

АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

УДК 504.574.2

О. О. ГОЛОЛОБОВА¹, канд. с.-г. наук, доц., В. В. ДОРОГАНЬ¹

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна

E-mail: valeo.elena@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5558-2114>

doroganvika@ukr.net

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ РІЧОК ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета. Екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області, зокрема: середніх річок – Псел, Ворскла, Мерла та п'яти малих річок – Говтва, Грунь, Коломак, Полужир'я, Ташань. **Методи.** Польовий, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, кластерний аналіз. **Результати.** Відповідно до нормативу якості поверхневих вод культурно-побутового призначення всі показники для середніх річок знаходяться в межах норми. Спостерігалось перевищення цинку в водах малих річок – Грунь, Ташань і Полужир'я. Не відповідає нормативу низький вміст розчинного кисню. При порівнянні значень з нормативом якості вод водойм рибогосподарського призначення визначено перевищення БСК-5 – для річок Ворскла та Псел; вміст аміаку та нітритів значно перевищував нормативне значення для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла. Визначено перевищення СПАР для середніх річок. Міддю найбільш забруднена р. Ворскла, цинком та загальним залізом – р. Псел, перевищення БСК-5 – для річок Говтва, Ташань, Полужир'я, Грунь. Щодо водорозчинних сполук азоту, то тільки вміст нітратного азоту відповідає нормативним значенням. Найбільше забруднення аміаком спостерігається для річок Говтва та Коломак. Перевищення ГДК за вмістом нітритів у р. Коломак. За результатом кластерного аналізу річки за ступенем та характером забруднення поверхневих вод об'єднані в три основні групи: перша – р. Коломак, друга – річки Мерла, Псел, Грунь, Ворскла, третя – річки Ташань, Полужир'я та Говтва. В подальшому отримані результати можуть слугувати інструментом регулювання, моніторингу та вирішення проблем забруднення. **Висновки.** Малі річки Полтавської області знаходяться під значним антропогенним впливом, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес. Тож першочергову увагу необхідно звернути на поліпшення екологічного стану малих річок Полтавської області і вжити запропоновані природоохоронні заходи.

Ключові слова: поверхневі води, мала річка, середня річка, гідрохімічні показники, Полтавська область, кластерний аналіз

Gololobova O. O., Dorogan V. V.

V. N. Karazin Kharkiv National University

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF QUALITY OF SURFACE WATER OF SMALL AND MEDIUM RIVERS OF POLTAVA REGION

Purpose. Environmental assessment of the quality of surface water of small and medium rivers of the Poltava region, in particular: medium rivers – Psel, Vorskla, Merla and five small rivers – Govtva, Grun, Kolomak, Poluzorie, Tashan. **Methods.** Field, atomic absorption spectrophotometry, cluster analysis. **Results.** In accordance with the quality standard for surface water of cultural and household purposes, all indicators for medium-sized rivers are within the normal range. There was an excess of zinc in the waters of small rivers - Grun, Tashyas and Poluzorie. The low content of soluble oxygen does not meet the norm. When comparing values with the norm of quality of water for reservoirs of fishery management, excess BOD-5 for the Vorskla and Psel rivers is defined; the content of ammonia and nitrites significantly exceeded the normative value for the river Vorskla, Psel, Merla. The excess of surfactants for medium rivers is determined. The river Vorskla is mostly polluted with copper; the Psel river – with zinc and iron, in water from the Govtva, Tashan, Poluzorie and Grun rivers we have identified exceeding BOD-5. Regarding the water-soluble nitrogen compounds, only the nitrogen content corresponds to the normative value. The greatest pollution with ammonia is observed for the Govtva and Kolomak rivers. Excess of MAC on the content of nitrites was identified for the Kolomak river. As a result of the cluster analysis of the river, the degree and nature of pollution of surface water are grouped into three main

groups: the first is the Kolomak river, the second one is the Merla, Psel, Grun, Vorskla rivers, the third one is the Tashan, Poluzorie and Govtva rivers. In the future, the results can serve as a tool for regulation, monitoring and solution of pollution problems. **Conclusions.** Small rivers of Poltava region are under considerable anthropogenic impact, their ecological status is estimated as ecological regression. Therefore, priority attention should be paid to improving the ecological status of small rivers in the Poltava region and implementation of the proposed nature conservation measures.

Key words: surface waters, small river, medium river, hydrochemical indicators, Poltava region, cluster analysis

Гололобова Е. А., Дорогань В. В.

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК ПОЛТАВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель. Экологическая оценка качества поверхностных вод малых и средних рек Полтавской области, в частности: средних рек – Псел, Ворскла, Мерла и пяти малых рек – Говтва, Грунь, Коломак, Полужорье, Ташань. **Методы.** Полевой, атомно-абсорбционной спектрофотометрии, кластерный анализ. **Результаты.** В соответствии с нормативом качества поверхностных вод культурно-бытового назначения все показатели для средних рек находятся в пределах нормы. Наблюдалось превышение цинка в водах малых рек – Грунь, Ташань и Полужорье. Не соответствует нормативу низкое содержание растворимого кислорода. При сравнении значений с нормативом качества вод водоемов рыбохозяйственного назначения определено превышение БСК-5 – для рек Ворскла и Псел; содержание аммиака и нитритов значительно превышало нормативное значение для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла. Определены превышения СПАР для средних рек. Медью наиболее загрязнены р. Ворскла, цинком и общим железом – р. Псел, превышение БСК-5 – для рек Говтва, Ташань, Полужорье, Грунь. По водорастворимым соединениям азота, то только содержание нитратного азота соответствует нормативным значением. Наибольшее загрязнение аммиаком наблюдается для рек Говтва и Коломак. Превышение ПДК по содержанию нитритов в р. Коломак. По результатам кластерного анализа реки по степени и характеру загрязнения поверхностных вод объединены в три основные группы: первая – р. Коломак, вторая – реки Мерла, Псел, Грунь, Ворскла, третья – реки Ташань, Полужорье и Говтва. В дальнейшем полученные результаты могут служить инструментом регулирования, мониторинга и решения проблем загрязнения. **Выводы.** Малые реки Полтавской области находятся под значительным антропогенным влиянием, экологическое состояние рек оценивается как экологический регресс. Поэтому первоочередное внимание необходимо обратить на улучшение экологического состояния малых рек Полтавской области и применить предложенные природоохранные мероприятия.

Ключевые слова: поверхностные воды, малая река, средняя река, гидрохимические показатели, Полтавская область, кластерный анализ

Вступ

Площа водних об'єктів Полтавської області складає 148,431 тис. га, що становить 5,2 % території. Область покрита густою мережею річок, яка є більшою на півночі та меншою на південному заході, із загальною протяжністю 13006 км [1]. Поверхня області розчленована достатньо асиметричними долинами річок Псел, Хорол і Сула, широкими балками та великої кількості широких долин. Річкові долини на території Полтавщини мають добре розвинуту заплаву, чітко виражену борову терасу та значні пологі і полого-хвилясті лесові тераси. Заплавні тераси майже всіх річок області слабо дреновані та місцями заболочені, зайняті низинними торф'яниками або лучно-супіщаними ґрунтами. Річкові долини на території Полтавщини мають добре розвинуту заплаву, чітко виражену борову терасу та значні пологі і полого-хвилясті лесові тераси. Заплавні тераси майже всіх річок області слабо дреновані та місцями заболочені, зайняті низинними торф'яниками або лучно-

супіщаними ґрунтами [2]. Річки області живляться переважно талими сніговими водами, більша частина місцевого стоку формується в північних районах Полтавщини [3].

В межах Полтавської області формується стік трьох річок: Говтва, Сліпорід, Тагамлик. До середніх річок області належать: Хорол, Псел, Ворскла, Сула, Удай, Оржиця, Оріль, Мерла [1]. Нахил поверхні області зумовлює переважний напрям гідрографічної мережі, майже всі річки течуть з півночі на південь або з північного сходу на південний захід та є лівими притоками р. Дніпро [3].

Відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС «забруднення» – це пряме або непряме внесення в результаті діяльності людини речовин або тепла в повітря, воду або землю, що може бути небезпечним для здоров'я людини або якості водних екосистем чи для безпосередньо залежних від них наземних екосистем, що в результаті призводить до псування матеріальних цінностей, або до погіршення чи ушкодження ко-

рисних властивостей довкілля та можливості законного користування довкіллям [4].

Якість води у природних водних об'єктах оцінюється екологічним, водогосподарським або санітарно-гігієнічним підходом. Екологічні нормативи якості води призначені для збереження та охорони водних екосистем, водогосподарські нормативи встановлюються для питного, промислового, рибогосподарського та сільськогосподарського використання, а санітарно-гігієнічні нормативи встановлюються для забезпечення охорони здоров'я населення [5]. Загальноприйнятим під час досліджень для визначення стану водного середовища є проведення фізико-хімічних та біологічних методів дослідження й порівняння отриманих результатів з гранично допустимими концентраціями [6].

Нормативні документи регламентують ряд показників – хімічні, органолептичні, радіологічні, мікробіологічні, рибогосподарські, паразитичні та інші. Гігієнічна регламентація надає можливість визначати граничні значення їх вмісту, за яких забруднюючі речовини не будуть створювати негативного впливу на здоров'я людини, впливати на рослинний і тваринний світ та на екосистеми в цілому.

Основою гігієнічної регламентації є система нормування рівнів концентрації шкідливих речовин з використанням стандартних показників, таких як: гранично допустимих концентрацій, орієнтовно безпечних рівнів впливу, максимально допустимих рівнів, допустимих залишкових кількостей та гранично допустимих рівнів [7,19]. Оцінка якості поверхневих вод ґрунтується на визначених репрезентативних показниках, величини яких обов'язково мають визначатися за уніфікованими методами аналізу якості компонентів довкілля [8].

Малі річки Полтавської області формують гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок. Однак через невеликі площі водозбірних басейнів вони є найбільш вразливими до деструктивного антропогенного впливу, тому потребують постійного моніторингу якості води та екологічного аналізу, що на сьогодні є досить важливим та актуальним питанням. Всі великі та середні річки області залучені до державної мережі спостережень, однак державні установи моніторингу проводять контроль стану поверхневих вод лише у встановлених контрольних пунктах.

Надмірне використання річок та їх водозборів порушує їх природний гідрохімічний і гідробіологічний режими, зменшує водності та глибину річок, пересихання малих річок та водотоків, зниження їхньої біопродуктивності, збільшення процесів евтрофікації. Використання річкових екосистем продовжує носити екстенсивний та руйнівний характер [9]. Інтенсивне ведення господарської діяльності на території області зумовлює необхідність застосування комплексного підходу для вивчення довгострокових тенденцій та закономірностей зміни якісних показників поверхневих вод річок [10]. З малих та середніх річок відбирають значні обсяги води для господарського використання, наслідком чого є зниження транспортуючої здатності водного потоку, що стає додатковою причиною замулення русел водойм та подальшого зниження водності [9].

Існуюча наразі державна система моніторингу якості поверхневих вод річок в Полтавській області зорієнтована на спостереження за гідрохімічним складом вод насамперед великих і середніх річок у встановлених контрольних пунктах, тоді як малі річки практично не залучені до мережі спостережень. Тоді як малі річки Полтавської області формують гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок [3].

Екологічний стан водних об'єктів і якість їх води є основними чинниками санітарного й епідемічного благополуччя населення Полтавської області. Проте більшість водних об'єктів регіону за ступенем забруднення віднесені до забруднених та дуже забруднених [11].

Основними забруднюючими речовинами водних екосистем є важкі метали. Токсичність важких металів у водному середовищі залежить від форм, в яких вони перебувають. Потрапляючи у водойму, вони можуть перебувати в іонній формі в вигляді комплексів з неорганічними і органічними сполуками. Однак найбільшу токсичність для водних організмів мають вільні іони металів та їх гідрокомплекси. Важкі метали досить довго зберігають свою біологічну активність, в порівнянні з забруднюючими речовинами органічного походження, які за певний час піддаються деструкції. Небезпека багатьох важких металів полягає не лише в їх високій токсичності, але й у здатності мігрувати в харчових ланцюгах та акумулюватися в живих організмах [12].

Зазвичай у водних об'єктах відмічається значне перевищення рибогосподарських гранично допустимих концентрацій цинку, свинцю, міді, кобальту та інших важких металів. Найбільш чутливі до токсичної дії купруму синьо-зелені водорості, його вплив спричиняє до припинення росту діатомових та синьо-зелених водоростей. Токсичність купруму зростає при зниженні вмісту кисню та температури у водоймі. Негативний вплив нікелю для водних мікроорганізмів та водоростей закладається в тому, що він майже не виводиться з організму на протязі тривалого часу. Нікель належить до канцерогенних речовин. Кадмій активно акумулюється найпростішими мікроорганізмами, водоростями і макролітами, а його солі є високотоксичними для риб. Негативний вплив свинцю на рибу призводить до порушення та зміни структур специфічних тканин. Надмірна концентрація у водному середовищі плюмбуму пригнічує розмноження синьо-зелених водоростей, зменшує інтенсивність фотосинтезу, пригнічує фіксацію молекулярного азоту [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Моніторинг стану забруднення поверхневих вод річок області здійснюють такі державні установи: Полтавське регіональне управління водних ресурсів, Державна екологічна інспекція у Полтавській області, Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України, Світловодська гідрометеорологічна обсерваторія Кіровоградського обласного центру з гідрометеорології [1].

Полтавське регіональне управління водних ресурсів здійснює моніторинг водних об'єктів області в районах основних водозаборів комплексного призначення, водогосподарських систем сільськогосподарського та міжгалузевого водопостачання за радіологічними та хімічними показниками. Установа щомісяця відбирає проби з р. Дніпро у створі водозабору м. Горішні Плавні, ВАТ «Полтаварибгосп» в селі Святилівка Глобинського району та Власівського водозабору м. Кременчука. Державна установа «Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України» перевіряє якість води р. Дніпро в межах Полтавської області. Відділом інструментально-аналітичного контролю Державної екологічної інспекції у Полтавській області проводяться перевірки та відбір проб поверхневих вод річок, в які випускаються скиди забруднюючих речовин підприємствами області. Світловодська гідромете-

орологічна обсерваторія Кіровоградського обласного центру з гідрометеорології проводить спостереження на території Полтавської області за станом поверхневих вод річок: Сула, Хорол, Псел та Ворскла [1].

Дніпровське басейнове управління водних ресурсів щомісячно надає звіти про загальну характеристику річок, які належать до басейну р. Дніпра. Відповідно до звітів установи на період дослідження загальна характеристика стану якості вод річок Дніпровського басейну протягом серпня 2017 року була такою: гідрохімічний стан річок протягом серпня змінився в сторону погіршення; повсюди фіксувалось різке зниження в воді розчиненого кисню, у тому числі до екстремальних значень (у малих та середніх річках); спостерігалось зростання вмісту марганцю, фосфатів, заліза, амонію, а також вмісту органіки; продовжувалось масове «цвітіння» води на фоні високих температурних показників. Головними факторами, які впливали на якісний стан річкових вод у серпні були: високий температурний фон повітря та води, відсутність значних опадів, тривала спека та засуха, значне зниження водності річок [13].

У вересні гідрохімічний стан води у основних водотоках басейну Дніпра знаходився на задовільному рівні з негативними змінними характеристиками, на якість води впливали такі фактори: відсутність значних атмосферних опадів та значне зниження водності річок, завершення процесу «цвітіння» води та початок процесів розкладу синьо-зелених водоростей. Протягом вересня у воді річок ще зберігалась підвищена каламутність, кольоровість води, підвищене органічне забруднення, вміст амонію, заліза та марганцю [14].

В дослідженнях Степової О. В. наведена оцінка якості річкових вод в районах розташування очисних споруд, яка дала змогу класифікувати їх за ступенем придатності для відповідних видів водоспоживання. На протязі періоду дослідження загальний рівень забруднення поверхневих водойм області у місцях розташування очисних споруд за середнім значенням індексу забруднення змінювався в межах від «забруднених» – IV клас якості води до «брудних» – V клас якості води.

Головними забруднювачами вод були: нітрати, амоній-іони, розчинений кисень, фосфати та марганець. Найбільш забрудненими контрольними створами були створи

річок Суха Лохвиця («дуже брудна», VI клас), Крива Руда («дуже брудна», VI клас), та Коломак («брудна», V клас). Води річок Сула, Псел, Дніпро, Ворскла за індексом забруднення відносились до III та IV класів, значення яких коливались в межах від «помірно забрудненої» до «брудної» [15].

В дослідженнях Лободи Н. С. визначено головні джерела забруднення поверхневих вод р. Ворскла – скиди забруднюючих вод очисних споруд, які розташовані неподалік м. Полтава: Котелевські очисні споруди, очисні споруди житлово-комунального

комплексу села Терешки, Супрунівські очисні споруди Полтавського ВУВКГ села Решетняки. Екологічний стан річки Ворскла за гідрохімічними показниками індексу забрудненості води характеризується як «помірно забруднений». У роки високої водності забруднення річки зменшується, а у маловодні – зростає. За органолептичним критерієм переважають «помірно забруднені» води [16].

Мета – екологічна оцінка якості поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області.

Методи дослідження

Метою відбору точкових проб поверхневих вод середніх та малих річок Полтавщини було отримання дискретних проб, які відображають якість досліджуваної води; визначення складу та властивостей річкової води за показниками, які регламентовані в нормативних документах [17]. Для дослідження було обрано три середні річки – Псел, Ворскла, Мерла та п'ять малих річок – Говтва, Грунь, Коломак, Полузир'я, Ташань.

Відбір проб поверхневих вод річок проводився 28 серпня та 16 вересня 2017 року в період літньо-осінньої межени відповідно до ДСТУ ISO 5667-6:2009 [18]. Для аналізу якості поверхневих вод річок було відібрано вісім точкових проб: проба № 1 – р. Говтва (Решетилівський район, в межах смт. Решетилівка); проба № 2 – р. Полузир'я (Полтавський район, с. Абазівка); проба № 3 – р. Ворскла (м. Полтава «Прирічний парк»); проба № 4 – р. Псел (Гадяцький район, с. Сарі в межах РЛП «Гадяцький»); проба № 5 – р. Грунь (Гадяцький район, с. Хітці); проба № 6 – р. Ташань (м. Зіньків, вулиця Воздви-

женська); проба № 7 – р. Коломак (м. Полтава); проба № 8 – р. Мерла (Котелевський район, с. Мала Рублівка на території ГЗ «Малорублівський»).

Лабораторний аналіз відібраних проб проводився в навчально-дослідній лабораторії аналітичних досліджень екологічного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. В роботі було обрано фізико-хімічний метод оцінки якості тому, що він найточніше оцінює забруднення поверхневої води конкретними забруднюючими речовинами та надає можливість класифікувати якість води річок [10].

Визначення показників якості води виконували за такими методиками: азот нітритний – згідно з вимогами КНД 211.1.4.023; азот амонійний – згідно з вимогами КНД 211.1.4.030; ХСК – згідно з вимогами КНД 211.1.4.024; рН води – згідно з вимогами ДСТУ 4077-2001; СПАР – фотометричним методом; вміст важких металів – за методикою ПНДФ 14.1:2.253-09 (М 01-46-2013).

Результати дослідження

В програму дослідження входило визначення та порівняльний аналіз показників якості поверхневих вод річок області: рН, розчинний кисень, БСК-5, перманганатна окислюваність, аміак, нітроти, нітрати, хлориди, СПАР, мідь, цинк, свинець, залізо загальне, кадмій, марганець, хром, нікель, миш'як. БСК-5 для річок Мерла та Коломак не визначалося. Результати гідрохімічних показників представлені в таблиці 1.

Відповідно до норм СанПіН № 4630-88 якості поверхневих вод культурно-побутового призначення всі гідрохімічні показники знаходяться в межах норми [19]. Са-

нПіН № 4630-88 не регламентує вміст кадмію, тому звернулись до Директиви ЄС 76/160/ЄС, яка є основним правовим документом, що здійснює правове регулювання якості води для купання ЄС Концентрація кадмію не перевищує значень європейського нормативу цього показника.

При порівнянні значень з нормативом якості вод водойм рибогосподарського призначення [20] визначено перевищення БСК-5 – для річок Ворскла та Псел на 1,6 та 1,8 мг/дм³ відповідно.

Вміст аміаку у воді понад нормативного значення є токсичним для риб. Вміст

аміаку значно перевищував нормативне значення, зокрема: для р. Ворскла він складав 8,4 ГДК, для р.Псел – 3,2 ГДК, для р. Мерла – 4,8 ГДК.

Перевищення ГДК спостерігається і для нітритів. Воно достатньо високе і досягає – для р. Ворскла – 3,5 ГДК, для річок Псел та Мерла – 1,4 ГДК. перевищення СПАР – для річок Ворскла, Псел, Мерла – 4,0 ГДК, 2,8 ГДК, 2,2 ГДК відповідно.

Перевищення концентрації міді для р. Ворскла складає 71 ГДК, для р. Псел 14 ГДК, для р. Мерла 2,4 ГДК; цинку – для р. Ворскла 12 ГДК, р. Псел – 92 ГДК й 1,7 ГДК для р. Мерла. Вміст загального заліза знаходиться в межах норми для р. Мерла, для р. Ворскла перевищення складає 1,1 ГДК, для р. Псел – 1,3 ГДК (табл. 1).

Позитивним є слаболужне, в межах ГДК, значення водневого показнику. Також не перевищує нормативних значень вміст нітратного азоту, хлоридів, показники перманганатної окислюваності.

Щодо важких металів, то в межах норми – вміст миш'яку, нікелю, загального хрому, кадмію. Результати визначення гідрохімічних показників якості поверхневих

вод малих річок Полтавської області представлені в таблиці 2.

При порівнянні значень гідрохімічних показників з нормативом якості поверхневих вод культурно-побутового призначення [19] спостерігалось перевищення: цинку в річках Грунь і Ташань на 0,26 та 0,14 мг/дм³ відповідно.

Не відповідає нормативу низький вміст розчинного кисню в річках. Для річок Говтва та Ташань він складає 3,9, для р. Полузир'я – 3,8 мг О₂/дм³. Для р. Коломак він найнижчий – 3,6 мг О₂ / дм³.

Згідно з порівнянням гідрохімічних показників до нормативу якості вод водойм рибогосподарського призначення [20] визначено перевищення БСК-5 – для річок Говтва, Ташань, Полузир'я на 2,0, для р. Грунь – на 1,9 мг О₂/дм³.

Щодо водорозчинних сполук азоту, то тільки вміст нітратного азоту відповідає нормативним значенням. Найбільше забруднення аміаком спостерігається для річок Говтва та Коломак, 12,6 ГДК та 9,6 ГДК відповідно, потім р. Полузир'я – 5,6 ГДК, найменше для річок Грунь та Ташань – 2,8 ГДК, та 4,2 ГДК відповідно.

Таблиця 1

Гідрохімічні показники якості поверхневих вод середніх річок Полтавської області

№	Назва показника	Ворскла	Псел	Мерла	ГДК**	ГДК***
1.	pH	7,88	7,96	7,81	6,5-8,5	6,5-8,5
2.	Розчинний кисень, мг О ₂ / дм ³	4,9	4,1	4,2	> 4,0	> 6,0
3.	БСК-5, мг О ₂ / дм ³	3,6	3,8	–	< 6,0	2,0
4.	ХСК (Mn) ₂ , мг О ₂ / дм ³	4,4	4,75	4,85	30	20
5.	Аміак, мг/дм ³	0,42	0,16	0,24	0,5	0,05
6.	Азот нітритний, мг/дм ³	0,28	0,11	0,11	1,0	0,08
7.	Азот нітратний, мг/дм ³	23,7	21,5	18,4	45	40,0
8.	Хлориди, мг Cl / дм ³	46,5	48,5	56,4	350	300,0
9.	СПАР, мг/дм ³	0,4	0,28	0,22	0,5	0,1
10.	Залізо загальне, мг/дм ³	0,112	0,13	0,0046	0,3	0,1
11.	Мідь, мг/дм ³	0,071	0,14	0,0024	1,0	0,001
12.	Цинк, мг/дм ³	0,12	0,92	0,0172	1,0	0,01
13.	Свинець, мг/дм ³	0	0,0004	0	0,03	0,1
14.	Кадмій, мг/дм ³	0	0	0	0,0009**	0,005
15.	Марганець, мг/дм ³	0,045	0,057	0,068	—*	0,01
16.	Хром загальний, мг/дм ³	0	0	0,00001	0,05	0,001
17.	Нікель, мг/дм ³	0	0	0	0,1	0,01
18.	Миш'як, мг/дм ³	0	0	0	0,05	0,05

* «—» – норматив не визначено;

** – норматив для кадмію за Директивою ЄС 76/160/ ЄС [8];

ГДК* – для водних об'єктів культурно-побутового водокористування [19];

ГДК** – для вод водойм рибогосподарського призначення [20].

Перевищення вмісту нітритів для річок Говтва, Грунь і Ташань, Полужир'я складає 1,88 ГДК, 2,25 ГДК, 2,88 ГДК, 2,63 ГДК. Найбільше забруднення нітритами спостерігається для річки Коломак – 3,88 ГДК (табл. 2).

Екологічна оцінка якості води дає інформацію про воду як складову частину водної системи, середовище існування гідробі-

онтів і важливу частину природного середовища, в якому мешкає людина. Тому першим етапом в дослідженні екологічної оцінки якості річкової води є визначення класу та категорій саме гідрохімічних показників. Визначення класу та категорії якості гідрохімічних показників поверхневих вод малих

Таблиця 2

Гідрохімічні показники якості поверхневих вод малих річок Полтавської області

№	Назва показника	Говтва	Грунь	Ташань	Коломак	Полужир'я	ГДК*	ГДК**
1.	pH	7,77	7,61	8,29	6,95	7,94	6,5-8,5	6,5-8,5
2.	Розчинний кисень, мг O ₂ / дм ³	3,9	4,0	3,9	3,6	3,8	>4,0	>6,0
3.	БСК-5, мг O ₂ / дм ³	4,0	3,9	4,0	–	4,0	<6,0	2,0
4.	ХСК (Mn), мг O ₂ / дм ³	5,1	5,1	5,0	5,45	5,2	30	20
5.	Аміак, мг/дм ³	0,63	0,14	0,21	0,48	0,28	0,5	0,05
6.	Азот нітритний, мг/дм ³	0,15	0,18	0,23	0,31	0,21	1,0	0,08
7.	Азот нітратний, мг/дм ³	35,2	24,2	27,9	1,45	27,4	45	40,0
8.	Хлориди, мг/дм ³	82,2	44,7	92,4	144,2	80,4	350	300,0
9.	СПАР, мг/дм ³	0,31	0,35	0,42	0,09	0,26	0,5	0,1
10.	Залізо загальне, мг/дм ³	0,092	0,088	0,095	0	0,073	0,3	0,1
11.	Мідь, мг/дм ³	0,1	0,097	0,135	0,0011	0,068	1,0	0,001
12.	Цинк, мг/дм ³	0,92	1,26	1,14	0	1,26	1,0	0,01
13.	Свинець, мг/дм ³	0,00014	0	0,0002	0,0019	0	0,03	0,1
14.	Кадмій, мг/дм ³	0	0	0	0	0	0,0009**	0,005
15.	Марганець, мг/дм ³	0,086	0,082	0,61	0,0165	0,11	–*	0,01
16.	Хром, мг/дм ³	0,0004	0,0002	0	0	0	0,05	0,001
17.	Нікель, мг/дм ³	0	0	0	0	0	0,1	0,01
18.	Миш'як, мг/дм ³	0	0	0,00002	0	0,00012	0,05	0,05

«–» – норматив не визначено;

** – норматив для кадмію за Директивою ЄС 76/160/ ЄС [8];

ГДК* – для водних об'єктів культурно-побутового водокористування [19];

ГДК** – для вод водойм рибогосподарського призначення [20].

та середніх річок Полтавської області проводилось згідно з Методичними вказівками «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Визначення проводилось в порівнянні гідрохімічних показників до значень відповідних показників екологічної класифікації якості поверхневих вод за трофо-сапробіологічними критеріями та за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії [21].

В таблиці 3 представлені результати екологічної класифікації якості поверхневих вод річок за трофо-сапробіологічними критеріями та критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії, визначення класу та категорій якості основних гідрохімічних показників для середніх річок області [21]. Найгірші класи та категорії для всіх середніх річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, СПАР, для річок Ворскла і Псел ще й мідь та цинк.

В таблиці 4 показано результати екологічної класифікації якості поверхневих вод річок за трофо-сапробіологічними критеріями та критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії основних гідрохімічних показників для малих річок Полтавщини [21].

Найгірші класи та категорії для всіх малих річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, нітрати та СПАР. Для річок Говтва, Грунь, Ташань, Полузир'я ще й мідь та цинк.

Таблиця 3

Клас та категорія показників якості поверхневих вод середніх річок Полтавської області

№	Назва показника	Назва річки		
		Ворскла	Псел	Мерла
		Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)
1.	pH	II (2)	II (2)	II (2)
2.	Розчинний кисень	V (6)	IV (6)	IV (6)
3.	БСК-5	III (4)	III (4)	–
4.	ХСК (Mn)	II (2)	II (2)	II (2)
5.	Аміак	III (4)	II (2)	II (3)
6.	Нітрити	V (7)	V (7)	V (7)
7.	Нітрати	V (7)	V (7)	V (7)
8.	Хлориди	II (3)	II (3)	II (3)
9.	СПАР	V (7)	V (7)	IV (6)
10.	Залізо загальне	III (4)	III (4)	I (1)
11.	Мідь	V (7)	V (7)	II (3)
12.	Цинк	IV (6)	V (7)	II (3)
13.	Свинець	I (1)	I (1)	I (1)
15.	Марганець	II (3)	III (4)	III (4)

Таблиця 4

Клас та категорія показників якості поверхневих вод малих річок Полтавської області

№	Назва показника	Назва річки				
		Говтва	Грунь	Ташань	Полузир'я	Коломак
		Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)	Клас (категорія)
1.	pH	II (2)	II (2)	III (4)	II (2)	I (1)
2.	Розчинний кисень	V (7)	IV (6)	V (7)	V (7)	V (7)
3.	БСК-5	III (4)	III (4)	III (4)	III (4)	–
4.	ХСК (Mn)	II (2)	II (3)	II (3)	II (3)	II (3)
5.	Аміак	III (5)	II (2)	II (3)	II (3)	III (4)
6.	Нітрити	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)
7.	Нітрати	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	IV (6)
8.	Хлориди	III (4)	II (3)	III (4)	III (4)	III (4)
9.	СПАР	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	III (5)
10.	Залізо загальне	II (3)	II (3)	II (3)	II (3)	I (1)
11.	Мідь	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	II (2)
12.	Цинк	V (7)	V (7)	V (7)	V (7)	I (1)
13.	Свинець	I (1)	I (1)	I (1)	I (1)	III (4)
15.	Марганець	III (4)	III (4)	IV (6)	III (4)	II (2)

Для статистичної обробки даних в дослідженні використано метод кластеризації. Основа кластеризації полягає в тому, що класифікація об'єктів дослідження проводиться з використанням численних обчислювальних процедур, в результаті чого утворюються відповідні «кластери». Головною перевагою даного методу є те, що він надає можливість класифікувати об'єкти не тільки за однією ознакою, а за декількома одночасно. Для цього вводять відповідні значення, показники, які характеризують певну міру близькості за всіма параметрами [22].

Завдання кластерного аналізу полягає в об'єднанні елементів чи змінних даної групи в такі кластери, щоб елементи всередині одного кластера володіли високим ступенем «природною близькості» між собою, а самі кластери були «досить відмінні» один від одного. Групи точок можуть бути згруповані в більші множини, так щоб в кінцевому результаті всі точки виявились ієрархічно класифікованими. Найбільш відомий метод схематичного представлення матриці даних заснований на побудові дендограми або діаграми дерева.

Дендограму можна визначити як графічне зображення результатів процесу послідовної кластеризації [22].

Метою кластерного аналізу було розбиття річок Полтавської області на класи, кожен з яких відповідає певному рівню забруднення. Річки області, які потрапили до одного класу, характеризуються схожими показниками кількості та масового складу гідрохімічних показників, а зокрема і забруднюючих речовин. Для кластеризації було використано вихідний файл даних, який містить інформацію про основні гідрохімічні показники поверхневих вод річок: рН, розчинний кисень, БСК-5, окиснюваність, аміак, нітрити, нітрати, хлориди, лужність, СПАР, залізо загальне, мідь, цинк, свинець, кадмій, марганець, хром, нікель, миш'як.

Для статистичної обробки даних та розбиття річок на кластери використаний пакет комп'ютерних програм STATISTICA і на підставі даних результатів лабораторного аналізу використано метод побудови дерева – Joining (tree clustering) та метод k-середніх (k-means clustering).

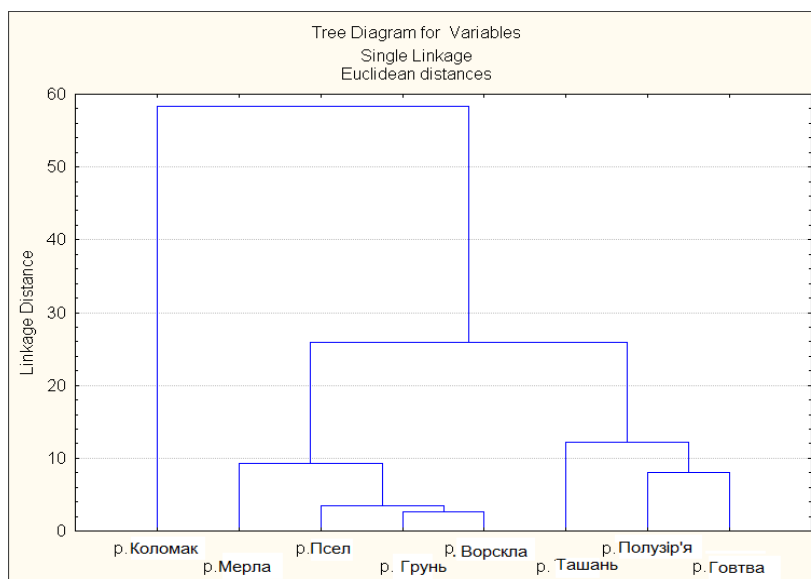


Рис. – Дендограма поділу поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області на кластери

На рисунку представлена дендограма поділу поверхневих вод малих та середніх річок Полтавської області на кластери: сформовано три основні кластери з найбільш схожими показниками для кожного кластеру.

До першого кластеру віднесено поверхневі води річки Коломак. Концентрація марганцю, міді, СПАР, азоту нітратного в її поверхневих водах найнижча та знаходиться в межах норми відповідно до всіх нормати-

вів. Такі показники як залізо загальне, кадмій, цинк, хром, нікель, миш'як взагалі відсутні у водах річки.

До другого кластеру відносяться поверхневі води річок Мерла, Псел, Грунь, Ворскла. Основні перевищення концентрації гідрохімічних показників спостерігаються відповідно до нормативу для вод водойм рибогосподарського призначення. Перевищення концентрації знаходиться в межах:

для аміаку – від 0,14 до 0,42 мг/дм³ про нормі 0,05 мг/дм³, для азоту нітратного – від 0,11 до 0,28 мг/дм³ при нормі 0,08 мг/дм³, для СПАР – від 0,22 до 0,4 мг/дм³ при нормі 0,1 мг/дм³, для міді – від 0,0024 до 0,14 мг/дм³ при нормі 0,001 мг/дм³, для цинку – від 0,0172 до 1,26 мг/дм³ при нормі 0,01 мг/дм³, для марганцю – від 0,045 до 0,082 мг/дм³ при нормі 0,01 мг/дм³. Нікель, миш'як, кадмій в поверхневих водах річок не виявлені.

До третього кластеру відносяться поверхневі води малих річок Ташань, Полузир'я та Говтва. Концентрації гідрохімічних показників річок перевищують нормативні значення для вод водойм рибогосподарського призначення. Перевищення знаходиться в межах: для аміаку – від 0,21 до 0,63 мг/дм³ про нормі 0,05 мг/дм³, для азоту нітратного – від 0,15 до 0,23 мг/дм³ при нормі 0,08 мг/дм³, для СПАР – від 0,26 до 0,31 мг/дм³ при нормі 0,1 мг/дм³, для міді – від

0,0068 до 0,1 мг/дм³ при нормі 0,001 мг/дм³, для цинку – від 0,92 до 1,26 мг/дм³ при нормі 0,01 мг/дм³, для марганцю – від 0,086 до 0,61 мг/дм³ при нормі 0,01 мг/дм³. Важкі метали нікель і кадмій у водах річок відсутні. Також малі річки третього кластеру мають найгірші класи та категорії таких показників: розчинений кисень, нітрити, нітрати, СПАР, мідь та цинк. Отже, відповідно до екологічної класифікації, малі річки знаходяться під значним антропогенним впливом та мають порушені екологічні параметри, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Таким чином, кластерний підхід до оцінки якості поверхневих вод річок дозволяє за визначеним числом гідрохімічних показників об'єднувати досліджувані об'єкти в кластери, що в подальшому може використовуватись як інструмент регулювання, моніторингу та вирішення проблем забруднення.

Висновки

Відповідно до СанПіН № 4630-88 нормативу якості поверхневих вод культурно-побутового призначення всі показники для середніх річок знаходяться в межах норми. Спостерігалось перевищення значень в водах малих річок: цинку в річках Грунь, Ташань і Полузир'я. Не відповідає нормативу низький вміст розчинного кисню в річках Говтва, Ташань, Полузир'я. Для р. Коломак він найнижчий.

При порівнянні значень з нормативом якості вод водойм рибогосподарського призначення визначено перевищення БСК-5, вміст аміаку, нітритів, СПАР – для річок Ворскла та Псел.

Перевищення ГДК за вмістом міді визначено для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла; цинку – для р. Ворскла, р. Псел, р. Мерла. Вміст загального заліза знаходиться в межах норми для р. Мерла, для р. Ворскла та р. Псел визначено перевищення ГДК. Визначено також перевищення БСК-5 – для річок Говтва, Ташань, Полузир'я, Грунь. Щодо водорозчинних сполук азоту, то тільки вміст нітратного азоту відповідає нормативним значенням. Найбільше забруднення аміаком спостерігається для річок Говтва та Коломак, найменше – для річок Грунь та Ташань. Перевищення вмісту нітритів визначено для річок Говтва, Грунь і Ташань, Полузир'я, найбільше забруднення нітритами спостерігається для р. Коломак.

Найгірші класи та категорії для всіх середніх річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, СПАР, для річок Ворскла і Псел ще й мідь та цинк. Найгірші класи та категорії для всіх малих річок мають такі показники: розчинений кисень, нітрити, нітрати та СПАР. Для річок Говтва, Грунь, Ташань, Полузир'я ще й мідь та цинк.

За результатом кластерного аналізу за ступенем і характером забруднення поверхневих вод річки були об'єднані в три основні кластери: перший – р. Коломак, другий – річки Мерла, Псел, Грунь, Ворскла, третій кластер – річки Ташань, Полузир'я та Говтва. Такий підхід до оцінки якості поверхневих вод річок дозволив за визначеним числом гідрохімічних показників об'єднувати досліджувані об'єкти в кластери, що в подальшому може слугувати як інструмент регулювання, моніторингу та вирішення проблем забруднення.

Малі річки Полтавської області знаходяться під значним антропогенним впливом, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

Тож першочергову увагу необхідно звернути на поліпшення екологічного стану малих річок Полтавської області. До першочергових заходів покращення належить:

– вдосконалення регіональної системи моніторингу за станом малих річок;

- поліпшення гідрологічного режиму малих річок;
- охорона поверхневих вод малих річок від несанкціонованих скидів забруднюючих речовин;
- зниження антропогенного навантаження на малі річки області внаслідок забруднення зворотними водами;
- підвищення та популяризація знань про екологічне значення малих річок.

Література

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2016 році. Звіт 2016 Департамент екології та природних ресурсів. 2017. С. 169.
2. Винарчук, О. О., Хільчевський, В. К. Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. С. 219-230.
3. Характеристика водних ресурсів Полтавської області. URL: <http://geo.pnpu.edu.ua/waters.php>. (Дата звернення: 17.10.2018).
4. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council. *Official Journal of the European Communities*. 2000. p. 34.
5. Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. URL: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31976L0160:EN:NOT> (Дата звернення: 20.10.2018).
6. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка Центр, 2001. 196 с.
7. Сльнікова Т. О. Еколого-гідрологічні дослідження Житомирської області на основі аналізу забруднення водних об'єктів. *Вісник ЖДТУ*, 2006. №36. С. 130–136.
8. Керівний нормативний документ охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі мінекоресурсів) КНД 211.1.1.106 -2003. Міністерство екології та природних ресурсів України, Київ, 154.
9. Хімко, Р. В., Мережко, І. О., Бабко, Р. В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення. К.: Інститут екології, 2003. 380 с.
10. Степова, О. В., Рома, В. В. Державна система моніторингу водних об'єктів. Навчальний посібник «Моніторинг поверхневих вод». П.: ПолтНТУ, 2017. С. 82.
11. Регіональна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну р. Дніпро Полтавської області на період до 2021 р. Полтавський літератор. 2013. С. 16–23.
12. Грициняк, І. І., Колесник, Н. Л. Біологічне значення та токсичність важких металів для біоти прісно-водних водойм (огляд). *Рибогосподарська наука України*. № 2. 2014. С. 31–45.
13. Характеристика стану вод Дніпровського басейну протягом серпня 2017 року. URL:<http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3480-stan-vod-dniprovs-kogo-basejnu-protyagom-serpnja-2017-roku.html>. (Дата звернення: 11.11.2018).
14. Характеристика стану вод Дніпровського басейну протягом вересня 2017 року URL:<http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3561-stan-vod-dniprovs-kogo-basejnu-protyagom-veresnja-2017-roku.html>. (Дата звернення: 11.11.2018).
15. Степова, О. В., Булашенко, Р. В., Рома, В. В. Аналіз стану поверхневих вод Полтавської області в контрольних створах. *Вісник ПДАА*. 2012. №1. С. 181–184.
16. Лобода, Н. С., Пилип'юк, В. В. Динаміка хімічного складу води по довжині р. Ворскла та оцінка її якості. *Вісник ОДЕУ*. 2011. №12. С. 178–189.
17. Некос, А. Н., Гарбуз, А. Г. Экологическая оценка объектов окружающей среды и пищевых продуктов (методика проведения исследований). Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина. 2012. С. 104.
18. ДСТУ ISO 5667-6:2009 Качество воды. Отбор проб. Часть 6. Руководство по отбору проб из рек и ручьев (ISO 5667-6:2005, IDT).
19. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН № 4630-88. М.: Минздрав СССР, 1988. 70 с.
20. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм. К.: Міністерство рибного господарства СССР, 1990, 45 с.
21. Яцик, А. В., Гопчак, І. В. Методичні вказівки «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями». Р.: НУВГП. 2012. С. 26.
22. Дулепов, В. И., Лескова, О. А., Майоров, И. С. Системная экология. В.: ВГУЭС. 2004. С. 252.

References

1. Regionalna dopovid pro stan navkolyshnogo pryrodnoho seredovyssha v Poltavskij oblasti u 2016 roci.(2017). [Regional report on the state of the environment in the Poltava region in 2016. Report 2016 Department of Ecology and Natural Resources],169 (in Ukrainian)

2. Vynarchuk, O. O., Xilcevskij, V. K. (2010). Umovy formuvannja ximicnoho skladu vody ta vyvcenist hidroximicnoho rezymu ricok Livobereznogo Lisostepu [Conditions of the formation of the chemical composition of water and the study of the hydrochemical regime of the rivers Livobereznogo Forest-steppe]. *Hidrolohija, hidroximija i hidroekologija*. Ternopil, 219-230. (in Ukrainian)
3. Characteristics of water resources of the Poltava region. Available at: <http://geo.pnpu.edu.ua/waters.php> (in Ukrainian)
4. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council.(2000). *Official Journal of the European Communities*, 34 (in English)
5. Council Directive 76/160/EEC of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. Available at: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31976L0160:EN:NOT> (in English)
6. Snizko, S. I. (2001). Ocinka ta prohnozuvannja jakosti pryrodnyx vod [Estimation and prediction of the quality of natural waters]. Kyjiv, Nika Centr, 196 (in Ukrainian)
7. Jelnikova, T. O. (2006). Ekolohe-hidrolohichni doslidzennja Zytomyrskoj oblasti na osnovi analizu zabrudnennja vodnyx objektiv [Ecological and hydrological investigations of Zhytomyr region on the basis of analysis of pollution of water objects]. *Visnyk ZDTU*, 36, 130–136 (in Ukrainian)
8. Okhrona navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ratsionalne vykorystannja pryrodnykh resursiv orhanizatsii ta zdiisnennja sposterezhen za zabrudnenniam poverkhnevnyx vod (v systemi minekoresursiv) . KND 211.1.1.106. (2003). [Environmental protection and rational use of natural resources. Organization and implementation of observations on pollution of surface waters (in the system of mines resources)], Kyiv: Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (in Ukrainian)
9. Ximko, R. V., Merezko, I. O., Babko, R. V. (2003). Mali ricky – doslidzennja, oxorona, vidnovlennja [Small rivers – research, protection, restoration]. Kyjiv, Instytut ekolohiji, 380 (in Ukrainian)
10. Stepova, O. V., Roma, V. V. (2017). Derzavna systema monitorynhu vodnyx objektiv. Navcal'nyj posibnyk «Monitorynh poverxnevnyx vod» [State monitoring system for water objects. Training Manual "Surface Water Monitoring"]. Poltava, PolNTU, 82 (in Ukrainian)
11. Rehionalna cilova prohrama rozvytku vodnoho hospodarstva ta ekolohicnoho ozdorovlennja basejnu r. Dnipro Poltavskoj oblasti na period do 2021 r. (2013). [Regional target program for the development of water management and ecological improvement of the Dnipro river basin in the Poltava region until 2021 Poltava writer]. *Poltavskij literator*, 16–23 (in Ukrainian)
12. Hrycynjak, I. I., Kolesnyk, N. L. (2014). Biologichne znacennja ta toksychnist vazkyx metaliv dlja bioty prysnovodnyx vodojm (ohljad) [Biological value and toxicity of heavy metals for the biota of freshwater reservoirs (overview)]. *Rybohospodarska nauka Ukrajiny*. 2, 31-45 (in Ukrainian)
13. Characteristics of the waters of the Dnipro basin during August 2017. Available at: <http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3480-stan-vod-dniprovskogo-basejnu-protiyagom-serpnja-2017-roku.html> (in Ukrainian)
14. Characteristics of the waters of the Dnipro basin during September 2017. Available at: <http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi/3561-stan-vod-dniprovskogo-basejnu-protiyagom-veresnja-2017-roku.html> (in Ukrainian)
15. Stepova, O. V., Bulavenko, R. V., Roma, V. V. (2012). Analiz stanu poverxnevnyx vod Poltavsk'oji oblasti v kontrol'nyx stvorax [Analysis of the state of surface waters of the Poltava region in the control layers]. *Visnyk PDAA*, 1, 181–184 (in Ukrainian)
16. Loboda, N. S., Pylypjuk, V. V. (2011). Dynamika ximicnoho skladu vody po dovzyni r. Vorskla ta ocinka jiji jakosti [Dynamics of chemical composition of water along the length of Vorskla River and assessment of its quality]. *Visnyk ODEU*, 12, 178–189 (in Ukrainian)
17. Nekos, A. N., Garbuz, A. G. (2012). Ekologiceskaâ ocenka obektov okruzausej sredi i pisevyh produktov (metodika provedenia issledovanij) [Environmental assessment of environmental and food products (research methodology)]. HNU im. V.N. Karazina, 104 (in Russian)
18. DSTU ISO 5667-6:2009 (2009). Kacestvo vodu. Otor prob. Cast 6. Rukovodstvo po otoru prob yz rek y rucev (ISO 5667-6:2005, IDT) [DSTU ISO 5667-6: 2009 Quality of water. Sampling Part 6: Guidelines for the selection of samples from rivers and streams (ISO 5667-6: 2005, IDT)] (in Russian)
19. Sanitarnye pravila i normy ohrany poverhnostnyx vod ot zagryaznenija: SanPiN 4630-88. (1988). [Sanitary rules and norms for protection of surface water from pollution: SanPiN 4630-88]. Moscow : Minzdrav SSSR. (in Russian)
20. Hranychno dopustymi znachennja pokaznykiv yakosti vody dlya rybohospodars'kykh vodoym. Zahal'nyy perelik HDK i OBRV shkidlyvykh rehovyn dlya vody rybohospodars'kykh vodoym (1990).[Limit values of water quality indices for fish farming reservoirs. The general list of MPCs of harmful substances for water of fish farming reservoirs]. K: Ministry of Fisheries of the USSR. 1990, 45 (in Ukrainian)
21. Jacyk, A. V., Hopcak, I. V.(2012). Metodycni vkazivky «Ekolohicna ocinka jakosti poverxnevnyx vod za vidpovidnymi katehorijamy» [Methodological editions of “Ecological assessment of ecological quality of surface waters behind the inner categories”]. NUVHP, 26 (in Ukrainian)
22. Dulepov, V. I., Leskova, O. A., Majorov, I. S. (2004). Sistemnaa ekologia [System ecology]. VGUES, 252 (in Russian)

Надійшла до редколегії 29.01.2019