

УДК 504.423

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.13>

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ)

Скок С. В. – к.с.-г.н., доцент,

Херсонський державний аграрно-економічний університет,

skok_sv@ukr.net

Інтенсивний антропогенний вплив на морські екосистеми призвів до погіршення їх якісного стану, зниження біоресурсного і рекреаційного потенціалів. У зв'язку із тим, що деградоване морське середовище неможливо відтворити до цілком природного стану, одним із головних пріоритетів їх збереження є здійснення раціональної антропогенної діяльності, захист морських і прибережних екосистем від антропогенного забруднення, вирішення проблеми закислення моря.

Основна мета дослідження полягала у визначенні оцінки екологічного стану морської екосистеми Одеської затоки за джерелами антропогенного впливу. Методи дослідження ґрунтувалися на порівняльному, системному аналізі, теоретичному узагальненні, закономірностях просторово-часових змін якісних характеристик морських екосистем, гідролого-географічних узагальненнях про антропогенні джерела впливу на екологічний стан Одеського узбережжя.

Нестійкою та уразливою до негативного антропогенного пресингу виявилася прибережна частина Чорного моря у зоні дії морських та річкових портів, гірлових річкових зон, селітебних територій, які використовують прибережні морські води для рекреаційних і рибогосподарських цілей. Встановлено, що найбільше інтенсивне техногенне навантаження на морське середовище здійснюють скиди стічних каналізаційних вод. Протягом останніх двадцяти років обсяг надходження стічних вод на станції очистки зменшився на 60%. Ефективність очистки господарсько-побутових стоків на станціях «Північна» та «Південна» становила 82–95% по органічній речовині (перманганатна окислюваність, БСК), 72–86% по амонійного азоту, 53–67% по фосфатам, 97% по колі-індексу. Встановлено, що після очистки стічних вод на очисній станції «Північна» спостерігався понаднормативний вміст ХПК (5 ГДК), азоту амонійного (3 ГДК), азоту нітритного (2,5 ГДК), фосфатів (1,5 ГДК). Для стічних вод станції «Південна» встановлена тенденція до збільшення перманганатної окислюваності (7 ГДК), концентрації азоту амонійного (4 ГДК), фосфатів (2,5 ГДК), кількості патогенних мікроорганізмів.

Проблема забруднення морського середовища посилюється систематичним надходженням фосфатів до поверхневих вод. Існуючі традиційні методи очистки стічних вод від фосфатів вимагають витрат великої кількості енергоресурсів, хімічних реагентів. В умовах фінансового дефіциту міста неможливо модернізувати станції очистки стічних вод та використовувати новітні технології їх очистки. Тому для покращення якісного стану морських водних екосистем необхідно на основі законодавства зменшити надходження поллютантів, шляхом обмеження використання фосфоровмісних засобів у побуті та промисловості.

Ключові слова: морська екосистема, стічні води, методи очистки, поллютанти, джерела антропогенного впливу, ефективність очистки стічних вод.

Постановка проблеми. Морські екосистеми зазнають інтенсивного антропогенного впливу внаслідок здійснення нераціональної господарської діяльності на селітебних територіях та акваторіях річок. Зарегулювання стоку річок, зростання показників водоспоживання, скид забруднених каналізаційних та зливових стічних вод, екологічно необґрунтоване використання природних ресурсів, вилов риби та інших морепродуктів, посилена індустріалізація, хімізація, урбанізація обумовлюють зростання антропогенного пресингу на водне середовище [1–3]. Негативна антропогенна діяльність призвела до глобального забруднення морських екосистем побутовими, промисловими, сільськогосподарськими відходами. Забруднення морського середовища, спричинене в основному зовнішніми джерелами впливу, які мають високий ступінь локалізації: на кожному квадратному кілометрі моря в середньому зосереджено 13 тисяч предметів пластикового сміття [4]. Зростання вмісту канцерогенних та токсичних речовин, патогенних мікроорганізмів спричиняють зниження біоресурсного і рекреаційного потенціалів морської екосистеми. Загальновідомо, що завдяки наявності морського і прибережного біорізноманіття гідробіонтів, понад 3 мільярди людей забезпечені продуктами харчування. Морське середовище є комплексним природним об'єктом, порушену та деградовану екосистему якого неможливо відтворити до цілком природного стану [5]. Тому одним із головних пріоритетів у збереженні морського середовища є здійснення раціональної антропогенної діяльності, захист морських і прибережних екосистем від антропогенного забруднення, вирішення проблеми закислення моря.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання забруднення морських вод внаслідок інтенсивного антропогенного навантаження висвітлено у наукових працях В. І. Андрейцева, Г. І. Балюк, М. І. Васильєвої, І. В. Вітовської, Ю. О. Вовк, А. П. Гетьман, С. П. Головатого, Н. Р. Малишньої, О. В. Черноуса, В. К. Попової, В. І. Сапожнікова, В. В. Петрова, О. Л. Дубовика, І. І. Каракаша та інших. Сучасний антропогенний пресинг на морське середовище полягає в збільшенні швидкості та кількості надходження забруднюючих речовин в Світовий океан, яке відбувається як на регіональному, так і глобальному рівнях. Цей негативний процес приводить до збільшення вмісту різних забруднюючих речовин та зниження якості вод Світового океану [6].

У випадку перевищення гранично допустимої концентрації полютантів з урахуванням ефекту сумачії хімічних речовин, природна водна екосистема зазнає порушення екологічної рівноваги [7, 8]. Рівень антропогенного пресингу в останні роки значно збільшується, що спричиняє інтенсивне забруднення гідроекосистем. Погіршуються якісні показники поверхневих вод моря. Згідно наукових досліджень В. М. Єремеева та О. Є. Совги [5] антропогенна складова стоку забруднюючих речовин в

Світовий океан за вмістом пестицидів, свинцю, нафти, ртуті перевищує природний фон. Тому для комплексної екологічної оцінки морських екосистем необхідно досліджувати загальний стан гідробіонтів та донних відкладів, оскільки донні відклади найбільше забруднюються поліюантами та при сприятливих абіотичних умовах перетворюються на джерела вторинного забруднення водних екосистем та морських організмів [4].

Постановка завдання. Здійснити оцінку екологічного стану морської екосистеми Одеської затоки за джерелами антропогенного впливу.

Методика досліджень. Методи дослідження ґрунтувалися на порівняльному, системному аналізі, теоретичному узагальненні, закономірностях просторово-часових змін якісних характеристик морських екосистем, гідролого-географічних узагальненнях, систематизації інформації про вплив антропогенних джерел забруднення на стан Одеського узбережжя.

Ефективність очищення каналізаційних стоків ($E_{\text{кc}}$) на очисних спорудах Одеського регіону визначалася шляхом порівняння їх якості до подачі і після скиду з очисної станції у відповідності до методики контролю якості стічних вод за формулою [6]:

$$E_{\text{кc}} = \frac{C_{\text{вх}} - C_{\text{вих}}}{C_{\text{вх}}} \times 100\%, \quad (1)$$

де $C_{\text{вх}}$ – концентрація забруднюючих речовин у каналізаційних водах до очистки, мг/дм³;

$C_{\text{вих}}$ – концентрація забруднюючих речовин у каналізаційних водах після скиду з очисної станції, мг/дм³.

Результати дослідження та їх обговорення. Деградація морського середовища в результаті інтенсивного антропогенного навантаження пов'язана із різноманітними джерелами негативного впливу. Встановлено, що частка забруднення морського середовища наземними джерелами складає 70%, частка морського транспорту та потрапляння відходів різного походження у море – 10% [9].

Якісні показники морських вод в акваторії Одеського району північно-західної частини Чорного моря формуються під впливом надходження поліюантів зі стоком річок Дністра, Південного Бугу, Дніпра та скиду забруднених каналізаційних та зливових стоків від берегових джерел. У результаті вищевказаних антропогенних факторів впливу в поверхневій воді моря надходить значна кількість біогенних та органічних речовин, що сприяють негативному розвитку процесів евтрофікації та змінюють гідрохімічний режим вод морських екосистем, знижують їх рекреаційний потенціал. Крім того, в досліджуваному районі систематично виникають гіпоксійно-аноксійні та застійні явища в придонному шарі моря переважно у весняний сезон, що призводить до різкого погіршення екологічних умов проживання та загибелі вищих гідробіонтів [10; 11].

Техногенне забруднення морських вод виникає в результаті скиду забруднених стічних вод промисловості, сільського господарства, розвитку судноплавства, негативного впливу стаціонарних та дифузних джерел забруднення [6].

Основними антропогенними джерелами впливу на морське середовище Одеської затоки є станції біологічної очистки «Північна» і «Південна»; Одеський припортовий завод; зливові стоки; дренажний стік; берегові індустріальні джерела (рис. 1) [12]. Частка забруднення антропогенного походження складає 30%.

Нестійкою та уразливою до негативного антропогенного пресингу виявилася прибережна частина Чорного моря, яка в основному знаходиться в зоні інтенсивної діяльності морських та річкових портів, гирлових річкових зон, а також у зоні впливу селітебних територій, які використовують прибережні морські води для рекреаційних і рибогосподарських цілей.

Найбільшого інтенсивного навантаження на морське середовище здійснюють очисні споруди біологічної очистки стічних каналізаційних вод «Північна» станція та станція біологічної очистки «Південна», призначені для очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що надходять від міського населення та промислових підприємств міста (рис. 2).

Проектна потужність станції очистки «Північна» становить 400 млн. м³ на рік, надходить стічних вод близько 150 млн. м³/рік, «Південної» – 73 млн. м³/рік [13].

На станцію біологічного очищення «Північна» потрапляє близько 65% промислових та господарсько-побутових каналізаційних стічних вод з центральної частини міста Одеса. Стічні води очищуються методами механічної та біологічної очистки, а потім скидаються в Одеську затоку або Хаджибейський лиман. Скид очищених та нормативно-очищених стічних вод здійснюється на відстані 300 м від берега на глибині 3,6 м у відносно мілководну зону Одеської затоки [14].

Відсутність глибоководного випуску по скиду стічних вод з даної станції біологічної очистки негативно вплинуло на гідрохімічний режим поверхневих вод Одеської затоки. Через потрапляння та накопичення забруднюючих речовин у прибережній зоні погіршуються мікробіологічні показники якості моря, які не відповідають нормативам культурно-побутового та рибогосподарського використання. Стічні води на станції біологічної очистки «Північна» проходять два ступеня очистки вод – механічну та біологічну.

Перед скидом нормативно очищених вод в Хаджибейський лиман чи Одеську затоку здійснюється лабораторний аналіз за 23 показниками якості поверхневих вод моря, які контролюються відповідно до встановлених екологічних нормативів.

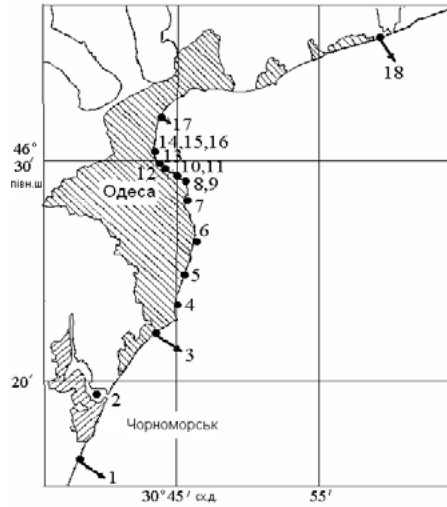


Рис. 1. Антропогенні джерела забруднення морського середовища Одеського регіону [6]:

- 1 – очисні споруди Чорноморського морського торгового порту; 2 – портовий холодильник морського порту; 3 – станція біологічного очищення «Південна»; 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13 – міські зливові випуски; 9 – портовий холодильник Одеського порту; 10 – судноремонтний завод «Україна»; 11 – морвокзал Одеського порту; 14 – ЗАТ «Одеська цукрова компанія»; 15 – «Синтез-Ойл»; 16 – Одеська теплоелектроцентраль; 17 – СБО «Північна»; 18 – очисні споруди Одеського припортового заводу (ОПЗ)



а) «Північна»

б) «Південна»

Рис. 2. Станції біологічної очистки стічних вод м. Одеси

Біологічний метод очистки стічних каналізаційних вод відбувається з використанням активного мулу, що знижує концентрацію та вміст у стічних водах мінеральних та органічних забруднюючих речовин, які знаходяться у колоїдному і розчиненому станах.

На очисні споруди біологічної очистки «Південна» надходять каналізаційні стічні води з південної частини міста Одеси, яка є найбільш забудована приватними та багатоповерховими будинками.

Скид очищених стоків здійснюється через спеціальний розсіюваний випуск в акваторію Чорного моря на відстані 2,12 км від берега, на глибині 18,2 м [13].

Протягом останніх двадцяти років обсяг надходження стічних вод на станції очистки зменшився на 60%, що обумовлене підвищенням вартості води для споживачів, суворим контролем витрат води питної якості засобами обліку на підприємствах і в житлових будинках, реалізацією заходів щодо раціонального використання водних ресурсів на підприємствах, скороченням промислового виробництва [15].

Згідно аналізу таблиці 1 встановлено, що після очистки стічних вод спостерігається збільшення концентрацій ХПК (5 ГДК), азотовмісних з'єднань: азоту амонійного (3 ГДК), азоту нітритного (2,5 ГДК), азоту нітратного (в межах ГДК), фосфатів (1,5 ГДК), бактеріальне забруднення.

Таблиця 1. Показники якості очищених стічних вод на станції «Північна»

Найменування показника	Концентрація					
	Роки					
	2000	2005	2009	2014	2019	ГДК
Зважені речовини, мг/дм ³	4,00	10,42	11,00	11,7	11,3	20
БСК _{повн} , мг/дм ³	5,24	11,80	13,90	13,87	13,87	15
ХСК, мг/дм ³	60,80	79,00	79,00	72,3	68,0	80
Перманганатна окислюваність, мг/дм ³	5,34	8,50	9,20	8,70	10,20	2
Азот амонійний, мг/дм ³	1,50	5,87	6,50	6,60	6,71	2
Азот нітритний, мг/дм ³	0,12	0,37	0,84	2,78	2,65	0,08
Азот нітратний, мг/дм ³	6,08	3,71	3,80	28,69	31,50	40
Фосфати, мг/дм ³	3,80	4,63	3,00	3,98	4,00	3,5
Хлориди, мг/дм ³	120,8	129,6	129,6	165,5	183,6	300
Загальне мікробне число, КОЕ/см ³	0,9·10 ⁵	3,7·10 ⁴	3,7·10 ⁴	149·10 ⁴	140·10 ⁴	-
Колі-індекс, КОЕ/дм ³	0,68·10 ⁸	4,3·10 ⁷	4,3·10 ⁷	1·10 ⁸ – 1·10 ¹⁰	1·10 ⁸ – 1·10 ¹⁰	-

Для стічних вод станції «Південна» (таблиця 2) спостерігається тенденція до збільшення перманганатної окислюваності (7 ГДК), концентра-

ції азоту амонійного (4 ГДК), фосфатів (2,5 ГДК), збільшення кількості патогенних мікроорганізмів.

Таблиця 2. Показники якості очищених стічних вод на станції «Південна»

Показники якості	Концентрація					
	Роки					
	2000	2005	2009	2014	2019	ГДК
Зважені речовини, мг/дм ³	8,92	11,87	13,0	9,8	11,2	20
БСК _{повн.} , мг/дм ³	10,75	14,56	12,24	12,01	14,3	15
ХСК, мг/дм ³	59,3	53,8	56,0	44,1	64,8	80
Перманганатна окислюваність, мг/дм ³	8,86	8,90	10,8	12,5	14,5	2
Азот амонійний, мг/дм ³	7,41	4,66	6,80	8,70	8,40	2
Азот нітритний, мг/дм ³	0,14	0,24	0,26	1,52	1,57	0,08
Азот нітратний, мг/дм ³	3,78	4,72	5,45	23,15	33,4	40
Фосфати, мг/дм ³	2,13	5,04	9,30	8,49	7,60	3,5
Хлориди, мг/дм ³	96,20	-	108	94,2	102,4	300
Загальне мікробне число, КОЕ/см ³	2,10·10 ⁴	455·10 ²	112·10 ²	≤100	100·10 ²	-
Колі-індекс, КОЕ/дм ³	8,67·10 ⁷	303·10 ⁴	303·10 ⁴	112·10 ²	250·10 ⁴	-

Встановлено незначне зниження показників БПК, ХПК, що свідчить про зменшення кількості органічних забруднень. Крім того зменшення промислових перевезень засобами судноплавства спричинило покращення якості поверхневих вод Одеської затоки за вмістом нафтопродуктів, які є небезпечними для життя та розвитку гідробіонтів.

Протягом періоду з 2000 по 2005 років у стічних водах спостерігалося погіршення якості поверхневих вод Одеської затоки. Однак протягом останніх десяти років якісний стан досліджуваної морської гідроекосистеми суттєво не змінювався. Лише вміст азоту нітратного збільшився в 5 разів, що є причиною систематичного потрапляння поверхневих зливових стічних вод з сільськогосподарських земель до водного середовища [12].

При потрапленні стічних каналізаційних та зливових вод до водного середовища, важливим є показник ефективності очистки каналізаційних стічних вод, що надходять на станції біологічної очистки «Північна» та «Південна». При цьому рівень ефективності очистки по органічній речовині становив 82–95%, по амонійному азоту 72–86%, по фосфатам 53–67%, по колі-індексу 97%.

Однак не дивлячись на високу ефективність очистки стічних вод до морського середовища у значній кількості надходять забруднюючі речовини, які погіршують екологічний стан Одеської затоки (таблиця 3).

Таблиця 3. Кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами очисних споруд «Північна» в водне середовище

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік				
	Роки				
	2000	2005	2009	2014	2019
Зважені речовини	386,37	884,60	838,34	670,43	639,54
БСК _{повн}	506,15	1001,75	1059,42	785,06	783,11
ХСК	5872,85	6706,63	6021,14	-	-
Перманганатна окислюваність	515,81	721,60	701,20	-	-
Азот амонійний	144,89	498,33	495,41	376,92	378,19
Азот нітритний	11,59	31,41	64,02	102,73	93,43
Азот нітратний	587,29	314,96	289,62	1654,45	1775,08
Фосфати	376,05	393,06	228,65	228,87	226,01
Хлориди	11668,43	11002,26	9877,72	9629,70	10348,44

Згідно аналізу таблиці 3 спостерігається тенденція зменшення кількості зважених та органічних речовин. Пройшовши всі стадії механічної та біологічної очистки на очисних спорудах «Північна» валовий скид хлоридів та фосфатів в морське середовище є рівномірним протягом останніх восьми років.

Потрапляння до морського середовища нітритів та нітратів збільшилося в 2–3 рази [12].

Подібна ситуація із фактичним скидом та надходженням до Одеської затоки забруднюючих речовин характерна і для очисних споруд біологічної очистки стічних вод «Південна» (таблиця 4). Протягом останніх 18 років зменшилась кількість зважених та органічних речовин, амоній-

Таблиця 4. Кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами очисних споруд «Південна» в морське середовище

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік				
	Роки				
	2000	2005	2009	2014	2019
Зважені речовини	386,37	530,00	617,55	265,74	304,66
БСК _{повн.}	508,31	1005,18	581,45	329,29	389,96
ХСК	3297,79	2402,19	2660,22	-	-
Перманганатна окислюваність	492,72	397,39	513,04	-	-
Азот амонійний	412,08	208,07	323,03	236,20	227,561
Азот нітритний	7,51	10,76	12,35	41,42	42,34
Азот нітратний	215,22	210,75	258,90	626,05	909,86
Фосфати	118,45	225,04	441,79	231,72	206,40
Хлориди	5349,87	-	5130,43	2573,93	2785,10

ного азоту та хлоридів в 2 рази, що надходять в морське середовище після очистки каналізаційних стічних вод. Однак встановлено, що вміст нітритів збільшився в 6 разів та нітратів – у 4 рази та фосфатів у – 2 рази [15].

Не дивлячись на високу ефективність очистки стічних вод 85–90% за забруднюючими речовинами, збільшення валового скиду поліютантів спричинена застарілою системою очистки [13].

Згідно проведеного аналізу кількості вмісту забруднюючих речовин у стічних водах, які систематично надходять у Хаджибейський лиман та Одеську затоку спостерігається розвиток процесів евтрофікації морських вод, зниження концентрацій кисню, появи небезпечних зон утворення сірководню, замулення екологічних ніш донних біологічних угруповань, зниження біологічного різноманіття водних організмів, скорочення обсягу рибних запасів, зниження рекреаційного потенціалу морських екосистем, виникнення екологічної небезпеки для місцевого населення [11].

Проблема забруднення морського середовища посилюється систематичним надходженням фосфатів до поверхневих вод. Існуючі традиційні методи очистки стічних вод від фосфатів вимагають витрат великої кількості енергоресурсів, хімічних реагентів. Дефіцит міського бюджету призводить до неможливості модернізувати станції очистки стічних вод та застосовувати новітні технології їх очистки. Тому для зменшення кількості надходження поліютантів до морських екосистем необхідно на основі законодавства обмежити використання фосфоровмісних миючих засобів в побуті та промисловості.

Висновки. Якісні показники морських вод в акваторії Одеського району північно-західної частини Чорного моря формуються внаслідок надходження поліютантів зі стоком річок Дністра, Південного Бугу, Дніпра та скиду забруднених каналізаційних та зливових стоків від берегових джерел. Ефективність очистки господарсько-побутових стоків, що надходять на станції «Північна» та Південна становили 82–95% по органічній речовині (перманганатная окислюваність, БСК), 72–86% по амонійному азоту, 53–67% по фосфатам, 97% по колі-індексу.

Встановлено, що після очистки стічних вод на очисних спорудах «Північна» спостерігається підвищений вміст ХПК (5 ГДК), азоту амонійного (3 ГДК), азоту нітритного (2,5 ГДК), фосфатів (1,5 ГДК), бактеріальне забруднення. Для очищених стічних вод станції «Південна» встановлена тенденція до збільшення перманганатної окислюваності (7 ГДК), концентрації азоту амонійного (4 ГДК), фосфатів (2,5 ГДК).

EVALUATION OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF MARINE ECOSYSTEMS (EXEMPLIFIED BY THE GULF OF ODESSA)

*Skok S. V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Kherson State Agrarian and Economic University,
skok_sv@ukr.net*

Intensive anthropogenic impact on marine ecosystems has caused deterioration of their qualitative state, a reduction in bio-resource and recreation potentials. Since it is impossible to restore the degraded marine environment to entirely natural state, one of the main priorities in conserving them is to perform efficient anthropogenic activities, protect marine and coastal ecosystems from anthropogenic pollution and solve problems of ocean acidification. The main aim of the research was to perform evaluation of the ecological condition of the marine ecosystem of the Gulf of Odessa by the sources of anthropogenic impact. The research methods were based on comparison, systems analysis, theoretical generalization, regularities of spatio-temporal changes in characteristics of marine ecosystems, hydrological-geographical generalizations with regard to the sources of impact on the ecological condition of Odessa coastline.

The coastal part of the Black Sea in the area of sea and river ports, river mouth zones and settlement zones using coastal sea water for recreation and fishery purposes appeared to be unstable and susceptible to negative anthropogenic pressing. It was found that sewage has the most intensive man-made impact on the marine environment. Over the past twenty years the volume of waste water entering water treatment plants has decreased by 60%. Effectiveness of treatment of industrial and household runoff at the water treatment plants «Pivnichna» and «Pivdenna» was 82–95% by organic matter (permanganate acidification, BOD), 72–86% by ammoniacal nitrogen, 53–67% by phosphates, 97% – by coliform-index. It was established that after wastewater treatment, at the water treatment plant «Pivnichna» there was excessive content of COD (5 TLV), ammoniacal nitrogen (3 TLV), nitrite nitrogen (2.5 TLV), phosphates (1.5 TLV). The wastewater of the water treatment plant «Pivdenna» showed a tendency for an increase in permanganate acidification (7 TLV), ammoniacal nitrogen concentration (4 TLV), phosphates (2.5 TLV), availability of pathogenic microorganisms. The problem of the marine environmental pollution is worsened by phosphates systematically entering surface waters. The available traditional methods for waste water treatment removing phosphates require expenditures of large amounts of energy resources and chemical reagents. Therefore, under conditions of financial inability to update waste water treatment plants and apply innovative technologies for purification, the legislation recommends limiting the use of substances containing phosphorus in households and industry.

Keywords: marine ecosystem, waste water, treatment methods, pollutants, sources of anthropogenic impact, effectiveness of waste water treatment.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper river. *Indian Journal of Ecology*, 47(2).

2. Пічура В. І., Потравка Л. О. Методологія просторово-часової оцінки стану екосистеми басейнів річок і організації раціонального природокористування. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 144–174.
3. Скок С. В. Вплив зливових та каналізаційних стічних вод на якість річки Дніпро в зоні дії Херсонської урбосистеми. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 122–129.
4. Деньга Ю. М., Михайленко В. І., Олейнік Ю. В., Сафранов Т. А. Особливості забруднення деякими стійкими органічними поліюгантами морського середовища північно-західної частини Чорного моря. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. Серія Екологія. 2020. Вип. 23. С. 8–20.
5. Єремеев В. М., Совга О. Є. Забруднюючі речовини у водах морів і океанів. Їх природа і джерела, шляхи надходження і трансформація. Основи морезнавства. Ч. 2. Хімія океану. 2012. Київ-Севастополь. С. 150–207.
6. Гриб О. М. Антропогенний вплив на водні екосистеми: конспект лекцій. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2018. 194 с.
7. Шемшученко Ю. С. Охрана морской среды. Юридическая энциклопедия: в 6 т. Київ : Укр. енцикл, 2002. С. 104.
8. Ярова А. О. Міжнародно-правовий захист щодо механізму запобігання забрудненню морського середовища. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія «Право». 2016. Вип. 39 (2). С. 150–155.
9. Височанська Ю. В. Проблеми очисних споруд та їх вплив на водне середовище. Екологія міст та рекреаційних зон. Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Одеса: Інноваційно-інформаційний центр «ІНВАЦ», 2009. С. 236–237.
10. Михайлов В. І., Пятакова В. Ф., Монюшко М. М. Вплив забруднюючих речовин, які надходять зі стоком Дунаю в екосистему північно-західної частини Чорного моря. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2008. Вип. 5. С. 85–91.
11. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря. С. О. Довгий та ін. Київ: Інформаційні технології, 2010. 260 с.
12. Левковська В. Ю. Гігієнічна оцінка морського середовища в районі Одеської затоки. *Таврический медико-биологический вестник*. 2013. Том 16, № 4(64). С. 99–102.
13. Внукова Н. В. Якість морських вод прибережної зони Північно-західної частини Чорного моря. *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. 2015. № 70. С. 55–60.
14. Орлова І. Г., Павленко М. Ю., Український В. В. Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник. Київ : КНТ, 2008. 616 с.

15. Монюшко М. М. Оцінка якості вод за гідрохімічними показниками для акваторії північно-західного шельфу Чорного моря. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2015. Т. 3 (38). С. 70–77.

REFERENCES

1. Pichura V., Potravka L., Skok S., Vdovenko N. (2020). Causal regularities of effect of urban systems on condition of hydro ecosystem of Dnieper river. *Indian Journal of Ecology*, no. 47(2), 273–280.
2. Pichura V. I., Potravka L. O. (2019). *Metodologija prostorovo-chasovoi' ocinky stanu ekosystemy basejniv richok i organizacii' racional'nogo pryrodokorystuvannja* [Methodology of spatial-temporal assessment of the state of the river basin ecosystem and the organization of rational nature management]. *Vodni bioresursy ta akvakul'tura*, Vol. 2, 144–174. [in Ukrainian].
3. Skok S. V. (2020). *Vplyv zlyvovykh ta kanalizatsiinykh stichnykh vod na yakist richky Dnipro v zoni dii Khersonskoi urbosystemy* [The influence of stormwater and sewage wastewater on the quality of the Dnipro River in the Kherson urban system]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, no. 2, 122–129. [in Ukrainian].
4. Yu. M. Denha et al. (2020). *Osoblyvosti zabrudnennia deiakymy stiikymy orhanichnymy poliutantamy morskoho seredovyshcha pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria* [Features of pollution by some persistent organic pollutants of the marine environment of the northwestern part of the Black Sea]. *Visnyk KhNU imeni V.N. Karazina. Serii Ekolohiia*, Vol. 23, 8–20. [in Ukrainian].
5. Yermeev V. M., Sovha O. Ye. (2012). *Zabrudniuiuchi rechovyny u vodakh moriv i okeaniv. Yikh pryroda i dzherela, shliakhy nadkhodzhennia i transformatsiia* [Pollutants in the waters of seas and oceans. Their nature and sources, ways of arrival and transformation]. *Osnovy moreznavstva. P. 2. Khimiia okean* [Basics of marine science. Part 2. Ocean chemistry]. Kyiv-Sevastopol. pp. 150–207. [in Ukrainian].
6. Hryb O. M. (2018). *Antropohennyi vplyv na vodni ekosystemy: konspekt leksii* [Anthropogenic impact on aquatic ecosystems: lecture notes]. Odesa : Odeskyi derzhavnyi ekolohichniy universtet. [in Ukrainian].
7. Shemshuchenko Yu. S. (2002). *Okhrana morskoy sredi. Yuridicheskaya entsiklopediya* [Protection of the marine environment. Legal encyclopedia]. Kyiv: Ukr. entsykl. [in Russian].
8. Yarova A. O. (2016). *Mizhnarodno-pravovi zakhyst shchodo mekhanizmu zapobihannia zabrudnenniu morskoho seredovyshcha* [International legal protection regarding the mechanism of prevention of pollution of the marine environment]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu*, Vol. 39 (2), 150–155. [in Ukrainian].

9. Vysochanska Yu. V. (2009). *Problemy ochysnykh sporud ta yikh vplyv na vodne seredovyshche* [Problems of sewage treatment plants and their impact on the water environment]. *Ekolohiia mist ta rekreatsiinykh zon*. Odesa: Innovatsiino- informatsiinyi tsentr INVAT. pp. 236–237. [in Ukrainian].
10. Mykhailov V. I., Piatakova V. F., Moniushko M. M. (2008). *Vplyv zabrudnuiuchykh rehovyn, yaki nadkhodiat zi stokom Dunaiu v ekosystemu pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria* [The influence of pollutants entering the Danube's outflow into the ecosystem of the northwestern part of the Black Sea]. *Visnyk Odeskoho derzhavnoho ekolohichnoho universytetu*, Vol. 5, 85–91. [in Ukrainian].
11. Dovhyi S. O. (2010). *Suchasni informatsiini tekhnolohii ekolohichnoho monitorynhu Chornoho moria* [Modern information technologies of environmental monitoring of the Black Sea]. Kyiv: Informatsiini tekhnolohii. [in Ukrainian].
12. Levkovska V. Yu. (2013). *Hihienichna otsinka morskoho seredovyshcha v raioni Odeskoi zatoky* [Hygienic assessment of the marine environment in the Odesa Bay area]. *Tavricheskiy mediko-biologicheskyy vestnik*, vol. 16, no. 4(64), 99–102. [in Ukrainian].
13. Vnukova N. V. (2015). *Yakist morskyykh vod pryberezhnoi zony Pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria* [The quality of sea waters of the coastal zone of the North-Western part of the Black Sea]. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnouniversiteta*, no. 70, 55–60. [in Ukrainian].
14. Orlova I. H., Pavlenko M. Yu., Ukrainskyi V. V. (2008). *Hidrolohichni ta hidrokhimichni pokaznyky stanu pivnichno-zakhidnoho shelfu Chornoho moria* [Hydrological and hydrochemical indicators of the state of the northwestern shelf of the Black Sea]. Kyiv: KNT. [in Ukrainian].
15. Moniushko M. M. (2015). *Otsinka yakosti vod za hidrokhimichnymy pokaznykamy dlia akvatorii pivnichno-zakhidnoho shelfu Chornoho moria* [Assessment of water quality by hydrochemical indicators for the water area of the northwestern shelf of the Black Sea]. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia*, Vol. 3 (38), 70–77. [in Ukrainian].