

УДК: 911+504

Н. Л. РИЧАК¹, канд. геогр. наук, доц., О. М. ГРИЧАНИЙ¹

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

e-mail: rychak@karazin.ua <https://orcid.org/0000-0003-1620-3059>

ОЦІНКА НАВАНТАЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ НА ВОДНИЙ ОБ'ЄКТ В УМОВАХ УРБОЛАНДШАФТУ

Якість поверхневих вод залишається сьогодні важливою проблемою. Особливо гостро це стосується водних об'єктів, що розташовані в урболандшафтних басейнових геосистемах. **Мета.** Оцінити навантаження стічних вод атмосферного походження урболандшафтної басейнової геосистеми на води річки (на прикладі р. Харків). **Методи.** Польові ландшафтно-екологічні, ландшафтно-геохімічний; камерально-аналітичний; системний аналіз; хіміко-аналітичні; статистичні. **Результати.** Проведена оцінка стану поверхневих вод під впливом навантаження від поверхневого стоку атмосферного походження впродовж 2014-2016 рр., та частково 2017-2019 р., що сформувався під впливом транспортної (частково житлової) підсистеми урбанізованої території та поверхневих вод р. Харків. За сольовим складом характеристика якості води – «помірно забруднена» (1,6); за трофо-сапробіологічними показниками якість води характеризується як «забруднена» (від 3,1 до 2,75 за течією річки). Саме у цьому створі добре демонструється вплив стічних поверхневих вод, що формуються в умовах міського середовища на якість природних вод. Найвність високих значень забруднювачів та природних чинників. Оцінка якості води за вмістом специфічних показників «помірно забруднена» (від 2,28 до 1,85). **Висновки.** Вода р. Харків, що зазнає потужного впливу від урбанізованого середовища має III клас якості, вода «помірно забруднена». Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневим стоком вже на середній частині річки, яке зростає відповідно до умов функціонування урболандшафтів та антропогенного (транспортного) навантаження.

Ключові слова: навантаження, поверхневий стік, атмосферне походження, урболандшафтна басейнова геосистема

Rychak N. L., Grychanyi O. M.

V. N. Karazin Kharkiv National University

ESTIMATION OF IMPACT FROM SURFACE RUNOFF ON WATER OBJECTS IN URBAN LANDSCAPE CONDITIONS

The quality of surface water remains an important issue today. This is particularly acute for water bodies located in the urban-basin geosystems. **Purpose.** To estimate pressure of atmospheric precipitation within the urban landscape basin geosystem on the river water (by example of the Kharkiv river). **Methods.** Field landscaping, ecological, landscape-geochemical; analytical; system analysis; chemical analytical; statistical **Results.** An assessment of the state of surface waters under the impact from the surface runoff of atmospheric origin during 2014-2016, and partly from 2017-2019, formed under the influence of the transport (partly residential) subsystem of the urban area and surface waters in Kharkiv. On the salt content, the characteristic of water quality is "moderately polluted" (1,6); on the tropho-saprobological indicators, the quality of water is characterized as "polluted" (from 3.1 to 2.75 along the river). It is in this context the impact of waters, which is formed in the conditions of the urban environment for the quality of natural waters, is well demonstrated. The presence of high values of pollutants and natural factors. The assessment of the quality of water on the content of specific indicators is "moderately polluted" (from 2.28 to 1.85). **Conclusions.** The water of the Kharkiv region, which has a strong influence from the urban environment, has a grade III quality; the water is "moderately polluted". Environmental assessment indicates the impact of surface runoff already on the middle part of the river, which increases in accordance with the conditions of the operation of urban landscapes and anthropogenic (transport) load.

Keywords: loading, surface runoff, atmospheric origin, urban landscape basin geosystem

Рычак Н. Л., Гричаний О. М.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

ОЦЕНКА НАГРУЗКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ В УСЛОВИЯХ УРБОЛАНДШАФТА

Качество поверхностных вод остается сегодня важной проблемой. Особенно остро это касается водных объектов, расположенных в урболандшафтних бассейновых геосистемах. **Цель.** Оценить нагрузку сточных вод атмосферного происхождения урболандшафтной бассейновой геосистемы на воды реки (на примере реки Харьков). **Методы.** Полевые ландшафтно-экологические, ландшафтно-геохимический; камерально-аналитический; системный анализ; химико-аналитические; статистические. **Результаты.** Проведена оценка состояния поверхностных вод под воздействием нагрузки от поверхностного стока

атмосферного походження на протязі 2014-2016 гг., і частинно 2017-2019 г., сформований під впливом транспортної (частинно житлової) підсистеми урбанізованої території і поверхневих вод р. Харків. По солевому складу характеристика якості води - «умерено забруднена» (1,6 по трофі-сапробіологічним показателям) якість води характеризується як «забруднена» (от 3,1 до 2,75 по теченню річки). Іменно в цьому створі добре демонструється вплив стічних поверхневих вод, формуються в умовах міської середовища на якість природних вод. Наявність високих значень вмісту забруднювачів і природних факторів. Оцінка якості води по вмісту специфічних показників «умерено забруднена» (от 2,28 до 1,85). **Висновки.** Вода р. Харків, піддається сильному впливу урбанізованої середовища має III клас якості, вода «умерено забруднена». Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневого стоку вже в середній частині річки, яка росте в відповідності з умовами функціонування урбанізованого ландшафту і антропогенної (транспортної) навантаження.

Ключові слова: навантаження, поверхневий сток, атмосферне походження, урбанізаційна басейнова геосистема

Вступ

У роботі надано оцінку навантаженню, яке спричиняють стічні води на водний об'єкт. Низька швидкість течії річки в місті, замулення води та дна русла в результаті седиментації зважених речовин, зменшення об'єму стоку та витрат води виступають допоміжними чинниками забруднення та загального зниження функціональності екосистеми. Пріоритетними урбанізаційними підсистемами, що в найбільшій мірі виступають джерелами забруднення поверхневих вод у місті в межах басейнових геосистем, – є транспортна та житлова (сумісно з культурно-освітньою та громадсько-адміністративною). Ці підсистеми характеризуються «високим ступенем антропоїзації та низькою здатністю до саморегуляції» В. Самойленко, 2007 [15, стор.17]. Навантаження від забруднення неорганізованим поверхневим стоком негативно впливає на екосистему річки і знижує потенціал об'єкту для досягнення та підтримання оптимальної якості об'єкту.

За В. І. Данилов – Данильєвичем (2000), «Екологічно допустимий рівень антропогенного впливу на природу, що не перевищує порог стійкості екосистеми та визначає максимально можливі обсяги втручання людини у хід природних процесів масоенергообміну на різних рівнях, обмежує можливі обсяги антропогенного забруднення навколишнього середовища» [5, Т1, стор. 329]

Надання оцінки навантаження на екосистему річки від неорганізованого стоку дощових та талих вод, що формується в умовах транспортної підсистеми є актуальною темою. Визначення навантаження та його вплив на якість води у річці дасть змогу визначитися з рекомендаціями для досягнення оптимальних умов існування урбанізованого ландшафту.

Дослідження такого спрямування передбачені Водною рамочною директивою ЄС 2000/60/ЄС [1], Директивою ЄС «Міські стічні води» [3], Загальнодержавною програмою розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів України на 2012-2020 роки [6] та ін. Програми спрямовані на досягнення та підтримання збалансованого екологічного та хімічного станів поверхневих водних об'єктів, що потерпають від урбанізованого навантаження. Ці програми визначають актуальність теми дослідження.

За Masterson J. P. (1997), потрапляння поверхневого стоку у водні об'єкти викликає цілу низку проблем. Найголовніша з них, це порушення цілісності водного об'єкту, а також, перевищення ГДК хімічних речовин у водному об'єкті, забруднення придонного шару. Ці порушення призводять до гострих і хронічних токсичних дій на гідробіоти та до ерозії каналів, що виникає в результаті значної інтенсивності потоку поверхневих стічних вод [19].

Основними водними ресурсами урбанізаційної басейнової геосистеми р. Харків є сама річка з її притоками, болотами, штучними водоймами, а також підземними водами. Гідрографічні об'єкти цієї території належать до басейну р. Харків, яка відноситься до басейну р. Лопань, яка, в свою чергу, належить до басейну р. Уди, а остання - належить до басейну р. Сіверський Донець.

В сучасних умовах якість води у р. Харків погіршується [9, 11, 18]. Причинами цього явища є незбалансоване водоспоживання та водокористування, а також поверхневий стік з урбанізованої території [9, 11-14, 15, 16, 18], який лише частково упорядкований завдяки дощовій каналізації і є різко змінним у часі [11, 12] за кількісними та якісними характеристиками [11]. Оцінити

складову частину забруднень, які надходять у водойми з поверхневим стоком досить складно. Якщо долю організованих (локалізованих в межах зазначених ділянок) джерел можна безпосередньо врахувати при побудові моделей [15], то при неорганізованих (розповсюджених на значних ділянках безпосередньо для їх врахування) потрібно розглядати інші методи [15, 18].

Аналіз багатьох наукових досліджень показав, що автотранспорт та об'єкти транспортної інфраструктури є важливим чинником, який формує хімічний склад стічних вод атмосферного походження [9, 11-14, 16,18].

Вплив стічних вод, що формуються в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків фрагментарно досліджувалися [9, 11-14, 18]. Результати дослідження добового обсягу дощового стоку показали, що кількість забруднюючих речовин знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії. Але стічні води характеризуються підвищеним вмістом зважених речовин, нітратів, сульфатів, хлоридів; а стік, сформований талими водами характеризується низькою якістю за показниками загальної жорсткості та за вмістом: плюмбуму, цинку, мангану та ніколу [11].

С. Мостепан (2010) виділяє дві складові у забрудненості зливових вод: основну, яка визначається зливом та накопиченням на поверхні забруднень, та фонову, що виникає через ерозію самих поверхонь, стан дорожнього покриття та бордюрів, похил земель-

ної ділянки та автодороги та від інтенсивності дощів; та відмічає для водних об'єктів м. Харкова такі перевищення ГДК_{к.п.}: це: нафтопродукти, цинк, хром [9].

Інформаційні результати, які цікаві нам за тематикою та територіальною прив'язкою нашого дослідження, отримані В. Юрченко та ін. (2012). Авторами експериментально встановлено, що у складі змивів з автошляхів присутні підвищенні концентрації амонійного азоту; найвища концентрація органічних сполук серед завислих речовин спостерігається в змиві з територій автостоянки та з покриття, де паркуються автомобілі, а їх концентрація позитивно корелює з інтенсивністю руху. Крім цього, визначено низьку ефективність осадження завислих речовин [18].

Таким чином, стан, хімічний склад стічних вод досліджувався для урболандшафтної басейнової геосистеми, проте безпосереднє навантаження на якість поверхневих вод та їх екологічна оцінка стосовно даного навантаження не проводилась.

Метою роботи є оцінити навантаження стічних вод атмосферного походження урболандшафтної басейнової геосистеми на води річки (на прикладі р. Харків).

Для дослідження обрана урболандшафтна басейнова геосистема р. Харків, яка потужно потерпає від навантаження в умовах м. Харкова.

Об'єкт дослідження – якість поверхневих вод р. Харків.

Методи та методика дослідження

Вихідними даними для роботи є фактичні дані, які отримані впродовж 2014-2016 рр., та частково 2017 р. Проведено відбір проб стоку вод атмосферного походження, що сформувався під впливом транспортної (частково житлової) підсистеми урбанізованої території та поверхневих вод р. Харків.

При дослідженні використано такі методи: польові, ландшафтно-екологічний з використанням топографічних карт; ландшафтно-геохімічний; камерально-аналітичний; для аналізу інформаційної бази дослідження та вихідних даних (геоморфологічних, гідрологічних, метеорологічних та техногенних процесів) – методи системного аналізу; для отримання вихідних даних (хімічний склад проб води) застосовувано лабораторні хіміко-аналітичні методи; для обробки отриманих результатів вихідних

даних та для оцінювання навантаження застосовано статистичні методи.

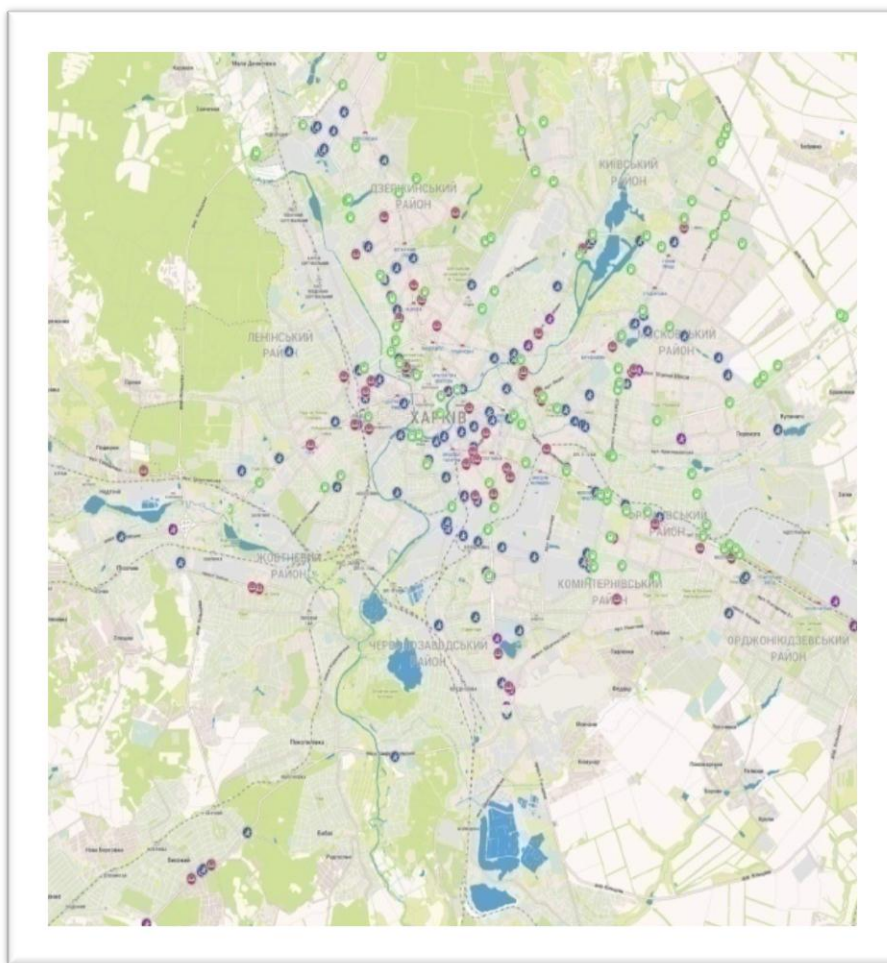
Для проведення оцінки навантаження поверхневого стоку, що утворюється в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми на поверхневі води річки Харків, були використані сучасні методики та нормативні документи відповідно до об'єкту та предмету дослідження.

Польові дослідження – відбір проб води проводилися протягом усього періоду спостереження. На першому етапі (2014-2015 рр.) проведено відбір поверхневого стоку, що утворюється в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків.

На другому етапі (2016-2017, 2017-2019 рр.) дослідження доповнено відбором поверхневих вод річки за сольовими, трофо-сапробіо-логічними та специфічними

(токсичними) показниками. Детальне дослідження (на першому етапі) природних та антропогенних умов формування урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків, а саме: геоморфологічні умови, гідрологічні, ґрунтово-рослинні та їх зміна під впливом урбанізованих процесів, дали змогу уточнити розташування місця дослідження (рис.1). Ці місця – це створи річки, куди потрапляє неорганізований поверхневий стік, що сформувався в умовах (домінантних, більше ніж 60%) транспортної функціональної підсистеми міста (рис. 1). Нами обрано ділянки створу №1 – це гирло річки (1 км). Даний створ річки входить у мережу регіональних моніторингових досліджень, які проводять для оцінки якості поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець. Друге місце – це середня частина течії р. Харків, яка приймає неорганізований пове-

рхневий стік з урбанізованої території, а також тут функціонує дренажна система, що виводить зливові води з цієї ж території у річку. Третя ділянка – це верхня частина річки Харків, «умовна окраїна» міста, але зі значним антропогенним впливом транспортної функціональної підсистеми (рис. 2). У ручному режимі відібрані проби поверхневих вод річки при потраплянні неорганізованого поверхневого стоку після дощу (у різні сезони роки та відповідно при різних гідрологічних режимах: водопілля, межени, повені, тощо) та у період сніготанення. Проби води були відібрані згідно нормативних та рекомендованих документів: ДСТУ 3013 – 95 «Правила контролю за відведенням дощових і снігових вод з території міста і промислових підприємств» [4], ДСТУ ISO 5667-15:2007 «Якість води. Відбирання проб», ДСТУ ISO 5667-3-2001 «Якість води. Відбирання проб.



🟢 – автозаправні станції 🟡 – станції технічного обслуговування 🚗 – автомобільні мийки

Рис. 1 – Місцезнаходження стаціонарних об'єктів автотранспортної інфраструктури на території дослідження у м. Харків

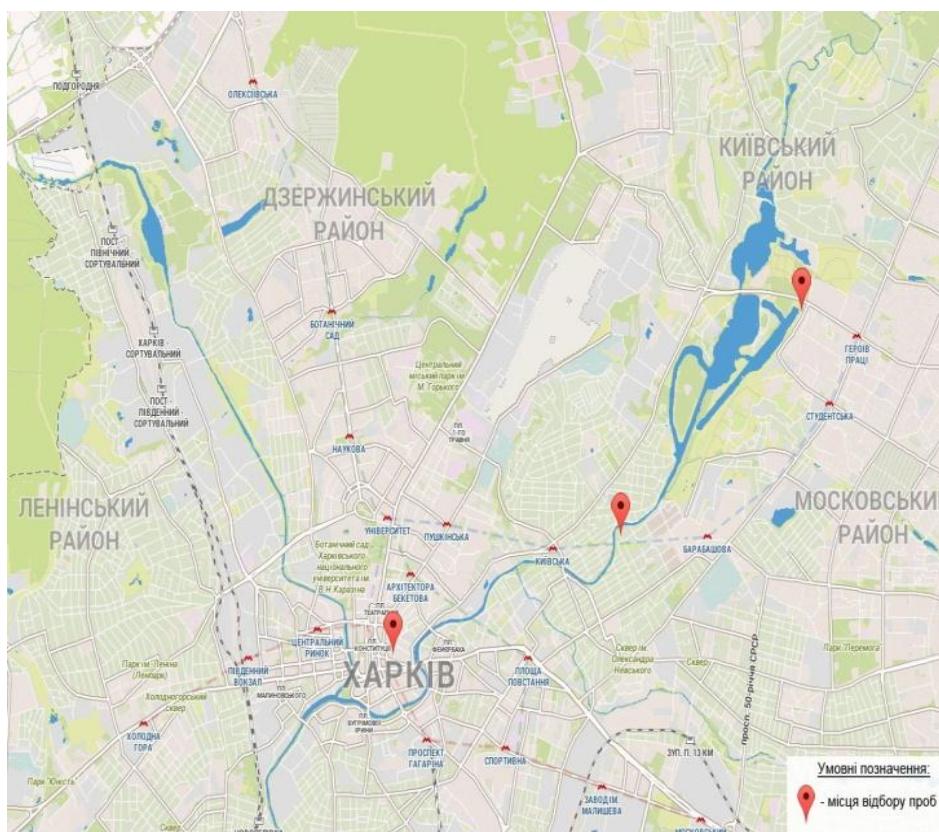


Рис. 2 – Місця відбору проб

Настанови щодо зберігання та поводження з пробами», «Временные рекомендации...», 1975 [2], атестовані методики для визначення завислих домішок.

Аналіз вмісту хімічних сполук і елементів у пробах стічних і поверхневих вод проводився у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету ХНУ імені Каразіна. Аналіз кількісного вмісту важких металів (Хром⁶⁺, Залізо заг., Нікол, Плюмбум, Кадмій, Купрум, Цинк) проводився за допомогою фотоелектроколориметричного методу, жорсткість, лужність – титрометричним методом, зважені речовини – гранулометричним методом. Визначення вмісту елементів та сполук у пробах води проводилось згідно вказаних стандартів, методик, рекомендацій.

Методика дослідження полягає у наступних діях:

– визначити навантаження неорганізованим стоком дощових та талих вод, що формуються в умовах урболандшафтної басейно-

вої геосистеми на поверхневій воді р. Харків, а саме:

– визначити площу територіальних складових урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків за методикою В. М. Самойленка, 2007 [15];

– розрахувати об'єми утворення поверхневого стоку стічних вод на території дослідження за рекомендаціями В. І. Каліцуна, 1983 [7];

– визначити якість зливових та талих вод, що сформувались в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми за рекомендаціями В. Н. Хвата, 1975 [2];

– дати оцінку якості води р. Харків за «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [8].

Отримані результати використати для обґрунтування оптимальних заходів формування якості поверхневих вод таких як: інженерні заходи; фізико-хімічні процеси як засоби покращення якості вод; заходи фіторемідації.

Результати досліджень

Дослідження базується на визначенні ролі геосистеми у формуванні поверхневого

стоку водозбірної басейну р. Харків. Для цього проведено аналіз повздовжнього про-

філю р. Харків на території м. Харкова, з метою відтворення морфологічно-позиційної схеми басейну річки з урахуванням впливу урбанізованих територій. Вододільно-рівнинні, схилів та заплавної геосистеми є основою для формування та направлення руху поверхневого стоку вод. Проте в урбанізованих системах у формуванні стоку приймають участь площі урбофункціональних підсистем, що відображають «відкритість» та «водонепроникність» території. Детальний аналіз цього питання та методика розрахунків надано в роботах [11,12]. З питань загальної фізико географічної характеристики лише зазначимо, що р. Харків маловодна, з незначною швидкістю течії, зазнає значного антропогенного впливу. Аналіз мережі зливової каналізації за даними Комунального підприємства «Комплекс з експлуатації об'єктів водозниження і зливової каналізації» (КП КВЛК), показав, що р. Харків приймає на території міста більше 30 водовипусків та 19 водовипусків у р. Немишля з опосередкованим впливом поверхневого стоку урбанізованих територій.

До уваги взято такі основні показники як загальна довжина річки та її довжина через урбанізовану територію; площа загал-

ьного водозбору та площа урболандшафтної басейнової геосистеми річки: урбофункціональні підсистеми (транспортна, житлова, полірекреаційна, промислова, тощо), лісистість басейну, озерність.

Площа урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків складає 4,5 тис. га. Це 8% території міста з потужним селітебним та транспортним навантаженням. Площа автошляхів та об'єктів інфраструктури території дослідження складає – 273 га (становить 6 %). Розподіл питомих площ транспортної підсистеми в межах басейнових морфологічно-позиційних підсистем у співвідношенні 65% (заплавної) до 35% (схилової) (рис. 3). Підходи до аналізу урбофункціональної підсистеми, окремі розрахунки виконані за методик В. М. Самойленко [15].

Розраховані річні об'єми утворення дощових і талих вод за відомими методиками В. І. Каліцуна, [7], рекомендаціями В. Н. Хвата, [2]. Результати розрахунків подано у таблиці 1.

Визначено якість зливових та талих вод, що сформувались в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми за рекомендаціями В. Н. Хвата [2], (рис 4).

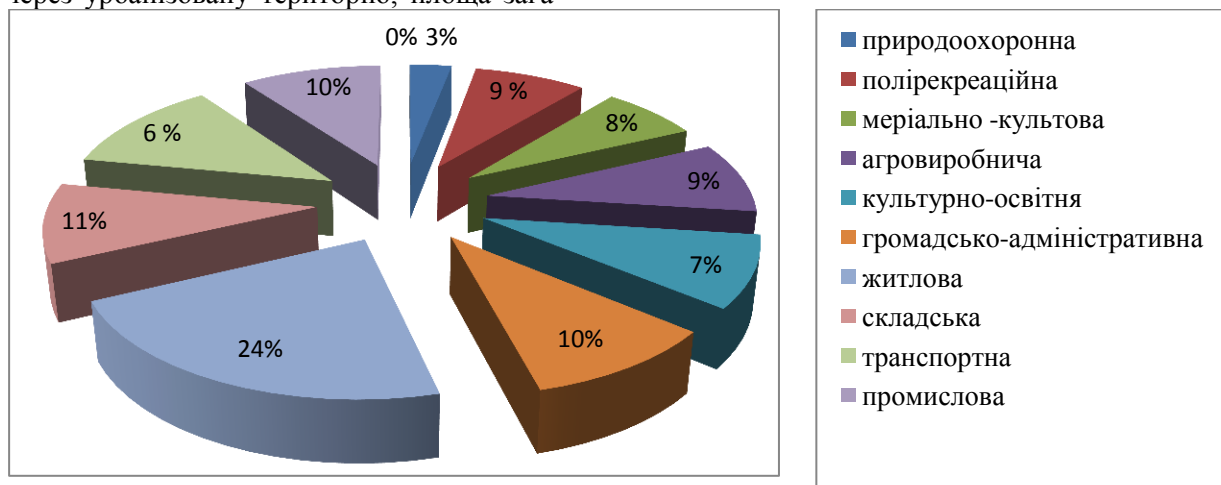


Рис. 3 – Складові урболандшафтної геосистеми території дослідження

Таблиця 1

Середньорічні об'єми стічних вод атмосферного походження

Площа урболандшафтної басейнової геосистеми р. Харків, тис.га	Загальна площа транспортної підсистеми, тис. га	Об'єм поверхневого стоку, утвореного дощовими водами, м ³	Об'єм поверхневого стоку, утвореного талими водами, м ³	Всього за рік, об'єм зливо-талих вод, м ³
4,5	0,273 (6,06%)	932 252	313 650	1 245 902

На ділянках дослідження (1, 2 3 з ліва на право) проведено відбори проб поверхневого стоку атмосферного походження, що утворюються з дощових (зливових) вод, талих та мийних вод (показники у окремих стовпчиках). Проведено хімічний аналіз вказаних типів води за органолептичними та хімічними показниками якості води (рН, лужність жорсткість, ПАР, вмісту нафтопродуктів, важких металів).

Аналіз вмісту хімічних елементів у пробах води поверхневого стоку атмосферного походження (а саме після випадіння дощу) показав, що за всіма показниками якості води знаходиться в рекомендованих межах для вод даної категорії. Аналіз вмісту купруму показав, що в усіх відібраних пробах стічних поверхневих вод, знаходиться у межах норми (ГДКв. – 1 мг/дм³). Серед досліджених об'єктів встановлено, що найвищий вміст купруму у талих водах (0,1 мг/дм³),

Вміст плумбуму у поверхневих водах атмосферного походження різноманітний і надзвичайно високий. Найвищий вміст плумбуму у талій воді, дещо нижчий вміст у мийній та стічній водах. Серед відібраних проб найвищий вміст плумбуму у стічних водах, що сфорсувались на СТО Автосалон Фрунзе-Авто – 0,26 мг/дм³. Найнижчий вміст плумбуму зафіксовано у мийній воді на СТО – мийці (вул. Фурманова) 0,081 мг/дм³.

Найвищий вміст цинку у талих водах – у в межах від 2,1 мг/дм³ до 1 мг/дм³, що формуються на СТО та СТО-мийці.

У більшості з випадків, найвищий вміст кадмію зафіксовано у талій воді на АЗС і СТО та стічній воді. У зливовому стоці концентрації кадмію знаходяться в межах від 0,004 мг/дм³ до 0,006 мг/дм³, а в талих водах – від 0,006 мг/дм³ до 0,011 мг/дм³.

Аналіз отриманих результатів показує, що навантаження, яке чинить поверхневий стік є значним, відрізняється за обраними

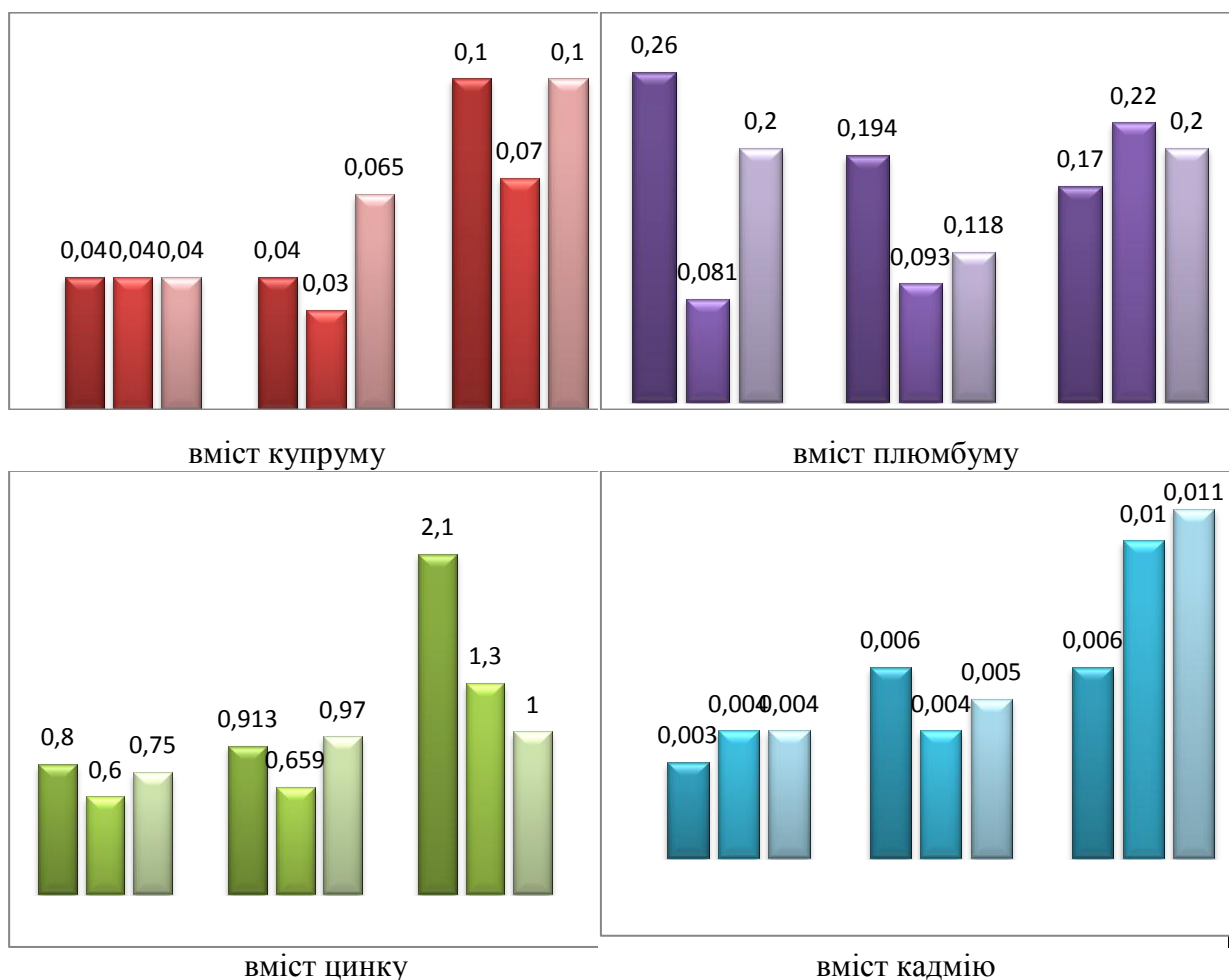


Рис. 4 – Гідрохімічна характеристика навантаження поверхневим стоком (мг/дм³)

створами в залежності від умов урболандшафтної басейнової геосистеми та є різним в результаті впливу талої води та зливових вод. За Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [8], яка є «міжвідомчим нормативним

документом, що ґрунтується на вітчизняних, європейських та світовому досвіді і враховує нові вимоги ЄС та ООН стосовно водної політики» [8, стор. 317] проведена екологічна оцінка поверхневих вод р. Харків (табл. 2, рис. 6).

Таблиця 2

Розрахунок показників різного складу для надання оцінки якості вод р. Харків, що формуються в умовах урболандшафтної басейнової геосистеми (ділянка № 3, окружна, вплив поверхневого стоку, утвореного дощовою водою)

№ з/п	Показник	Одиниці виміру	Значення (мін, макс, середнє)	Категорія	Клас	Розрахунок індексу (середнє та максимальне значення)
Компоненти сольового складу						
1	Сума іонів	мг/дм ³	$\frac{290-430}{398}$	1	I	$I_{зсер}=(1+3+1)/3=1,6$
2	хлориди	мг/дм ³	$\frac{10-60}{31}$	3	II	
3	сульфати	мг/дм ³	$\frac{11-50}{26}$	1	I	
Трофо - сапробіологічні (еколого-санітарні) показники						
4	Завислі речовини,	гідрофізичні				
		мг/дм ³	$\frac{8-30}{14}$	3	II	
5	прозорість	м	$\frac{1-3}{2}$	1	I	
6	рН	гідрохімічні				
			$\frac{7,27-7,68}{7,47}$	1	I	$I_{зсер}=(3+1+1+4+5+3+4+1)/8=2,75$
7	Азот амонійний	мг/дм ³	$\frac{0,1-0,6}{0,3}$	4	III	
8	Азот нітритний	мг/дм ³	$\frac{0,02-0,068}{0,03}$	5	III	
9	Перманганатна окисність	мгО ₂ /дм ³	$\frac{3,1-9,1}{7,5}$	3	II	
10	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	$\frac{1,4-4,0}{2,5}$	4	III	
11	Розчинений кисень	мгО ₂ /дм ³	$\frac{7,1-9,1}{8,4}$	1	I	
Специфічні речовини токсичної дії						
12	Цинк	мкг/дм ³	$\frac{0-11}{10}$	2	II	$I_{зсер}=(2+2+2+1+2+3+1)/7=1,85$
13	Купрум	мкг/дм ³	$\frac{0-5}{1,1}$	2	II	
14	Кадмій	мкг/дм ³	$\frac{0-0,2}{0,14}$	2	I	
15	Плюмбум	мкг/дм ³	$\frac{0,1-0,7}{0,18}$	1	I	
16	Нікол	мкг/дм ³	$\frac{1-11}{5}$	2	II	
17	Ферум	мкг/дм ³	$\frac{10-200}{82}$	3	II	
18	Хром (Cr ⁶⁺)	мкг/дм ³	$\frac{0,2-1,8}{1,2}$	1	I	
$I_{Есер}=(1,6+2,75+1,85)/3=2,07$						

1	ТАЛІ ВОДИ		1	СТІЧНІ ВОДИ
С.С.	2,6		С.С.	1,6
Т.-С.	3,5		Т.-С.	3,1
С.Р.	2,57		С.Р.	2,28
I_E	2,89		I_E	2,32

2	ТАЛІ ВОДИ		2	СТІЧНІ ВОДИ
С.С.	2,3		С.С.	1,6
Т.С.	3,5		Т.-С.	3,2
С.Р.	2,4		С.Р.	2,14
I_E	2,74		I_E	2,3

3	ТАЛІ ВОДИ		3	СТІЧНІ ВОДИ
С.С.	1,6		С.С.	1,6
Т.С.	3,4		Т.-С.	2,75
С.Р.	2,0		С.Р.	1,85
I_E	2,3		I_E	2,07

Рис. 5 – Розраховані показники різного складу для надання оцінки якості вод р. Харків, що формуються в умовах урболандшафтною геосистеми

Виконано аналіз за трьома блоками: сольового складу, трофо-сапробіологічними показниками та специфічними показниками.

Розглянемо навантаження, яке мають талі води на сольовий склад поверхневих вод. За блоковим індексом сольового складу при вході у м. Харків вода у р. Ш класу характеристика води за якістю – «помірно забруднена, блоковий індекс складає 1,6. У нашому дослідженні для талої води це найвищий показник якості сольового складу. Пріоритетним забруднювачем виступають хлориди. У середній течії під впливом урбо-екосистеми екологічна оцінка якості води за сольовим складом не знижується – Ш клас, «помірно забруднена», але показник блокового індексу зростає до 2,3, що вказує на погіршення якості води. Пріоритетним забруднювачем також виявились хлориди. У нижній течії, на першому створі дослідження, навантаження талими водами є значними, що було очікуваним за результатами першого етапу дослідження. Оцінка якості води за сольовим складом – IV клас, вода за якістю «забруднена». Блоковий індекс – 2,6 – найвищий показник. Таким чином, спостерігається навантаження талою водою на поверх-

неві води, і як результат, зниження якості води у р. Харків за сольовим складом.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за трофо – сапробіологічними показниками під впливом талих вод за всією течією низька. Якість води характеризується як «забруднена» та відноситься за показниками блокових індексів до IV класу. Величини блокового індексу практично однакові та складають 3,5 і лише у водах першого створу значення нижче 3,4. Пріоритетним забруднювачем виступає БСК₅ на усіх створах дослідження.

Аналіз кількісних характеристик специфічних показників виявив їх високу мінливість і залежність від умов урболандшафтною басейнової геосистеми. Збільшення частки домінантного компоненту транспортної функціональної підсистеми вносить у воду Плюмбум, Цинк, Кадмій. При зменшенні частки у загальній структурі басейнової геосистеми зростає вміст Феруму, Ніколу, Купруму. В цілому, якість поверхневих вод під впливом талої води різко знижується.

За блоковими індексами екологічна оцінка якості води наступна: гирло річки – V клас, вода «брудна», другий створ – Ш клас,

вода «забруднена», третій створ – II клас, вода «помірно забруднена». Вміст специфічних елементів надзвичайно мінливий та потребує детальних додаткових досліджень для остаточних висновків. Пріоритетними забруднювачами виявлені: Ферум, Цинк, Нікол, Купрум.

За інтегральним індексом екологічна оцінка якості поверхневих вод підвищується від першого створу (гирла річки) до третього створу об'їзної дороги (від 3,36 до 2,26). У нижній частині течії вода характеризується за якістю як «забруднена» та відноситься до IV класу, а у верхній вода за якістю «помірно забруднена» та відноситься до III класу.

Розраховані показники за блоковими індексами для поверхневих вод при навантаженні стоком вод, утворених після дощів виявились більш стійкими і близькими за значеннями. Блоковий індекс сольового складу для усіх трьох створів однаковий та складає 1,6. Характеристика якості води – «помірно забруднена», це III клас якості води. Пріоритетними забруднювачами виступають, в більшій мірі, хлориди та сульфати.

Трофо-сапробіологічні показники за розрахованими блоковими індексами близькі. На третьому створі найвища якість (2,75), нижче за течією якість поверхневих вод знижується до значення 3,1. Саме у цьому створі добре демонструється вплив стічних поверхневих вод.

Специфічні показники характеризуються такою стійкою поведінкою у водах річки. Оцінка якості води за вмістом специфічних показників «помірно забруднена» III класу якості (2,28 на першому створі дослідження до 1,85 на третьому створі). Пріоритетними забруднювачами виступають: Плюмбум (на другому створі – домінування впливу транспортної функціональної підсистеми), Ферум, Цинк, Нікол, Купрум – на усіх створах.

В цілому екологічна оцінка якості води р. Харків, що зазнає потужного впливу від урбанізованого середовища має III клас якості, вода «помірно забруднена». Найякісніша вода на третьому створі річки ($I_{e\text{сер}}=2,07$), на другому створі ($I_{e\text{сер}} = 2,3$) та першому створі ($I_{e\text{сер}} = 2,32$ найнижча якість) вода менш якісна. Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневим стоком вже на середній частині річки, яке зростає відповідно до умов функціонування урбанізацій та антропогенного (транспортного) навантаження.

У роботі визначено, що об'єми талих вод, у тричі перевищують утворені об'єми стічних вод дощового походження. Кількість забруднюючих речовин у талій воді, як позують наші дослідження, також перевищують їх кількість у стічних водах. Тому, для зменшення об'єму талих вод ми рекомендуємо збір та вивезення снігу з території транспортної підсистеми з нагромадженням його у снігозвалищах на спеціальноорганізованих площах, де дозволено складування снігу з мінімальними екологічними ризиками для довкілля. Це надасть змогу знизити об'єми утворення талих вод, зменшення вмісту забруднюючих речовин у них та створення локальних очисних споруд з меншими резервуарами для депонування стічних вод. Є більш дороговартісний спосіб – складування снігу у снігоспалювальні камери. А потім відведення отриманого субстрату на очисні споруди.

Ще одна технологія, що широко використовується у Європейському Союзі – це пористий асфальт. Ця технологія забезпечує сухість і безпечність дорожнього полотна. Нами пропонується використовувати дану технологію, створюючи автошляхи, площадки для паркування автомобілів, особливо на місцевості заплави річки.

Сучасні дослідження обґрунтували ефективність використання доробок у галузі фітореMediaції для покращення стану водних об'єктів. Вища водна рослинність, як акумулятор токсичних речовин широко використовується як в Україні так і в Європейському Союзі. Загальна характеристика технології полягає у ліквідації або різкому зменшенні токсичних речовин у стічних водах.

Рекомендується технологія «Екофітопотік» розроблена в Укр НДІЕП. Згідно цієї технології реконструюються зарості вищої водної рослинності. У результаті це призводить до подовження у двічі часового відрізка контакту рослин із забрудненою водою та завдяки біоаккумуляційним властивостям рослини покращувати якість стічних вод. Дану технологію ми можемо рекомендувати на ділянках р. Харків, де широко представлена вища водна рослинність та відбувається потрапляння поверхневого стоку (організованого та неорганізованого) у водний об'єкт. Це ділянка русла річки вздовж вул. Шевченко до Журавлівського гідропарку. Тут спостерігаються широкі полоси природних берегових заростей рогози, очерету, айру.

Висновки

На фактичних даних за допомогою сучасних методів і методик надано оцінку навантаження поверхневим стоком на р. Харків, що є складовою урболандшафту та потерпає під його впливом.

Детальний гідрохімічний аналіз кількісно-якісного складу стічних вод атмосферного походження та поверхневих вод показує, що відповідно до сезонів року у стічних водах спостерігається складний та мінливий характер поведінки. У талих водах кількісний вміст елементів вищий, ніж у водах весняно-осіннього періоду.

Для надання оцінки навантаження обрано загальновідому «Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (1999) та методику, в якій, для досягнення поставленої мети, ми запропонували таку послідовність дій: визначити площу територіальних складових урболандшафтно-басейнової геосистеми р. Харків (за методикою В. М. Самойленка) – розрахувати об'єми утворення поверхневого стоку стічних вод на території дослідження за рекомендаціями В. І. Каліцуна – визначити якість зливових та талих вод за рекомендаціями В.Н.Хвата. Ці методики зовсім різні, у яких було використані одні фактичні дані, дають оцінку навантаження на поверхневі води та доповнюють одна одну.

Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями вимагає значну кількість фактичних даних, математичну обробку та надає детальну характеристику стану водного об'єкту. Встановлено, що навантаження, яке чинить поверхневий стік є значним, відрізняється за обраними створами в залежності від умов урболандшафтно-басейнової геосистеми та є різним в результаті впливу талої води та зливових вод.

Визначено, що навантаження талою водою за блоком сольового складу на поверхневі води є значним. Встановлено зниження якості води у р. Харків за сольовим складом за течією від «помірно забруднені» до «забруднені». За трофо-сапробіологічними показниками якість води характеризується як «забруднена» за усією течією річки. За специфічними показниками вода «брудна» і у верхній частині течії річки – вода «помірно забруднена». В цілому, за інтегральним індексом екологічна оцінка якості поверхневих вод знижується

за течією річки від «помірно забруднена» до «забруднена». Нами виявлено високу мінливість якості поверхневих вод, що потерпають під навантаження талих вод в умовах урболандшафтно-басейнової геосистеми.

Проведена оцінка стану поверхневих вод під впливом навантаження від поверхневого стоку атмосферного походження. Розраховані показники виявились більш стійкими і близькими за значеннями. За сольовим складом характеристика якості води – «помірно забруднена» (1,6); за трофо-сапробіологічними показниками якість води характеризується як «забруднена» (від 3,1 до 2,75 за течією річки). Оцінка якості води за вмістом специфічних показників «помірно забруднена» (від 2,28 до 1,85). В цілому, екологічна оцінка якості води р. Харків, що зазнає потужного впливу від урбанізованого середовища має III клас якості, вода «помірно забруднена» (від $I_{e_{сер}}=2,07$ до $I_{e_{сер}}=2,3$ та у першому створі $I_{e_{сер}}=2,32$). Екологічна оцінка вказує на навантаження поверхневим стоком вже на середній частині річки, яке зростає відповідно до умов функціонування урболандшафтів та антропогенного (транспортного) навантаження.

Визначено навантаження поверхневим стоком на якість води у р. Харків, виявлені пріоритетні забруднюючі речовини, їх кількісні характеристики, місця потрапляння у водний об'єкт. Для покращення екологічної ситуації та зниження впливу поверхневого стоку на р. Харків, рекомендуємо:

- організацію збору та вивезення снігу з території транспортної підсистеми з нагромадженням його у снігозвалищах на спеціально організованих площах, де дозволено складування снігу з мінімальними екологічними ризиками для довкілля на усій площі урболандшафтно-басейнової геосистеми;

- провести додаткові дослідження для обґрунтування створення закритих типів локальних біологічних очисних споруд, розрахованих для невеликої водозбірної площі та невеликих об'ємів утворених стічних вод, що розташовують на випускних мережах дощової каналізації у водні об'єкти;

- використовувати засоби фіторемідації в умовах русла р. Харків та урболандшафтно-басейнової геосистеми.

Література

1. Водна Рамкова Директива № 2000/60/ЄС від 25.10.2000р. URL: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD\(ukr\).pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD(ukr).pdf)
2. Временные рекомендации по предотвращению загрязнения вод поверхностным стоком с городской территории (дождевыми, талыми, поливо-мочными водами) / [под ред. В. Н. Хвата]. Москва: ВНИИВОДГЕО, ВНИИВО, 1975. 39 с.
3. Директиви ЄС «Міські стічні води» 91/271/ЄЕС URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_911
4. ДСТУ 3013 – 95 «Правила контролю за відведенням дощових і снігових вод з території міста і промислових підприємств» URL: http://dnaop.com/html/34037/doc-ДСТУ_3013_-_95
5. Екологічна енциклопедія: у 3 т. / [за ред. А. В. Толстоухов та ін.]. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006. Т1: А-Е. 432 с.
6. Загальнодержавна програма розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів України на 2012-2020 роки URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/NT0243.html
7. Калицун В. И. Водоотводящие системы и сооружения. М.: Стройиздат, 1983. 336 с.
8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / [за ред. В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Ожнісок та ін.]. К.: Символ, 1998. 28 с.
9. Мостепан О. В. Дослідження впливу зливових вод з автомобільних доріг у забруднення водних об'єктів (на прикладі м. Харкова). *Вестник Харьковского национального автомобильного дорожного университета*. 2010. Вип. 48. С. 37-41.
10. Про стан безпеки водних ресурсів держави та якість питної води в містах і селах України / Указ Президента України (25 квітня 2013 р.) № 127 URL: <http://president.gov.ua/documents/index.php?start=1260&cat=desc>
11. Ричак Н. Л., Московкін В. М., Кузнецова В. В. Розрахунок економічного збитку від поверхневих вод атмосферного походження (на прикладі житлової підсистеми). *Вісник Харківського університету імені В. Н. Каразіна. – Серія «Геологія – Географія – Геологія – Екологія»*. 2016. № 1147. С.239-248.
12. Ричак Н. Л., Срібна К. М. Стан якості зливого – талого стоку транспортної урбофункціональної підсистеми басейну р. Харків. *Вісник Харківського університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія – Географія – Геологія – Екологія»*. 2014 р. № 1128. С.153-160.
13. Ричак Н.Л., Богатир В.О. Вплив урболандшафтної геосистеми на сольовий склад річкових вод. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2018. Вип.30. С. 112-122
14. Ричак Н.Л., Біткова Т.В., Гричаний О.М. Використання дощової води на урбанізованих територіях та управління якістю зливових стоків: еколого-економічні оцінки та перспективні рішення. *Вісник ХНУ ім.В.Н. Каразіна, «Економічний»*. 2018. №94. С. 15-28.
15. Самойленко В. М., Верес К. О. Модулювання урболандшафтних басейнових геосистем. К.: Ніка-Центр, 2007. 296 с.
16. Сніжко С. І. Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся. *Український географічний журнал*. 2001. №2. С. 65-70.
17. Татарчук О., Тимофеев В. Характеристика найбільшої місячної кількості опадів на території України в умовах сучасного клімату. URL: <http://visnyk-geo.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/04/10-63.pdf>.
18. Юрченко В. О., Коротченко М. В., Бригада О. В., Михайлов Л. С. Дослідження технологічних характеристик поверхневого стоку з автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2012. Вип. 4 (228). С. 44-47
19. Masterson J.P. and Bannerman R.T. Impact of stormwater runoff on urban streams in Milwaukee County, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, WI, 1994.

References

1. Water Framework Directive No. 2000/60 (2000). EC. Available at: [http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD\(ukr\).pdf](http://buvrtysa.gov.ua/newsite/download/WFD(ukr).pdf) (In Ukrainian)
2. Khvat, V.N. (Ed.). (1975). Temporary recommendations for the prevention of water pollution by surface runoff from urban areas (rain, snowmelt, irrigation and washing water) / Moscow: VNIIVODGEO, VNIIVO (In Russian)
3. EU Urban Wastewater Directive 91/271 / EEC (1991). Available at: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_911 (In Ukrainian)
4. DSTU 3013 – 95. Rules for controlling the extraction of rain and snow water from the city and industrial enterprises (1995). Available at: http://dnaop.com/html/34037/doc-ДСТУ_3013_-_95 (In Ukrainian)
5. Tolstoukhov, A.V. (Ed.). (2006). Environmental Encyclopedia (Vol.1-3). Kyiv: Center for Environmental Education and Information, 1 (A-E). (In Ukrainian)

6. The national program for development and reconstruction of centralized drainage systems of settlements of Ukraine for 2012-2020. (2012). Available at: http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link1/NT0243.html (In Ukrainian)
7. Kalitsun, V.I. (1983). Drainage systems and structures. Moscow: Stroiizdat.
8. Romanenko, V. D., Zhukinsky, V. M., Oknisiyuk, O. P. (Eds.) (1998). Method of ecological assessment of surface water quality in the relevant categories. Kyiv: Symbol. (In Ukrainian)
9. Mostepan, O.V. (2010). Investigation of the impact of storm water from roads on pollution of water bodies (for example, the city of Kharkiv). Bulletin of Kharkiv National Automobile Highway University, (48), 37-41. (In Ukrainian)
10. On the state of state water safety and quality of drinking water in cities and villages of Ukraine .(2013). Decree of the President of Ukraine No. 127. (In Ukrainian)
11. Richak, N. L., Moskovkin, V. M., Kuznetsova, V. V. (2016). Calculation of economic damage from surface waters of atmospheric origin (on the example of a residential subsystem). Visnyk of Kharkiv VN Karazin University. Series "Geology - Geography - Geology - Ecology", (1147), 239-248. (In Ukrainian)
12. Richak, N. L., Sribna, K. M. (2014). The state of quality of drainage drain of transport urbifunctional subsystem of the river basin of Kharkiv. Visnyk of Kharkiv VN University Karazin Series "Geology - Geography - Geology - Ecology", (1128), 153-160. (In Ukrainian)
13. Richak, N.L., Bogatyr, V.O. (2018). Influence of the Urboldshahte Geosystem on the saline composition of river waters. Man and environment. Issues of Neoecology ", (30), 112-122. (In Ukrainian)
14. Richak, N.L., Bitkova, T.V., Grychanyi, O.M. (2018). Use of rainwater in urban areas and management of the quality of storm sewage: environmental and economic assessments and promising solutions. Bulletin of KhNU named after V.N. Karazin, "Economic", (94), 15-28. (In Ukrainian)
15. Samoylenko, V.M., Veres, K.O. (2007). Modeling of Urbandal Basin Geosystems. Kyiv: Nika-Center. (In Ukrainian)
16. Snizhko, S.I. (2001). Estimation of the modern hydrochemical regime and quality of water of the Zhytomyr Polissya rivers. Ukrainian Geographic Magazine, (2), 65-70. (In Ukrainian)
17. Tatarчук, O., Timofeev, V. Characteristics of the largest monthly rainfall in the territory of Ukraine in the conditions of modern climate. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2015.63.8> (In Ukrainian)
18. Yurchenko, V. O., Korotchenko, M.V., Brigada, O. V., Mikhailov, L. S. (2012). Research of technological characteristics of surface runoff from highways. A Scientific and Industrial Journal the Avtoshliakhovyk Ukrayiny. 4 (228). 44-47. (In Ukrainian)
19. Masterson, J.P., Bannerman, R.T. (1994). Impact of stormwater runoff on urban streams in Milwaukee County, Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, WI.

Надійшла до редколегії 04.06.2019