зворотних вод, млн. м ³ /рік	
		2009 р.	2010 р.
СБО «Північна»	очищені стічні води	49,6139	29,8786
ДНС №4	дренажні води	2,6871	1,9017 (за 6 місяців)
ДНС №5	дренажні води	15,871	8,703 (за 6 місяців)
КОС «Наті»	очищені стічні води	0,0623	0,0656

Таблиця 2

Показникирічного скиду зворотних вод (т/рік), які надходять в лиман від випусків ТОВ «Інфоксводоканал» за 2009–2010 рр.

Нормований показник складу зворотних вод	СБО «Північна»	ДНС № 4	ДНС № 5	КОС «Наті»
Завислі речовини	502,88	41,65	212,67	4,87
БСК _{повн}	674,76	38,17	208,76	4,71
ХСК	-	-	-	-
Окиснюваність перманганатна	-	-	-	-
Азот амонійний	170,23	2,04	78,56	1,5
Азот нітратний	100,91	1,26	93,77	0,03
Азот нітрітний	22,15	0,28	7,14	0,01
Фосфати	83,45	7,282	26,346	1,2792
Хлориди	6309,1	3243,6	6686,45	4,64
Сульфати	12850,1	1732,1	13809,36	11,46
Мінералізація	43312,93	8355,54	37772,9	42,03
Нафтопродукти	-	-	-	-
Залізо	3,96	0,672	3,1742	-

зі стоками СБО «Північна» за розглянутий період в лиман надійшло 170 т азоту амонійного, 101 т азоту нітратного, 83,5 т фосфатів, 6309 т хлоридів, 12850 т сульфатів та 43313 т розчинених у воді мінералів за показником загальної мінералізації. Слід зазначити, що якість очищення комунально-побутових стоків на очисних спорудах СБО «Північна» не відповідає сучасним вимогам, а очищенні стічні води класифікуються як недостатньо очищені [13]. Також значну кількість забруднюючих речовин в воді лиману скидає ДНС № 5. Із дренажними стоками в Хаджибейський лиман надійшло 94 т азоту нітратного, 6686,5 т хлоридів, 13809 т сульфатів, 37773 т розчинених у воді мінералів. Скид стоків від ДНС № 4 та КОС «Наті» є незначним і складає близько 20 % від загального обсягу надходження зворотних вод для ДНС № 4 та 0,1 % – для КОС «Наті».

Як наслідок, в лимані збільшується концентрація шкідливих мінеральних і органічних речовин, зменшується солоність води, з'являється неприємний запах. Надмірно високий вміст біогенних речовин в екосистемі лиману викликає масовий розвиток одноклітинних водоростей, що, в свою чергу, призводить до «цвітіння води». В південній частині Хаджибейського лиману спостерігається постійне перевищення показника гранично допустимої концентрації для таких показників як залізо загальне, азот амонійний, азот нітритний та фосфати.

Значний додатковий внесок в забруднення лиману вносять населені пункти (Усатове, Нерубайське, Холодна балка, Алтестове, Мале, Білка, Маріновка, Наті та ін.), багаточисельні дачні масиви та фермерські господарства, які розташовані на його схилах. Практично всі вони не каналізовані, мають очисні споруди і так чи інакше скидають неочищені каналізаційні стоки в лиман, а там де такі споруди існують вони морально застаріли і знаходяться в занедбаному стані. Екологічний стан лиману погіршується також через надходження мінеральних та органічних добрив з дощовими та талими водами, а також внаслідок використання гербіцидів і пестицидів в сільському господарстві на земельних ділянках, що межують з лиманом.

Загалом на сьогодні Хаджибейський лиман можна віднести до забруднених евтрофних водойм, а його екологічна система характеризується як нестабільна, незбалансована за вмістом основними біогенними речовинами. Оскільки останнім часом екологічні проблеми Хаджибейського лиману тільки погіршуються, необхідно негайно приймати міри щодо їх вирішення.

Як вказувалося вище, водний режим лиману залежить від поверхневого стоку, який утворюється на схилах лиману, та скидів очищених стічних вод від СБО «Північна» м. Одеси. Така ситуація сприяє вирішенню питання щодо боротьби із обмілінням лиману. З іншого боку міські очисні споруди є значним джерелом надходження забруднюючих речовин в акваторію лиману, що періодично призводить

до виникнення цвітіння води та замору риби. Крім того, значні обсяги очищених стічних вод, які надходять в лиман, призводять до підвищення рівня води в самому лимані до критичних відміток і, як наслідок, виникнення аварійних ситуацій. Для зниження критично високого рівня води в Хаджибейському лимані можливо використовувати існуючий самопливний трубопровід, який прокладено по трасі Румунського каналу, та випуск від СБО «Північна», через який надлишок води самопливом будить надходити в акваторію Чорного моря.

Як вказувалося вище, основним джерелом забруднення Хаджибейського лиману є скид стічних вод від СБО «Північна», який відбувається в теплий період року. Оскільки якість очищення комунально-побутових стічних вод на СБО «Північна» не відповідає сучасним вимогам, тому для зменшення антропогенного навантаження на екосистему Хаджибейського лиману необхідно вирішення питання щодо покращення якості очищення стічних вод на міських очисних спорудах за рахунок впровадження сучасних технологій глибокого очищення стічних вод.

Вирішення питання щодо каналізування прибережних населених пунктів та дачних кооперативів, збір та передача на очисні споруди стоків від них дозволить зменшити антропогенне навантаження на акваторію лиману.

Основним природним джерелом живлення Хаджибейського лиману є стік річки Малий Куяльник та до недавнього часу був стік річки Свиняча, яка впадала в Паліївську затоку лиману. Проте надмірне зарегулювання та знищення малих річок, які живлять лиман, призвело до висихання північної частини лиману, зміни його видового складу гідробіотів та біоти в цілому, втрати природних нерестовищ риби. Розораність земель, які віднесені до зони санітарної охорони водойм, та недотримання дозволеного ведення господарської діяльності на їх території призводить до додаткового забруднення річки, замулення та заростання її русла па підземних джерел живлення. Для попередження пересихання верхньої (північної) частини Хаджибейського лиману необхідно реалізувати заходи щодо відновлення малих річок, які живлять лиман, розчищенню їх русел. В тому числі необхідно вирішувати питання щодо дотримання зон санітарної охорони малих річок та самого Хаджибейського лиману.

Регулярний моніторинг якості вод Хаджибейського лиману проводиться відомчою лабораторією ТОВ «Інфоксводоканал» тільки в північній частині лиману, де розташовані їх випуски стічних вод. Дослідження якості окремих районів лиману проводяться різними науково-дослідними установами в рамках свої наукових досліджень [5–9]. Такі дослідження не проводяться на регулярній основі та не можуть надати інформацію про тенденції щодо зміни його екологічного стану. Нажаль, моніторинг всієї акваторії лиману не проводиться.

Для покращення загального екологічного стану Хаджибейського лиману необхідно розробити науково обґрунтовану Програму з охорони та оздоровлення басейну лиману включно із водотоками, які його живлять.

Висновки. На теперішній час Хаджибейський лиман можливо віднести до забруднених евтрофних водойм, а його екологічна система характеризується як нестабільна, незбалансована за вмістом основних біогенних речовин. Для поліпшення гідролого-гідрохімічного режиму Хаджибейського лиману необхідно вирішити наступні питання:

- провести реконструкцію існуючої дамби або будівництво нової дамби;
- вирішити питання щодо відведення надлишку води у період критично високого рівня води в південній частині Хаджибейського лиману;

- вирішити питання щодо покращення якості очищення стічних вод на СБО «Північна» та каналізування прибережних населених пунктів та дачних кооперативів, збору та передачі на очисні споруди стоків від них;

- реалізувати заходи щодо відновлення малих річок, які живлять лиман, розчищенню їх русел та дотримання зон санітарної охорони малих річок та самого Хаджибейського лиману;

- організувати регулярний моніторинг якості води Хаджибейського лиману по всій його акваторії;
- розробити науково обґрунтовану Програму з охорони та оздоровлення басейну лиману включно із водотоками, які його живлять.

Реалізація таких заходів буде сприяти покращенню якості вод Хаджибейського лиману та його екологічного стану.

Література

1. Морська природоохоронна стратегія України: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.10.2021 р. № 1240-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 29.01.2024)
2. Сучасні морфометричні та основні фізико-хімічні характеристики Хаджибейського лиману / Гопченко Є. Д. та ін. *Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів. Державна гідрометеорологічна служба України*. 2011. № 1 (12). С. 137–142.
3. Звіт про науково-дослідну роботу «Оцінка наповнення Хаджибейського лиману поверхневими водами та довгострокове прогнозування його стану у весняний період року». Одеський державний екологічний університет; № держреєстрації 0109U004793. Одеса, 2009. 158 с.
4. Стан води та загальна характеристика Хаджибейського лиману / Голубенко О. О. та ін. / *EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH IN MODERN SCIENCE. SCIENTIFIC COLLECTION «INTERCONF»*. № 83. 2021. С. 219–224.
5. Гуменюк Г. Б. Порівняльна характеристика вмістуконцентрацій важких металів у складових гідроекосистеми Хаджибейського лиману. *Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжліманя: сучасний стан, перспективи розвитку*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Одеса: ТЕС, 2015. С. 44–47.
6. Донні відкладення південної частини Хаджибейського лиману в умовах хронічного забруднення / Дятлов С. С. та ін. *Наук. зап. Терноп.нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2017. № 2 (69). С. 60–64.
7. Тропівська Г. Г., Нідзевська Л. М. Санітарно-мікробіологічна оцінка якості донних відкладень Хаджибейського лиману та Одеської затоки в умовах скидання стічних вод. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2018. Т. 23. Вип. 1(42). С. 55–66.
8. Перспективи рибогосподарського використання лиманів північно-західного Причорномор'я: монографія / за ред. П. В. Шекка та ін. Житомир ТОВ «505», 2021. 218 с.
9. Шекк П. В. Екологічні проблеми Хаджибейського лиману та перспективи його рибогосподарського використання. *ISSN-L 2075-1508 FISHERIES SCIENCE OF UKRAINE*. № 2/2023. С. 23–41.
10. Проект нормативів гранично допустимих скидів забруднюючих речовин, що відводяться зі зворотними водами підприємств філії «Інфоксводоканал» в Чорне море і Хаджибейський лиман. *ТОВ Науково-виробниче підприємство ДОВКІЛЛЯ*. Одеса, 2017.
11. Тучковенко Ю. С., Сапко О. Ю. Визначення впливу берегових антропогенних джерел забруднення на якість вод Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря. *Причорноморський екологічний бюлетень*. 2007. № 2 (24). С. 131–136.
12. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища Одеської області. 2020, 2021 та 2023 рр. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 15.01.2024)
13. Характеристика станцій біологічного очищення стічних вод міста Одеси як джерел біогенного забруднення морського середовища в сучасний період / Тучковенко Ю. С. та ін. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. № 25. С. 127–135.