

DOI: 10.34132/ers.2023.01.01.06

Остапенко Владислав Володимировичаспірант,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна**Григор'єва Людмила Іванівна**професор, доктор біологічних наук,
завідувач кафедри екології Навчально-наукового медичного інституту
Чорноморський національний університет імені Петра Могили,
Миколаїв, Україна
ORCID: 0000-0001-9452-2982

ЕКОЛОГІЧНІ ПОЛЮТАНТИ СИСТЕМИ ДОЩОВОЇ КАНАЛІЗАЦІЇ МІСТА МИКОЛАЄВА

Стаття присвячена дослідженню хімічного складу і кількісного об'єму надходження політантів до Бузького лиману з каналізаційними дощовими стоками м. Миколаєва. Як відомо, каналізаційні стоки підприємств промисловості і комунального господарств несуть загрозу суттєвого додаткового навантаження на обмежені регіональні водні ресурси. Впершу чергу занепокоєність викликають неконтрольовані стоки дощової каналізації. У м. Миколаєві зареєстровано 49 дощових стоків, з яких 19 мають пряме скидання у відкриті водойми.

Метою роботи виступали дослідження хімічного складу і об'єму каналізаційних дощових міських стоків до Бузького лиману. Матеріалами дослідження виступали результати хімічних аналізів проб води з чотирьох дощових каналізаційних стоків м. Миколаєва, виконаних у 2022 р. Долучено матеріали хімічних аналізів проб води з п'яти дощових каналізаційних стоків м. Миколаєва у 1997 р.

Доведено, що у стоках дощової каналізації м. Миколаєва до Бузького лиману присутні фосфати, нафтопродукти, азот нітритний. Кратність перевищень гранично-допустимих концентрацій складає: за біологічним споживанням кисню у 14-37 разів; нітритів у 10-39 разів; хімічного споживання кисню у 7-18 разів. Показано, що з дощовими стоками у Бузький лиман потрапляють свинець, нікель, залізо, мідь, хром, цинк. Наднормативне забруднення дощових вод завислими речовинами пов'язано із забрудненням територій пилом, землею, глиною тощо. Наднормативне забруднення нафтопродуктами, важкими металами пов'язано з експлуатацією автотранспорту та промислових підприємств. Показано, що за частину речовин, які забруднюють дощову каналізацію (фосфати, нітрати) здебільшого відповідають самовільні підключення господарсько-побутової та промислової каналізації. Перспективами подальших досліджень є дослідження сорбційної можливості донних відкладень щодо утримання політантів та оцінка екологічної ємності донних відкладень Бузького лиману.

Ключові слова: стоки дощової каналізації, забруднення, політанти, Бузький лиман.

ENVIRONMENTAL POLLUTANTS OF THE RAINWATER DRAINAGE SYSTEM OF MYKOLAIV

The article is devoted to the study of the chemical composition and quantitative volume of pollutants entering the Bug Estuary with the rainwater sewage of Mykolaiv. It is known that sewage from industrial and municipal enterprises poses a threat of a significant additional burden on limited regional water resources. First and foremost, uncontrolled stormwater runoff is a major concern. In Mykolaiv, there are 49 registered stormwater drains, of which 19 are directly discharged into open water bodies.

The purpose of the study was to investigate the chemical composition and volume of urban stormwater runoff into the Bug Estuary. The study was based on the results of chemical analyses of water samples from four storm sewers in Mykolaiv, performed in 2022. The materials of chemical analyses of water samples from five storm sewers of Mykolaiv in 1997 were also included.

It was proved that phosphates, oil products, and nitrite nitrogen are present in the stormwater runoff from Mykolaiv to the Bug Estuary. The multiplicity of exceedances of the maximum permissible concentrations is: for biological oxygen consumption - 14-37 times; nitrite - 10-39 times; chemical oxygen consumption - 7-18 times. It has been shown that lead, nickel, iron, copper, chromium, and zinc are released into the Bug estuary with rainwater runoff. Excessive pollution of rainwater with suspended solids is associated with contamination of territories with dust, soil, clay, etc. Excessive pollution with oil products and heavy metals is associated with the operation of motor vehicles and industrial enterprises. It has been shown that unauthorized connections of domestic and industrial sewage systems are mostly responsible for some of the substances that pollute stormwater (phosphates, nitrates). Prospects for further research are the study of the

sorption capacity of bottom sediments for the retention of pollutants and the assessment of the ecological capacity of the bottom sediments of the Bug estuary.

Keywords: storm water runoff, pollution, pollutants, the Bug estuary.

Постановка проблеми: Розвиток регіону, який включає територіальні громади м. Миколаєва та прилеглих територій та територія якого відноситься до посушливої зони, а прісні водні ресурси якого обмежені і залежать, головним чином, від притоку з інших регіонів, потребує якісних і безпечних місцевих водних ресурсів р. Південний Буг, р. Інгул і Бузького лиману. На якість цих водних ресурсів впливають як глобальні кліматичні зміни, які призводять до підвищення температури водного середовища, так і чимале антропогенне навантаження [1].

У м. Миколаєві розвинута переробна промисловість: металургійне виробництво, машинобудівної галузі, харчової галузі. Промислові підприємства міста забезпечують до 50% обсягів продукції суднобудування України, понад 90% державного виробництва газових турбін, 80% глинозему. Розвиток портової галузі у регіоні і створення потужної мережі державних і приватних вантажних портів на узбережжі Бузького лиману, серед яких є порти з перевалки, зберігання, підготовки та відправки вантажів, що містять шкідливі сполуки, несе загрозу потрапляння таких сполук до водного середовища, створюючи небезпеку для водної біоти і пригнічуючи здатність екосистеми Бузького лиману до самоочищення [2].

Разом з цим, м. Миколаїв – це місто з населенням майже півмільона людей. Тому каналізаційні стоки підприємств промисловості і комунального господарства несуть загрозу суттєвого додаткового навантаження на обмежені регіональні водні ресурси.

Метою роботи є дослідження екологічної проблеми м. Миколаєва, яка пов'язана з надходженням поллютантів у Бузький лиман з водами дощової каналізації міста.

Матеріали і методи дослідження. Використано результати гідрохімічних досліджень Миколаївської екологічної лабораторії ТОВ «Ліміт Плюс» [20], результати гідрохімічних досліджень р. Інгул, Південний Буг і Бузького лиману, виконаних Миколаївським обласним центром з гідрометеорології у 2020-21 рр.; матеріали науково-дослідної роботи «Исследование городского поверхностного стока дождевой канализации» [19].

При дослідженні скидів дощової каналізації м. Миколаєва у 2021 р. використано дані складу проб води дощової каналізації м. Миколаєва (дата відбору проб 24.02.2021) та дані Миколаївського гідрометцентру щодо кількості дощових опадів у м. Миколаєві у 2022 р.

Кількість забруднюючої речовини, змитої з міської території за 2 добу (добовий смив), розраховується за найбільш типовим дощем 04.04.2021 р. з врахуванням доброї кореляції даних за усіма дощами. [3].

Розрахунок добового змиву виконаний за формулою:

$$M_1^d = H \cdot S \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \cdot W_{cp} \cdot K$$

де: M_1^d – маса забруднюючої речовини, змитої за 1 добу; H – висота шару опадів, м ($H=6,6 \times 10^3$); S – площа міської території, яка враховується (житлова забудівля, зелені насадження загального користування, кладовища, вулиці, дороги, автостоянки) m^2 ($S = 10060 \text{ га} = 1.006 \times 10^8$); C_1 – середнє значення масової концентрації забруднюючої речовини в скидах дощової води з врахуванням його фонової концентрації, мг/л; фонові концентрації наведені в таблиці 3.1.1; 10^{-6} – коефіцієнт перерахунку мг/л в т/м³; W_{cp} – середнє значення коефіцієнта стоку з врахуванням міської території, ($W_{cp} = 0,61$); K – коефіцієнт, який характеризує середню концентрацію забруднюючих речовин під час дощу, який прийнято 0,6.

Розрахунок річного змиву забруднюючої речовини M_1^p виконано за формулою: [4].

$$M_1^p = 365 \cdot M_1^d$$

Основні результати дослідження.

В межах державного моніторингу водних ресурсів м. Миколаєва, який здійснюється Миколаївським обласним центром з гідрометеорології, точками спостережень є (рис. 1):

- набережна Інгулу (т. 1);
- Варварівський міст (т. 2);
- морський порт (т. 3).

Моніторинг здійснювався за показниками: солоність, нітритний азот, нафтопродукти, феноли, БСК₅. Аналіз результатів щомісячних спостережень вказав, що величина солоності в гирлових водах Південного Бугу та Інгулу реєструвалася в межах 2,53–5,33%. Періодично спостерігали перевищення ГДК фенолів від 5,3 та 1,3 ГДК. Вміст нітритного азоту у річковій воді знаходився на рівні ГДК (20 мкг/л). Перевищення ГДК за вмістом нафтопродуктів протягом місяця не спостерігали.

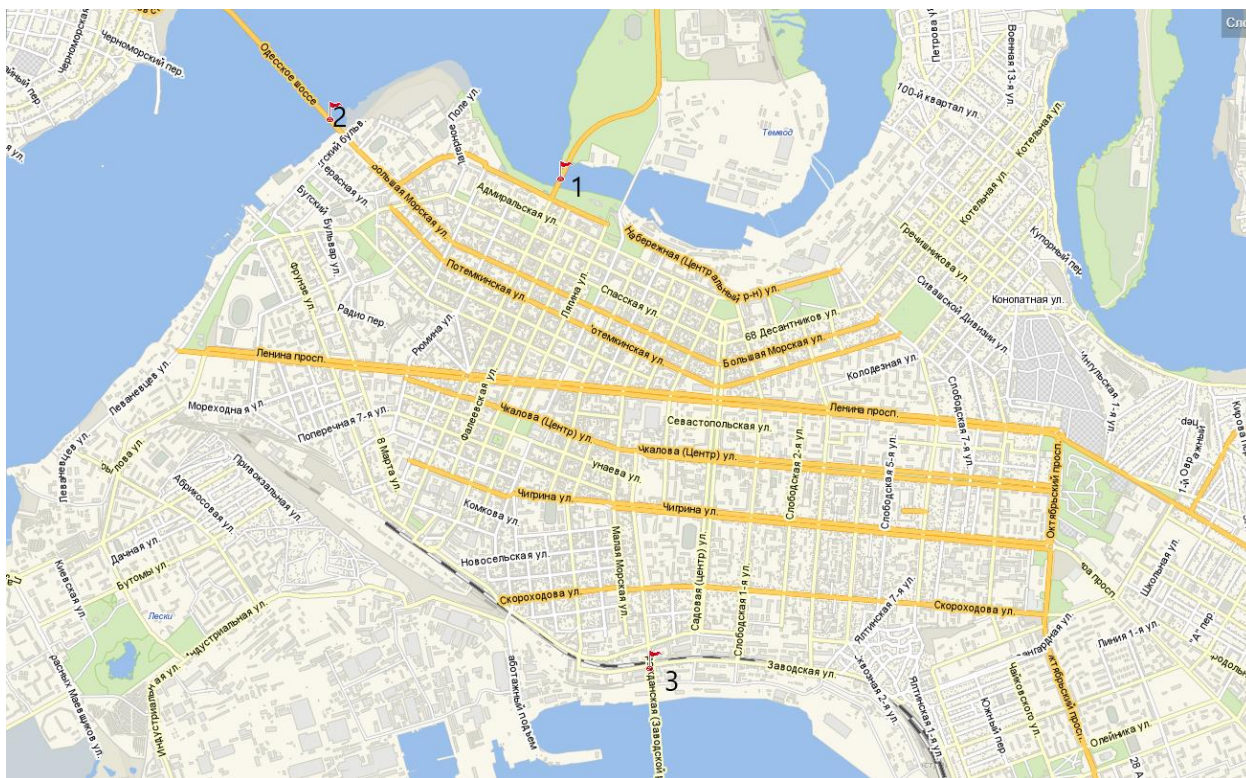


Рис. 1. Схема відбору проб води з контрольних точок

Відбір проб води у 2021 р. здійснено з чотирьох точок дощових стоків, які наведено на рис. 2.

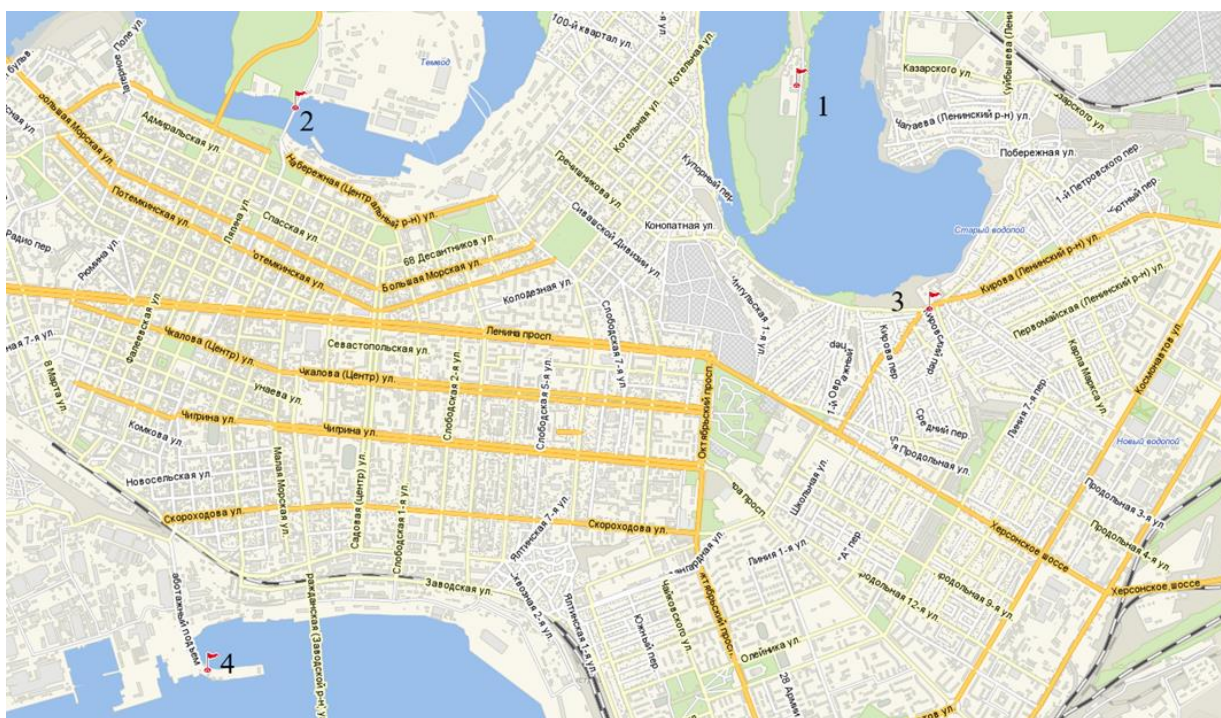


Рис. 2. Схема відбору проб води з 4 дощових каналізаційних стоків у 2021 р.: т. 1. Аляудівський півострів, т. 2. Понтонний міст, т.3. ВТФ «Велам», т. 4. Каботажна гавань.

Статистично оброблені результати аналізу проб води представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

Склад та властивості проб води дощової каналізації м. Миколаєва (дата відбору проб 24.02.2021)

Показник якості води	Результати вимірів, мг/л			ГДК	
	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє значення зі стандартним відхиленням $\bar{X} \pm \sigma(x)$	Значення	Кратність перевищення
Біологічне споживання кисню, БСК ₅ , мгО ₂ /л	42	111	58±12	3,0	14 - 37
Хімічне споживання кисню, мг/л	2,1	5,4	2,9±0,9	0,3	7 - 18
Зважені речовини, мг/л	0,2	1,0	0,8±0,2	0,25	4
Азот амонійний, мг/л	0,05	0,8	0,3±0,1	0,5	2
Нітрити, мг/л	50	1950	690±230	50,0	10 - 39
Нафтопродукти, мг/л	0,10	0,25	0,19±0,02	0,05	2 - 5
Фосфати, мг/л	0,05	0,15	0,10±0,02	0,1	5 - 15

Аналіз відповідності якості водр. Інгул та Бузький лиман у межах м. Миколаєва здійснено на підставі нормативних документів: нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біологічне споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кислорода (ХСК) завислих речовин та азоту амонійного), затверджені наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 30.07.2012 № 4713; правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря від забруднення та засмічення, затверджені постановою Кабінету Міністрів від 29.02.1996 №269; № 12-04-11 09.08.1990. За результатами нормативної оцінки можна стверджувати, що всі представлені проби вод мають значні перевищення гранично допустимих концентрацій за вмістом БСК₅, нітритів та ХСК Кратність перевищень за показниками складає:

- БСК₅ 14-37 разів;
- Нітрити 10-39 разів
- ХСК 7-18 разів.

Ці показники характеризують стан забруднення водойм, основними індикаторами якого є вміст органічних речовин та амонійних сполук, від яких у значній мірі залежать умови збереження необхідного рівня вмісту кисню у річках, що є основою для стабільного розвитку водної екосистеми. Значна кратність перевищення вмісту БСК₅, нітритів та ХСК свідчить про забруднення вод стоками і характеризує водойми як брудні.

Крім того, існують перевищення за вмістом таких антропогенних для природного середовища речовин, як АПАР та фосфати, що є проявом впливу господарсько-побутової діяльності населення (використання миючих засобів тощо). Вміст зазначених речовин у стічних водах системи зливової каналізації свідчить про наявність підключення до цієї системи господарсько-фекальної каналізації домогосподарства, що є порушенням природоохоронного законодавства України. Окрім цього, зафіксоване перевищення встановлених гранично допустимої концентрації за вмістом нафтопродуктів. В середньому перевищення складає 3,8 разів, що може свідчити про наявність скиду до водних об'єктів міських вод без очищення.

Зроблено орієнтований розрахунок скиду забруднюючих речовин з дощовими каналізаційними стоками у районі м. Миколаєва станом на 2021 р. (табл.3). При цьому використано дані Миколаївського гідрометцентру щодо кількості дощових опадів у м. Миколаєві у 2021 р.

Таблиця 2

Кількість дощових опадів у м. Миколаєві у 2021 р.

Дата	Тривалість дощу, ч	Висота шару опадів, см	Середня інтенсивність дощу, мм/год (мм/хвил)
04.04.2021	5,21	2,1	0,35 (0,006)
17.07.2021	6,17	5,7	1,11 (0,019)
26.08.2021	5,18	19,2	2,29 (0,049)
17.09.2021	6,29	3,9	0,90 (0,008)

Таблиця 3

Результати розрахунку скиду забруднюючих речовин з дощовими каналізаційними стоками у районі м. Миколаєва станом на 2021 р.

Назва забруднюючої речовини	Денний змив з міської території, т	Річний змив з міської території, т
Зважені речовини	3,4	416,1
Нафтопродукти	0,722	263,53
Фосфати	0,050	18,25
ХСК	11,02	4022,3
БСК 5	22,04	8004,6
Нітрити	0,043	15,69
Азот амонійний	1,14	416,1

Результати вказали, що потрібні заходи щодо зменшення забруднення лиману дощовими каналізаційними стоками. Зокрема, на наш погляд, потрібно:

- дослідити сорбційну можливість донних відкладень щодо можливості утримання поллютантів. Розрахувати екологічну ємність донних відкладень для оцінювання рівня можливості водної екосистеми пониззя р. Південний Буг (в районі м. Миколаєва) до самовідновлення і самоочищення;
- провести системний аналіз щодо виявлення джерела забруднення зливової каналізації (несанкціоновані підключення, стікання залишків осілих на поверхні доріг викидів автотранспорту тощо).
- надати рекомендації щодо розрахунку граничних величин скиду поллютантів у водну екосистему пониззя р. Південний Буг (в районі м. Миколаєва)
- виявити можливі біоіндикатори забруднення водної екосистеми за виявленими поллютантами.

Екологічна проблема системи дощової каналізації пов'язана з ймовірністю винесення забруднюючих речовин у поверхневі водойми. З основної території м. Миколаєва в Бузький лиман з дощовими стоками змивають значну кількість забруднюючих речовин: нафтопродуктів (більше 100 тон), заліза (300 тон), свинцю (7 тон), органічних сполук (5 тон).

За результатами аналізу гідрохімічних досліджень у р. Інгул, Південний Буг і Бузького лиману у 2020-21 рр. в районі м. Миколаєва присутні феноли, нафтопродукти, азот нітритний. Перевищення ГДК характерні для фенолів (до 14 ГДК), нітритів (2 ГДК), нафтопродуктів (до 10 ГДК) у точках на Набережній Інгулу, поблизу Варварівського моста, морського порту. Солоність в акваторії м. Миколаєва сягала 7-8 г/л. Вміст розчиненого кисню складав 100-120 г/л.

Висновки

1. Екологічна проблема системи дощової каналізації пов'язана з ймовірністю винесення забруднюючих речовин у поверхневі водойми. З основної території м. Миколаєва в Бузький лиман з дощовими стоками змивають значну кількість забруднюючих речовин: нафтопродуктів (більше 100 тон), заліза (300 тон), свинцю (7 тон), органічних сполук (5 тон).

2. За результатами аналізу гідрохімічних досліджень у р. Інгул, Південний Буг і Бузького лиману у 2020-21 рр. в районі м. Миколаєва присутні феноли, нафтопродукти, азот нітритний. Перевищення ГДК характерні для фенолів (до 14 ГДК), нітритів (2 ГДК), нафтопродуктів (до 10 ГДК) у точках на набережній Інгулу, поблизу Варварівського моста, морського порту. Солоність в акваторії м. Миколаєва сягала 7-8 г/л. Вміст розчиненого кисню складав 100-120 г/л.

3. За результатами розрахунку скиду забруднюючих речовин з дощовими каналізаційними стоками у районі м. Миколаєва у 2021 р. об'єми скидів склали: зважені речовини: 3,4 т/добу (416,1 т/рік), азот амонійний: 1,14 т/добу (416,1 т/рік), нітрити: 0,043 т/добу (15,69 т/рік), нафтопродукти: 0,722 т/добу (263,53 т/рік), фосфати: 0,050 т/добу.

Список використаних джерел

1. Артющенко О. В. Система басейнового управління водними ресурсами як складова організаційно-економічного механізму водокористування: Вісник Нац. ун-ту водного господарства та природокористування. Економіка: зб. наук. пр. НУВГП. – Рівне, 2006.
2. Кирилюк О. В. Історія становлення басейнового підходу у географії та екологічному руслознавстві: Наук. записки Вінницького держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія: Географія. – Вінниця, 2007. Вип.
3. Биткова Т. В., Ричак Н. Л., Гричаний О. М. Використання дощової води на урбанізаційних територіях та управління якістю зливових стоків: еколого-економічний аспект. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія Економічна. 2018. Випуск 94. С.15-28. <https://doi.org/10.26565/2311-2379-2018-94-02>
4. Ричак Н. Л., Московкін В. М., Кузнєцова В. В. Розрахунок економічного збитку від поверхневих вод атмосферного походження (на прикладі житлової підсистеми). Вісник Харківського університету імені В. Н. Каразіна. Серія Геологія-Географія-Екологія. 2016. Випуск 1147. С. 239-248. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2016-44-25>
5. Магась Н. І., Трохименко А. Г. Оцінка сучасного антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг. Екологічна безпека. 2013. Випуск 2. С. 48-52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez_2013_2_12
6. Миколаївська міська рада: <https://mkrada.gov.ua/content/stan-vodnih-resursiv.html>
7. Матеріали хімічної лабораторії Миколаївського обласного центру гідрометеорології. Режим доступу: <http://mcgm.mk.ua/structure/laboratory>