

НАЗВА СПЕЦІАЛЬНОСТІ КОНКУРСУ: «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»  
НАПРЯМ «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА КОМПЛЕКСУ» «АВТОМОБІЛЬ –  
НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ»

ШИФР: ПОВЕРХНЕВИЙ СТІК

НАЗВА РОБОТИ: ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ПОВЕРХНЕВОГО  
СТОКУ З УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
1 ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ЕМІСІЇ АМОНІЙНОГО АЗОТУ, ЩО МІСТИТЬСЯ В ПОВЕРХНЕВИХ СТІЧНИХ ВОДАХ (аналітичний огляд літературних джерел) .....	
1.1 Проблеми екологічної безпеки питного водокористування в Україні .....	4
1.2 Евтрофування поверхневих водойм та його екологічні наслідки .....	5
1.3 Сполуки азоту в поверхневих стічних водах.....	6
1.3.1 Склад і джерела забруднення поверхневого стоку.....	6
1.3.2. Сполуки мінерального азоту в поверхневому стоці.....	8
1.3.3. Способи та обладнання для очищення поверхневих стоків з міських урбанізованих територій.....	11
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	12
2.1 Об'єкти та методи експериментальних досліджень.....	12
2.1.1 Методологія дослідження складу натурального поверхневого стоку літнього та зимового сезонів.....	12
2.2 Результати та обговорення .....	16
2.2.1 Дослідження дощових поверхневих стічних вод.....	16
2.2.2 Дослідження поверхневих стічних вод сніготанення.....	18
ВИСНОВКИ.....	22
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	23

## ВСТУП

Україна - країна з розвинутою індустріальною інфраструктурою міст, характеризується інтенсивним загостренням у рамках міських територій проблем екологічного стану об'єктів гідросфери, у тому числі поверхневих водойм, що служать джерелами одержання питної води. Ріки м. Харкова є водними об'єктами переважно дощового живлення, тому якість води в них у значній мірі залежить від якісного складу дощового поверхневого стоку. Відсутність очищення поверхневих стічних вод може привести до забруднення природних водойм компонентами, що вкрай негативно впливають на природні водні екосистеми, у тому числі сприяють евтрофікації природних водойм, що в цілому створює величезні проблеми для екологічної ситуації в регіоні, для рибогосподарської діяльності та для забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання.

До основних забруднюючих компонентів дощових і поталих поверхневих вод відносяться: завислі речовини, розчинені неорганічні речовини, розчинені, суспендовані та емульговані органічні речовини. Традиційно екологічно найнебезпечнішими для природних екосистем у поверхневому стоці представлялися завислі речовини і нафтопродукти. Але з початку 2000-х років у поверхневих стічних водах стала відзначатися стійка тенденція підвищення концентрації біогенних елементів до екологічно небезпечних рівнів, особливо в стоках з урбанізованих територій.

Існуючі в Україні системи очищення поверхневих стічних вод використовують тільки механічні методи обробки, які не забезпечують видалення біогенних елементів. Захист природних водойм від емісії біогенних елементів, що надходять з поверхневими стічними водами – актуальна природоохоронна задача, яка особливо гостро стоїть в регіонах з низькою водозабезпеченістю.

Мета даної роботи – експериментальна кількісна оцінка вмісту амонійного азоту в поверхневих стічних водах, що утворюються на території

міста в літній і зимовий сезони, а також ефективності видалення цього забруднення за допомогою природних цеолітів.

Задачі роботи:

1. Експериментальне дослідження забруднення дощових опадів і дощового поверхневого стоку амонійним азотом у характерних водозбірних точках басейнів рік Харків і Лопань на території міста.

2. Експериментальне дослідження забруднення опадів зимового сезону і поверхневого стоку сніготанення амонійним азотом у динаміці експозиції сніжного покриву на території міста.

3. Експериментальні дослідження очищення модельних поверхневих стічних вод від амонійного азоту фізико-хімічним методом у лабораторній установці.

## 1 ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ДЛЯ ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ ЕМІСІЇ АМОНІЙНОГО АЗОТУ, ЩО МІСТИТЬСЯ В ПОВЕРХНЕВИХ СТІЧНИХ ВОДАХ (аналітичний огляд літературних джерел)

1.1 Проблеми екологічної безпеки питного водокористування в Україні  
Україна є однією з найменш забезпечених власними водними ресурсами країн Європи: у межах країни формується тільки 25% річкового стоку (близько 52,4 км<sup>3</sup>) в середній за водністю рік. На одного жителя припадає 1 тис. м<sup>3</sup>/рік, що в кілька разів нижче, ніж у Польщі, Великобританії, Франції, Німеччині та інших європейських країнах [1, 2].

В Україні основним джерелом отримання питних вод є прісні поверхневі води, якість яких, в основному, задається рівнем забруднення поверхневого стоку [2-5]. Евтрофікація природних водойм, викликана надходженням в них біогенних елементів, - одна з найгостріших проблем для забезпечення екологічної безпеки питного водопостачання. Внаслідок евтрофікації знищується велика частина видів флори і фауни водойм, практично повністю руйнуючи або дуже сильно трансформуючи їх екосистеми, і кардинально

погіршуються санітарно-гігієнічні якості води, аж до її повної непридатності для рекреаційного та питного використання [5-7].

## 1.2 Евтрофування поверхневих водойм та його екологічні наслідки

Евтрофікація - інтенсивне продукування органічної речовини у водному об'єкті під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, на сьогоднішній день є однією з найгостріших екологічних проблем гідросфери. Для поверхневих водойм надмірне надходження біогенних речовин не менш небезпечно, ніж токсичне забруднення. Коли вміст у воді фосфору, азоту, калію перевищує критичний рівень, прискорюються життєві процеси водних організмів. Як наслідок, отримують масовий розвиток планктонні водорості ("цвітіння" води), вода набуває неприємного запаху і присмак, її прозорість знижується, збільшується кольоровість, підвищується вміст розчинених і зважених органічних речовин. Перенасичення води органічними сполуками стимулює розвиток сапрофітних бактерій (у тому числі особливо небезпечних хвороботворних), водних грибів, різко загострюючи епідеміологічну обстановку на водних об'єктах [6-8].

При надлишку органічної речовини у воді утворюються стійкі органомінеральні комплекси з важкими металами, в деяких випадках більш токсичні, ніж самі метали. На окислення величезної кількості новоутвореної органічної речовини витрачається значна частина розчиненого у воді кисню - виникає кисневий дефіцит, що вкрай негативно впливає на цінні породи риби і їх кормову базу - зообентос. Крім того, дефіцит кисню призводить до того, що з донних відкладень у воду більш активно виділяється ряд речовин, а це, в свою чергу, інтенсифікує процес евтрофування [8].

Евтрофікація викликається як природними, так і антропогенними факторами. Відмінності в їх дії пов'язані не тільки з інтенсивністю, але і з механізмом окремих процесів. Природна евтрофікація протікає, як правило, повільно і залежить від хімічного і мінералогічного складу порід і ґрунтів, що

оточують водойми. Однак, в результаті антропогенного надходження біогенних речовин, відбувається прискорення процесу евтрофікації водних об'єктів.

Особливо інтенсивно процеси евтрофікації поверхневих водойм протікають на урбанізованих територіях. Тому контроль за станом водних об'єктів санітарно-побутового призначення та розробка відповідних способів очищення поверхневого стоку, як основоположної ланцюга забруднення поверхневих водойм біогенними речовинами, є актуальною науково-технічною задачею [5, 8].

До основних джерел антропогенної евтрофікації вод відносяться побутові та промислові стічні води, поверхневі стічні води, рекреаційні впливи та інші результати людської діяльності [5, 8, 9]. Якщо якість побутових і промислових стічних вод, що скидаються можна контролювати, то поверхневих стічних вод - досить важко, що робить цей вид забруднення одним з найзначніших з точки зору антропогенного забруднення.

### 1.3 Сполуки азоту в поверхневих стічних водах

#### 1.3.1 Склад і джерела забруднення поверхневого стоку

У містах поверхневий стік являє собою значні обсяги забруднених вод, які найчастіше без очистки, зі значеннями гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин, що перевищують норму в кілька разів, потрапляють у водні об'єкти та на прилеглу територію. Ступінь і характер забруднення поверхневого стоку з урбанізованих територій різні і залежать від санітарного стану басейну водозбору і приземної атмосфери, рівня благоустрою території, а також гідрометеорологічних параметрів опадів, що випадають: інтенсивності та тривалості дощів, що передують періоду сухої погоди, інтенсивності процесу весняного сніготанення [10-12].

Кількість забруднюючих речовин, що виносяться з урбанізованих територій поверхневим стоком, визначається щільністю населення, рівнем

благоустрою територій, видом поверхневого покриття, інтенсивністю руху транспорту, частотою прибирання вулиць, а також наявністю промислових підприємств і кількістю викидів в атмосферу.

Забруднюючі речовини, присутні в поверхневому стоці урбанізованих територій, можна класифікувати як:

- мінеральні та органічні домішки природного походження, що утворюються в результаті адсорбції газів з атмосфери і ерозії ґрунту;
- грубодисперсні домішки (частки піску, глини, гумусу), а також розчинені органічні і мінеральні речовини;
- речовини техногенного походження в різному фазово-дисперсному стані;
- нафтопродукти, біогенні елементи, що вимиваються компоненти дорожніх покриттів, сполуки важких металів, СПАР та інші компоненти, перелік яких залежить від профілю підприємств місцевої промисловості;
- бактеріальні забруднення, що надходять у водостік при поганому санітарно-технічному стані території та каналізаційних мереж [7, 9, 10].

Основними джерелами надходження біогенних речовин у водні об'єкти є внутрішньоводні процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади і антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити один в одного в процесі його кругообігу. Динаміка сполук азоту має складний характер і періодичну залежність для різних сезонів року. Зміна різноманітних факторів впливу суттєво впливає на концентрацію сполук азоту в поверхневих водах. Особливістю структури урбанізованих територій є їх різноманітність. Вони включають в себе як непроникні і слабкопроникні для води поверхні типу асфальту, бетону, комунальних і промислових забудов, ущільнених майданчиків і т.д., так і проникні території у вигляді газонів, скверів, парків і сільськогосподарських територій, зайнятих садами і городами. У зв'язку з цим на території міста значно змінюються умови стоку в порівнянні з природними територіями. На непроникних територіях значно знижуються втрати на інфільтрацію, випаровування і зростає поверхневий стік. Тому при оцінці

впливу урбанізованих водозборів необхідно проводити функціональне зонування території [7, 11, 13].

### 1.3.2. Сполуки мінерального азоту в поверхневому стоці

Мінеральний азот в поверхневому стоці представлений трьома формами: нітратною, нітритною і амонійною. У стоці з різних елементів міської території характерне переважання амонійної форми азоту, яка вказує на слабо протікаючі окислювальні процеси [3, 4, 7].

Атмосферні опади мають високе забруднення азотовмісними сполуками. На підставі аналізу понад 140 проб атмосферних опадів [11, 13, 14], що відбираються протягом трьох років встановлено, що в них концентрація азотовмісних сполук становила:  $\text{NO}_2^-$  - 0-1,24;  $\text{NO}_3^-$  - 0,4-20;  $\text{NH}_4^+$  - 0,1-6 мг/дм<sup>3</sup>. Причому потік неорганічних форм азоту з атмосферними опадами протягом трьох років спостережень стабільно підвищувався від 1240,6 до 1874,84 мг(м<sup>2</sup> год)<sup>-1</sup>.

Усереднені за 2006 по 2009 рр. концентрації забруднюючих речовин в дощовому стоці з урбанізованих територій наведено в табл. 1.1 [11-15].

Таблиця 1.1 - Концентрації забруднюючих речовин в дощовому стоці

Показники	Функціональні зони міста			
	Селітебні території	Приватний сектор	Промислові території	Транспортні території
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,7	1,5	0,9	1,2
Азот нітратний, мг/дм <sup>3</sup>	0,58	0,7	0	0,62
Азот нітритний, мг/дм <sup>3</sup>	0	0	1,1	0
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	581	911	1342	1076
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	3,6	1,5	8,5	15,6



Як видно, найвищі концентрації амонійного азоту в поверхневих стічних водах (які, проте, не перевищують ГДК для скидання у водойми культурно-побутового водокористування - 2,0 мг / дм<sup>3</sup>) відзначені в районах приватної забудови.

Сніговий покрив є досить інформативним субстратом при вивченні кількісних характеристик забруднення природного середовища, так як він володіє високою сорбційною здатністю і депонує більшість продуктів техногенезу з викидів в атмосферу [11]. Протягом зимового періоду аерозольні і пилові речовини, що забруднюють атмосферу, накопичуються в однорідному за властивостями природному субстраті - сніговому покриві, який зберігає геохімічну інформацію до початку сніготанення. Хімічний склад сніжного покриву формується за рахунок надходження різних хімічних елементів, пов'язаних з твердим осадом техногенної пилу, а також за рахунок поглинання газів, пари і аерозолів.

У період танення снігового покриву, забруднюючі його речовини з поверхневим стоком по водозбірних площах потрапляють у водні об'єкти, створюючи, тим самим, загрозу екологічній безпеці для природних екосистем, а особливо для гідросфери [2].

Середні концентрації забруднюючих речовин в період сніготанення в дощовому стоці з урбанізованих територій наведено в табл. 1.2 [11-15].

Як видно при порівнянні даних табл. 1.1 і 1.2, концентрації амонійного азоту у водах сніготанення істотно перевищують цей показник у дощовому поверхневому стоці і ГДК.

Дослідниками поверхневого стоку в м. Кременчук [15] також було зафіксовано підвищений вміст забруднюючих речовин у талих водах (табл. 1.3). Відбір проб проводився в характерних точках: 1 - зливі води з територій, зайнятих багатоповерховою житловою забудовою; 2 - зливі води з територій приватного сектору; 3 - зливі стоки центральної частини міста; 4 - фонова

проба (ставок на р. Сухий Кагамлик); 5 - проба, нижче скиду зливових вод р. Сухий Кагамлик; 6 - води з територій промислових підприємств.

Таблиця 1.2 - Концентрації забруднюючих речовин в період сніготанення

Показники	Функціональні зони міста			
	Селітебні території	Селітебні території	Селітебні території	Транспортні території
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	1,4	1,45	1,9	1,9
Азот нітратний, мг/дм <sup>3</sup>	-	0,04	0,42	0,09
Азот нітритний, мг/дм <sup>3</sup>	0,33	0,23	0	0,37
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	577	493	1260	400
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	4,2	3,4	6,3	5,4

Таблиця 1.3 - Хімічний склад талих вод з характерних водозборів

Найменування речовини	Номер точки відбору						ГДК
	1	2	3	4	5	6	
Амоній сольовий, мг/дм <sup>3</sup>	6,0	6,96	6,96	0,4	3,4	3,5	2,0
Нітрити, мг/дм <sup>3</sup>	0,32	0,32	0,48	0,07	0,32	0,58	1,0
Нітрат, мг/дм <sup>3</sup>	4,75	5,32	3,42	1,9	3,61	3,8	45
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	35,6	15,8	107,6	3,8	33,6	38,0	4,6
Нафтопродукти, мг/дм <sup>3</sup>	1,11	0,245	0,759	0,036	0,210	0,574	0,3

Дані результати показують, що вже в фонових пробах відмічено наявність амонійного азоту. А у всіх інших пробах відмічено перевищення ГДК за вмістом амонію сольового ( $2 \text{ мг/дм}^3$ ).

### 1.3.3. Способи та обладнання для очищення поверхневих стоків з міських урбанізованих територій

Очищення поверхневих стоків з міських урбанізованих територій може проводитися як самостійно, так і спільно з очищенням міських стічних вод. У першому випадку на гирлових ділянках головних колекторів застосовують локальні та централізовані очисні споруди, що розміщуються за межами міської забудови, нижче за течією основного водотоку. Другий випадок застосовується при підвищених вимогах до ступеня видалення забруднюючих речовин, а також у системі напівроздільної каналізації [13, 16, 17].

При розробці схеми відведення та очищення поверхневого стоку з промислових майданчиків враховуються джерела, характер і ступінь забруднення території та атмосфери, розміри, конфігурація і рельєф водозбірної басейну, наявність вільних площ для будівництва очисних споруд та ін. Вибір схеми відведення та очищення поверхневого стоку здійснюється на основі оцінки технічної можливості та економічної доцільності наступних заходів [12, 13, 16]:

- використання неочищеного поверхневого стоку в системах технічного водопостачання;
- локалізації тих ділянок виробничих територій, на яких можливе влучення на поверхню специфічних забруднень, з відводом стоку у виробничу каналізацію або після його попереднього очищення - у дощову мережу;
- роздільного відведення поверхневого стоку з водозбірних площ, що відрізняються за характером і ступенем забруднення території;
- самостійного очищення поверхневого стоку.

На сьогоднішній день в Україні поверхневий стік, що відводиться з міських територій, не проходить ніякої очистки, в кращому випадку

виконується тільки механічне очищення від завислих речовин, що не видаляє розчинні неорганічні сполуки азоту. Фізичні, хімічні та біологічні методи глибокого очищення стічних вод від амонійного азоту, розроблені для обробки міських стічних вод з технічних і з економічних причин неможливо реалізувати на спорудах очистки поверхневих стічних вод. А методи сорбційної очистки в фільтрувальних установках із застосуванням специфічних фільтратів мають серйозні перспективи [16, 17].

Рішення проблеми видалення сполук азоту із стічних вод із застосуванням фізико-хімічних методів почалося з 60-70-х рр. ХХ ст. В даний час для видалення азотистих сполук із стічних вод успішно застосовують фільтранти, що володіють іонообмінними властивостями [18]. Однак вартість цих реагентів істотно обмежує застосування методу. Тому пошук дешевих матеріалів для іонообмінної очистки стічних вод від амонійного азоту є актуальним природоохоронним завданням.

## 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Об'єкти та методи експериментальних досліджень

Об'єкт досліджень – натурний поверхневий стік дощових і талих вод з території м. Харкова.

2.1.1 Методологія дослідження складу натурального поверхневого стоку літнього та зимового сезонів.

Дослідження складу поверхневого стоку дощових і талих вод з території м. Харкова здійснювалися при аналізі проб, що відбираються з зливостоків в характерних водозбірних точках для басейнів двох річок Харків і Лопань (табл. 2.1, рис. 2.1).

Відбір проб поверхневого стоку літнього сезону проводили 3-4 рази, кожен раз в інтервалі часу 5-10 хв. після початку дощу.

Проби талої води - поверхневого стоку зимового сезону, відбирали з зливостоків 3 рази: на початку сніготанення, в його пік і в кінці танення снігової маси.

Таблиця 2.1 - Функціональні зони м. Харкова, зливостоки з яких досліджували в зимовий і літній сезони

№	Характеристика функціональних зон
1	Багатоповерхова житлова забудова
2	Приватний сектор
3	Центральна частина міста
4	Території перед входом річки в межі міста
5	Проби зі зливого колектора після входу річки в межі міста
6	Території промислових підприємств
7	Території транспортних розв'язок



а



б

Рис. 2.1 – Випуски дощових стічних вод: а - зливостоки в р. Харків перед Журавлівської греблею, б - зливостоки в р. Лопань (район Центрального ринку)

Проби атмосферного снігу відбирали на території багатоповерхової забудови м. Харкова (пр. Гагаріна, 38-А та вул. 23 Серпня, 53-А). Для дослідження накопичення забруднень у сніговому покриві в динаміці його експозиції в міському середовищі проби снігового покриву відбирали через

день після випадання снігу, потім - 1 раз в тиждень до початку інтенсивного сніготанення (18.01, 27.01 і 09.02.2014). Відбір проб снігу виконували на територіях м. Харкова з різним функціональним призначенням (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Локалізація ділянок відбору проб снігу на території м. Харкова

Функціональні зони м. Харкова	Локалізація ділянок відбору проб	Порядковий номер проби
Територія при вході річки в місто	вул. Клочківська, 339 (вхід річки Лопань в місто)	1
	вул. Паризької Комуни, 119 (вхід річки Харків в місто)	3
Територія приватного сектора	вул. Клочківська, 339	2
	вул. Гутянська, 17	13
Територія багатоповерхової забудови	перехрестя вул. Героїв Праці та вул. Ак. Павлова	4
	вул. Героїв Праці, біля моста в Журавлівському парку	5
	Салтівське Шосе, 242-А	9
Територія промислових підприємств	вул. Клочківська, 161 (район перехрестя з вул. Космічною)	6
	пр. Гагаріна, 38-А (район метро пр.Гагаріна)	10
	перехрестя Московського пр-ту і вул. Плиточної	12
Територія центру міста	вул. Клочківська, район Бурсацького спуску	7
	вул. Пушкінська,38	8

Проби снігу відбирали з площі  $1600 \text{ см}^3$  на всю глибину шару. Для виключення впливу техногенних навантажень, зокрема автотранспорту, сніг відбирали на відстані не менше 50 м від автодоріг у відносно захищених місцях (парки, сквери, двори будинків). Було відібрано 42 проби снігового покриву обсягом 1-3  $\text{дм}^3$ . В якості фонових (точки 1, 3) були обрані ділянки з мінімальним антропогенним впливом, розташовані при вході річок в місто.

### 2.1.2 Методи гідрохімічних досліджень

Гідрохімічний аналіз водних середовищ проводили самостійно за методиками, що рекомендовані нормативними документами України [19]:

- визначення концентрації азоту амонійного ( $\text{N-NH}_4$ ) - фотоколориметрично з реактивом Несслера;
- визначення концентрації завислих речовин - турбодиметрично і гравіметрично;
- визначення рН - електрометрично на рН метрі.



Рис.2.2 – Проведення гідрохімічних досліджень

## 2.2 Результати та обговорення експериментальних даних

### 2.2.1 Дослідження дощових поверхневих стічних вод

У квітні 2012 р проводили дослідження проб атмосферної дощової води, зібраної без зіткнення з ґрунтом (табл. 2.3).

Як видно з отриманих даних, навіть у пробах дощової води, зібраної без зіткнення з міськими територіями, уже спостерігається значне забруднення азотом амонійним, що свідчить про високий рівень забруднення атмосфери сполуками цього елемента.

Таблиця 2.3 - Склад атмосферної дощової води

Показник	Значення в пробі дощової води
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,94
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	0
pH	6,8

Результати гідрохімічного аналізу проб дощових вод, що відбираються з зливостоків в рр. Харків і Лопань з характерних функціональних територій м Харкова, представлені в табл. 2.4 і табл. 2.5.

Як видно з представлених матеріалів, найбільше перевищення ГДК за вмістом N-NH<sub>4</sub> спостерігається в точках 3, 6 і 7 водозбірних басейнів обох річок - територій центральної, промислової частин міста і транспортних розв'язок. Це обумовлено застосуванням будівельних матеріалів та матеріалів дорожнього покриття, що містять сполуки азоту, а також збільшенням азотовмісних відходів у різних виробництвах. Можна також відзначити підвищений вміст завислих речовин в поверхневому стоці, що утворюється на територіях приватного сектора і транспортних розв'язок.



Таблиця 2.4 - Хімічний склад дощових вод з характерних водозборів р. Харків

Показник	Номер точки відбору							ГДК для скидання у водойми куль-турно- побутового призначення
	1	2	3	4	5	6	7	
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	0,94	1,47	2,12	1,17	1,32	2,1	2,4	2,0
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1740	5197	2184	1820	1782	3545	3632	14,1
pH	6,8	6,7	6,67	6,7	6,8	6,7	6,8	6,5-8,5

Таблиця 2.5. Хімічний склад дощових вод з характерних водозборів р. Лопань

Показник	Номер точки відбору							ГДК для скидання у водойми культурно- побутового призначення
	1	2	3	4	5	6	7	
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	1, 14	0,92	2, 18	1,08	1,18	2, 18	2, 23	2,0
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	1890	4220	2188	2340	2324	3230	4015	14,1
pH	7,5	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,6	6,5-8,5

### 2.2.2 Дослідження поверхневих стічних вод сніготанення

Результати гідрохімічного дослідження проб талих вод (поверхневого стоку зимового сезону), відібраних з зливостоків з характерних територій водозбору, представлені в табл. 2.6, 2.7.

Як свідчать проведені дослідження, перевищення гранично-допустимих концентрацій N-NH<sub>4</sub> в талих водах спостерігається у всіх точках відбору проб водозбірних басейнів р. Лопань і р. Харків. У точці 4 (до входу в місто) концентрація N-NH<sub>4</sub> достовірно нижче, ніж у всіх точках на території міста, що свідчить про забруднення річок цим з'єднанням в межах міста.

Найбільш високі концентрації N-NH<sub>4</sub> спостерігаються в точках 3 і 7 - центральній частині і транспортних розв'язок міста. Як показали дослідження, в басейні р. Харків концентрація N-NH<sub>4</sub> в талих водах трохи вище, ніж в басейні р. Лопань.

Можливо, це обумовлено тим, що територія водозбірного басейну р. Харків істотно більша, ніж територія водозбірного басейну р. Лопань і на території водозбірного басейну р. Харків вище питома площа територій, зайнятих житловими масивами, промисловими зонами і транспортними розв'язками. Відзначені підвищені концентрації завислих речовин у приватному секторі та на територіях транспортних розв'язок.

При порівнянні табл. 2.4, 2.5 з табл. 2.6, 2.7, видно, що в водах сніготанення концентрація амонійного азоту істотно вище, ніж у водах дощового поверхневого стоку, що кореспондується з даними наукової літератури. А вміст завислих речовин у водах сніготанення перевищує цей показник у водах дощового поверхневого стоку тільки на водозборах з територій багатоповерхової житлової забудови та центральної частини міста, а на всіх інших водозборах - істотно нижче. Причому ця залежність відзначена як для зливостоків в р. Харків, так і в р. Лопань.

Таблиця 2.6 - Хімічний склад талих вод з характерних водозборів р. Харків

Показник	Номер точки відбору							ГДК для скидання у водойми культурно-побутового призначення
	1	2	3	4	5	6	7	
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	2,9	3,4	3,9	2,4	2,9	3,7	3,9	2,0
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	3024	3483	3128	1362	1640	1221	3282	14,1
рН	7,6	7,6	6,8	7,6	7,8	6,7	6,8	6,5-8,5

Таблиця 2.7 - Хімічний склад талих вод з характерних водозборів р. Лопань

Показник	Номер точки відбору							ГДК для скидання у водойми культурно-побутового призначення
	1	2	3	4	5	6	7	
Азот амонійний, мг/дм <sup>3</sup>	2,5	3,2	3,9	2,3	2,9	3,6	3,7	2,0
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	2896	3523	3003	1300	1001	570	3274	14,1
рН	7,8	6,6	6,7	7,7	7,6	6,8	6,8	6,5-8,5

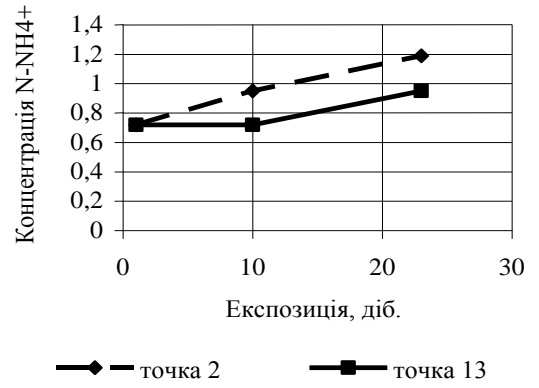
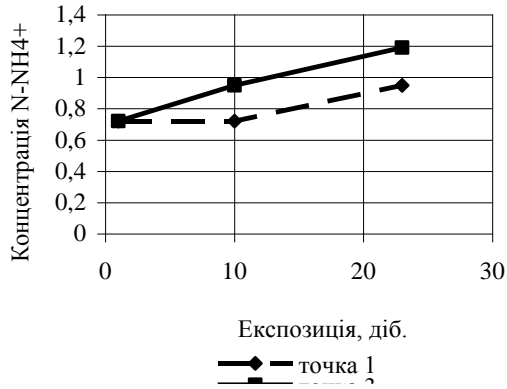
Отримані дані свідчать про різні джерела і шляхи надходження амонійного азоту і завислих речовин у поверхневі стічні води: амонійний азот надходить у поверхневий стік як з поверхонь території, так і через атмосферу (причому, сніг в 1,5-3 рази активніше адсорбує газоповітряні забруднення, ніж дощ), а основна маса завислих речовин змивається з поверхні території.

Зима 2017-2018 рр. відрізнялася коротким періодом залягання снігового покриву, він встановився на території м. Харкова 18 січня, а повністю розтанув 14 лютого. Результати гідрохімічного дослідження проб снігового покриву, виконаних у січні-лютому 2018, представлені на рис. 2.4. Як свідчать отримані дані, N-NH<sub>4</sub> виявлений в пробах снігу вже на самому початку експозиції снігового покриву: найвищі концентрації цього забруднення в снігу встановлені на територіях багатоповерхової забудови, промислових підприємств та центру міста (> 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), найнижчі - на територіях приватного сектора, узбіччя автодороги і входу річки в місто (<1,0 мг/дм<sup>3</sup>).

У динаміці експозиції снігового покриву концентрація N-NH<sub>4</sub> в сніговому покриві стійко підвищувалася, проте характер цього підвищення в різних функціональних зонах м. Харкова суттєво відрізнявся.

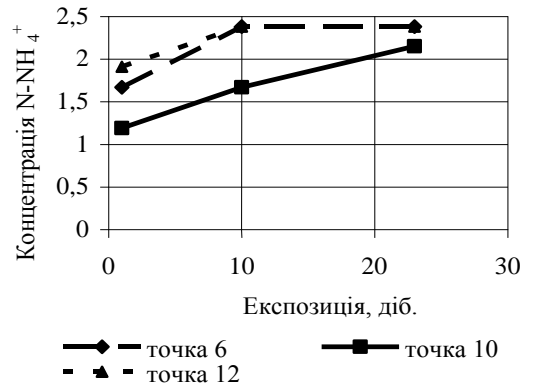
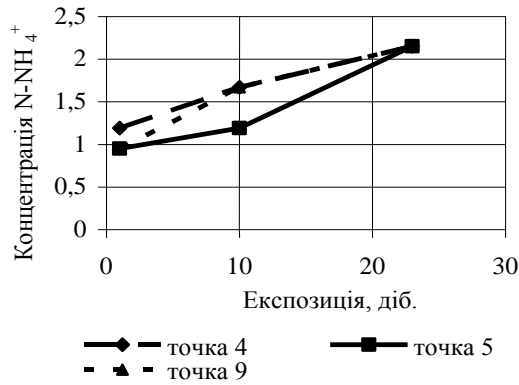
На територіях з найменшим вихідним вмістом N-NH<sub>4</sub> в снігу (приватного сектора, узбіччя автодороги і входу річки в місто) підвищення не склало 100% і до початку сніготанення концентрація N-NH<sub>4</sub> в талому снігу не перевищувала ГДК. На територіях з найбільшим вихідним вмістом N-NH<sub>4</sub> в снігу (багатоповерхової забудови, промислової зони і в центрі міста), це підвищення склало більше 100% і до початку сніготанення концентрація N-NH<sub>4</sub> в талому снігу перевищувала ГДК.

В атмосферному снігу, проби якого збирали в двох точках (пр. Гагаріна, 38-А та вул. 23 Серпня, 53-А), концентрація амонійного азоту становила 0,45-0,98 мг/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про те, що навіть в атмосферному снігу присутня значна концентрація N-NH<sub>4</sub>, яка суттєво збільшується при його випаданні на території міста та експозиції до початку сніготанення.



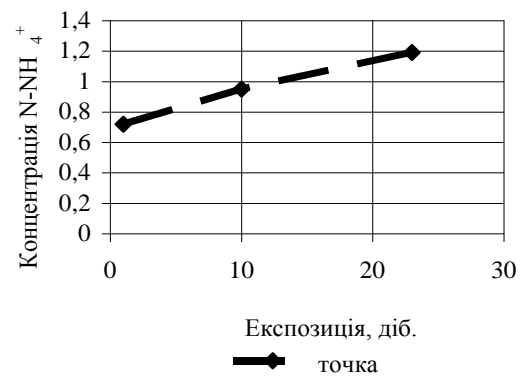
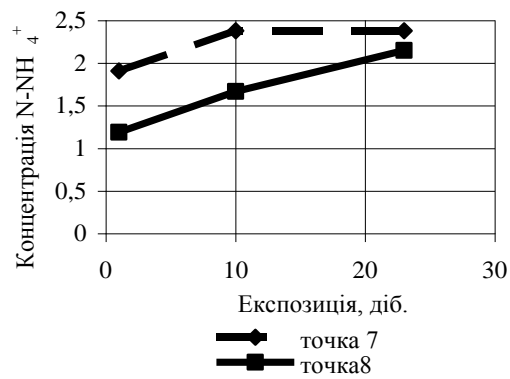
Території при вході річки в місто

Території приватного сектору



Території багатоповерхової забудови

Території промислових підприємств



Території центру міста

Узбіччя автодороги

Рисунок 2.4 – Динаміка накопичення азоту амонійного в сніговому покриві на території різних функціональних зон м. Харкова.

Таким чином, поверхневі стічні води, які утворюються в літній та зимовий сезони на територіях багатоповерхової житлової настрійки, центру міста, промислових зон і транспортних розв'язок м. Харкова, забруднені амонійним азотом в екологічно небезпечних концентраціях. Більш небезпечні для об'єктів гідросфери за цим показником поверхневі стічні води зимового сезону [20].

Для забезпечення захисту маловодних річок, що протікають по території м. Харкова, від емісії амонійного азоту з поверхневими стічними водами необхідно очищати ці стічні води ефективними і економічно доцільними методами. Особливо перспективним для цієї мети є використання природних вітчизняних матеріалів при реконструкції наявних очисних споруд.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі проведених експериментальних досліджень, що виконували протягом 2-х років, встановлено, що поверхневі стічні води, які утворюються на території м. Харкова, забруднені амонійним азотом в концентраціях, які загрожують екологічній безпеці рік Харків та Лопань, що протікають через територію міста.

2. Найбільші концентрації амонійного азоту виявлені в поверхневих стічних водах, які утворюються на територіях центру міста, промислових зон та багатоповерхової забудови. В поверхневих стічних водах зимнього сезону концентрація амонійного азоту в 1,5-3 рази перевищувала цей показник поверхневих стічних водах літнього сезону на аналогічних територіях.

3. Атмосферні опади літнього та зимнього сезонів (дощ та сніг) забруднені амонійним азотом в концентраціях 0,45-0,98 мг/дм<sup>3</sup>. У динаміці експозиції снігового покриву концентрація N-NH<sub>4</sub> в сніговому покриві стійко підвищується, найбільш інтенсивно на територіях багатоповерхової забудови, промислової зони і в центрі міста, і до початку сніготанення концентрація N-NH<sub>4</sub> в талому снігу перевищує ГДК для скиду в поверхневі водойми.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова Верховної Ради України "Про концепцію розвитку водного господарства України" від 14 січня 2000 р. № 1390-ХТВ // ВВР, 2000. - № 8.
2. Справочник по водным ресурсам / [под. ред Б. И. Стрельца; ред.-сост. А. В. Яцик, О. З. Ревера, В. Д. Дупляк]. - К. : Урожай, 1987. - 304 с.
3. Raike A., OP Pietilainen, S. Rekolainen, P. Kauppila, H. Pitkanen, J. Niemi, A. Raateland, J. Vuorenmaa. 2003. Trends of phosphorus, nitrogen, and chlorophyll a concentrations in Finnish rivers and lakes in 1975-2000. *The Science of the Total Environment* 310:47-59.
4. Гриб Й.В., Клименко М.О. та ін. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, управління). – Рівне, ППФ “Волинські береги”, 1999. – т. 2. – 198 с.
5. Мануйлов М.Б., Шевченко А.К. Эколого-экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, на качество поверхностных вод // *Економіка розвитку*. – Харків, 2006. - №3 (39). - С.18-23.
6. Васильчук Т.А., Ключенко П.Д. Роль биогенных и органических веществ в формировании качества воды некоторых притоков Днепра // *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. – Вип. 2. – 2001. – С. 424-431.
7. Ухань О.О., Осадчий В.І. Закономірності формування хімічного складу поверхневих вод басейну Сіверського Дінця // *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. – Вип. 18. – 2010. – С. 166-179
8. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов / Под ред. проф. Э.В. Гирусова, проф.В.Н. Лопатина, - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, Единство, 2003. – 519 с.
9. Орехов Г.В. Водные объекты на урбанизированных территориях и инженерные системы замкнутого водооборота // *Экология урбанизированных территорий*. 2008. - № 2. - С. 88-93.

10. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. Федеральное Агентство Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (РОССТРОЙ). ФГУП «НИИ ВОДГЕО». - Москва. – 2006.
11. Муровская А.С. Формирование поверхностного стока с городской территории и территорий промышленных предприятий приморских городов (на примере г. Феодосия): загальнодержавний науково-технічний журнал «Проблеми екології» / А.С. Муровская, Н.А. Сологуб. ДонНТУ - Донецк, 2011. - С. 127-133.
12. Хват В.М., Мануйлов М.Б., Медведев В.С. Использование поверхностного стока в системах промводоснабжения при устройстве малосточных производств // Материалы 3-й Республиканской научно-практической конференции «Замкнутые технологические системы водоиспользования и утилизация осадков вод в промышленности». - Кишинев. - 1990. - С. 103-105.
13. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.gostrf.com/Basesdoc/50/50785/index.htm>
14. Алексеев М.И. Оценка загрязненности дождевого стока и выбор рациональных технологий его очистки / М.И. Алексеев, В.П. Верхотуров, О.М. Ильина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2003. – № 7. – С. 103-108.
15. Косач П.В. Формирование и очистка поверхностных и моечных сточных вод (на примере Москвы) / П.В. Косач, Е.В. Алексеев // Сантехника. – 2001. – № 3. – С. 50-53.
16. Рекомендації забезпечення ефективного відведення міських зливових стоків та визначення параметрів очисних споруд. Посібник до ДБН.



Затверджений: Наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 14.10.08, № 302.

17. Улаштування поверхневого водовідведення на територіях міст і селищ СОУ ЖКГ 41.00-35077234. 0018:2009. Прийнято та надано чинності: наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України.

18. Myroslav Sprynskyu, Mariya Lebedynets, Artur P. Terzyk and al. Ammonium sorption from aqueous solutions by the natural zeolite Transcarpathian clinoptilolite studied under dynamic conditions // *Journal of Colloid and Interface Science*, 2005. 284. –P. 408-415.

19. Лурье Ю.Ю. Химический анализ производственных сточных вод. Издание 4-е, перераб. / Ю.Ю. Лурье, А.И. Рыбникова. - М.: «Химия», 1974. - 336 с.