

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН Р. ПІВДЕННИЙ БУГ В АКВАТОРІЇ МІСТА МИКОЛАЄВА ПІД ВПЛИВОМ ДОЩОВИХ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СТІЧНИХ ВОД

Остапенко В.В., Григор'єва Л.І.

Чорноморський національний університет імені Петра Могили
вул. 68 Десантників, 10, 54003, м. Миколаїв
ostapenkovlad635@gmail.com, ludmila.grygorieva@chmnu.edu.ua

Стаття присвячена дослідженню вмісту хімічних поллютантів у воді водних об'єктів в акваторії міста Миколаєва: річок Південний Буг, Інгул та Бузького лиману. Водне середовище на території м. Миколаєва складається з поверхневих вод гирл рр. Інгул і Південний Буг та верхньої частини Південно-Бузького лиману. На р. Інгул багато населених пунктів і підприємств, які використовують річкову воду для своїх потреб та скидають у річку свої рідкі відходи. Разом зі стічними водами у річки потрапляють нафтопродукти, сульфати, феноли, азот амонійний та нітритний, важкі метали, залізо, хлориди та інші шкідливі речовини. Каналізаційні стоки промислових підприємств і комунальних господарств несуть загрозу додаткового навантаження на обмежені регіональні водні ресурси. 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 вмісту хімічних поллютантів у воді поверхневих водойм в районі м. Миколаєва та хімічного складу і об'єму каналізаційних дощових міських стоків до Бузького лиману.

Показано, що в міській акваторії реєструються нафтопродукти, феноли, амонійний азот і нітрати, які теж можуть створювати осадові комплекси і накопичуватись на дні гирл річок Бузького лиману. Рівень вмісту вищевказаних поллютантів у водному середовищі м. Миколаєва щомісячно змінюється, а підвищенні концентрації нафтопродуктів, фенолів і нітритного азоту реєструвались в акваторії морського порту м. Миколаєва. За результатами лабораторних аналізів вмісту хімічних речовин у Бузькому лимані в місцях виходу міських дощових каналізаційних стоків (4 точки) у 2021 р. показано, що у стоках дощової каналізації м. Миколаєва присутні фосфати, нафтопродукти, азот амонійний. 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 за частину речовин, які забруднюють дощову каналізацію (фосфати, нітрати) здебільшого відповідають самовільні підключення господарсько-побутової та промислової каналізації. Показано, що обмеженість або відсутність системи спостереження за вмістом забруднювачів у водній біоті і донних відкладеннях водного середовища не дозволяє здійснювати наукову оцінку та прогнозувати стан водного середовища. *Ключові слова:* вміст хімічних поллютантів у воді, стоки дощової каналізації, Південний Буг, Інгул Бузький лиман.

Ecological state of the Southern Bug river in the Mykolaiv city aquarium under the influence of rain sewage wastewater. Ostapenko V., Grygorieva L.

The article is devoted to the study of the content of chemical pollutants in the water of water bodies in the water area of the city of Mykolaiv: the Southern Bug, Ingul rivers and Bug estuary. The water environment on the territory of Mykolaiv consists of the surface waters of the mouths of the Ingul and Southern Bug rivers and the upper part of the Bug estuary. The Ingul River is home to many settlements and enterprises that use river water for their own needs and discharge their liquid waste into the river. Along with wastewater, oil products, sulphates, phenols, ammonium and nitrite nitrogen, heavy metals, iron, chlorides and other harmful substances are discharged into the river.

Sewage from industrial enterprises and utilities poses a threat of additional pressure on limited regional water resources. Uncontrolled stormwater runoff is another concern. In the city of Mykolaiv, 49 stormwater drains are registered, of which 19 are directly discharged into open water bodies.

The aim of the study was to investigate the content of chemical pollutants in the water of surface water bodies in the Mykolaiv area and the chemical composition and volume of urban stormwater runoff to the Bug Estuary.

It is shown that oil products, phenols, ammonium nitrogen and nitrates are registered in the urban water area, which can also create sedimentary complexes and accumulate at the bottom of the river mouths of the Bug estuary. The level of the above mentioned pollutants in the water environment of Mykolaiv varies monthly, and increased concentrations of oil products, phenols and nitrite nitrogen were recorded in the water area of the Mykolaiv seaport. The results of laboratory analyses of chemicals in the Bug Estuary at the outlets of municipal stormwater runoff (4 points) in 2021 showed that phosphates, oil products, and ammonium nitrogen are present in the stormwater runoff of Mykolaiv. The multiplicity of exceedances of the maximum permissible concentrations is: biological oxygen consumption – 14–37 times; nitrite – 10–39 times; chemical oxygen consumption – 7–18 times. It has been shown that unauthorised connections of domestic and industrial sewage systems are mainly responsible for some of the substances that pollute stormwater (phosphates, nitrates). It is shown that the limited or absence of a system for monitoring the content of pollutants in aquatic biota and bottom sediments of the aquatic environment does not allow for scientific assessment and forecasting of the state of the aquatic environment. *Key words:* content of chemical pollutants in water, stormwater runoff, Southern Bug, Ingul Bug estuary.

Постановка проблеми. Проблеми зеленого мереж стають все більш актуальними для українського відновлення, відбудовування зруйнованих міських ських міст і територій. Для міста Миколаєва, для

якого і в довоєнні часи питання забруднення прилеглих водних об'єктів були актуальними, через зруйнований питний водовід з р. Дніпро під час воєнних дій, ці питання зараз набувають більшої гостроти. Водне середовище на території м. Миколаєва складається з поверхневих вод гирл рр. Інгул і Південний Буг та верхньої частини Бузького лиману. На р. Інгул багато населених пунктів і підприємств, які використовують річкову воду для своїх потреб та скидають у річку свої рідкі відходи. Разом зі стічними водами у річку потрапляють нафтопродукти, сульфати, феноли, азот амонійний та нітритний, важкі метали, залізо, хлориди та інші шкідливі речовини.

Це визначає актуальність екологічних досліджень екологічного стану басейну р. Південний Буг в акваторії м. Миколаєва.

Аналіз літературних даних і постановка проблеми. Процес сучасної урбанізації характеризується негативним впливом на навколишнє середовище, посилює екологічні проблеми, які виступають характерною ознакою сучасного існування світової цивілізації. Дослідженнями впливу антропогенного навантаження на поверхневі води займалися Данільченко О.С. [4], Клименко М.О. [7, 8], Магась Н.І. [9], Пічура В.І. [13, 14] Gilvear D.J. [1] та інші. Окремі дослідження присвячено одному з головних чинників забруднення поверхневих вод у міському середовищі – стокам з дощовою каналізацією.

В основі сучасних екологічних досліджень стану поверхневих вод покладено басейновий або еко-

системний підхід на основі комплексної їх оцінки якості. Екологічна складова у даному випадку означає впровадження принципів повторного використання ресурсів. Підхід заснований на впровадженні процесів повторного використання потоків матеріалів, як цілісної альтернативи традиційним рішенням. За ідеальних умов потрібно мінімізувати забруднення вод, одночасно забезпечуючи економне та повторне використання води.

Це вимагає проведення досліджень для визначення всіх чинників забруднення водою.

Матеріали експериментальних досліджень

– результати гідрохімічних досліджень р. Інгул, Південний Буг і Бузького лиману, виконаних Миколаївським обласним центром з гідрометеорології у 2022 рр.;

– результати аналізу гідрохімічних досліджень досліджень р. Інгул, Південний Буг і Бузького лиману у 2020 р., проведеного у Науковому Інституті радіаційної та техногенно-екологічної безпеки ЧНУ імені Петра Могили;

– результати хімічних аналізів проб води з п'яти дощових каналізаційних стоків м. Миколаєва у 1997 р.;

– результати хімічних аналізів проб води з чотирьох дощових каналізаційних стоків м. Миколаєва, виконаних у 2021 р. ТОВ «Ліміт Плюс».

Результати експериментальних досліджень.

В межах державного моніторингу водних ресурсів м. Миколаєва, який здійснює Миколаївським обласним центром з гідрометеорології, точками спостережень є (рис. 1): р. Інгул, міська набережна (т. 1);

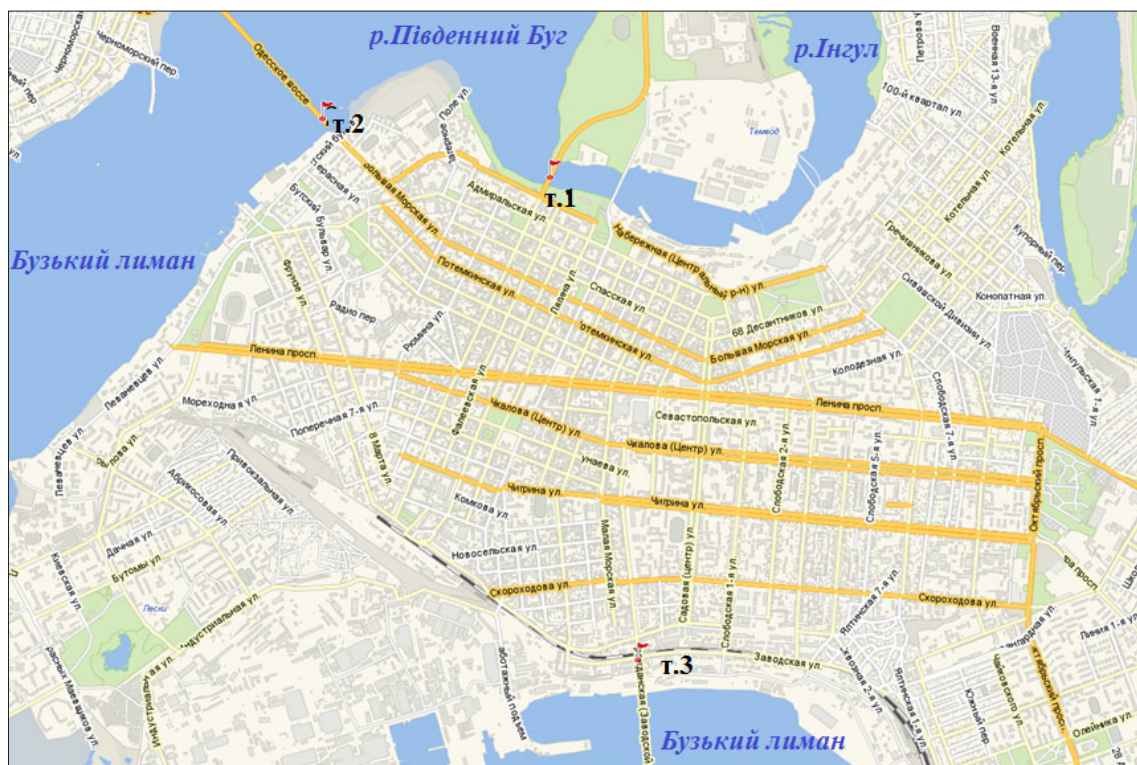


Рис. 1. Схема відбору проб води з контрольних точок

р. Південний Буг, Варварівський міст (т. 2); Бузький лиман, морський порт (т. 3).

Моніторинг здійснювався за солоністю води; нітритним азотом, нафтопродуктами, фенолом, БСК₅.

Аналіз результатів гідрохімічних досліджень у р. Інгул, Південний Буг і Бузького лиману у 2022 р. свідчив, що величина солоності в гирлових водах р. Південний Буг та р. Інгул була зафіксована в межах 2,53–5,33%. Перевищення гранично-допустимої концентрації (ГДК) за вмістом амонійного азоту не спостерігалось. Протягом року перевищення ГДК за вмістом фенолів зафіксовано на станціях Варварівський міст та морський порт, склавши від 5,3 та 1,3 ГДК відповідно. Незначне перевищення ГДК за нітритним азотом спостерігалось на початку місяця на станціях набережна Інгулу, мор-

ський порт склало 20–21 мкг/л (при ГДК 20 мкг/л). Перевищення ГДК за вмістом нафтопродуктів спостерігали в окремі місяці.

Вміст розчиненого кисню протягом місяця на поверхневому горизонті в районах спостережень складав:

- набережна Інгулу – 9,85–12,75 мг/л;
- Варварівський міст – 11,40–12,95 мг/л (92–96% насичення);
- морський порт – 12,10–12,89 мг/л (94–96% насичення).

Щомісячні зміни вмісту вищевказаних речовин у водному середовищі м. Миколаєва наведено на рис. 2–4. Найбільший вміст нафтопродуктів реєструвався в серпні, а фенолів – в липні, вересні і жовтні.

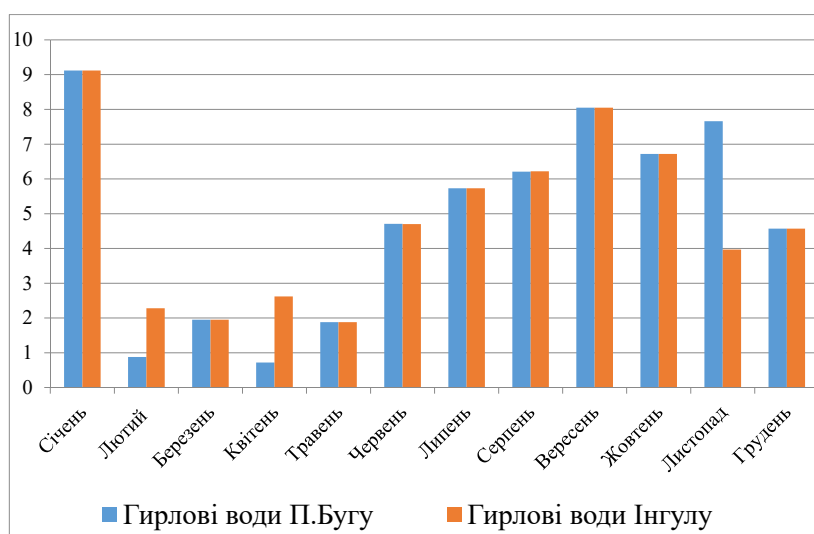


Рис. 2. Солоність води водних об'єктів в акваторії міста Миколаєва у 2022 р., г/л

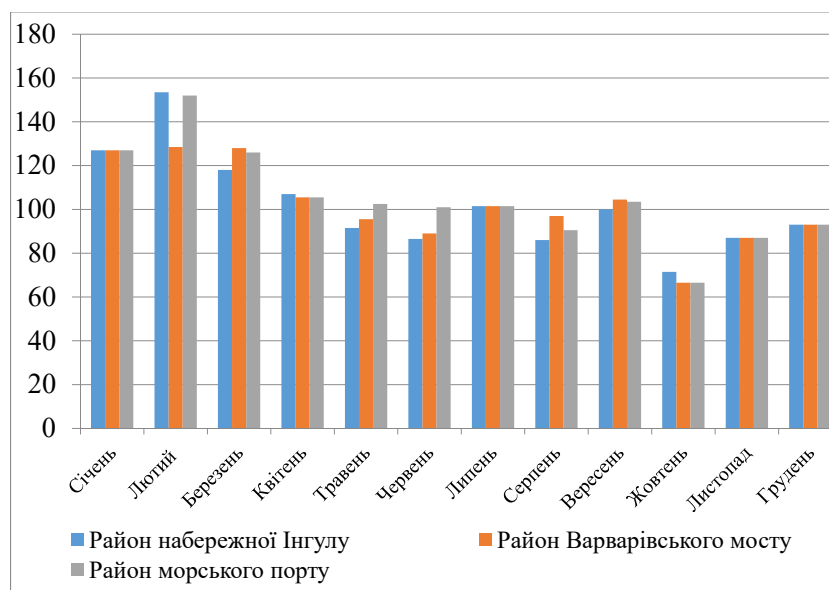


Рис. 3. Вміст розчиненого кисню у воді водних об'єктів в акваторії міста Миколаєва у 2022 р., г/л

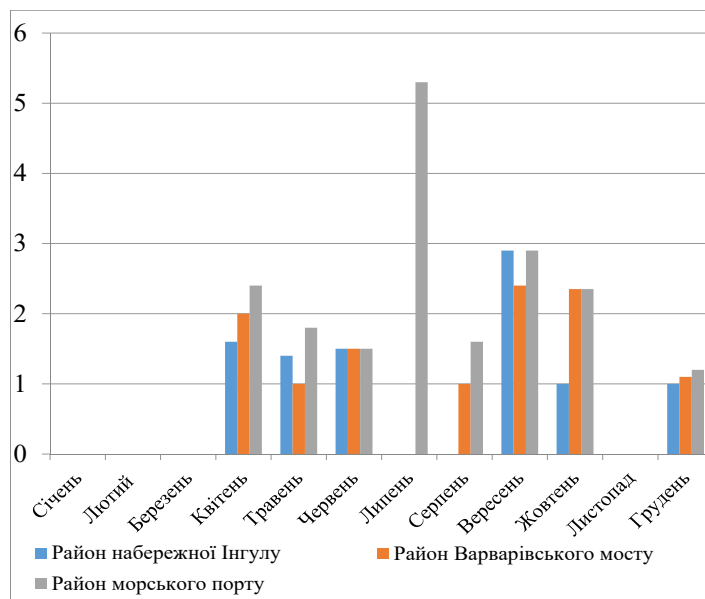


Рис. 4. Вміст фенолів у воді водних об'єктів в акваторії міста Миколаєва у 2022 р., г/л

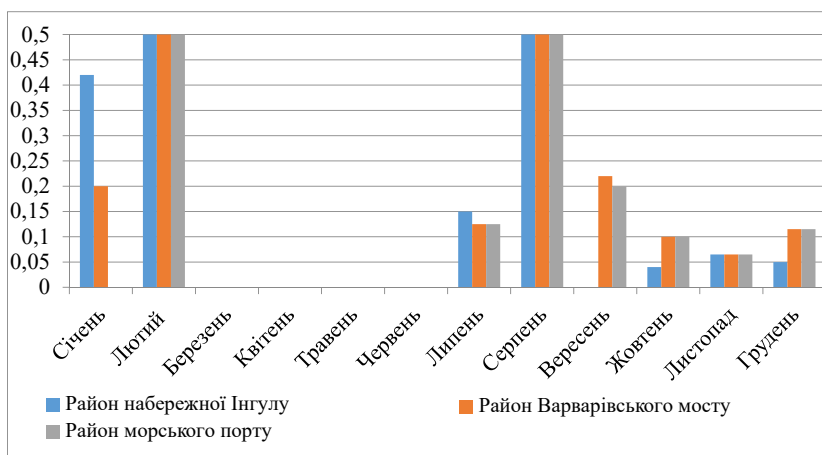


Рис. 5. Вміст нафтопродуктів у воді водних об'єктів в акваторії міста Миколаєва у 2020 р., мг/л

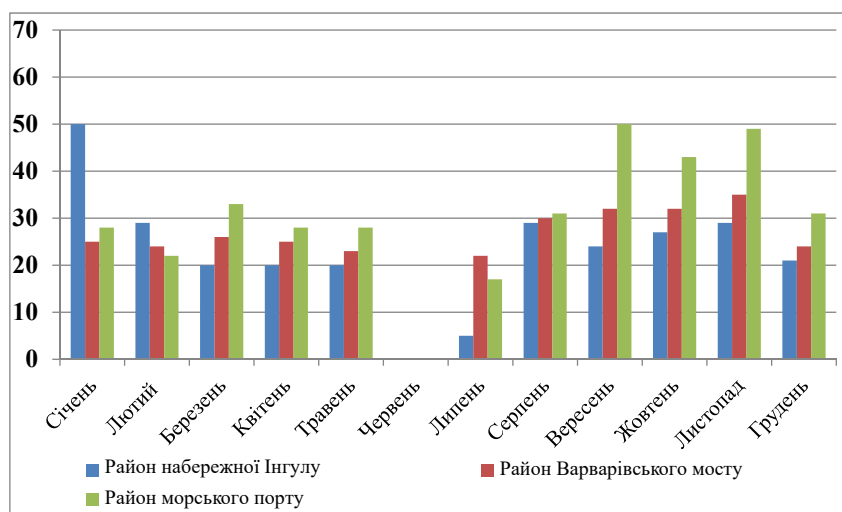


Рис. 6. Вміст нітритів у воді водних об'єктів в акваторії міста Миколаєва у 2022 р., мг/л

Серед точок контролю підвищені концентрації нафтопродуктів, фенолів і нітритного азоту протягом 2022 р. реєструвались в акваторії морського порту м. Миколаєва.

Для аналізу впливу на річкову воду скидів дощової каналізації відбір проб води у 2021 р. здійснено з чотирьох точок дощових стоків (т. 1. – р. Інгул, Аляудівський півострів; 2. р. Інгул, понтоний міст; т. 3. – р. Інгул поблизу ВТФ «Велам»; т. 4 – Бузький лиман, Каботажна гавань), які наведено на рис. 7.

Результати аналізу проб води представлено у таблиці 1.

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. Отже, кратність перевищення рівня БСК₅ та ХСК свідчить про забруднення вод стоками.

Орієнтований розрахунок скиду забруднюючих речовин з дощовими каналізаційними стоками у районі м. Миколаєва здійснено станом на 2021 р. У таблиці 2 наведено використані у розрахунках дані Миколаївського гідрометцентру щодо кількості дощових опадів у м. Миколаєві у 2021 р.

У таблиці 4 приведено порівняння величин скиду забруднюючих речовин з дощовими каналізаційними стоками у районі м. Миколаєва у 1997 та у 2021 рр.

Таким чином, за результатами розрахунку скиду забруднюючих речовин з дощовими каналізаційними стоками у районі м. Миколаєва у 2021 р. об'єми скидів склали:

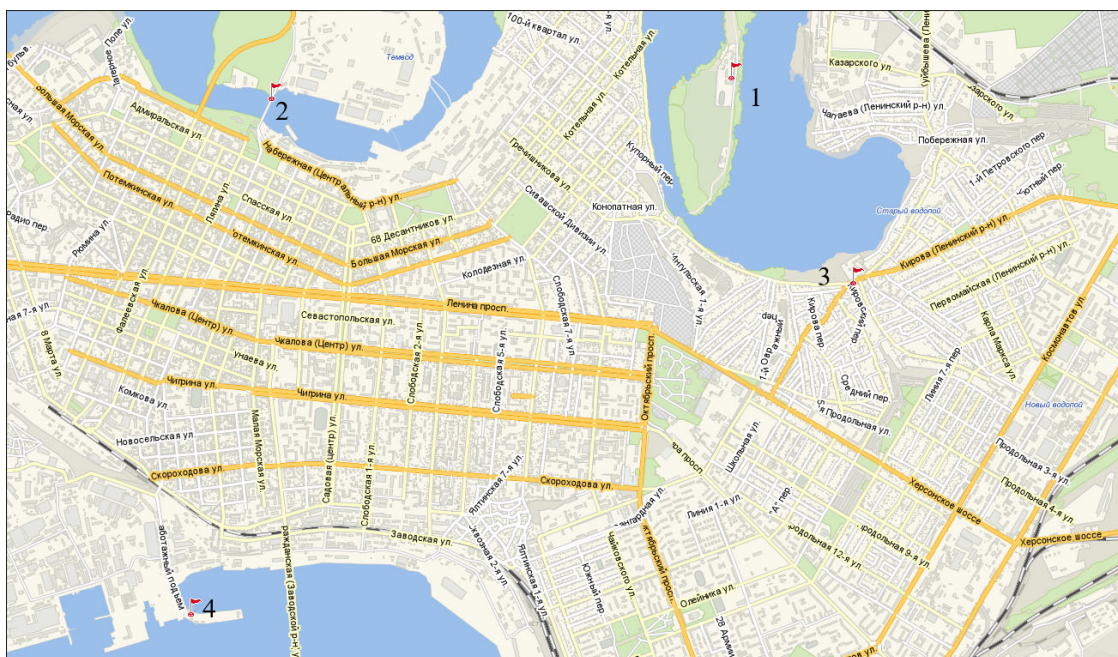


Рис. 7. Схема відбору проб води з 4 дощових каналізаційних стоків у 2021 р.

Таблиця 1

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

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

Таблиця 2

Дані Миколаївського гідрометцентру щодо кількості 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
Нітроти	0,043	15,69
Азот амонійний	1,14	416,1

Таблиця 4

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

Назва забруднюючої речовини	Добовий змив з міської території, т/добу		Річний змив з міської території, т/рік	
	1997 рік	2021 рік	1997 рік	2021 рік
Зважені речовини	143,394	3,4	52333,8	416,1
Нафтопродукти	0,289	0,722	105,49	263,53
Свинець	0,0188	-*	6,862	-*
Миш'як	0,00007	-*	0,0268	-*
Нікель	0,008	-*	2,92	-*
Залізо	0,858	-*	313,17	-*
Мідь	0,023	-*	8,395	-*
Хром +3	0,0015	-*	0,547	-*
Цинк	0,027	-*	9,855	-*
ХСК	10,318	11,02	3766,07	4022,3
БСК 5	12,497	22,04	4561,4	8004,6
БСК 20	13,015	-*	4750,48	-*
СПАР	0,023	-*	8,395	-*
Нітроти	0,050	0,043	18,25	15,69
Азот амонійний	0,241	1,14	87,97	416,1

* – не вимірювали.

- зважені речовини: 3,4 т/добу (416,1 т/рік),
- азот амонійний: 1,14 т/добу (416,1 т/рік),
- нітроти: 0,043 т/добу (15,69 т/рік),
- нафтопродукти: 0,722 т/добу (263,53 т/рік),
- фосфати: 0,050 т/добу.

Висновки:

1. Підвищення солоності річкової води (р. Південний Буг в районі м. Миколаєва) впливає на її мінеральний склад, що в свою чергу змінює

фізико-хімічні умови у водному середовищі, які обумовлюють створення різних осадових комплексів з розчиненими у воді окремими природними і техногенними речовинами та їх сполуками.

2. В міській акваторії реєструються нафтопродукти та шкідливі сполуки: феноли, амонійний азот і нітрати, які теж можуть створювати осадові комплекси і накопичуватись на дні гирл річок Бузького лиману. Рівень вмісту вищевказаних поллютантів

у водному середовищі м. Миколаєва щомісячно змінюється, а підвищенні концентрації нафтопродуктів, фенолів і нітритного азоту реєструвались в акваторії морського порту м. Миколаєва.

3. За результатами лабораторних аналізів вмісту хімічних речовин у Бузькому лимані в місцях виходу міських дощових каналізаційних стоків (4 точки) у 2021 р.:

– БСК₅: середнє значення 58 ± 12 мгО₂/л, кратність перевищення ГДК 14–37 разів;

– ХСК: середнє значення $2,9 \pm 0,9$ мг/л, кратність перевищення ГДК 7–18 разів;

– Зважені речовини: середнє значення $0,8 \pm 0,2$ мг/л, кратність перевищення ГДК – 4 рази;

– Азот амонійний: середнє значення $0,3 \pm 0,1$ мг/л, кратність перевищення ГДК – 2 рази;

– Нітрити: середнє значення 690 ± 230 мг/л, кратність перевищення ГДК – 10–39 разів;

– Нафтопродукти: середнє значення $0,19 \pm 0,02$ мг/л, кратність перевищення ГДК – 2–5 разів;

– Фосфати: середнє значення $0,10 \pm 0,02$ мг/л, кратність перевищення ГДК – 5–15 разів.

4. 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.

5. Також встановлено, що всі вибрані дощові стоки мали стоки води невідомого походження при відсутності опадів, що свідчить про несанкціоноване підключення до них промислових чи побутових каналізацій.

6. Обмеженість або відсутність системи спостереження за вмістом забруднювачів у водній біоті і донних відкладеннях водного середовища не дозволяє здійснювати наукову оцінку та прогнозувати стан водного середовища.

Література

- Gilvear D.J., Spray C.J., Casas-Mulet R. River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *Journal of environmental management*. 2013. Vol. 126. P. 30–43.
- 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.
- Винарчук О. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейнів річок Лівобережного лісостепу України за критеріями мінералізації води та забруднення компонентами соляного складу. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 4: Географія і сучасність*. 2014. № 20. С. 78–84.
- Данильченко О. С. Річка як індикатор ландшафтно-екологічної ситуації (на прикладі р. Сумки). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2011. Т. 4. С. 179–188.
- Дослідження технологічних характеристик поверхневого стоку з автомобільних доріг / В.О. Юрченко, М.В. Коротченко, О.В. Бригада, Л.С. Михайлов. *Автошляховик України*. Київ, 2012. Вип. 4 (228). С. 44–47.
- Екологічні основи управління водними ресурсами / Томільцева А.І., Яцик А.В., Мокін В. Б. та ін. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
- Клименко М. О., Клименко О. М., Статник І. І. Охорона водних об'єктів від антропогенного впливу. *Екологічна безпека*. Випуск 6. 2010. С. 177–181.
- Клименко М.О., Бедункова О.О. Біоіндикація стану гідроекосистем за морфологічними та цитогенетичними характеристиками гомеостазу риб. Рівне: НУВГП, 2017. 302 с.
- 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
- Матеріали хімічної лабораторії Миколаївського обласного центру гідрометеорології. Режим доступу: <http://mcgmk.mk.ua/structure/laboratory/>
- Мостепан О.В. Дослідження впливу зливових вод з автомобільних доріг у забруднення водних об'єктів (на прикладі м. Харкова). *Вісник Харківського національного автомобільного дорожнього університету*. 2010. Випуск 48. С. 37–41.
- Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник / В. К. Хільчевський, М. Р. Забокрицька, Р. Л. Кравчинський, О. В. Чунарьов. Київ: ВПЦ Київський університет. 2015. 172 с.
- Пічура В.І., Потравка Л.О., Скок С.В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсон). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19–34.
- Пічура В.І., Шахман І.О., А.М. Бистрянцева. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 1–2. С. 44–57.
- Юрасов С.М., Сафранов Т.А., Чугай А.В. Оцінка якості природних вод. Одеса: Екологія, 2012. 168 с.