

# АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК: 911+ 504

Н. Л. РИЧАК<sup>1</sup>, канд. геогр. наук, доц., В. О. БОГАТИР<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна

e-mail: rychak@karazin.ua

## ВПЛИВ УРБОЛАДШАФТНОЇ ГЕОСИСТЕМИ НА СОЛЬОВИЙ СКЛАД РІЧКОВИХ ВОД

**Мета.** Дослідити сольовий склад у водах річок м. Харкова, які є складовою урболандшафтної геосистеми. **Методи.** Потенціалометричний, графіметричний, титрування. **Результати.** На основі аналізу 42 проб поверхневих вод, відібраних у різні гідрологічні режими із трьох річок, що протікають через м. Харків, виявлено, що концентрація хлоридів у воді у різних гідрологічних режимах є надзвичайно мінливою, спостерігається тенденція до їх зростання; але встановлений вміст не перевищує екологічні нормативи. Визначено, що концентрації кальцію і магнію у річкових вода є низькі та спостерігається стійка тенденція до зниження їх вмісту. Загальний приріст хлоридів р. Харків на кінець водопілля становив 158,31 %, під час осіннього паводку – 105,26 % і на початку водопілля – 37,14 %. У водах р. Лопань загальний приріст хлоридів на кінець водопілля становив 86,67 %, під час осіннього паводку – 56,69 %, на початку водопілля – 72,22 %. Загальний приріст хлоридів у р. Уди на кінець водопілля становив 42,05 %, під час осіннього паводку лише 0,89 %, а на початку водопілля – 12,5 %. Стосовно сульфатів: на кінець водопілля у р. Харків, знизився на 7,46 % а під час осіннього паводку майже не змінився ( збільшився на 0,27 %); у р. Лопань вміст сульфатів на кінець водопілля знизився на 1,13 %, а під час осіннього паводку – на 10,03%; у р. Уди, в межах м. Харкова, на кінець водопілля вміст збільшився на 55,95 %, а під час осіннього паводку на 31,43 %. **Висновки.** Виявлено, що концентрація хлоридів у воді в різних гідрологічних режимах надзвичайно мінлива, спостерігається тенденція до їх зростання, їх зміст не перевищує екологічні нормативи; визначено, що концентрації кальцію і магнію в річкових вода низькі і спостерігається стійка тенденція до зниження їх вмісту

**Ключові слова:** загальна мінералізація, гідрологічні режими, сульфати, хлориди, катіони магнію, катіони кальцію

Rychak N. L., Bohatyr V. O.

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

## THE INFLUENCE OF URBAN LANDSCAPE GEOSYSTEM ON SALT COMPOSITION OF RIVER WATERS

This study of the change in salt composition of the water in Ukrainian rivers has shown that the salts ratio and the total dissolved solids ratio increase in the waters of rivers flowing in the steppe zone of Ukraine. **Purpose.** To study the salt composition of waters in the rivers making up an integral part of the urban landscape geosystem. **Methods.** Potentiometric and gravimetric methods as well as titration and computation. **Results** The results were obtained on the basis of analyzing 42 surface water samples taken under various hydrological regimes of the three rivers flowing in the city of Kharkiv. The total growth of chlorides towards the end of the Kharkiv River seasonal floods made up 158.31%, during the autumn high water it was 105.26%, and at the start of seasonal floods it was 37.14%. In the waters of the Lopan River, the total growth of chlorides towards the end of seasonal floods made up 86.67%, during the autumn high water it was 56.69%, and at the start of seasonal floods it was 72.22%. The total growth of chlorides towards the end of the Udy River seasonal floods made up 42.05%, during the autumn high water it was only 0.89%, and at the start of seasonal floods it was 12.5%. Towards the end of the Kharkiv River seasonal floods the amount of sulphates decreased by 7.46% while during the autumn high water it was almost unchanged (increased by 0.27%); the amount of sulphates decreased by 1.13% towards the end of the Lopan River seasonal floods and by 10.03% during the autumn high water; the amount of sulphates increased by 55.95% towards the end of the Udy River seasonal floods (on the territory of Kharkiv city) while during the autumn high water it increased by 31.43%. **Conclusions.** It was established that chlorides concentration in the water under various hydrological regimes is extremely changeable with the tendency to increase, yet their content does not exceed environmental standards. It was estimated that the concentration of calcium and magnesium is low in the river waters with a strong tendency towards decreasing their ratio.

**Keywords:** total dissolved solids ratio, hydrological regimes, sulphates, chlorides, magnesium cations, calcium cations

**Рычак Н. Л., Богатырь В. О.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

### **ВЛИЯНИЕ УРБОЛАНДШАФТНОЙ ГЕОСИСТЕМЫ НА СОЛЕВОЙ СОСТАВ РЕЧНЫХ ВОД**

**Цель.** Исследовать содержание солевого состава в водах рек г. Харькова, которые являются составляющей урболандшафтной геосистемы. **Методы.** Потенциалометрический, графиметрический, титрования. **Результаты.** На основе анализа 42 проб поверхностных вод, отобранных в разные гидрологические режимы из трех рек, протекающих через г. Харьков. Определено, что концентрация хлоридов в воде при различных гидрологических режимах чрезвычайно изменчива, наблюдается тенденция к их росту, но содержание не превышает экологические нормативы. Концентрации кальция и магния в речных водах низкие и наблюдается устойчивая тенденция к снижению их содержания. Общий прирост хлоридов в р. Харьков на конец половодья составил 158,31%, во время осеннего паводка – 105,26% и в начале половодья – 37,14%. В водах р. Лопань общий прирост хлоридов на конец половодья составил 86,67%, во время осеннего паводка - 56,69%, в начале половодья - 72,22%. Общий прирост хлоридов в р. Уды на конец половодья составил 42,05%, во время осеннего паводка только 0,89%, а в начале половодья - 12,5%. Относительно сульфатов: на конец половодья в р. Харьков содержание снизилось на 7,46%, а во время осеннего паводка почти не изменился (увеличился на 0,27%); в р. Лопань содержание сульфатов на конец половодья снизилось на 1,13%, а во время осеннего паводка – на 10,03%; в р. Уды, в пределах г. Харьков, на конец половодья содержание увеличилось на 55,95%, а во время осеннего паводка на 31,43%. **Выводы:** обнаружено, что концентрация хлоридов в воде в различных гидрологических режимах чрезвычайно изменчива, наблюдается тенденция к их росту, их содержание не превышает экологические нормативы; определено, что концентрации кальция и магния в речных водах низкие и наблюдается устойчивая тенденция к снижению их содержания.

**Ключевые слова:** общая минерализация, гидрологические режимы, сульфаты, хлориды, катионы магния, катионы кальция

### **Вступ**

Зміна сольового складу води у річках України досліджувалась багатьма науковцями. Встановлено, що вміст солей та загальна мінералізація зростає у водах річок степової зони України. Такі дослідження продовжують проводитися для річок Харківської області та лісостепової зони в цілому для України.

Відомо, що мінералізація річкових вод, вміст аніонів і катіонів залежить від характеру живлення річок; на хімічний склад води впливають тип ґрунтового покриву і басейн річки. За Сніжко С. І. (Оцінка сучасного гідрохімічного режиму..., 2001) концентрація солей у дощових і талих водах, і як наслідок, у поверхневих водах, вища у південній частині України. Це зумовлено зміною ґрунтів від болотисто-торф'янистих і підзолистих у північних регіонах до чорноземів у південних областях. За ним же, для рівних річок України характерна зміна класів води за гідрохімічним складом відповідно до природних зон. Поверхневі води, що формуються і протікають у зоні мішаних лісів відносяться до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи; у західній частині лісостепової зони поширені прісні гідрокарбонатні кальцієві води, а з переходом на схід вони змінюються на гідрокарбонатно кальцієво-магнієво-натрієві; у степовій зоні переважають сульфатно-хлоридні води змішаного катіонного складу. І тільки в зоні висотної поясності на території країни характерні прісні гідрокарбонатно кальцієві води.

Результати дослідження Осадчого В. І. (Методологічні основи дослідження чинників..., 2008) показали, що через відмінності у умовах формуванні сольового складу річкових вод, які розташовані у різних фізико-географічних зонах, коефіцієнт випаровування більший на лівобережній частині країни, ніж на правобережній. Підвищення коефіцієнту випаровування відбувається і на території річкового басейну Сіверського Донця, що призводить до акумулювання солей у товщі активного водно-сольового обміну. Встановлено, що басейн р. Сіверський Донець характеризується високою концентрацією сполук азоту, що формується під впливом природних і штучних факторів. Найбільше значення сполук зафіксовано у поверхневих водах річок Лопань і Уди, на які мають істотний вплив стічні води з м. Харкова; їх природний стік значно менший за об'єм стічних вод. Надходження стічних вод із вмістом забруднюючих речовин веде до порушення кисневого режиму. На протязі 2006 року було зареєстровано мінімізацію вмісту кисню у воді річки Уди на території м. Харків і смт. Есхар. За ним же, найважливішими чинниками надходження забруднюючих речовин є трофо-сапробіологічні. На сольовий склад впливає кількість біогенного матеріалу, який в результаті змиву поверхневих вод з урбанізованої території потрапляє у поверхневі води. Такий вид забруднення пов'язаний із потраплянням неочищених або недостатньо очищених господарсько-

побутових стоків, що є характерним для басейну р. Сіверського Донця.

Дослідження В.І. Осадчого За ним же, відносний приріст хімічних речовин у річкових водах нижче міст, у середньому становить 132 %, де приблизно 80 % амонійної та нітритної форм азоту. Феноли та важкі метали (Zn, Cr (6+), Cu) у середньому збільшуються на 10-30 %, а також нижче урбанізованих територій зростає вміст нафтопродуктів та СПАР. Встановлено, що вміст сульфатних іонів у поверхневих водах України збільшився з 50 – 100 мг/дм<sup>3</sup> у 1990 – 1995 рр. до 100 – 300 мг/дм<sup>3</sup> в 2011 – 2015 рр. [10]. Іонний склад поверхневих вод переважно формується під впливом природних чинників, меншою мірою впливає урбанізація. Рівень забруднення річок визначається як вмістом забруднюючих речовин, так і водністю річки. Найвагоміший вплив урбанізованих територій відбувається у маловодні роки. Відзначено, що одними з найбільш забрудненими стічними водами є річки Уди і Лопань, до яких надходять стічні води з м. Харкова [8].

За дослідженнями В. І. Осадчого (2017), через тенденцію підвищення зимової температури, мінералізація для рівнинних річок під час водопілля збільшується у порівнянні із попередніми роками, а під час межени зменшується. Стосовно прогнозних майбутніх змін середньорічного стоку води річок України на період 2031 – 2050 рр. у відсотках відносно базового періоду 1991 – 2010 рр., за даними регіональних кліматичних моделей (сценарій А1В), у річках Харків, Лопань і Уди знизиться середньорічний стік води на 4 %. А це у свою чергу, призведе до підвищення мінералізації, лише за впливом природних чинників, без урахування процесів урбанізації [9]. Це ще раз підкреслює актуальність теми дослідження.

Коробкова Г. В. (2018) дослідила, що річки Харків, Лопань і Уди з їх притоками, в межах міста Харкова, відносяться до лісостепової зони з олігогалинними водами, зі зниженим вмістом хлоридів і сульфатів, які відносяться до гідрохімічної підобласті за показником загальної мінералізації. За ранжуванням поверхневих водних об'єктів за обсягом середньорічного стоку, Харків і

Лопань відносяться до річок із обсягом середньорічного стоку 50 – 200 млн. м<sup>3</sup>, Уди відповідають 400 – 1500 млн. м<sup>3</sup> [5].

Васенко О. Г. встановив, територія дослідження за мінералізацією відноситься до гідрохімічної області – північний лісостеп. За вмістом компонентів соляного складу поверхневі води відповідають II і III класу якості води, 3 і 4 категорія. За районуванням за вмісту сульфатів м. Харків відноситься до північного сходу лісостепу, поверхневі води відповідають III класу якості, 4 і 5 категорії. За містом хлоридів територія дослідження відноситься до лісостепу, поверхневі води відносяться до IV і V класу якості води, 6 і 7 категорії [1].

Загальна мінералізація поверхневих вод м. Харкова (2011 – 2015 рр.) складає 800 – 1000 мг/дм<sup>3</sup> [9]. Цей показник є достатньо високим, бо найбільш придатний для питного водоспоживання за В. І. Осадчим є поверхневі води з мінералізацією 250 – 500 мг/дм<sup>3</sup>. Ситуація на харківських річках вимагає дослідження та визначення рекомендацій та прийняття рішень стосовно вирішення гострої проблеми.

За дослідженням В. Г. Клименко (2012), мінералізація річки Харків на протязі тридцяти років (1980 – 2010) збільшилась від 517 мг/дм<sup>3</sup> до 874 мг/дм<sup>3</sup>, це обумовлено зменшенням водного стоку з 4,57 м<sup>3</sup>/с до 2,2 м<sup>3</sup>/с. Концентрація хлоридів у 1980 році складала 35,4 мг/дм<sup>3</sup>, у 2010 – 67,6 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрація сульфатів у цей період збільшилась з 60,8 мг/дм<sup>3</sup> до 196 мг/дм<sup>3</sup> [3].

Про високу мінералізацію у південних і південно-східних областях України, зауважує у своїх працях В. І. Осадчий (2017) [9], що зобов'язує вирішити завдання пов'язані з очищенням поверхневих вод та забезпечення якісною питною водою населення України.

Виходячи із завдань Водної директиви основним серед фізико-хімічних параметрів контрольного моніторингу поверхневих вод (для річок) є мінералізація і тому обрана тема роботи є актуальною.

Мета роботи: визначити зміни соляного складу річкових вод під впливом урбаністичних процесів, що створюють сучасну екологічну ситуацію

### Методика дослідження

Об'єкт дослідження: зміна соляного складу річкових вод під впливом урбаністичних чинників в умовах різних гідрологічних режимів.

Предмет дослідження: взаємозв'язок і взаємозалежність головних іонів природних

вод в умовах гідрологічних режимів під постійно – мінливим впливом чинників урбоєкосистеми.

Методи дослідження. Теоретичні: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення. Практичні: польові – відбір проб поверхневих вод

згідно чинних стандартів; аналітичні – хімічний склад природних вод згідно тематики дослідження.

Для виконання поставлених завдань, у три гідрологічні режими (водопілля, межень, паводок) було відібрано по 14 проб, загальною кількістю 42 проби (рис 1).

Місце відбору проб № 1 (р. Харків до в'їзду у м. Харків) обрано для порівняння сольового складу із результатами аналізу

проб відібраних перед впадінням у р. Лопань для дослідження впливу урбосистеми на вміст солей у поверхневих водах.

№ 2 (р. Харків після Журавлівського гідропарку) – для відображення впливу полірекреаційної урбофункціональної підсистеми Журавлівського гідропарку.

№ 3 (р. Харків після впадіння р. Немишлі) – для відображення впливу р. Немишля.

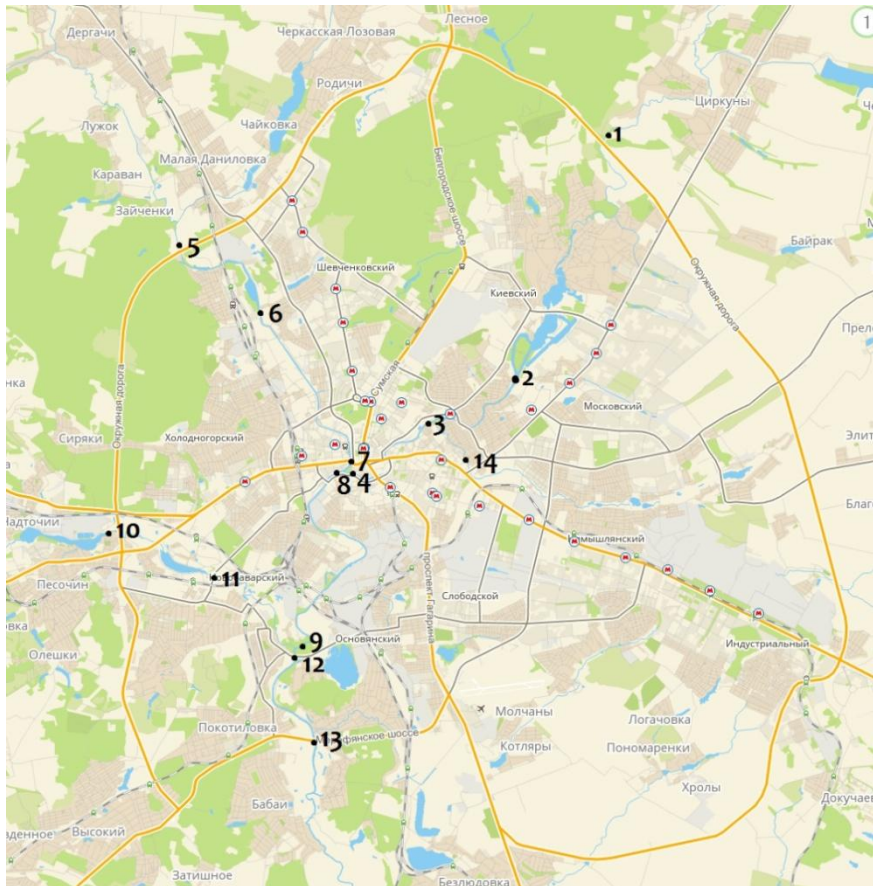


Рис. 1 – Місця відбору проб

№ 4 (р. Харків за 50 м до гирла) – для порівняння вмісту солей із результатами аналізу проб відібраних перед в'їздом у місто.

№ 5 (р. Лопань до в'їзду у м. Харків) – для порівняння вмісту солей у річковій воді із результатами аналізу проб відібраних перед впадінням у р. Уди для дослідження впливу урбосистеми на сольовий склад.

№ 6 (р. Лопань після Олексіївського лугопарку) – для відображення впливу полірекреаційного навантаження.

№ 7 (р. Лопань після Центрального ринку) – для відображення впливу транспортної, складської і частково промислової міських підсистем.

№ 8 (р. Лопань після впадіння р. Харків) – для відображення впливу р. Харків.

№ 9 (р. Лопань за 50 м до гирла) – для порівняння вмісту солей із результатами аналізу проб відібраних перед в'їздом у місто.

№ 10 (р. Уди до в'їзду у м. Харків) – для порівняння сольового складу річкової води із результатами аналізу проб відібраних на виїзді із міста для дослідження впливу функціонування урбосистеми на сольовий склад.

№ 11 (р. Уди після Новобаварського водосховища) – для відображення зміни сольового складу під впливом полірекреаційної підсистеми.

№ 12 (р. Уди після впадіння р. Лопань) – для відображення впливу р. Лопань.

№ 13 (р. Уди на виїзді з м. Харків) – для порівняння вмісту солей із результатами аналізу проб відібраних перед в’їздом у місто.

№ 14 (р. Немишля, вул. Академіка Павлова) – для відображення впливу транспортної підсистеми.

### Результати дослідження

р. Харків. Концентрація хлоридів на кінець весняного водопілля збільшилась з 37,9 мг/дм<sup>3</sup> при в’їзді у місто до 97,9 мг/дм<sup>3</sup> (158,31 %). Під час осіннього паводку цей показник також збільшується з 91,2 мг/дм<sup>3</sup> до 187,2 мг/дм<sup>3</sup> (105,26 %) у вищезазначених точках відбору проб. На початок водопілля – з 28 мг/дм<sup>3</sup> до 38,4 мг/дм<sup>3</sup> (37,14 %). Це не перевищує нормативи екологічної безпеки. Відзначається значна різниця вмісту хлоридів на різних гідрологічних режимах (рис. 2). Концентрація хлоридів у водах р. Харків на протязі 38 років

Сольовий склад води досліджувався у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету ХНУ імені В.Н. Каразіна.

збільшилась з 35,4 мг/дм<sup>3</sup> до 74,2 мг/дм<sup>3</sup>, тобто збільшилась на 129 % (рис 3).

Вміст сульфатів на кінець водопілля у пробах води, відібраних по течії до міста складає 304,2 мг/дм<sup>3</sup> і знижується з течією до гирла річки до 281,5 мг/дм<sup>3</sup> (7,46 %); під час осіннього паводку вміст сульфатів не змінився (збільшився на 0,27%), (рис.4). У відібраних пробах на кінець водопілля було зафіксовано перевищення ГДК для сульфатів для вод рибогосподарського призначення відповідно: у пробі № 1 – в 3,04 рази, у пробі № 2 – в 2,68 рази, у пробі № 3 – в 2,84 рази, у пробі № 4 – в 2,81 рази.

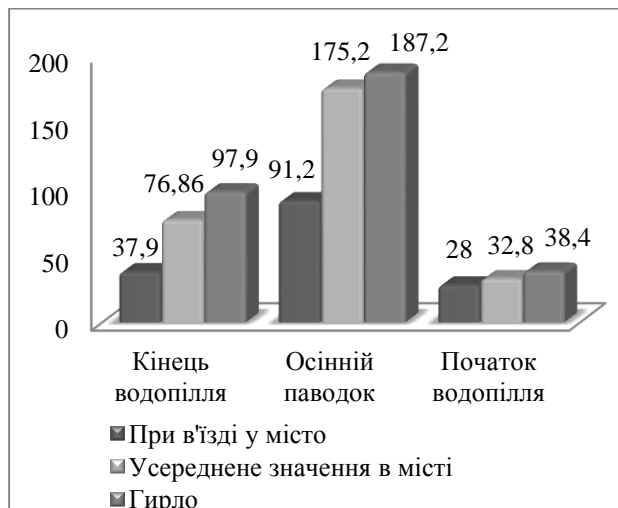


Рис. 2 – Вміст хлоридів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Харків

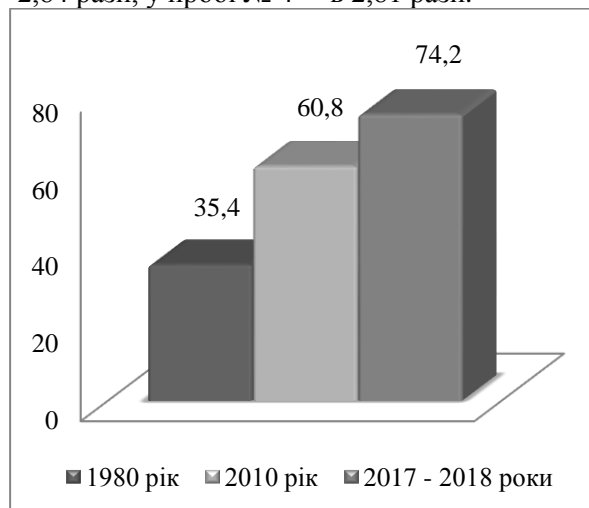


Рис. 3 – Динаміка вмісту хлоридів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Харків

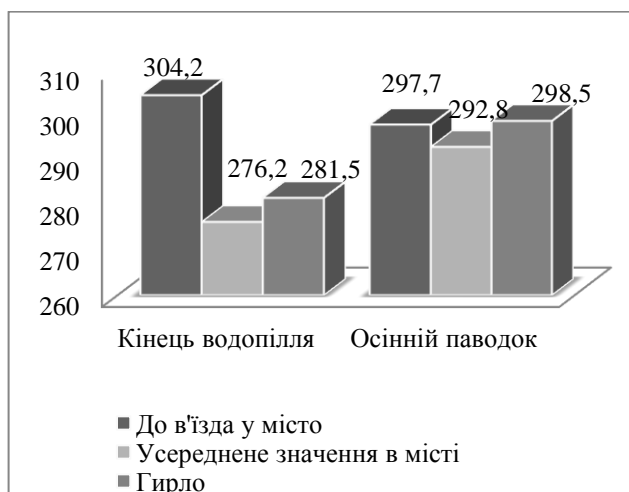


Рис. 4 – Вміст сульфатів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Харків

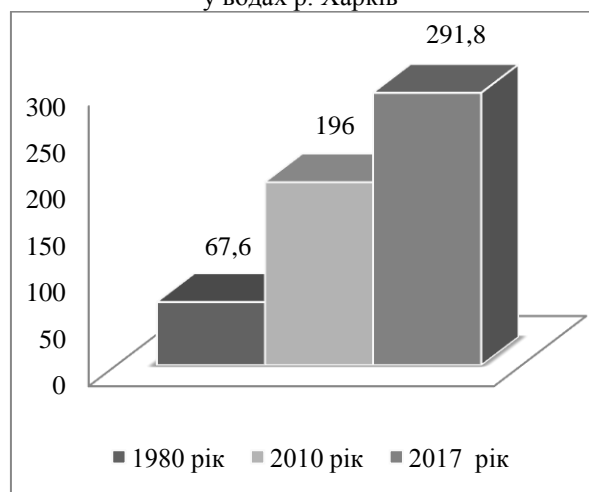


Рис. 5 – Динаміка вмісту сульфатів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Харків

Результати аналізів проб води показали, що під час осіннього паводку вміст сульфатів також перевищував ГДКр.г. у пробах № 1 – 4 у 3 рази. Динаміка вмісту сульфатів за останні 37 років має стійку тенденцію до зросту ( з 67,6 мг/дм<sup>3</sup> до 291,8 мг/дм<sup>3</sup>, тобто на 331,6 % (рис. 5). Це підтверджує вплив урбосистеми на якість та сольовий стан поверхневих вод.

Стосовно кальцію: біля гирла річки його вміст збільшився у порівнянні із про-

бою води при в'їзді у місто, на кінець водопілля з 86,17 мг/дм<sup>3</sup> до 100,2 мг/дм<sup>3</sup> (16,28 %, рис. 6), під час осіннього паводку з 80,16 мг/дм<sup>3</sup> до 96,2 мг/дм<sup>3</sup> (23,5 %). Такий вміст вважається низьким для річкових вод. Вміст магнію у поверхневих водах р. Харків на кінець водопілля коливається у межах 25 мг/дм<sup>3</sup> (загальний вміст знизився на 4,74 %, рис.7). Під час осіннього паводку вміст магнію знизився з 32,2 мг/дм<sup>3</sup> при в'їзді у місто до 20,7 мг/дм<sup>3</sup> (36,02 %).

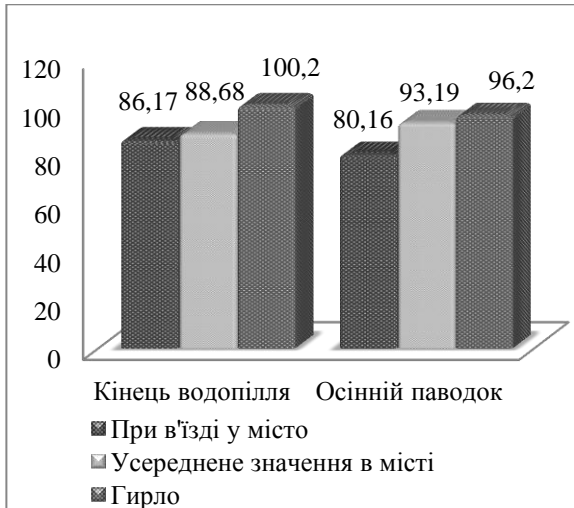


Рис. 6 – Вміст кальцію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Харків

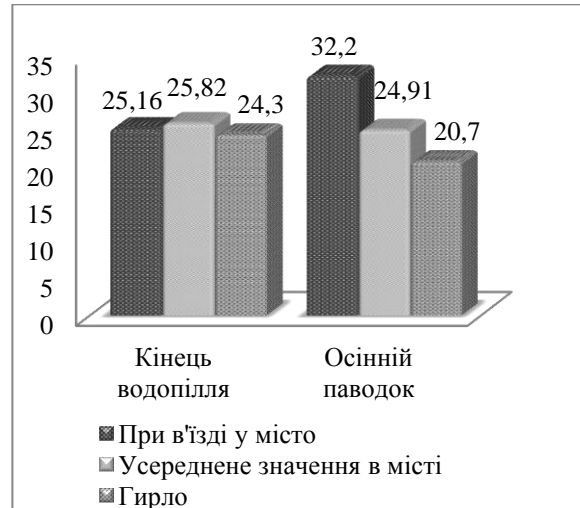


Рис.7 – Вміст магнію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Харків

Значний вплив на сольовий склад води у р.Харків має р. Немишля (рис.8). Вміст хлоридів підвищується під час осіннього паводку. За фазами водного режиму характерне незначне коливання вмісту сульфатів, катіонів магнію та кальцію. Екологічні нормативи якості води на порушені.

*р. Лопань.* Вміст хлоридів на кінець водопілля збільшився на 87 %, під час осіннього паводка на 57 %, а на початку водопілля на 72 % (рис. 9). Це безумовно вказує на негативний вплив мегаполісу на якість поверхневих вод. Зафіксовано незначне (в 1,06 рази ) перевищення ГДК р.г. у водах (після Центрального ринку, проба № 7) під час осіннього паводку.

Стосовно вмісту сульфатів спостерігається тенденція до їх зниження (рис. 10): на кінець водопілля з 282,7 мг/дм<sup>3</sup> до 279,5 мг/дм<sup>3</sup> (1,13 %), а під час осіннього паводку з 300,2 мг/дм<sup>3</sup> до 270,1 мг/дм<sup>3</sup> (10,03 %).

Зафіксовано перевищення норм вмісту сульфатів для вод питного призначення на кінець водопілля: у пробі № 5 – в 1,13 рази, у пробі № 6 – в 1,16 рази, у пробі № 9 – в 1,12 рази; для вод рибогосподарського призначення: у пробі № 5 – в 2,83 рази, у пробі № 6

– в 2,9 рази, у пробі № 7 – в 1,88 рази; у пробі № 8 – в 2,12 рази, у пробі № 9 – в 2,79 рази. У пробах відібраних під час осіннього паводку, вміст сульфатів перевищував ГДК для вод питного призначення: у пробі № 5 – в 1,2 рази, у пробі № 6 – в 1,24 рази, у пробі № 9 – в 1,08 рази; для вод рибогосподарського призначення: у пробі № 5 – в 3 рази, у пробі № 6 – в 3,1 рази, у пробі № 7 – в 2,15 рази, у пробі № 8 і 9 – в 2,3 рази.

Вміст кальцію у поверхневих водах р. Лопань значно нижчий за гранично допустимі концентрації для вод питного, рибогосподарського, рекреаційного і культурно-побутового призначення. Вміст кальцію на кінець водопілля під впливом урбанізаційних процесів знизився з 94,19 мг/дм<sup>3</sup> до 82,16 мг/дм<sup>3</sup> (12,77 %), а під час осіннього паводку з 100,2 мг/дм<sup>3</sup> до 86,17 мг/дм<sup>3</sup> (14,0 %) (рис.11).

Концентрація магнію на кінець водопілля при в'їзді у місто становила 40,1 мг/дм<sup>3</sup>, біля гирла – 40,7 мг/дм<sup>3</sup> (збільшилась на 1,52 %), (рис.12). Під час осіннього паводка концентрація магнію збільшилась з 27,34 мг/дм<sup>3</sup> при в'їзді у місто до 50,24 мг/дм<sup>3</sup> (42,2 %) перед впадінням у р. Уди. Вміст магнію не перевищує вищезазначених ГДК.



Рис. 8 – Вміст хлоридів, сульфатів, кальцію і магнію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Немишля



Рис. 9 – Вміст хлоридів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Лопань

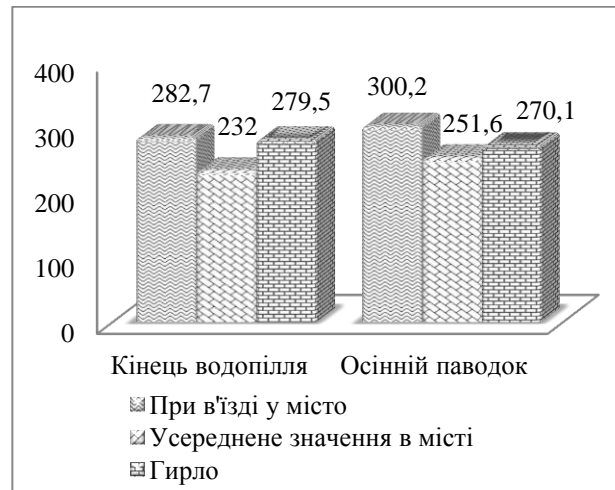


Рис. 10 – Вміст сульфатів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Лопань

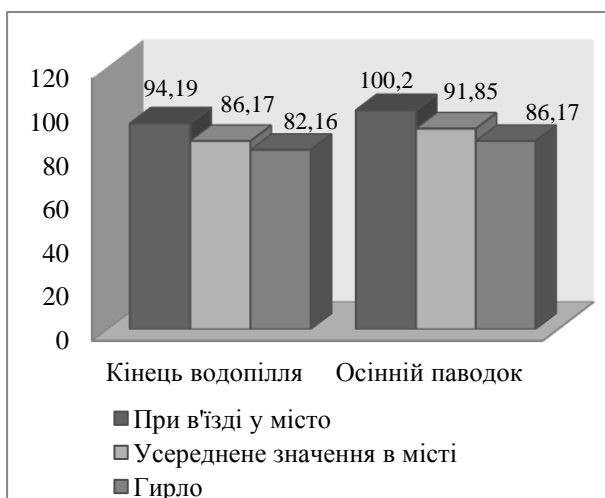


Рис. 11 – Вміст кальцію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Лопань

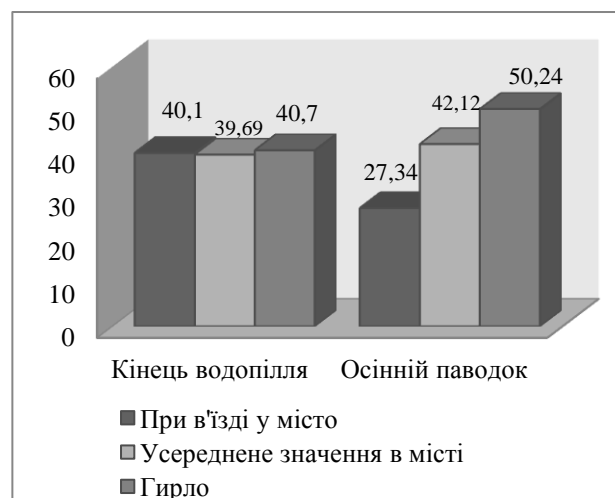


Рис. 12 – Вміст магнію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Лопань



*р.Уди*. На кінець водопілля вміст хлоридів під дією урбанізованих факторів збільшився з 95,6 мг/дм<sup>3</sup> до 135,8 мг/дм<sup>3</sup> (42,05 %). Під час осіннього паводку концентрація при в'їзді в місто становила 358,4 мг/дм<sup>3</sup>, на території міста – 366,4 мг/дм<sup>3</sup>, на виїзді з міста – 361,6 мг/дм<sup>3</sup> (загальний приріст вмісті хлоридів становить 0,89 %). У пробах води, відібраних на початку водопілля, зафіксовано збільшення вмісту хлоридів з 38,4 мг/дм<sup>3</sup> до 43,2 мг/дм<sup>3</sup> (12,5 %) (рис. 13). Вода, відібрана на кінці і на початку водопілля, по концентрації у ній хлоридів, не перевищує нормативи для вод питного, рибогосподарського, рекреаційного і культурно-побутового призначення. У водах, відібраних під час осіннього паводку, показник вмісту хлоридів перевищує усі вищезазначені ГДК, відповідно: проба № 10 – в 1,43, 1,19 і 1,02 рази; проба № 11 – в 1,45, 1,21 і 1,03 рази; проба № 12 – в 1,48, 1,23 і 1,06 рази; проба № 13 – в 1,45, 1,2 і 1,03 рази.

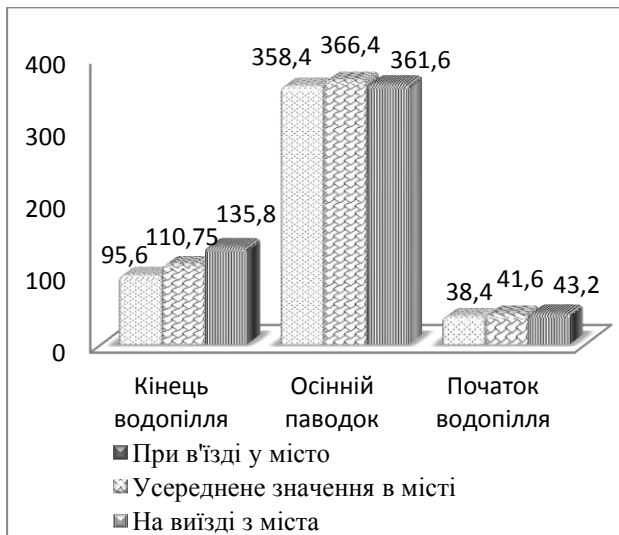


Рис. 13 – Вміст хлоридів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Уди

Як наслідок впливу урбанізованої території – підвищується вмісту сульфатів (рис.14): на кінець водопілля з 146,2 мг/дм<sup>3</sup> до 203,85 мг/дм<sup>3</sup> (55,98 %), під час осіннього паводку з 192,5 мг/дм<sup>3</sup> до 253 мг/дм<sup>3</sup> (31,43 %), що графічно зображено на рис. 3.13. Ці поверхневі води можуть бути використані для рекреаційних і культурно-побутових потреб, т. я. не перевищують відповідні нормативи. Під час осіннього паводку були зафіксовані перевищення ГДК для вод рибогосподарського призначення: у пробі № 10 – в 1,46 рази, у пробі № 11 – в 2,4 рази, у пробі № 12 – в 1,67 рази, в пробі № 13 – в 2,28 рази. Відмітимо перевищення ГДК для вод питного призначення у річковій воді відібраній під час осіннього паводку: у пробі № 11 – в 1,07 рази, у пробі № 13 – в 1,01 рази; для вод рибогосподарського призначення: у пробі № 10 – в 1,9 рази, у пробі № 11 – в 2,7 рази, у пробі № 12 – в 1,88 рази, у пробі № 13 – в 2,53 рази.

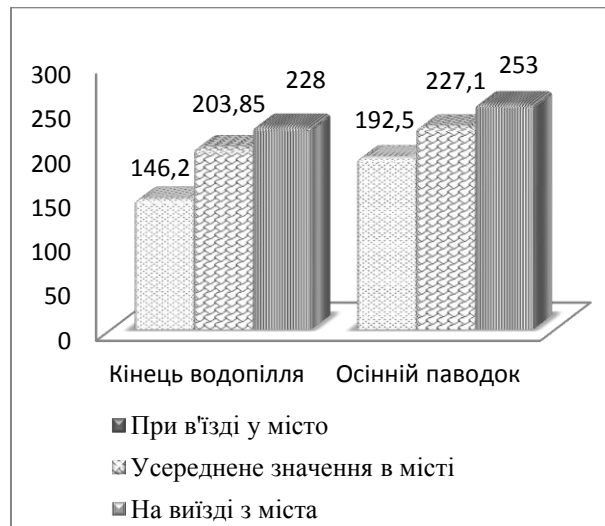


Рис. 14 – Вміст сульфатів (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Уди

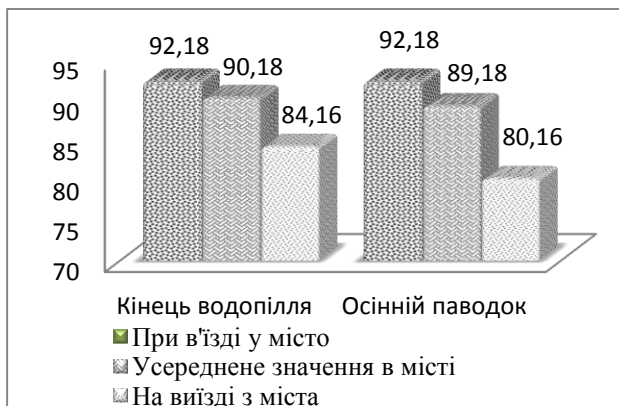


Рис. 15 – Вміст кальцію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Уди

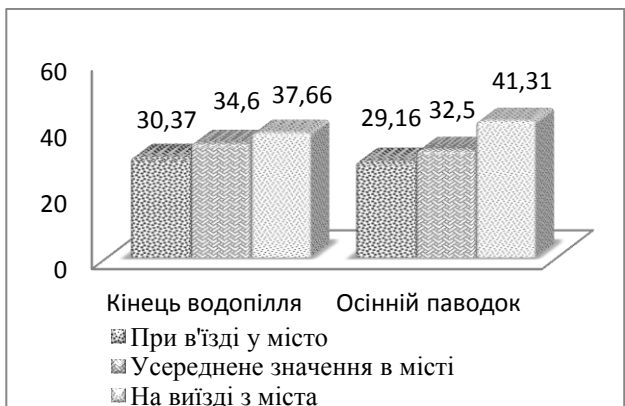


Рис. 16 – Вміст магнію (мг/дм<sup>3</sup>) у водах р. Уди



Під впливом м. Харкова, концентрація кальцію у водах р. Уди зменшилась з 92,18 мг/дм<sup>3</sup> при в'їзді у місто до 84,16 мг/дм<sup>3</sup> на вїзді (8,7 %) на кінець водопілля і з 92,18 мг/дм<sup>3</sup> до 80,16 мг/дм<sup>3</sup> (13,04 %) під час осіннього паводку (рис.15). На відміну від кальцію, вміст магнію, під дією урбанізованих

процесів, зростає (рис.16). На досліджуваних ділянках концентрація магнію на кінець водопілля підвищилась з 30,37 мг/дм<sup>3</sup> до 37,66 мг/дм<sup>3</sup> (24 %), під час осіннього паводку з 29,16 мг/дм<sup>3</sup> до 41,31 мг/дм<sup>3</sup> (41,67 %). Вміст магнію не перевищує жоден з вищезазначених нормативів ГДК.

### **Висновки**

Питанням з підвищення мінералізації у поверхневих водах України займались багато науковців і було встановлено, що вміст солей у річкових водах має тенденцію до зростання.

За вмістом хлоридів у р. Харків, Лопань та Уди на кінець водопілля перевищень екологічних нормативів не зафіксовано. Для р. Уди у пробах відібраних перевищень ГДК не відмічено. Під час осіннього паводку у пробах зафіксовано перевищення нормативів для вод рибогосподарського водокористування (1,19 – 1,23 рази). У р. Харків, під впливом урбанізаційних факторів, зафіксовано перевищення ГДК для вод рибогосподарського призначення (2,68 – 3,04 рази). У водах р. Лопань відзначено перевищення нормативів для вод рибогосподарського призначення 1,88 – 3 рази. У р. Уди перевищення ГДК для вод рибогосподарського призначення від 1,46 до 2,7 разів. За вмістом сульфатів у жодній пробі не відмічено перевищення екологічних нормативів

За вмістом кальцію і магнію у жодній з досліджуваних річок також не зафіксовано перевищення нормативів.

Загальний приріст хлоридів під впливом урбанізаційних процесів р. Харків на кінець водопілля становив 158,31 %, під час осіннього паводку – 105,26 % і на початку водопілля – 37,14 %. На кінець водопілля і під час осіннього паводку найбільший вплив на вміст хлоридів у річковій воді чинить полірекреаційна урбанізована підсистема Журавлівського гідропарку. На початку водопілля однаково впливає рекреаційна підсистема Журавлівського гідропарку і житлова, громадсько-адміністративна, транспортна і культурно-освітня підсистеми, що знаходяться у центральній частині міста.

У водах р. Лопань загальний приріст хлоридів під впливом міської системи на кі-

нець водопілля становив 86,67 %, під час осіннього паводку – 56,69 %, на початку водопілля – 72,22 %. За усіма гідрологічними режими, найбільший приріст відзначається перед впадінням у р. Уди. Цей район характеризується наявністю потужних промислових центрів, житловою забудовою та розгалуженою транспортною підсистемою.

Загальний приріст хлоридів у р. Уди на кінець водопілля становив 42,05 %, під час осіннього паводку лише 0,89 %, а на початку водопілля – 12,5 %. За усіма гідрологічними режими найбільше зростання вмісту хлоридів зафіксовано після впадіння р. Лопань, яка перед впадінням у р. Уди характеризується підвищеним вмістом хлоридів і піддається впливу промислової, житлової і транспортної урбанізаційних підсистем

На кінець водопілля вміст сульфатів у поверхневих водах р. Харків, під впливом урбанізаційних процесів, знизився на 7,46 %, а під час осіннього паводку майже не змінився (збільшився на 0,27 %).

Під впливом урбанізаційних чинників вміст сульфатів у р. Лопань на кінець водопілля знизився на 1,13 %, а під час осіннього паводку – на 10,03 %. Головним чинником, який створює від'ємний приріст є сумарний вплив транспортної, складської та частково промислової підсистем, що територіально представлені Центральним ринком. Гіпотетично припускаємо, що забруднювальні та зважені речовини, які потрапляють з неорганізованим стоком знижують вміст сульфатів.

У р. Уди, в межах м. Харкова, вміст сульфатів на кінець водопілля збільшився на 55,95 %, а під час осіннього паводку на 31,43 %. Найбільший приріст відзначено під впливом полірекреаційної підсистеми Новобаварського водосховища.

### **Література**

1. Васенко О. Г., Верниченко–Цветков Д. Ю., Коваленко М. С. та ін. Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей. Збірник наукових праць Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем. Харків, 2010.  
URL:<http://niiep.kharkov.ua/sites/default/files/ekologichna.doc> (дата звернення: 18.02.2018)
2. Коробкова Г. В. Екологічне нормування якості поверхневих вод на прикладі басейну річки Сіверський Донець ( в межах Харківської області) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук:

- спец. 11.00.11 «конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів». Харків, 2018. 24 с.
3. Романенко В.Д., Жулинський В. М., Оксіюк О. П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К. СИМВОЛ-Т, 1998. 48 с.
  4. Ніколев А. М. Поверхневий стік з території міста як джерело забруднення річкових вод. *Вісник Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича. Серія: Географія*, 2013. Вип. №521. С.5-8.
  5. Німець К. А., Мазурова А. В. Природні умови, як фактор просторової організації великого міста (на прикладі міста Харкова). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Географія – Геологія – Екологія»*, 2015,Т.38, №1049, С. 95-98. URL: <https://periodicals.karazin.ua/geoeso/article/view/7677> (дата звернення 10.04.2018)
  6. Осадчий В. І. Методологічні основи дослідження чинників та процесів формування хімічного складу поверхневих вод України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. геогр. наук : спец. 11.00.07 «гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія». К., 2008. 50 с.
  7. Осадчий В. І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін. *Вісник Національної академії наук України*. 2017. №8. С. 29–46.
  8. Река Лопань. КП «Харьковводоканал» .URL:[http:// vodokanal.kharkov.ua/content/lopan\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/lopan_river) (дата звернення 17.03 2018).
  9. Река Немышля. КП «Харьковводоканал» URL:[http://vodokanal.kharkov.ua/content/nemishlya\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/nemishlya_river) (дата звернення 17.03 2018).
  10. Река Уды. КП «Харьковводоканал» URL:[http://vodokanal.kharkov.ua/content/udi\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/udi_river) (дата звернення 17.03 2018).
  11. Река Харьков // КП «Харьковводоканал» URL:[http://vodokanal.kharkov.ua/content/kharkov\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/kharkov_river) (дата звернення 17.03 2018).
  12. Ричак Н. Л. Формування якості річкових вод під впливом поверхневого стоку урбанізованих територій. *Вісник Харківського університету імені В.Н. Каразіна № 1049. Серія «Географія – Геологія – Екологія»*. Вип. 38, 2013. С. 210-215.
  13. 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 . Вип. № 1128. С.153-160
  14. СЭВ. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть 1. Методы химического анализа вод . М., 1987. 1244 с.
  15. Сніжко С. І. Оцінка сучасного гідрохімічного режиму та якості води річок Житомирського Полісся. *Український географічний журнал*. К., 2001. №2. С. 65-70.
  16. Фесюк В. О. Поверхневий стік з території міста як фактор забруднення водного об'єкту урбоєкосистем Північно-Західної України (на прикладі Луцька). *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*, 2006. №3. С.56-63.
  17. 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.
  18. Rentz R. Water and Sediment Quality of Urban Water Bodies in Cold Climates. Lulea University of Technology. Printed by Universitetstryckeriet, Lulea, 28p.

### References

1. Vasenko O. G., Verny`chenko – Czvetkov D. Yu., Kovalenko M. S. ta in. (2010). Ekologichna ocinka stanu poverxnevuy`x vod Ukrayiny` z uraxuvannyam regional`ny`x gidroximichny`x osobly`vostej [Ecological assessment of the surface waters state of Ukraine taking into account regional hydrochemical features]. *Collection of scientific works of the Ukrainian Research Institute of Environmental Problems*, Kharkiv:UkrNDIEP Available at:: [www.nieep.kharkov.ua/sites/default/files/ekologichna.doc](http://www.nieep.kharkov.ua/sites/default/files/ekologichna.doc). [In Ukrainian]
2. Korobkova G. V. (2018). Ekologichne normuvannya yakosti poverxnevuy`x vod na pry`kladi basejnu richky` Sivers`ky`j Donecz` ( v mezhax Xarkivs`koyi oblasti) [Environmental standardization of surface water quality on the example of the Siversky Donets river basin (within the Kharkiv region)]. V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, 24 [In Ukrainian]
3. Romanenko V. D., Zhuly`ns`ky`j V. M., Oksiyuk O. P. ta in. (1998). Metody`ka ekologichnoyi ocinky` yakosti poverxnevuy`x vod zi vidpovidny`my` kategoriaymy` [Methodology of ecological assessment of surface water quality according to the relevant categories]. Kiev: SYMBOL-T, 48 [In Ukrainian]
4. Nikolyev A. M. (2013). Poverxnevuy`j stik z tery`toriyi mista yak dzherelo zabrudnennya richkovy`x vod [Surface runoff from the city as a source of pollution of river waters]. *Visnyk Chernivecz`kogo nacional`nogo univerty`tetu imeni Yu. Fed`kovy`cha. – Seriya: Geografiya.Chernivci*, (521), 5-8 [In Ukrainian]
5. Nimecz` K. A., Mazurova A. V. (2015). Pry`rodni umovy`, yak faktor prostorovoyi organizaciyi vely`kogo mista (na pry`kladi mista Xarkova) [Natural conditions as a factor of the spatial organization of a large city

- (for example, the city of Kharkiv)] *Visnyk Xarkivs'kogo nacional'nogo universy'tetu imeni V. N. Karazina Seriya «Geologiya – Geografiya – Geologiya – Ekologiya»*, 38 (1049), 95-98 [Available at: <https://periodicals.karazin.ua/geoeco/article/view/7677>. [In Ukrainian]
6. Osadchyj V. I. (2008). Metodologichni osnovy doslidzhennya chy'nniy`kiv ta procesiv formuvannya ximichnogo skladu poverxnev`x vod Ukrayiny` [Methodological bases of research of factors and processes of formation of chemical composition of surface waters of Ukraine]. Kiev, 50 [In Ukrainian]
  7. Osadchyj V. I. (2017). Resursy` ta yakist` poverxnev`x vod Ukrayiny` v umovax antropogennoho navantazhennya ta klimaty`chny`x zmin [Resources and quality of surface waters of Ukraine in conditions of anthropogenic loading and climate change]. *Visnyk Nacional'noyi akademiyi nauk Ukrayiny`*, (8), 29–46 [In Ukrainian]
  8. Reka Lopan` (2018). KP «Xar'kovvodokanal» Available at: [http://vodokanal.kharkov.ua/content/lopan\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/lopan_river) [In Russian].
  9. Reka Nemyshlya (2018). KP «Xar'kovvodokanal» Available at: [http://vodokanal.kharkov.ua/content/nemishlya\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/nemishlya_river). [In Russian].
  10. Reka Udy (2018). KP «Xar'kovvodokanal» Available at: [http://vodokanal.kharkov.ua/content/udi\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/udi_river) [In Russian].
  11. Reka Xar'kov (2018). KP «Xar'kovvodokanal» Available at: [http://vodokanal.kharkov.ua/content/kharkov\\_river](http://vodokanal.kharkov.ua/content/kharkov_river) [In Russian].
  12. Ry`chak N.L. (2013). Formuvannya yakosti richkovy`x vod pid vply`vom poverxneвого stoku urbanizovany`x tery`torij [Formation of river water quality under the influence of surface runoff of urbanized territories]. *Visnyk Xarkivs'kogo universy'tetu imeni V.N. Karazina. Seriya «Geografiya – Geologiya – Ekologiya»*, 38(1049), 210-215 [In Ukrainian]
  13. Ry`chak N. L., Sribna K. M. (2014). Stan yakosti zly`vogo – talogo stoku transportnoyi urbofunkcional'noyi pidsy`stemy` basejnu r. Xarkiv [The condition of the quality of the drain - drain flow of the transport urbofunctional subsystem of the Kharkiv river basin]. *Visnyk Xarkivs'kogo universy'tetu imeni V.N. Karazina. Seriya «Geologiya – Geografiya – Geologiya – Ekologiya»*, (1128),153-160 [In Ukrainian]
  14. Unificirovannyye metody issledovaniya kachestva vod. CHast' 1. Metody himicheskogo analiza vod (1987). [Unified methods for the study of water quality. Part 1. Methods of chemical analysis of water]. Moscow, 1244 [In Russian].
  15. Snizhko S. I. (2001). Ocinka suchasnogo gidroximichnogo rezhy`mu ta yakosti vody` richok Zhy'tomyr's'kogo Polissya [Assessment of the current hydrochemical regime and quality of water of the Zhytomyr Polissya rivers]. *Ukrayins'kyj geografichnyj zhurnal*, (2), 65-70 [In Ukrainian]
  16. Fesyuk V. O. (2006). Poverxnev`y` stik z tery`toriyi mista yak faktor zabrudnennya vodnogo ob'yektu urboekosy`stem Pivnichno-Zaxidnoyi Ukrayiny` (na pry`kladi Lucz`ka) [Surface runoff from the city as a factor of contamination of the water object of urboecosystems of North-Western Ukraine (for example, Lutsk)]. *Gidrologiya, gidroximiya, gidroekologiya*, (3), 56-63 [In Ukrainian].
  17. Yurchenko V. O., Korotchenko M. V., Bry`gada O. V., My`xajlov L. S. (2012). Doslidzhennya texnologichny`x xaraktery`sty`k poverxneвого stoku z avtomobil'ny`x dorog [Research of technological characteristics of surface runoff from highways]. *Avtoshlyaxovy`k Ukrayiny`*, 4 (228), 44-47 [In Ukrainian]
  18. Rentz R. Water and Sediment Quality of Urban Water Bodies in Cold Climates. Lulea University of Technology. Printed by Universitetstryckeriet, Lulea, 28 [in English].

Надійшла до редколегії 23.10.2018