

ЯКІСТЬ ЗЛИВОВО-ТАЛОГО СТОКУ ТРАНСПОРТНОЇ УРБОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДСИСТЕМИ БАСЕЙНУ р. ХАРКІВ

Проведено дослідження формування та стану якості зливово-талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків. Особлива увага приділялась аналізу хімічного складу поверхневого стоку атмосферного походження, його загальному екологічному стану. Для аналізу були самостійно відібрані: проби дощу, поверхневих вод атмосферного походження у різні сезони року. Отримані результати стали основою для оцінки стану якості зливово-талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми. За результатами проведених досліджень створено серію карт (за допомогою системи MapInfo) вмісту окремих забруднюючих речовин у поверхневому стоці урбосистеми.

Ключові слова: зливово-талі води, екологічний стан, урбофункціональна підсистема, урболандшафтна басейнова геосистема.

Н.Л. Рычак, К.В. Срибна. КАЧЕСТВО ЛИВНЕВЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТНОЙ УРБОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ БАСЕЙНА р. ХАРЬКОВ. Проведено исследование формирования и состояния качества сточных вод атмосферного происхождения, которые формируются под влиянием транспортной урбофункциональной подсистемы бассейна р. Харьков. Особенное внимание уделялось анализу химического состава поверхностного стока атмосферного происхождения, его экологическому состоянию. Для анализа были самостоятельно отобраны: пробы дождя, поверхностных вод атмосферного происхождения в различные сезоны года. По результатам проведенных исследований создана серия карт (при помощи системы MapInfo) содержания отдельных загрязняющих веществ в поверхностном стоке атмосферного происхождения, который формируется на территории транспортной урбофункциональной подсистемы.

Ключевые слова: поверхностный сток атмосферного происхождения, экологическое состояние, урбофункциональная подсистема, урболандшафтная бассейновая геосистема.

Постановка проблеми. Урбанізована територія давно виступає окремим джерелом забруднення поверхневих вод. Згідно з «Національним планом дій з гігієни довкілля...» [1] та Указом Президента України про рішення РНБОУ «Про стан безпеки водних ресурсів держави та якість питної води в містах та селах України» [2] покращення екологічного стану басейнів річок вважається пріоритетним напрямком державної політики України у галузі навколишнього середовища. Такий підхід відповідає вимогам міжнародних документів, зокрема рекомендаціям Основної Директиви ЄС 2000-08-15 «Упорядкування діяльності ЄС в галузі водної політики», Директиви «Міські стічні води» 91/271/ЄЕС [3].

За Водним кодексом України, поверхневий стік з забудованих територій (дощовий, талий, мийний) відносяться до категорії стічних вод, відвід та скид яких в водний об'єкт повинен бути регламентований [4].

Поверхневий стік атмосферного походження («атмосферні стічні води», за В.І. Калицун, 1987, чи «зливово-талий стік» за В.М. Самойленко, 2007), на урбанізованих територіях формують опади (переважно осінні та весняні), талі та поливо-мийні води.

Серед наслідків процесів урбанізації - забруднення зливово - талим стоком водних об'єктів, - виступає як один з небезпечних та недостатньо досліджених сучасних процесів. Загострилася ця проблема і для водних об'єктів м. Харкова. Гідрохімічні показники якості води річок (Харків, Лопань, Уди) на вході у місто

достатньо високі; за містом (нижче за течією) якість значно знижується, а саме: високі показники БСК₅, вмісту ніколу, купрумів та цинку, сульфатів та азоту амонійного [5]. Тому дослідження впливу поверхневого стоку атмосферного походження на водні об'єкти і на урболандшафти та зменшення їх негативного впливу є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Головними характеристиками стічних вод за В.І. Калицуном є: 1) їх кількість, що характеризується витратою води; 2) компонентами забруднення, їх вмістом у стічних водах, які в свою чергу характеризуються концентрацією забруднення; 3) рівномірність чи нерівномірність утворення стічних вод на водозбірному басейні та потрапляння їх у водовідвідні системи (чи у водні об'єкти по схилах рельєфу) [6]. Поверхневий стік з території міст є інтенсивним фактором антропогенного навантаження на природні водні об'єкти. Обумовлено це тим, що при існуючих системах очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод забрудненість водних об'єктів продовжує наростати в основному за рахунок скидання в них поверхневого стоку, оскільки основна кількість поверхневого стоку надходить у водойми без очищення (у тому числі 100% з територій житлових масивів), а наявні на окремих промислових підприємствах споруди з очищення зливових вод практично не експлуатуються у зв'язку з їх фізичною і моральною зношеністю. На інтенсивність забрудненості поверхневого стоку з території населених пунктів впливають такі

фактори, як благоустрій території, щільність населення, інтенсивність руху транспорту і пішоходів. Із загальної кількості забруднюючих речовин, що містяться у всіх видах стічних вод, що відводяться з території міста, на частку поверхневого стоку в даний час доводиться: близько 78% завислих речовин, 20% органічних речовин (за БСК₅) і 68% нафтопродуктів. Ці показники постійно змінюються в процесі урбанізації [5-13].

В.І. Калишун (1983) запропонував класифікацію забруднюючих речовин, що присутні в поверхневому стоці міських територій: 1) мінеральні і органічні домішки природного походження, що утворюються в результаті адсорбції газів з атмосфери і ерозії ґрунту; 2) грубо дисперсні домішки (частинки піску, глини, гумусу), а також розчинені органічні і мінеральні речовини; 3) речовини техногенного походження в різному фазово-дисперсному стані (нафтопродукти, компоненти дорожніх покриттів, з'єднання важких металів, що вимиваються, ПАР та інші компоненти, бактерійні забруднення, що потрапляють у поверхневий стік при поганому санітарно-технічному стані території та каналізаційних мереж [6].

Дослідженнями встановлено, що кількісні та якісні характеристики поверхневого стоку атмосферного походження змінюються, насамперед, відповідно до сезону [7,10,11]. Осінній та весняний сезони характеризуються певною кількістю опадів, температурою повітря, інтенсивністю, тривалістю дощу й цілою низкою гідрохімічних показників, які різняться за сезонами дослідження. Літні дощі мають свої характеристики, які, зазвичай, відрізняються від осінніх та весняних. Талі води формують поверхневий стік у зимово-весняний період. Кількісно-якісні характеристики талих вод залежать від висоти снігового покриву, вивозу снігу з міста чи складування його на урбанізованій території, використання пісково-снігових сумішей і т. і.

При огляді тематичної літератури, найбільш широко представлені дослідження процесів формування поверхневого стоку зливовими водами [9,10], перенесення забруднюючих речовин до річкових вод [11], моделювання даних процесів [7,8] та еколого - економічної оцінку впливу поверхневого стоку на водні об'єкти [9]. У роботі Г.І. Денисика, О.І. Бабчинської (2006) була здійснена спроба оцінки впливу населених пунктів на якість поверхневих вод. Було виявлено, що у водах річки, що протікає через урбанізовану територію міститься від 36 до 52 хімічних речовин, які не властиві природним водам досліджуваного регіону, а цей

факт викликає необхідність вивчення в процесі виконання оцінки якості річкових вод не тільки гідрохімічні компоненти водного середовища, а також і забруднюючі речовини антропогенного походження. В.М. Самойленко та К.О. Верес [8], наголошують, що саме невеликі за розміром басейни малих річок мають істотний ступінь урбанізації, що призводить до прискорення процесу деградації, бо ландшафтно-урбанізаційні системи останніх починають наближатись до повного домінування їх антропогенної підсистеми. Річка Харків, що частково протікає на урбанізованій території м. Харкова відноситься за розміром водозбірного басейну саме до малих річок (р. Харків, F = 1160 км², L = 71 км).

Особливо небезпечним є відведення неочищеного поверхневого стоку з території міст і особливо з автошляхів та мостів у водні об'єкти, що приводить до замулювання водних об'єктів, але й до забруднення їх нафтопродуктами та іншими домішками [10]. Результати досліджень багатьох науковців вказують, що основним джерелом забруднення поверхневого стоку атмосферного походження є автотранспорт [6,7,10,13].

В результаті аналізу сучасних досліджень про вплив урбанізованих територій на якість річкових вод можна зробити висновок, що така зацікавленість, насамперед, пояснюється постійним збільшенням відсоткової частки урбанізованої території, строкатим впливом урбанізованого середовища на гідрохімічні та антропогенні показники річкової води, та, на жаль, аварійними ситуаціями, пов'язаних зі зливовими водами (Диканівка, Харків, 1995) та талими водами (Київ, 2013). Ми погоджуємося з думкою О.О. Дмитрієвої (2013), що сучасна організація та управління водокористуванням у населених пунктах спрямовані на забезпечення потреб населених пунктів, а збереження стану водних об'єктів, і насамперед, річкових вод - лише декларується. Тому якість поверхневих вод продовжує залишатися важливою проблемою, особливо уваги потребують річкові води, що знаходяться під безпосереднім впливом поверхневого стоку урбанізованих територій.

Мета дослідження – встановити стан якості зливово-талого стоку, що формується під впливом транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків.

До головних завдань, що вирішуються в роботі, віднесені: 1) розрахунок кількісних показників утворення поверхневого стоку атмосферного походження з водозбірного басейну р. Харків; 2) визначення окремих хімічних показників якості, серед яких: водневий показник, вміст азоту, нафто-

продуктів, важких металів, ПАВ у поверхневому стоці атмосферного походження, їх зіставлення та аналіз.

Об'єкт дослідження – зливово-талій стік, що формується під впливом транспортної урбофункціональної підсистеми водозбірного басейну р. Харків.

Предмет дослідження - особливості зв'язку між кількісно-якісним вмістом забруднюючих речовин у зливово-талому стоці водозбірного басейну р. Харкова та станом різноступеневого антропогенного забруднення на урбанізованій території дослідження.

Фактичні дані, які використовуються, були отримані самостійно. Впродовж 2012-2013 рр. проведено відбір проб дощів та зливово-талого стоку, що утворювався на площі водозбірного басейну.

Методичні основи дослідження. Для дослідження стану якості зливово-талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми була надана територіально-функціональна характеристика водозбірного басейну, який знаходиться під впливом урбанізованих процесів та встановлені репрезентативні ділянки з відбору проб зливово-талих вод. Вибір ділянок базувався на аналізі існуючого антропогенного навантаження, режиму опадів, рельєфу місцевості та переліку показників, що досліджувалися. Особлива увага приділялась дослідженню впливу автотранспорту. Досліджувалась інтенсивність руху автотранспорту на автошляхах. Відбір проб зливово-талого стоку проводився за сезонами. Хімічний аналіз стану стоку прово-

дився за допомогою наступних методів: атомно - абсорбційної спектрометрії (визначався вміст важких металів – купруму, свинцю, цинку, хрому, мангану, кадмію, ніколу та кобальту), гравіметричного (вміст зважених речовин та сульфатів), колориметричного (СПАР, загальне залізо, нітрати, нітрیتی, аміак), титриметричного аналізу (жорсткість, лужність, вміст хлоридів). Отримані результати стали основою для оцінки стану якості зливово-талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми. Оцінка стану якості зливово-талого стоку проводилась за тимчасовими рекомендаціями, розробленими В.М. Хватом та ін. (1975), [11].

Виклад основних матеріалів дослідження. Для дослідження умов формування якості поверхневого стоку на урбанізованій території водозбірного басейну р. Харків розглянемо територіально-функціональну структуру території дослідження та надамо їй характеристику.

Площа водозбірного басейну р. Харків становить 116 тис. га [14]. Площа басейну в урбосистемі складає 4556, 8 га (це близько 25% площі водозбірного басейну річки). З них 501,3 га зайнято зеленою зоною міста (11% від загальної площі урбанізованої території водозбору). До системи зеленої зони тестової геосистеми входять: лісопарк, парки, сквери, сади, алеї, декоративні газони, міксбортери, боскети. Під житловою забудовою (багатоповерховою, малоповерховою) зайнято 1002 га (22 % від загальної площі). Дороги з твердим покриттям, в т.ч. автошляхи, займають 729 га (16 % від загальної площі) та 1016,2 га (рис. 1).

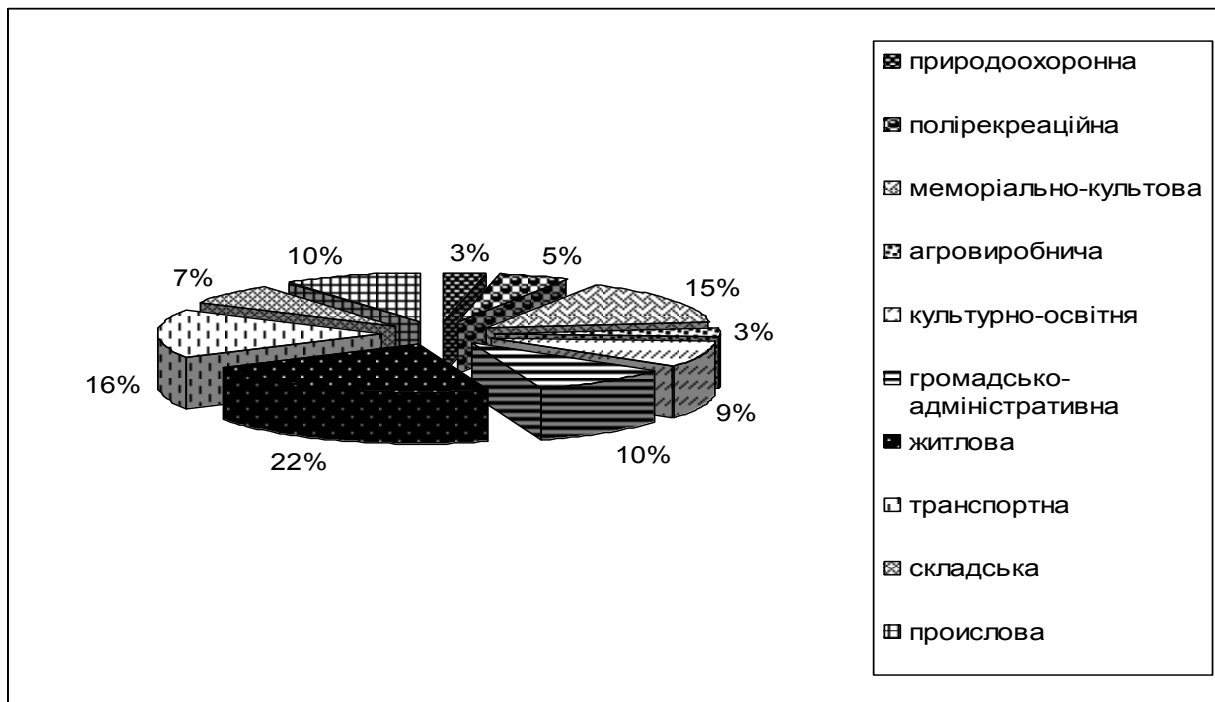


Рис. 1. Типи урбофункціональних підсистем у басейні геосистеми р. Харків (у %)

Для ідентифікації чинників, що впливають на кількісну характеристику поверхневого стоку важливим є складові індексу антропоізації. За В.М.Самойленком (2007), індекс антропоізації відображає загальну частку площі урбанізованої басейнової геосистеми і її підсистем, антропогенне перетворення (визначається за домінуючою функціональною ознакою урбаністичного природокористування) та глибини цього перетворення.

Аналіз типів урбофункціональних підсистем у басейні геосистеми р. Харків (рис.1) вказує, що найбільші площі басейну займає житлова зона, громадсько-адміністративна, промислова, транспортна, складська. Домінування житлової та транспортної підсистем в межах урболандшафтної басейнової геосистеми сприймаються як головні джерела забруднення зливно-талих вод, а природоохоронна (3%) та полірекреаційна (5%) підсистеми слугують для очищення вод досліджуваної категорії.

Аналіз даних Управління екології та природних ресурсів в Харківській області вказує на те, що в р. Харків на території міста здійснюються скиди забруднюючих речовин промисловими підприємствами. Загальний скид забруднюючих речовин у 2012 р. склав 224,2 т. Основними забруднювачами є завислі речовини, азот амонійний, нітрити, нітрати, фосфати та сухий залишок. У складі забруднення найбільшу вагу має сухий залишок, що складає 93% від загального забруднення [14]. Також, через меншу кількість скидів у північно-західній частині басейну річки такі фізичні показники якості води як прозорість, кольоровість вищі за показники у пробах води, що відібрані у гирлі р. Харків (центральна частина міста). Різні показники за БСК₅ та розчинного кисню свідчать про високий потенціал до самоочищення у руслі річки при вході у місто (що сприяє окислювальним процесам), ніж у гирлі річки.

Для дослідження якості зливно-талих вод, що потенційно слугують джерелом забруднення вод р. Харків було проведений вибір репрезентативних ділянок дослідження. Ділянки вибирали з урахуванням морфологічно-позиційних підсистем басейну р. Харків, розташування домінуючих урбофункціональних підсистем та місцерозташування спеціальних лотків та каналів мережі зливної каналізації. Тому нами були обрані найбільш типові, що виступатимуть ймовірними джерелами забруднення зливно-талих вод в урбанізованій геосистемі басейну р. Харків: Московський проспект, сел. Жуковського та вул. Шевченко.

Відомо, що кількість винесених забруднюючих речовин зливно-талими водами з басей-

нових підсистем суттєво залежить від інтенсивності, тривалості, частоти випадання опадів [6,7]. Тому загальна кількість забруднень, що змивається з одиниці водозбірної поверхні буде істотно змінюватися в залежності від характеру дощу. За даними Гідрометцентру м. Харкова встановлено, що найвища кількість опадів на території м. Харкова у 2012 р зафіксована у жовтні, грудні та січні. Також, на ці місяці припадає найбільша кількість днів з опадами, що призводить до утворення значної кількості поверхневого стоку. Визначено розрахункові витрати дощових вод ($W\delta$, форм.1), що утворюються на урбанізованій геосистемі басейну за певний період часу (розрахунковий період на протязі одного дощу) та визначаються за формулою [6,11]:

$$W\delta = 10 \times H \times \Psi \times F \quad (1),$$

де H - шар опадів, мм,

Ψ - загальний коефіцієнт стоку, (який рекомендується приймати рівним: при визначенні добового обсягу дощового стоку - (0,7 - 0,8),

F - площа стоку, га.

Встановлено, що витрати загальної кількості дощових вод на території урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків від 16.09.2012 р. та від 6.11.2012 р складають: на території урбофункціональних природоохоронних, полірекреаційних підсистем 11642,4 м³ та 35280 м³ дощових вод; на території житлових, громадсько-адміністративних, культурно-освітніх підсистем - 1281,99 м³ та 185703 м³; на території транспортної підсистеми 19404 м³ та 58800 м³; на території агропромислових підсистем (без забудови) - 12933,69 м³ та 39193 м³. В цілому, на території урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків від 16.09.2012 р. розрахункова витрата загальної кількості дощових вод складає 105262,08 м³ та 318976 м³ від 6.11.2012 р. відповідно (рис. 2).

Аналіз добового обсягу дощового стоку доводить відому тезу про те, що на територіях під забудовою та автошляхах обсяг добового поверхневого стоку вищий, ніж на територіях під зеленими насадженнями та на пустирі. Добовий обсяг поверхневого стоку майже однаковий для територій під забудовою та на автошляхах при високому шарі опадів (16.09.2012), а при малому (низькому) шарі опадів добовий обсяг поверхневого стоку практично однаковий для доріг з покриттям та пустирі. Таким чином, можна прийти до висновків, що при низькому шарі опадів головним джерелом забруднення поверхневого стоку виступає територія під забудовою.

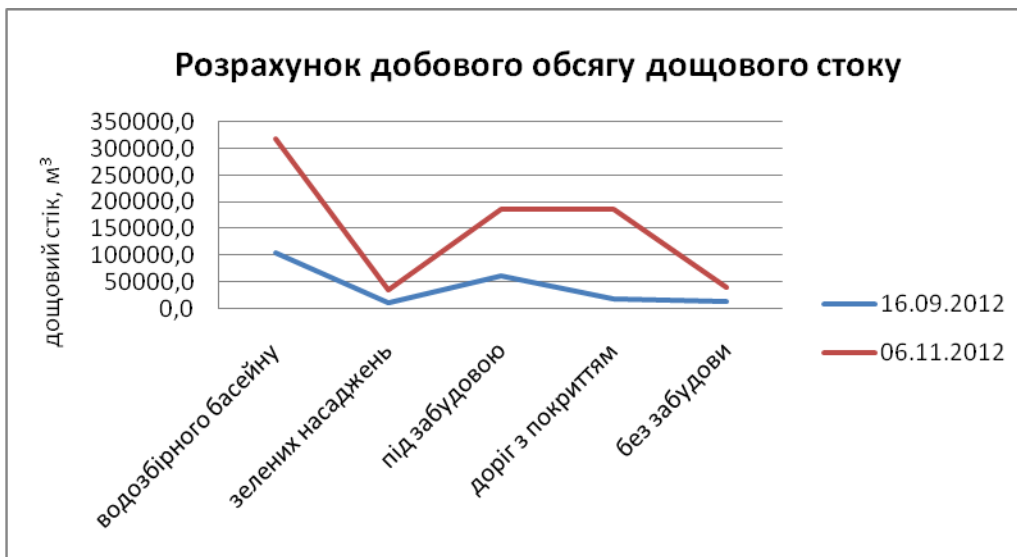


Рис. 2. Обсяг добового зливно-талого стоку, що сформувався на території урболандшафтної підсистеми водозбірного басейну р. Харків за час проходження дощів у вересні та листопаді 2012 р.

Також розраховані витрати талих вод (q , форм. 2) [6,11] на території дослідження:

$$q = \frac{5,5}{10+T} \times h_c \times K \times F, \quad (2),$$

де T – тривалість стікання води (час добігання, год.),

h_c – шар стоку за 10 денних годин, мм;

K – коефіцієнт, який враховує частковий вивіз і підгортання снігу;

F – площа стоку, га

Розрахункові витрати талих вод, що сформувалися на території урболандшафтної геосистеми басейну р. Харків: 160125 м³; на території урбофункціональних природоохоронних, полірекреаційних підсистем 17710,6 м³; на території житлових, громадсько-адміністративних, культурно-освітніх підсистем - 93222,9 м³; на території транспортної підсистеми - 29517,6 м³; на території агропромислової підсистеми (без забудови) 19674,9 м³.

При розрахунках витрат дощових і талих вод під різними типами урбофункціональних підсистем, спостерігаємо, що при співставленні витрат дощу та талих вод (при практично однаковій висоті шару дощу) під зеленими насадженнями розрахункових витрат талих вод на третину більше, ніж розрахункових витрат дощу; практично у два рази більше талих вод на території під забудовою (це з урахуванням коефіцієнту вивезення снігу) і незначна перевага розрахункових витрат талих вод для транспортної урбофункціональної підсистеми. Таким чином, можна зробити висновок, що у період сніготанення головним джерелом забруднення та найбільшим за об'ємом утворення талих вод виступають транспортна, житлова та культурно-освітня урбофункціональні підсистеми.

На репрезентативних ділянках дослідження були проведені відбори проб дощової води та зливно-талих вод. Проведено хімічний аналіз вказаних типів води за фізичними (вміст зважених речовин, прозорість) та хімічними показниками якості води (рН, нафтопродукти, важкі метали та ін.). Аналіз вмісту хімічних елементів у пробах зливно-талих вод показав, що вміст забруднюючих речовин знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії [11], (рис. 3-6).

Характеристика фізичних показників та рН у поверхневому стоці атмосферного походження вказує на практично однакові їх величини. Проте, загальна жорсткість (вміст розчинених солей магнію і кальцію) та вміст зважених речовин є вищим у стоках транспортної підсистеми сел. Жуковського. Причиною цього, на наш погляд, є стан автошляхів та потрапляння забруднюючих речовин не тільки від автотранспорту (якого тут незначна кількість), але й від сусідніх урбофункціональних підсистем (житлової, агропромислової, полірекреаційної, тощо).

Аналіз вмісту загального заліза, нітритів та ПАР у поверхневому стоці атмосферного походження вказує на їх високий вміст у стоках транспортної підсистеми пр. Московського, а нітритів, більше у стоках транспортної підсистеми сел. Жуковського. Причинами такого стану якості слугує значна кількість автотранспорту на пр. Московському та домінування приватної агропромислової урбанізованої підсистеми біля транспортної підсистеми сел. Жуковського.

Аналіз вмісту хлоридів, сульфатів та аміаку у поверхневому стоці атмосферного

походження вказує, що транспортній підсистемі вул. Шевченко, вміст хлоридів та сульфатів, вищий, ніж у стоках транспортних підсистемах

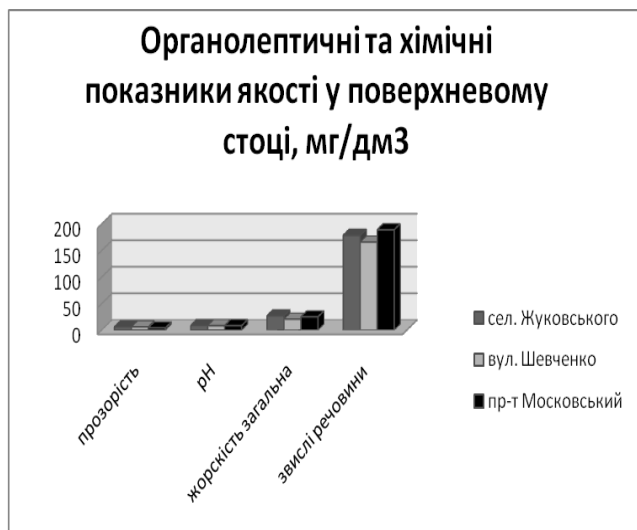


Рис. 3. Фізичні показники та рН у поверхневому стоці атмосферного походження (2013р.)

сел. Жуковського та пр. Московському. Першопричиною цього може бути якість дорожнього покриття.

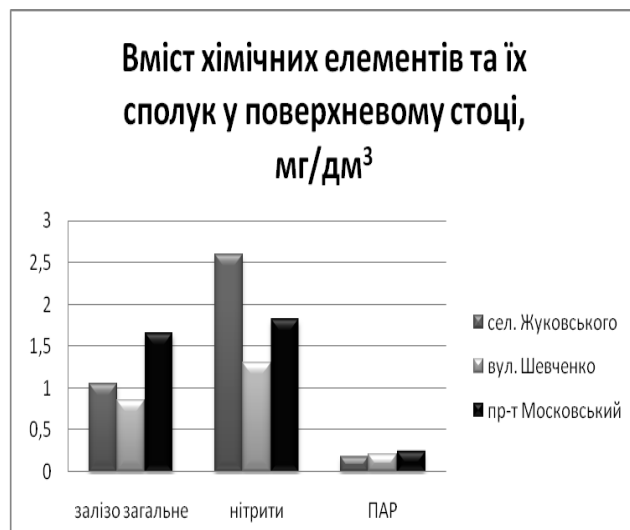


Рис. 4. Вміст загального заліза, нітритів та ПАР у поверхневому стоці атмосферного походження (2013р., мг/дм³)

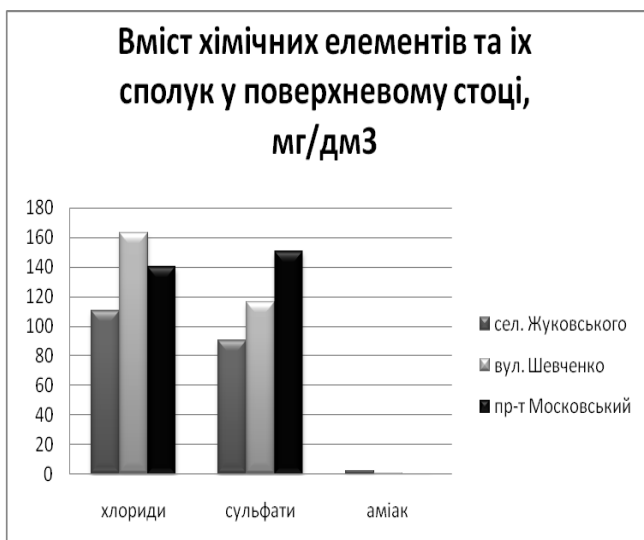


Рис. 5. Вміст хлоридів, сульфатів та аміаку у поверхневому стоці атмо-сферного походження (2013р., мг/дм³)



Рис. 6. Вміст важких металів у поверхневому стоці атмосферного походження (2013р., мг/дм³)

Аналіз вмісту важких металів у поверхневому стоці атмосферного походження показує, що стоки транспортної підсистеми сел. Жуковського мають низькі показники якості за: плумбумом, цинком, манганом та ніколом. Значення якості води відповідно до сполук цих елементів на інших транспортних підсистемах є набагато вищими. Причинами такого явища є затори, незадовільний стан автотранспорту.

Нами було проведено аналіз вмісту хімічних сполук в у пробах талих води, відібраних у період сніготанення у 2013р. Результати аналізу показали, що якість талої води знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії [14], (рис. 7-8). Проте слід відмітити високий вміст

розчинених солей калію і магнію, що дає високу жорсткість стічних вод, що формуються під впливом транспортних підсистем.

Аналіз вмісту важких металів у талих водах показує, що якість стічних вод урбанізованої транспортної підсистеми сел. Жуковського є найвищою. Якість талих вод транспортної підсистеми пр. Московського досить низька: спостерігається високий вміст кобальту, ніколу та цинку. Вміст купруму у талих водах транспортних підсистем, що досліджуються практично однаковий. Низьку якість талих вод пр. Московського, насамперед, можна пояснити інтенсивним рухом

автотранспорту та довготривалими заторами у центральній частині міста.

Висновки. У результаті дослідження впливу транспортної урбофункціональної підсистеми формування якості зливно-талих вод можна зробити висновок, що проблеми утворення та скиду вод даної категорії залишається актуальною через її не вирішеність, а дослідження з даної тематики мають невеликий або разовий ряд досліджень.

Дотримуємось думки, що головними характеристиками зливно-талих вод є: об'єм, що характеризується витратою води; рівномірність чи нерівномірність утворення стічних вод на площі водозбірного басейну та потрапляння їх у водовідвідні системи (або у водні об'єкти по схилам рельєфу); забруднюючі речовини та їх концентрація.

Аналіз типів урбофункціональних підсистем у басейні геосистеми р.Харків вказує, що найбільшу площу басейну займає житлова зона – 22%, а найменшу природоохоронна – 3%. Зіставлення площ морфологічно-позиційних підсистем басейну р.Харків дозволило дійти висновку про перевагу місцевостей лесових вирівняних терас. Домінування житлової та транспортної підсистем в межах урболандшафтної басейнової геосистеми на лесових вирівняних

терасах сприймаються як головні джерела забруднення зливно-талих вод, а природоохоронна та полірекреаційна підсистеми слугують для очищення вод досліджуваної категорії.

Аналіз добового обсягу дощового стоку вказує, що на територіях під забудовою та автошляхах обсяг добового поверхневого стоку вищий, ніж на територіях під зеленими насадженнями та на пустирі. Добовий обсяг поверхневого стоку майже однаковий для територій під забудовою та на автошляхах при високому шарі опадів, а при низькому шарі опадів добовий обсяг поверхневого стоку практично однаковий для доріг з покриттям та для територій без забудови.

В результаті дослідження якості зливно-талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків встановлено, що кількість забруднюючих речовин знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії. Проте, поверхневий стік атмосферного походження, що формується дощовими водами характеризується підвищеним вмістом зважених речовин, нітратів, сульфатів, хлоридів; забруднення талими водами мають низьку якість за показниками загальної жорсткості та за вмістом деяких окремих важких металів: плюмбуму, цинку, мангану та ніколу.

Література

1. Національний план дій з гігієни довкілля. Постанова Кабінету Міністрів України № 1556 від 13 жовтня 2000 р. [Текст].
2. Указ Президента України від 25 квітня 2013 року «... стан безпеки водних ресурсів держави та якість питної води в містах і селах України» [Текст].
3. Директиви ЄС «Міські стічні води» 91/271/ЄЕС [Текст].
4. Водний Кодекс України [Текст] // Відомості Верховної Ради України. – 1995. – 24 с.
5. Ричак Н. Л. Формування якості річкових вод під впливом поверхневого стоку з урбанізованих територій [Текст] / Н. Л. Ричак // Вісник Харківського університету. Серія «Географія–Геологія–Екологія». Вид-во ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – С. 250–260.
6. Калишун В. И. Водоотводящие системы и сооружения [Текст] : Учеб. для вузов / В. И. Калишун. – М. : Стройиздат, 1987. – 336 с.
7. Ralf Rentz (2011). *Water and Sediment Quality of Urban Water Bodies in Cold Climates. Doctoral Thesis. Lulea, 155 pp.*
8. Самойленко В. М. Моделювання урболандшафтних басейнових геосистем [Текст] / В. М. Самойленко, К. О. Верес. – К. : Ніка-Центр, 2007. – 296 с.
9. Мануйлов М. Б. Эколого-экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, на качество поверхностных вод [Текст] / М. Б. Мануйлов, А. К. Шевченко // Экономика розвитку. – Харків : Вид-во ХНЕУ, 2006. – № 3(39). – С. 18-24.
10. Хват В. М. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока на урбанизированных территориях [Текст] / В. М. Хват, В. М. Московкин, М. Б. Мануйлов, О. П. Роненко // Метеорология и гидрология, 1991. – № 2. – С. 54–57.
11. Хват В. М. Временные рекомендации по предотвращению загрязнения вод поверхностным стоком с городской территории (дождевыми, талыми, поливочными водами) [Текст] / В. М. Хват, А. В. Рокшевская. Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод. – Москва, 1975. – 42 с.
12. Денисик Г. І. Селитебні ландшафти Поділля. Вінниця [Текст] / Г. І. Денисик, О. І. Бабчинська. – Вінниця : ПП Видавництво «Теза», 2006. – 256 с.
13. Дмитрієва О. О., Хоренжя І. В. Екологічно безпечне водовідведення з території м. Одеса в аварійних ситуаціях: [монографія] / О. О. Дмитрієва, І. В. Хоренжя. – Х. : Видавництво Іванченка І. С., 2013. – 158 с.
14. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області за 2012 рік [Текст] / Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Харківській області. – Х., 2011 р. – 240 с.